

**ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ
ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ВМІСТ
РУХОМИХ СПОЛУК КАЛІЮ В ҐРУНТІ**

*Г.В. Давидюк¹, Л.І. Шкарівська²,
І.І. Клименко³, Н.І. Довбаш⁴, М.А. Кушук⁵*

¹⁻⁴кандидати сільськогосподарських наук

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Машинобудівників 2Б, смт Чабани Фастівського р-ну Київської обл., 08162, Україна

e-mail: ¹anndavydiuk@gmail.com, ²Luda_Shkarivska@i.ua, ³Ira_Klimenko@i.ua,

⁴Nadezda_D@ukr.net, ⁵marinakushyk@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-3877-2837, ²0000-0002-4928-3238,

³0000-0001-9449-7377, ⁴0000-0002-4741-2657, ⁵0000-0002-3956-4423

Надійшла 21.09.2023

Мета. На основі спостережень у системі агроекологічного моніторингу в стаціонарному польовому досліді Правобережного Лісостепу встановити особливості динаміки рухомих сполук калію за різних систем землеробства. **Методи.** Агроекологічний моніторинг і лабораторний метод (хімічний, фізико-хімічний аналіз із застосуванням сучасних методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії, полум'яної фотометрії, математико-статистичного аналізу відповідно до вимог системи управління якістю, ДСТУ 3973-2000). **Результати.** Наведено результати досліджень, проведених на темно-сірому опідзоленому ґрунті Правобережного Лісостепу в тривалому досліді відділу технологій зернових колосових культур (1987–2022 рр.) ННЦ «ІЗ НААН» (Фастівський р-н Київської обл.). У роки досліджень за екстенсивної системи землеробства, яка передбачала періодичне внесення меліорантів і щорічне заробляння післяжнивних решток, уміст сполук рухомого калію не зазнав істотних змін ($V=12,1\%$) і був у межах 79,0–105,0 мг/кг (у середньому за 1987–2022 рр. — 93,9 мг/кг). Щорічне внесення побічної продукції дозою, еквівалентною 5 т/га соломи, та періодичне внесення меліорантів за органічної системи землеробства сприяло збільшенню рухомих сполук калію в ґрунті порівняно з показниками за екстенсивної системи майже в 1,2 раза, що становило в середньому 109,6 мг/кг. Інтенсивні системи землеробства № 1 ($N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$) та № 2 ($N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$) забезпечили вміст рухомих сполук калію відповідно на рівні 146,0 та 201,4 мг/кг, що в 1,6 та 2,1 раза перевищувало такі показники за екстенсивної системи землеробства. За інтенсивної системи № 3 з унесенням $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ на фоні «у запас» 2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O уміст рухомих сполук калію становив 317,6 мг/кг. **Висновки.** Результати досліджень упродовж 1987–2022 рр. свідчать про вплив органічної та інтенсивних систем землеробства на вміст сполук рухомого калію в ґрунті. Застосування органічної системи землеробства, яка передбачала періодичне внесення меліорантів та щорічне заробляння побічної продукції дозою, еквівалентною 5 т/га соломи, сприяли зростанню рухомих

сполук калію в ґрунті порівняно з показниками за екстенсивної системи в 1,2 рази, що свідчить про збільшення запасу сполук рухомого калію в орному шарі ґрунту. Запровадження різних варіантів інтенсивних систем землеробства дало змогу збільшити кількість рухомих сполук калію в ґрунті в 1,6 – 3,4 рази. Слід зазначити, що застосування калійних добрив «у запас» зі щорічним унесенням мінеральних добрив дозою $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ (інтенсивна система землеробства № 3) сприяло постійному підтриманню високого вмісту сполук рухомого калію в орному шарі ґрунту.

Ключові слова: агроекологічний моніторинг, добрива, калійний режим ґрунту, родючість ґрунту, сівозмінна.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202402-02>

Останніми десятиліттями деградація ґрунту стає дедалі важливою проблемою в усьому світі й становить загрозу для сільськогосподарського виробництва. Деградації зазнали майже 2 млрд га ґрунтових ресурсів у світі (приблизно 22% від загальної їх площі) [1, 2]. В Україні деградація ґрунтів з кожним роком посилюється. Найпоширенішими стали дегуміфікація і зниження вмісту поживних елементів, зокрема фосфору і калію, фізична деградація, ерозія, забруднення тощо [3, 4]. З урахуванням високого ступеня розораності сільськогосподарських угідь важливо контролювати та запобігати посиленню деградації земельних ресурсів у зв'язку з розвитком аграрного сектору та подальшим нарощуванням обсягів рослинницької продукції. Для цього потрібно розробити комплекс заходів з відтворення родючості орних ґрунтів і проводити постійний моніторинг їхнього агрохімічного стану [5]. У нинішніх умовах слід запровадити такі системи удобрення для різних ґрунтово-кліматичних умов, які забезпечують високу продуктивність культур з одночасним поліпшенням якості ґрунту [6].

