

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.04.058>
УДК 504.53.052

С.М. Шевчук, д-р. геогр. наук, проф.

E-mail: serhii.shevchuk@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-8155-8326>

О.О. Ласло, канд. с.-г. наук, доцент

E-mail: oksana.laslo@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0101-4442>

Л.Г. Марініч, канд. с.-г. наук

E-mail: liubov.marinich@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0073-9433>

Полтавський державний аграрний університет
36003, м. Полтава, вул. Григорія Сковороди, 1/3

МОНІТОРИНГ ГЕОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТІВ МІСТА ПОЛТАВИ

Подано результати багаторічного моніторингу геохімічних показників темно-сірих опідзолених ґрунтів м. Полтави (2005—2024). Відбір зразків проведено згідно ДСТУ 4281:2004; аналізи виконано в лабораторії Північно-Східного міжрегіонального центру ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" за загальноприйнятими методиками. Визначено діапазон реакції ґрунтового розчину рН 5,85—6,84 (середнє 6,18) та вміст гумусу 1,75—2,40 % (середнє 2,23 %). Вміст лужногідролізованого азоту коливався в межах 65,6—93,12 мг/кг (середнє 77,05 мг/кг), нітратного азоту — 20,67—25,81 мг/кг (середнє 23,43 мг/кг), амонійного азоту — 19,39—24,55 мг/кг (середнє 21,76 мг/кг). Рухомі форми фосфору та калію визначені в інтервалах 130,23—168,92 і 110,48—174,23 мг/кг відповідно (середні 147,89 і 128,10 мг/кг). З'ясовано, що для досліджуваного типу ґрунту характерний відносно стабільний вміст гумусу. Низький рівень лужногідролізованого азоту поєднується з підвищеним вмістом нітратів, що впливає на активізацію процесів нітрифікації та зниження здатності ґрунтів утримувати амонійні форми азоту в поглинальному комплексі. Амонійний азот залишається відносно стабільним, проте існує потенційна загроза його переходу у нітратну форму, що підсилюється особливостями мінералогії ґрунтів м. Полтави — зниженням вмісту вторинних глинистих мінералів із високою сорбційною здатністю. Водночас рівень калію відповідає середнім значенням, що пояснюється частковим його винесенням у процесі інтенсивного землекористування. Отримані результати доцільно інтегрувати у Генеральний план м. Полтави (урахування зон деградації ґрунтів); схеми функціонального зонування міста (виділення території зі зниженою геохімічною стійкістю, що потребують фіторе mediaційних заходів); аграрну практику (адаптивний підбір культур і систем удобрення з урахуванням мінералогічних особливостей ґрунтів); систему екологічної безпеки міста (діагностика ризиків забруднення підземних вод і міграції нітратів у зонах з низькою буферністю), зокрема під час визначення функціонального призначення території, регулювання інженерного навантаження та розроблення програм сталого розвитку урбанізованих ландшафтів.

Ключові слова: геохімічний моніторинг, темно-сірі опідзолені ґрунти, рухомі форми хімічних елементів, гумус.

Цитування: Шевчук С.М., Ласло О.О., Марініч Л.Г. Моніторинг геохімічних показників ґрунтів міста Полтави. *Мінерал. журн.* 2025. 47, № 4. С. 58—67. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.04.058>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2025. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Вступ. Моніторинг геохімічних показників ґрунтів у межах урбанізованих територій — необхідна умова забезпечення екологічної стабільності міських екосистем. Ґрунти виступають важливим регулятором біогеохімічних процесів, акумулюючи та трансформуючи широкий спектр хімічних елементів, включаючи як поживні речовини, так і потенційно токсичні компоненти. У містах, де антропогенний тиск проявляється через промислові викиди, транспортне навантаження, нераціональне землекористування та фрагментацію зелених зон, саме ґрунтовий покрив виконує роль індикатора стану довкілля.

Дослідження геохімічних властивостей ґрунтів дає змогу оцінити не лише їхню родючість, а й рівень екологічної безпеки урбанізованих систем. Систематичний моніторинг забезпечує отримання актуальної інформації про накопичення важких металів, зміну кислотності, дегуміфікацію, трансформацію мінеральної основи (Hrodzynski, 1995). Це створює наукове підґрунтя для прогнозування деградаційних процесів і прийняття рішень у сфері міського планування та управління земельними ресурсами.

