

УДК 631.8:445.4:631.445.2]:631.8:631.582  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.14>

## ЗМІНА АГРОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ

**Чикін І.В.** – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0009-0001-9449-7462](https://orcid.org/0009-0001-9449-7462)

**Господаренко Г.М.** – д.с.-э.н.,

професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0002-6495-2647](https://orcid.org/0000-0002-6495-2647)

Дослідження впливу систем удобрення на агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого було проведено в Уманському національному університеті в тривалому досліді (з 2010 року). Досліді базується на 4-пільній сівозміні (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярій, соя). Добрива вносили перед зяблевим обробітком ґрунту, під передпосівну культивувацію та в підживлення. Нетоварну продукцію (солому, стебелиння) залишали на полі. У зразках ґрунту, відібраних у серпні 2025 року визначали: об'ємну щільність; вміст органічного вуглецю;  $pH_{КСР}$ ; ступінь насиченості основами; вміст азоту мінеральних сполук і рухомих сполук фосфору, калію та сірки.

Встановлено, що за тривалого застосування добрив вміст органічного вуглецю залишається на вихідному рівні, а за середньорічного внесення  $N_{110}$  у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Незначні зміни пояснюються залишенням на полі нетоварної частини урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробітком ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини. За період проведення досліді кислотність ґрунту у варіантах досліді, за виключенням ділянок абсолютного контролю та варіанту  $P_{60}K_{30}$ , зазнала істотних змін. У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування. Тривале застосування різного удобрення значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук. За цим показником на ділянках без добрив він був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів – дуже високим. За середньорічного внесення  $60 \text{ кг/га } P_2O_5$ , відбувається підвищення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті на  $10\text{--}13 \text{ мг/кг}$  або на  $9\text{--}12\%$ , а за дози  $30 \text{ кг/га}$  їх вміст підтримується на вихідному рівні. Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів досліді був у межах  $125\text{--}171 \text{ мг/кг}$  за вихідного значення  $132 \text{ мг/кг}$ . Внесення калійних добрив у дозі  $40 \text{ кг/га}$  д. р. на  $1 \text{ га}$  сівозмінної площі сприяє його підвищенню. Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті незалежно від систем удобрення залишався на низькому рівні –  $4,6\text{--}7,2 \text{ мг/кг}$ , що потребує додаткового застосування сірчанних добрив.

**Ключові слова:** польова сівозміна, органічна речовина, кислотність, азот, фосфор, калій, сірка.

### **Chykin I.V., Hospodarenko H.M. Changes in the agrochemical properties of podzolized chernozem under various fertilization systems in crop rotation**

The study of the influence of fertilization systems on the agrochemical properties of podzolized chernozem was conducted at the Uman National University in a long-term experiment (since 2010). The experiment is based on a 4-crop rotation (winter wheat, corn, spring barley, soybeans). Fertilizers were applied before plowing the soil, during pre-sowing cultivation, and in top dressing. Non-marketable products (straw, stems) were left in the field. In soil samples taken in August 2025, the following were determined: bulk density; organic carbon content;  $pH_{КСР}$ ; degree of saturation with bases; nitrogen content of mineral compounds and mobile phosphorus, potassium and sulfur compounds.

© Чикін І.В., Господаренко Г.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*It was established that with long-term application of fertilizers, the organic carbon content remains at the initial level, and with the average annual application of  $N_{110}$  in combination with other types of mineral fertilizers, a tendency for its increase was observed. Insignificant changes are explained by the non-marketable part of the crop being left on the field, optimal crop rotation structure, soil cultivation, and the processes of humus accumulation and mineralization of organic matter. During the experiment period, soil acidity in the experiment variants, with the exception of the absolute control plots and the  $P_{60}K_{80}$  variant, underwent significant changes. In the future, this soil will need to be limed. Long-term use of various fertilizers significantly affected the nitrogen content of mineral compounds in the soil. According to this indicator, in areas without fertilizers it was average, in the  $N_{35}P_{30}K_{40}$  variant it was high, and in the other variants it was very high. With an average annual application of 60 kg/ha of  $P_2O_5$ , the content of mobile phosphates in the soil increases by 10-13 mg/kg or by 9-12%, and with a dose of 30 kg/ha, their content is maintained at the initial level. The content of exchangeable potassium compounds in the soil of the experiment variants was within 125-171 mg/kg with an initial value of 132 mg/kg. The application of potassium fertilizers at a dose of 40 kg/ha per year per 1 ha of crop rotation area helps to increase it. The content of mobile sulfur compounds in the soil, regardless of fertilization systems, remained at a low level – 4.6-7.2 mg/kg which requires additional application of sulfur fertilizers.*

**Key words:** field crop rotation, organic matter, acidity, nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur.

**Постановка проблеми.** У зв'язку зі значною розораністю земель, недотриманням структури сівозмін і ґрунтоохоронних заходів відновлення родючості ґрунтів є актуальним питанням [26]. Крім того, економічна криза обумовила зниження рівня застосування добрив [12].