Серед основних елементів живлення рослин, крім азоту і фосфору, важливе місце займає калій [7, 8]. Він оптимізує в рослинах кислотно-лужний баланс, підвищує фотосинтетичну активність, бере активну участь у білковому і вуглеводному обміні, підвищує водоутримувальну здатність, стійкість рослин до посухи, вилягання, несприятливої дії високих і низьких температур, грибкових і бактеріальних

захворювань, пришвидшує засвоєння азоту, утворення білка і зниження вмісту нітратів, позитивно впливає на смакові якості плодів, знижує надходження радіонуклідів у рослини [6].

Дані агрохімічного обстеження свідчать про те, що 70% ґрунтів України мають підвищений і високий вміст рухомих сполук калію, але площі ґрунтів із низьким і середнім їх вмістом поступово збільшуються [9, 10]. Автор [11] вважає, що зниження вмісту рухомих сполук калію в ґрунті може відбуватися інтенсивніше, ніж азоту та фосфору. Проблема поглиблюється недотриманням оптимального співвідношення між азотом, фосфором і калієм та абсолютним переважанням у складі добрив азотної складової під час вирощування культур [11].

Науковці провели багато досліджень стосовно змін у калійному режимі ґрунту при використанні різних за інтенсивністю систем удобрення [12–19]. Дослідженнями, проведеними в Правобережному Лісостепу на сірому лісовому ґрунті, встановлено, що із застосуванням органо-мінеральних систем удобрення ($N_{60}P_{60}K_{68}$ за внесення 12 т гною на 1 га ріплі) кількість сполук рухомого калію підвищувалася на 27–50% порівняно з контролем (90,8 мг/кг ґрунту) [20]. За даними авторів [21], в умовах Західного Полісся України в багаторічному польовому досліді 4-пільної сівозміни (ріпак озимий — пшениця озима — кукурудза на зерно — ячмінь ярий) на темно-сірому опідзоленому ґрунті використання нетоварної складової врожаю пшениці озимої, кукурудзи на зерно, ячменю ярого та ріпаку

озимого (залишки фітомаси) для удобрення забезпечило поповнення ґрунту на 46,0 кг/га азоту, 7,9 – фосфору, 75,5 кг/га калію та збільшення кількості легкогідролізного азоту на 5,1%, рухомого фосфору — 4,6, калію — на 103,5% порівняно із застосуванням мінеральної системи удобрення. В умовах дослідів, проведеного в короткоротаційній зерно-просапній плодозмінній сівозміні на темно-сірому опідзоленому ґрунті у Львівській області, органо-мінеральна система удобрення з насиченістю органічними добривами 15 т/га сівозмінної площі забезпечила найвищі показники вмісту водорозчинного, обмінного і необмінно фіксованого калію в ґрунті порівняно з показниками за використання мінеральної та органічної систем [11].

Аналіз наукової літератури показав, що системи удобрення ґрунту значною мірою впливають на відтворення його родючості та запобігають деградації. Водночас відзначено, що недостатньо інформації з моніторингу забезпеченості ґрунтів агроландшафтів рухомими сполуками калію за різних систем землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України.

Мета досліджень — на основі спостережень у системі агроекологічного моніторингу в стаціонарному польовому досліді Правобережного Лісостепу дослідити особливості динаміки рухомих сполук калію за різних систем землеробства.

Матеріали та методи досліджень. Для проведення досліджень використовували метод агроекологічного моніторингу та лабораторний (хімічний, фізико-хімічний) аналіз із застосуванням сучасних методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії, полум'яної фотометрії відповідно до вимог системи управління якістю, ДСТУ 3973-2000). Дослідження проводили з 1987 по 2022 р. у тривалому досліді технологій зернових колосових культур ННЦ «ІЗ НААН» (Фастівський р-н Київської обл.) на темно-сірому опідзоленому ґрунті. За проведення моніторингу відбулося кілька реконструкцій дослідів з незначними змінами в дозах добрив і структурі сівозмін, але суть варіантів систем землеробства залишалася незмінною. Нині в досліді запроваджено зернову сівозміну з таким

чергуванням культур: соя, ярі зернові, горох, озимі зернові. Фосфорні (амофос) та калійні (калійна сіль) добрива вносили восени під основний обробіток, азотні (аміачна селітра) — навесні. Технології вирощування культур типові для зони Лісостепу. Відбір проб ґрунту проводили на глибині 0–20 см шару.

Досліджували варіанти, які включають: екстенсивну систему землеробства, що передбачала лише періодичне внесення меліорантів і заорювання побічної продукції попередника (контроль), органічну з періодичним внесенням меліорантів та органічних добрив (соломи дозою 5 т/га щороку) та інтенсивні системи землеробства, що різняться за внесенням кількості мінеральних добрив на 1 га сівозмінної площі: інтенсивна № 1 — $N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$, інтенсивна № 2 — $N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$, інтенсивна № 3 — $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ на фоні одноразового внесення фосфорних і калійних добрив «у запас» в 1987 р. (2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O), інтенсивна № 4 — $N_{70}P_0K_0$ на фоні одноразового внесення фосфорних і калійних добрив «у запас» у 1987 р. (2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O). Ґрунт — темно-сірий опідзолений, грубопилувато-легкосуглинковий із низьким вмістом гумусу в орному шарі — 1,7% (за Тюрінім, ДСТУ 4289:2004), слабокислою реакцією ґрунтового розчину $pH_{\text{сол}}$ — 5,5 (ДСТУ ISO 10390:2022), низьким вмістом мінерального азоту — 10,6 мг/кг (ДСТУ 4725:2007; ДСТУ 4729:2007), високим — рухомого фосфору — 193,0 мг/га за Чиріковим (ДСТУ 4115-2002) та підвищеним — рухомого калію — 103,0 мг/кг за Чиріковим (ДСТУ 4115-2002). Статистичний аналіз даних проводили з використанням стандартних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2010.

Результати досліджень. У тривалому досліді, проведеному у відділі технологій зернових колосових культур ННЦ «ІЗ НААН», відзначено вплив різних систем землеробства на вміст рухомих сполук калію в ґрунті. У 1988 р., через рік після закладання дослідів, за одноразового внесення 2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O спостерігалася підвищення вмісту рухомих сполук калію в ґрунті у варіантах із запасним внесенням фосфорних і калійних

добрив за інтенсивної системи землеробства № 3 ($N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$) — 402,5 мг/кг та інтенсивної системи землеробства № 4 ($N_{70}P_0K_0$) — 405,0 мг/кг (у 5,1 раза), із застосуванням $N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$ (інтенсивна система землеробства № 2) — 242,5 (у 3,1 раза), $N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$ (інтенсивна система землеробства № 1) — 135,0 (у 1,7 раза), органічної системи землеробства (5 т/га соломи щороку) — 98,0 мг/кг (у 1,2 раза) порівняно з контролем (екстенсивна система землеробства) — 79,0 мг/кг (рисунок).