Збереження здоров'я ґрунтів та зменшення наслідків зміни клімату повинно бути основною метою сільського господарства. Підвищення їх продуктивності вимагає точного оцінювання якості ґрунтів, впливу різних антропогенних чинників на окремі його властивості. В Україні зазвичай стан ґрунтів оцінюють за показниками родючості, передбачених ДСТУ 4362 [18]. Для орних ґрунтів ці показники тотожні якості ґрунту. Їх визначають в орному шарі, де розміщена основна маса кореневих систем рослин. Згідно ДСТУ 7846 [20], зміни показників родючості є достовірними, якщо різниця між вихідним і поточним значенням показників відповідає хоча б одному із степенів деградації ґрунту, визначених у ДСТУ 7872 [21].

Нині недостатньо даних тривалих стаціонарних польових дослідів про вплив різного утримання ґрунту на його агрохімічні властивості. Новизна цього дослідження полягає в тому, що визначено вплив різних видів мінеральних добрив, їх доз та поєднань на тлі залишення на полі нетоварної частини урожаю на показники якості чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Удобрення є основним агротехнологічним заходом підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Від зміни поживного режиму та умов ґрунтового середовища залежать біологічні, хімічні та фізичні процеси, що проходять у ґрунті [1, 7, 8]. Оптимізація мінерального живлення рослин більш важлива в посушливих умовах, оскільки зниження доступності елементів живлення є одним з основних чинників, що обмежує в умовах дефіциту вологи ріст і розвиток рослин [32].

Численні тривалі стаціонарні досліді з удобренням дозволили отримати інформацію про вплив різних видів мінеральних добрив та їх поєднань на властивості ґрунту [4, 11, 15, 29]. Це дозволяє розробити теоретичну основу для відновлення якості ґрунту та забезпечити стале підвищення його продуктивності [22].

Одним із найважливіших чинників, що обумовлюють ефективність добрив є дози їх внесення. Встановлення оптимальних доз добрив є актуальним питанням

агрохімічної науки і практики. Вони повинні враховувати біологічні особливості культур, можливий рівень їх продуктивності, погодні умови, родючість ґрунту, попередники, насичення добривами сівозміни, форми добрив, строки і способи їх застосування, агротехнології тощо [10, 31]. За збалансованого удобрення в сівозміні висока продуктивність сільськогосподарських культур забезпечується внесення менших доз добрив, що пояснюється накопиченою їх післядією.

Реалізовувати потенціал сільськогосподарських культур необхідно не високими дозами добрив, а оптимізацією властивостей ґрунту. Це забезпечить відновлення його родючості, створення життєво важливих для рослин режимів відповідно до їх біологічних потреб [14, 24, 31].

Удобрення, яке безперервно застосовували упродовж 64 років у 4-пільній сівозміні (пшениця, ячмінь, кукурудза та боби), на чорноземі лювиковому (Болгарія) з окремим внесенням азоту (N), фосфору (P), калію (K), NP, NK, PK, NPK по різному впливало на його властивості. Найвищий вміст органічного вуглецю був у варіантах досліду з внесенням NPK та NP. При цьому з видів добрив найбільше на властивості ґрунту через зміну ґрунтового середовища впливали азотні добрива [3].

У досліді на дерново-підзолистому ґрунті з різними дозами добрив під культурами 5-пільної сівозміни погіршилися фізико-хімічні показники – знизився рН ґрунту, одночасно збільшилась гідролітична кислотність та зменшилась сума ввібраних основ [28].

Отже, особливої актуальності набуває дослідження впливу різного удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній зерновій сівозміні на гумусний стан та інші властивості. Необхідно встановити направленість змін властивостей чорнозему опідзоленого в умовах Правобережного Лісостепу, щоб обґрунтувати умови ефективного та безпечного застосування різних видів мінеральних добрив.