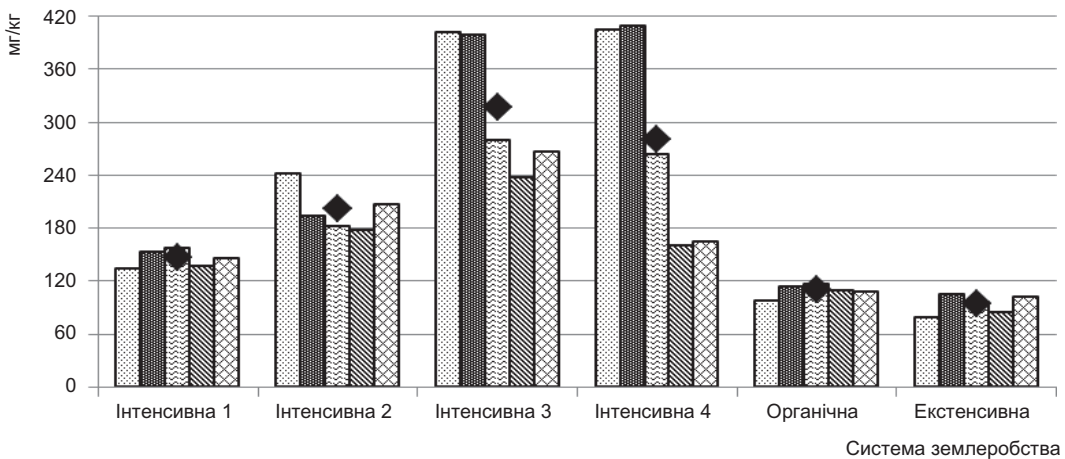
Через 12 років (1999 р.) після запровадження систем землеробства із запасним унесенням фосфорних і калійних добрив вміст рухомих сполук калію в ґрунті майже не змінився і становив 400,0 мг/кг за інтенсивної системи землеробства № 3 та 410,0 мг/кг — за інтенсивної системи землеробства № 4 і перевищував відповідно в 3,8 та 3,9 раза ці показники за екстенсивної системи землеробства (105,0 мг/кг). Інтенсивна система землеробства № 1, що передбачала внесення мінеральних добрив дозою $N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$ кг/га сівозмінної площі, сприяла підвищенню вмісту рухомих сполук калію в ґрунті у 1,5 раза (153, мг/кг) порівняно з контролем (екстенсивне землеробство). З підвищенням дози добрив до $N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$ (інтенсивна система землеробства № 2)

кількість рухомих сполук калію в ґрунті збільшилася в 3,8 раза (195,0 мг/кг).

Органічна система землеробства, що передбачала щороку внесення побічної продукції, сприяла збільшенню в 1,1 раза рухомих сполук калію (115,0 мг/кг) порівняно з показниками за екстенсивної системи землеробства.

Через 24 роки після закладання дослідів (2011 р.) кількість рухомих сполук калію в ґрунті за систем землеробства із запасним унесенням калійних добрив (інтенсивна № 3 — 280,0 мг/кг, інтенсивна № 4 — 265,0 мг/кг) щороку зменшувалася на 10–12 мг/кг, або в 1,4–1,5 раза порівняно з показниками 1988 р., але в 2,9 та 2,7 раза перевищувала показники за використання екстенсивної системи землеробства (97,5 мг/кг). За інших систем землеробства вміст рухомих сполук калію в ґрунті істотно не змінився і був на рівні показників 1999 р.

Через 27 років (2014 р.) після внесення «у запас» фосфорних і калійних добрив (2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O) за інтенсивної системи землеробства № 3, де вносили $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$, рівень забезпечення ґрунту сполуками калію залишався дуже високим — 238 мг/кг. Проте слід відзначити, що з 2012 р. за інтенсивної системи № 4 спостерігалось щороку стрімке



Зміна вмісту рухомих сполук калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті за різних систем землеробства (шар ґрунту 0–20 см, стаціонарний дослід відділу технологій зернових колосових культур), 1988–2022 рр.: ■ – 1988; ■ – 1999; ▨ – 2011; ▩ – 2014; ▪ – 2022; ◆ – середнє за 1988–2022 рр.

зниження (на 34,7 мг/кг) вмісту рухомих сполук калію до 161,0 мг/кг у 2014 р. з подальшою стабілізацією на такому самому рівні впродовж наступних років. За інших систем землеробства вміст рухомих сполук калію в ґрунті утримувався майже на одному й тому ж рівні до 2022 р.

Отже, результати досліджень за 35-річний період свідчать про те, що системи землеробства по-різному впливали на вміст рухомих сполук калію в ґрунті. За екстенсивної системи землеробства цей показник істотних змін не зазнав, що узгоджується з дослідженнями інших учених [22, 23], і становив у середньому за 1988–2022 рр. досліджень 93,9±5,1 мг/кг ґрунту ($V=12,1\%$) (підвищений рівень забезпеченості). Це зумовлено щорічним заорюванням побічної продукції попередника та періодичним вапнуванням, низькими врожайями культур, які призводили до незначного використання сполук калію з ґрунту та їх переміщення кореневою системою рослин.

Щорічне внесення побічної продукції дозою, еквівалентною 5 т/га соломи, та періодичне внесення меліорантів (органічна система землеробства) сприяло підвищенню рухомих сполук калію в ґрунті порівняно з показниками за екстенсивної системи в 1,2 раза (на 16,7%), що становило 109,6±3,3 мг/кг (підвищений рівень забезпеченості ґрунту), та збільшенню їхньої кількості на 10,2% порівняно із вихідними даними 1988 р. ($V=6,8\%$). Це свідчить про поступове накопичення рухомих сполук калію за органічної системи землеробства.

Дані авторів [24] підтверджують, що за систематичного удобрення вміст рухомих сполук поживних речовин у ґрунті, зокрема й калію, підвищується за рахунок накопичення залишкових сполук добрив. Інтенсивність цього процесу, особливо в орному шарі, визначається нормою внесення добрив і гранулометричним складом ґрунту. У всіх варіантах інтенсивних систем землеробства відзначено збільшення в 1,6–3,4 раза кількості рухомих сполук калію в ґрунті. Інтенсивна система землеробства № 1 ($N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$) забезпечила розрахунковий середній вміст рухомих

сполук калію за 35-річний період досліджень на рівні 146,0±4,4 мг/кг (високий рівень забезпеченості ґрунту) за коефіцієнта варіації 6,8%, що в 1,6 раза вище, ніж за екстенсивної системи землеробства. Інтенсивна система землеробства № 2 ($N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$) забезпечила вміст рухомих сполук калію на рівні 201,4±11,5 мг/кг (дуже високий рівень забезпеченості ґрунту), що в 2,1 раза вище, ніж за екстенсивної системи землеробства ($V=12,7\%$). Це підтверджується і даними 20-річних досліджень, отриманими на чорноземі типовому важкосуглинковому, де за щорічного внесення K_{50} середнє річне підвищення вмісту рухомих сполук калію в перерахунку на K_2O становило 0,12 мг/100 г ґрунту. Зі збільшенням річної норми внесення калійних добрив до K_{100} підвищувалася й інтенсивність накопичення калію в ґрунті до 0,24 мг/100 г ґрунту [24]. Дуже високий розрахунковий середній (за 35-річний період досліджень) рівень забезпеченості ґрунту рухомими сполуками калію — 317,6±34,8 мг/кг відзначено за внесення $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ на фоні «у запас» 2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O (інтенсивна система землеробства № 3) ($V=24,5\%$). Уміст рухомих сполук калію в ґрунті за цієї системи землеробства перевищував їх уміст за екстенсивної системи в 3,4 раза. Щорічне використання азотних добрив $N_{70}P_0K_0$ на фоні одноразового внесення фосфорних і калійних добрив «у запас» дозами 2100 кг/га P_2O_5 і 4700 кг/га K_2O (інтенсивна система землеробства № 4) забезпечило дуже високий розрахунковий (1988–2022 рр.) рівень рухомих сполук калію в ґрунті — 281,2±54,8 мг/кг попри щорічне вирощування сільськогосподарських культур упродовж усіх років досліджень ($V=43,6\%$). Уміст рухомих сполук калію в ґрунті за цієї системи землеробства перевищував їх уміст за екстенсивної системи в 3 рази. Проте з 2014 р. уміст рухомих сполук калію був у межах 161–165 мг/кг ($V=43,6\%$), що свідчить про поступове зниження їхньої кількості майже до їх рівня за інтенсивної системи землеробства № 1 ($N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$), але залишається на високому рівні забезпеченості.

Висновки

Результати 35-річних досліджень показали, що за екстенсивної системи землеробства, що передбачала періодичне внесення меліорантів і щорічне заробляння післяжнивних решток, вміст рухомих сполук калію не зазнав істотних змін і становив у середньому $93,9 \pm 5,1$ мг/кг, що відповідає підвищеному рівню забезпеченості ґрунту. Застосування органічної системи землеробства зі щорічним зароблянням побічної продукції дозою, еквівалентною 5 т/га соломи, сприяло збільшенню їхньої кількості в 1,2 рази (до $109,6 \pm 3,3$ мг/кг) порівняно з показниками за екстенсивної системи, що свідчить про поступове накопичення сполук калію в орному шарі ґрунту.

Зaproвадження різних варіантів інтенсивних систем землеробства дало змогу збільшити кількість рухомих сполук калію в ґрунті у 1,6–3,4 рази. Застосування

калійних добрив «у запас» зі щорічним унесенням мінеральних добрив дозою $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ (інтенсивна система землеробства № 3) та азотних добрив $N_{70}P_0K_0$ (інтенсивна система землеробства № 4) сприяло підтриманню високого розрахункового середнього рівня (1988–2022 рр.) вмісту сполук рухомого калію в орному шарі ґрунту — відповідно $317,6 \pm 34,8$ мг/кг ($V=24,5\%$) та $281,2 \pm 54,8$ мг/кг ($V=43,6\%$). Проте за інтенсивної системи землеробства № 4 через 24 роки їх кількість зменшилася на 5,1–6,0 мг/кг за рік, або в 1,4–1,5 рази порівняно з вихідними показниками. Через 25 років після закладання досліду впродовж 3-х років спостерігалось стрімке зниження на 34,7 мг/кг щороку вмісту рухомих сполук калію (до 161,0 мг/кг) з подальшою стабілізацією на такому самому рівні.