**Постановка завдання.** Польове дослідження було проведено на дослідному полі Уманського національного університету (48°46' пн. ш., 30°14' сх. д., 245 м над рівнем моря) в тривалому досліді, започаткованому в 2010 році для перевірки впливу дефіциту основних елементів живлення на сільськогосподарські культури [29]. Ґрунт дослідного поля був охарактеризований у [30]. За визначенням Всесвітньої довідкової бази ґрунтових ресурсів [2] це *Phaeosems*. Текстура ґрунту за міжнародною класифікацією USDA *silti clay loam* (мулу 63–65 %, глини – 33–35 і піску 2,1–2,5 %) і приблизно 2%-м вмістом органічного вуглецю. Об'ємна щільність ґрунту 1,24–1,25 г/см<sup>3</sup>. Середньорічна кількість опадів становила 586 мм, а середньорічна температура 8,8 °С. Ведення польового дослідження базується на 4-пільній сівозміні з послідовністю: пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий і соя. Повторення дослідження триразове, розміщення варіантів послідовне. Розмір дослідних ділянок становить 110 м<sup>2</sup>, а збиральних – 25 м<sup>2</sup>. Добрива у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого вносили перед зяблевим обробітком ґрунту, а аміачну селітру – під передпосівну культивування та як ранньовесняне підживлення. Нетоварну продукцію (солому, стебелиння) подрібнювали і залишали на полі.

У серпні 2025 року було відібрано зразки ґрунту для агрохімічного аналізу з усіх варіантів дослідження в двох несуміжних повтореннях експерименту з шару 0–20 см. У зразках ґрунту, відібраних згідно вимог ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007, визначали такі показники: об'ємну щільність – за ДСТУ ISO 11272 [24]; вміст органічного вуглецю (C<sub>орг</sub>) – за ДСТУ 4289 [17]; кислотність

( $pH_{KCl}$ ) – за ДСТУ ISO 10390 [23]; ступінь насиченості основами – розрахунково; вміст азоту мінеральних сполук – за ДСТУ 4729 [19], рухомих сполук фосфору й калію за ДСТУ 4115 [16] і сірки – за ДСТУ 8347 [22].

Дослідження та обробку одержаних результатів проводилися за прийнятими методиками [13, 25].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження показали, що за період проведення експерименту деякі показники якості ґрунту залишилися без істотних змін (табл.). Так, об'ємна щільність ґрунту у варіантах досліду була в межах 1,23–1,26 г/см<sup>3</sup> за вихідного значення 1,26 г/см<sup>3</sup>, тобто зміни були незначними, у межах помилки досліду.

Таблиця

**Вплив тривалого (2010–2025 рр.) застосування різних систем удобрення в польовій сівозміні на властивості ґрунту**

Варіант досліду	Об'ємна щільність, г/см <sup>3</sup>	C <sub>орг</sub> , %	pH <sub>KCl</sub>	V, %	N <sub>min</sub> , мг/кг	Рухомих сполук, мг/кг		
						P	K	S
2010 рік*	1,26	2,04	5,7	89,9	28,3	106	132	5,6
Без добрив (контроль)	1,25	1,98	5,5	89,7	24,9	72	125	4,6
N <sub>55</sub>	1,23	2,03	5,2	89,6	35,3	80	129	4,9
N <sub>110</sub>	1,25	2,14	5,2	89,3	42,0	92	139	6,2
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	1,25	2,05	5,4	90,6	26,3	117	162	5,0
N <sub>110</sub> K <sub>80</sub>	1,25	2,15	5,2	89,2	45,5	97	171	7,2
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub>	1,26	2,07	5,1	89,8	49,0	116	130	7,1
N <sub>55</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	1,24	2,11	5,3	89,9	33,5	106	151	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	1,24	2,16	5,2	89,5	45,8	117	159	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	1,23	2,10	5,2	89,8	46,3	110	147	6,8
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	1,25	2,16	5,3	89,7	46,4	119	145	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	1,24	2,16	5,2	89,8	46,2	110	168	6,8
НІР <sub>05</sub>	0,07	0,15	0,3		3,2	6	9	0,4

*Примітка.* \*Вихідні значення перед закладанням досліду.