Davydiuk H.¹, Shkarivska L.², Klymenko I.³, Dovbush N.⁴, Kushchuk M.⁵

^{1–5}NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 2B Mashynobudivnykiv Str., vil. Chabany, 08162, Ukraine; e-mail: ¹anndavydiuk@gmail.com, ²Luda_Shkarivska@i.ua, ³Ira_Klimenko@i.ua, ⁴Nadezda_D@ukr.net, ⁵marinakushyk@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-3877-2837, ²0000-0002-4928-3238, ³0000-0001-9449-7377, ⁴0000-0002-4741-2657, ⁵0000-0002-3956-4423

The influence of different farming systems on the content of mobile potassium compounds in the soil

Goal. Based on observations in the system of agroecological monitoring in a stationary field experiment of the Right-Bank Forest Steppe, to establish the peculiarities of the dynamics of mobile compounds of potassium under different farming systems. **Methods.** Agroecological monitoring and laboratory method (chemical, physicochemical analysis using modern methods of atomic absorption spectrophotometry, flame photometry, mathematical-statistical analysis following the requirements of the quality management system, DSTU 39732000). **Results.** The results of the studies conducted on the dark gray podzolized soil of the Right-Bank Forest Steppe in the long-term research of the department of technology of grain ear crops (1987–2022) of the NSC "IA of NAAS" (Fastiv district, Kyiv oblast) are given. During the years of research under an

extensive system of agriculture, which involved the periodic introduction of meliorants and the annual cultivation of post-harvest residues, the content of mobile potassium compounds did not undergo significant changes ($V=12.1\%$) and was in the range of 79.0–105.0 mg/kg (on average for 1987–2022 — 93.9 mg/kg). The annual application of by-products in a dose equivalent to 5 t/ha of straw and the periodic application of ameliorants under the organic farming system contributed to an increase in mobile potassium compounds in the soil compared to the indicators under the extensive system by almost 1.2 times, which amounted to an average of 109.6 mg/kg. Intensive farming systems No. 1 ($N_{70}P_{57,5}K_{67,5}$) and No. 2 ($N_{105,0}P_{86,3}K_{101,3}$) provided the content of mobile potassium compounds, respectively, at the level of 146.0 and 201.4 mg/kg, which 1.6 and 2.1 times exceeded such indicators under the extensive farming system. Under the intensive system No. 3 with $N_{70}P_{28,8}K_{33,8}$ application on the background "in reserve" of 2100 kg/ha of P_2O_5 and 4700 kg/ha of K_2O , the content of mobile potassium compounds was 317.6 mg/kg. **Conclusions.** The results of research during 1987–2022 indicated the impact of organic and intensive farming systems on the content of mobile potassium compounds in the soil. The use of an organic farming system, which provided periodic introduction of meliorants as well as annual introduction of by-products at a dose equivalent

to 5 t/ha of straw, contributed to the growth of mobile potassium compounds in the soil by 1.2 times compared to the indicators under the extensive system, which indicated an increase in the stock of mobile compounds potassium in the arable layer of the soil. The introduction of various variants of intensive farming systems made it possible to increase the number of mobile potassium compounds in the soil by 1.6–3.4 times. It

should be noted that the use of potash fertilizers "in reserve" with the annual application of mineral fertilizers in a dose of N70P28.8K33.8 (intensive farming system No. 3) contributed to the constant maintenance of a high content of mobile potassium compounds in the arable layer of the soil.

Key words: agro-ecological monitoring, fertilizers, soil potassium regime, soil fertility, crop rotation

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-02>

Бібліографія

1. Jie C., Jing-zhang C., Man-zhi T., Zi-tong G. Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. *J. Geogr. Sci.* 2002. № 12. P. 243–252. doi: 10.1007/BF02837480
2. De Long C., Cruse R., Wiener J. The soil degradation paradox: compromising our resources when we need them the most. *Sustainability.* 2015. № 7(1). P. 866–879. doi: 10.3390/su7010866
3. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки.* 2017. № 8. С. 5–11. doi: 10.31073/agrovisnyk201708-01
4. Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал.* 2021. № 2(114). С. 3–11. doi: 10.15407/ugz2021.02.003
5. Веремєєнко С.І., Семенко Л.О. Сучасні проблеми деградації ґрунтів — трофічний аспект. *Науковий горизонт.* 2019. № 1(74). С. 69–75. doi: 10.33249/12663-2144-2019-74-1-69-75
6. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Нікіміна О.В. Агрохімія калію; за ред. Г.М. Господаренка. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.
7. Sardans J., Peñuelas J. Potassium Control of Plant Functions: Ecological and Agricultural Implications. *Plants (Basel).* 2021. № 10(2). P. 419. doi: 10.3390/plants10020419
8. Sardans J., Peñuelas J. Potassium: A neglected nutrient in global change. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 2015. № 24. P. 261–275. doi: 10.1111/geb.12259
9. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Невлад В.І., Бойко В.П. Баланс калію у ґрунті та ефективність калійдефіцитної системи удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2020. № 2. С. 42–46. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-42-46
10. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т., Бойко В.П. Продуктивність польової сівозміни у разі калійдефіцитної системи удобрення. *Вісник ПДАА.* 2021. № 1. С. 28–36. doi: 10.31210/visnyk2021.01.03
11. Лопушняк В.І. Вплив систем удобрення на калійний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування.* 2013. Вип. 2(62). С. 215–223.
12. Господаренко Г.М., Черно О.Д. Баланс основних елементів живлення за тривалого застосування добрив. *Землеробство.* 2015. Вип. 2. С. 47–50.
13. Носко Б.С., Гладких Є.Ю. Післядія мінеральних добрив на калійний фонд чорнозему типового. *Вісник аграрної науки.* 2011. № 10. С. 14–16.
14. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Кириченко А.В. Баланс поживних речовин за тривалого застосування добрив у зернопропашній сівозміні. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 7. С. 16–19.
15. Цвей Я.П., Іваніна В.В., Петрова О.П., Дубовий Ю.В. Вплив тривалого внесення добрив на калійний режим чорнозему типового в різноротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки.* 2013. № 4. С. 17–20.
16. Kalenska S., Novytska N., Kalenskyi V. et al. The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. *S. Agronomy Research.* 2022. V. 20. № 4. P. 730–750. doi: 10.15159/AR.22.075
17. Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І. Оцінка основних показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту за тривалого систематичного застосування добрив. *Вісник аграрної науки.* 2021. № 2. С. 5–10. doi: 10.31073/agrovisnyk202102-01
18. Черно О.Д. Вплив тривалого застосування добрив на вміст рухомого калію в чорноземі опідзоленому: Спецвипуск: *Ґрунти — основа добробуту держави — турбота кожного:* міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2002. Кн. 3. С. 307–309.
19. Корсун С.Г., Давидюк Г.В., Гірник В.В. Вплив систем удобрення на фактор ємності калію темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Землеробство.* 2018. Вип. 2(95). С. 35–41.

20. Litvinova O., Dehodiuk S., Litvinov D. et al. The impact of agrochemical loading on nutritive regime of gray forest soil during field crop rotation. *International J. of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2021. V. 11(4). P. 831–836. doi: 10.31407/ijeess11.421

21. Poliovy V., Snitynsky V., Hnativ P. et al. Agroecological efficiency of a crop fertilization system with the use of phytomass residues in the western forest steppe of Ukraine. *J. Elem.* 2021. № 26(2). P. 433–445. doi: 10.5601/jelem.2021.26.1.2120

22. Літвінов Д.В. Динаміка вмісту обмінного калію в чорноземі типовому в короткочасній

сівозміні. *Землеробство*. 2017. Вип. 2. С. 13–18.

23. Христенко А.О. Теоретичні проблеми методології балансового оцінювання кругообігу макроелементів живлення в системі «добриво — ґрунт — рослина». *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб.* Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2020. Вип. 90. С. 47–56. doi: 10.31073/acss90-05

24. Мірошниченко М.М., Христенко А.О., Гладких Є.Ю. 50-річна динаміка вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію в чорноземі опідзоленому за даними стаціонарного польового дослідження. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 8. С.5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202108-01