Антропогенне навантаження та втручання в природні процеси ґрунту цілеспрямовано впливає на його якість порушенням гумусовідновлення, що призводить до зміни відношення між накопиченням і мінералізацією органічної речовини. За внесення в ґрунт свіжої органічної маси лише 20–30 % її гуміфікується, а решта – мінералізується. За рік в орному шарі чорноземів і темно-сірих лісових ґрунтів мінералізується 0,5–0,7 % запасу гумусу [27]. Цими процесами і можна пояснити незначні зміни вмісту органічного вуглецю в ґрунті ділянок досліду (див. табл.). У всіх варіантах досліду, за виключенням абсолютного контролю, вміст органічного вуглецю був вищим вихідного рівня (2,04 %). За внесення азотних добрив у дозі 110 кг/га д. р. у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Згідно ДСТУ 7846 [20] для вмісту органічного вуглецю в ґрунті зміни є достовірними, якщо складають більше ніж 5 %. Незначні зміни цього показника можна пояснити як залишенням на полі нетоварної частини

урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробіткою ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини.

За період проведення дослідів кислотність ґрунтового середовища у варіантах дослідів зазнала істотних змін, за виключенням ділянок абсолютного контролю та за середньорічного внесення лише  $P_{60}K_{80}$ . Згідно ДСТУ 7846 [20] це можна вважати слабким ступенем деградації ґрунту, коли зміни показника  $pH_{KCl}$  складають більш як 10 %. У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування, хоч ступінь насиченості його основами у варіантах дослідів не був нижчим 89 %.

Тривале застосування різних видів мінеральних добрив та їх поєднання значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук і рухомих сполук інших макроелементів. Згідно [18] вміст азоту мінеральних сполук у ґрунті вважається середнім – 16–25 мг/кг, підвищеним – 25–30, високим – 30–35 і дуже високим – більш як 35 мг/кг. Отже, за цим показником лише у варіанті дослідів без добрив його вміст був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів дослідів – дуже високим.

Вважається [20], що за зниження вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті на 15 % проходить погіршення його якості. Як видно з одержаних даних, це відбулося у варіанті дослідів без добрив та  $N_{55}$ . Близьким до цього є варіанти  $N_{110}$  і  $N_{110}K_{80}$ , де вміст рухомих фосфатів знизився відповідно до 92 і 97 мг/кг ґрунту. У варіантах дослідів з внесенням 60 кг/га  $P_2O_5$  відбулося достовірне підвищення їх вмісту – на 10–13 мг/кг або на 9–12 %. Внесення фосфорних добрив у дозі 30 кг/га д. р. у поєднанні з азотними і калійними добривами дозволяє підтримувати вміст рухомих фосфатів на вихідному рівні. Це можна пояснити поверненням його частини у ґрунт з нетоварною продукцією.

Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів дослідів був у межах 125–171 мг/кг за вихідного значення 132 мг/кг. Тобто в жодному з варіантів дослідів не відбулося достовірного зниження цього показника. Це можна пояснити значним поверненням у ґрунт калію з нетоварною частинною врожаєм. Необхідно також зазначити, що внесення калійних добрив навіть у дозі 40 кг/га д. р. на 1 га сівозміної площі сприяло достовірному підвищенню вмісту рухомих сполук калію в ґрунті.

У деяких європейських країнах оптимальний вміст обмінного калію встановлюють залежно від ємності катіонного обміну (ЄКО) [9]. За такого підходу для чорнозему опідзоленого під дослідом з ЄКО 27 смоль/кг оптимальний його вміст 177 мг/кг, що вказує на доцільність додаткового застосування калійних добрив.

Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті як перед закладанням дослідів, так і під час його проведення залишався на низькому рівні – 4,6–7,2 мг/кг. Вважається [9], що якщо вміст рухомих сполук сірки у ґрунті знижується до 6 мг/кг, то немає такої сільськогосподарської культури, яка б не реагувала на поліпшення сірчаного живлення.

**Висновки і пропозиції.** 1. За тривалого застосування добрив у польовій сівозміні вміст органічного вуглецю був вищим вихідного рівня (2,04 %), а за середньорічного внесення  $N_{110}$  у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Незначні зміни можна пояснити залишенням на полі нетоварної частини урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробіткою ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини.

2. За період проведення дослідів кислотність ґрунтового середовища у варіантах дослідів зазнала істотних змін, за виключенням ділянок абсолютного контролю

та за середньорічного внесення лише  $P_{60}K_{80}$ . У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування.

3. Тривале застосування різних різного удобрення значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук. За цим показником лише у варіанті досліду без добрив він був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів – дуже високим.

4. За середньорічного внесення 60 кг/га  $P_2O_5$  відбувається підвищення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті на 10–13 мг/кг або на 9–12 %, а за дози 30 кг/га у поєднанні з азотними і калійними добривами їх вміст підтримується на вихідному рівні. Це можна пояснити поверненням його частини у ґрунт з нетоварною продукцією.

5. Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів досліду був у межах 125–171 мг/кг за вихідного значення 132 мг/кг. Внесення калійних добрив у дозі 40 кг/га д. р. на 1 га сівозмінної площі сприяє його підвищенню.

6. Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті незалежно від систем удобрення залишався на низькому рівні – 4,6–7,2 мг/кг, що потребує додаткового застосування сірчанних добрив.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Hu X. J., Liu J. J., Wei D. et al. Effects of over 30-year of different fertilization regimes on fungal community compositions in the black soils of northeast China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2017. 248. P. 113–122.

2. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria. URL: [https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb\\_fourth\\_edition\\_2022-12-18.pdf](https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb_fourth_edition_2022-12-18.pdf).

3. Kuncheva G., Gynchev G., Perfanova J. et al. Multivariate Analyses of Soil Properties and CO<sub>2</sub> Emissions Under Long-Term Fertilization and Crop Rotation in Luvic Chernozem. *Nitrogen*. 2025. 6(2):39. <https://doi.org/10.3390/nitrogen6020039>

4. Luo P., Han X., Wang Y. et al. Influence of long-term fertilization on soil microbial biomass, dehydrogenase activity, and bacterial and fungal community structure in a brown soil of northeast China. *Ann. Microbiol.* 2015. 65. P. 533–542.

5. Šimanský V., Jonczak J., Horváthová J. et al. Does long-term application of mineral fertilizers improve physical properties and nutrient regime of sandy soils? *Soil Tillage Res.* 2022. 215. 105224.

6. Šimanský V., Juriga M., Jonczak J. et al. How relationships between soil organic carbon parameters and soil structure characteristics are affected by the long-term fertilization of a sandy soil. *Geoderma*. 2019. 342. P. 75–84.

7. Ullah S., Ai C., Ding W. et al. The response of soil fungal diversity and community composition to long-term fertilization. *Appl. Soil Ecol.* 2019. 140. P. 35–41.

8. Внутрігосподарський контроль стану ґрунтів (наукові рекомендації); за ред. М. Мірошниченка. Харків, 2023. 121 с.

9. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2024. 572 с.

10. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

11. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2014. № 1. С. 8–12.

12. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т. Агроекономічні перспективи застосування азотних добрив під польові культури. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 6–16. DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-6-16.

13. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

14. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай : Чорнобаївське КПП, 2020. 108 с.
15. Доценко О. В. Вплив тривалого застосування добрив на агрохімічні показники чорнозему типового та ефективність ресурсноощадних систем удобрення: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04 – агрохімія. Харків. 2013. 23 с.
16. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2002. 10 с.
17. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : «Держспоживстандарт», 2005. 14 с.
18. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний з 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 20 с.
19. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
20. ДСТУ 7846:2015. Якість ґрунту. Оцінювання зміни родючості ґрунтів. Порядок проведення робіт. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.
21. ДСТУ 7872:2015. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Оцінювання хімічної та фізичної деградації ґрунтів. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III. 5 с.
22. ДСТУ 8347:2015. Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 11 с.
23. ДСТУ ISO 10390:2022. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2022-09-05]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 16 с.
24. ДСТУ ISO 11272:2001. Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT) 15 с.
25. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
26. Медведєв В. В., Пліско І. В., Накісько С. Г., Тітенко Г. В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків : Стильна типографія, 2018. 168 с.
27. Науково-методичні засади управління акумуляцією і трансформацією органічної речовини ґрунтів. Є. В. Скрильник, В. А. Гетманенко, А. М. Кутова та ін. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 96 с.
28. Паламарчук Р. П. Фізико-хімічні показники дерново-підзолистого ґрунту під культурами 5-пільної сівозміни залежно від норм удобрення. Матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин» (Біла Церква, 20 березня 2025 р.). Біла Церква, 2025. С. 74–77.
29. Стационарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.
30. Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 228 с.
31. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючістю ґрунтів; за ред. Р. С. Трускавецького. Харків : ФОП Бровін О. В., 2016. 388 с.
32. Управління живленням сільськогосподарських культур в умовах погодно-кліматичних флуктуацій; за наук.ред. М. М. Мірошниченка і Є. Ю. Гладкіх. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 17.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025