У роботі (Ponomarenko et al., 2022) зазначено, що мінеральна частина твердої фази ґрунтів Полтавщини представлена силікатами й алюмосилікатами, панівними компонентами яких є сполуки Si, Al, Fe, Ca. Сумарний вміст оксидів у ґрунтах до 85 %; він зменшується в ряду $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{MnO}$. Тверда фаза едафотопів містить у своєму складі ортофосфати, сульфати, неорганічний та органічний вуглець.

У межах м. Полтави переважають темно-сірі опідзолені ґрунти, сформовані на лесових відкладах і трансформовані внаслідок інтенсивного антропогенного впливу. Для них визначено еталонний вміст гумусу, %: у шарі 0—20 см — 3,5; 20—40 см — 3,1; 40—60 см — 1,6 (Hrinchenko, 2008). Еталонні значення рухомих форм фосфору та калію (Khilchevskiy, 2021) становлять відповідно 7,3 і 7,7 мг/100 г ґрунту, а середній показник рН — 5,9. Мінеральний склад характеризується наявністю кварцу, карбонатів кальцію (у нижніх горизонтах), польових шпатів, ка-

олініту, іліту, гідроксидів заліза й алюмінію, які визначають хід процесів опідзолення. Глинисті мінерали та лесова основа забезпечують помірну буферність за відносно низького вмісту гумусу (1,7—2,2 %) і загальну поглинальну здатність 15—20 мг-екв/100 г ґрунту. За тривалого промивного режиму це призводить до поступової деструкції мінеральної матриці та посилення міграції хімічних елементів. Зазначені особливості підтверджують активну взаємодію геологічних і біологічних факторів у межах біогеохімічних циклів, окреслених ще у працях В. Вернадського (Vernadsky, 1965).

Описані умови визначають потребу в постійному геохімічному моніторингу ґрунтів м. Полтави. Ці дослідження дають змогу своєчасно виявляти відхилення від еталонних показників, простежувати динаміку урбанізованих процесів і формувати систему превентивних заходів щодо запобігання деградації ґрунтів.

Мета дослідження — з'ясувати зміну геохімічних показників ґрунтів м. Полтави протягом 2005—2024 рр.: рН, гумус, азот (лужногідролізований, нітратний, амонійний), рухомий фосфор та калій. Дослідження зосереджене на визначенні кількісних і якісних характеристик перерозподілу хімічних елементів у темно-сірих опідзолених ґрунтах.

Об'єкт дослідження — темно-сірі опідзолені ґрунти в межах м. Полтави.

Предмет дослідження — динаміка хімічних показників темно-сірих опідзолених ґрунтів м. Полтави.

Матеріали та методи дослідження. Моніторинг геохімічних показників ґрунтів м. Полтави здійснено відповідно до Методики агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (2019). Було відібрано 40 проб ґрунту на глибині 0—30 см у місцях, що характеризують ґрунтовий покрив м. Полтави (території землекористування Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН та Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М.І. Вавилова). Відбір зразків проведено із дотриманням ДСТУ 4281:2004, що забезпечує належну точність і достовірність отриманих результатів, та ДСТУ ISO 10381-2:2004.

Методологія дослідження спирається на вітчизняні напрацювання у сфері геохімії ґрунтів (Dmytruk, 1998; Patyka, 2002; Ryzhuk et al., 2003; Zhovinsky and Kuraieva, 2012; Bulyhin, et al., 2019; Kuraieva et al., 2021; Koshliakova et al., 2025). Відібрані зразки ґрунту проаналізовано в лабораторії з моніторингу та агрохімічної паспортизації ґрунтів Північно-Східного міжрегіонального центру ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" відповідно до загальноприйнятих методик, що забезпечують точність і методологічну узгодженість отриманих результатів.

Моніторинг проводили впродовж 2005—2024 рр. Досліджували темно-сірі опідзолени ґрунти, які мають такі агрохімічні показники орного шару на глибині 0—30 см: гідролітична кислотність — 1,9—3,3 мг-екв/100 г ґрунту; вміст гумусу — у межах 1,75—2,4 %; водневий показник рН сольової витяжки у діапазоні 5,91—6,84. Також було визначено вміст рухомих форм фосфору (130,23—168,92 мг/кг), легкогідролізованого азоту (69,42—97,94 мг/кг), обмінного калію (110,48—174,23 мг/кг).

Природні умови території досліджень. У геологічній будові м. Полтави беруть участь четвертинні, неогенові та частково палеогенові відклади. Перші — найпоширеніші на поверхні, складені лесоподібними суглинками, супісками, алювіальними пісками, глинами, делювіальними наносами; другі — переважно піски, пісковики, глини, мергелі; треті — глини, мергелі, іноді пісковики, які в межах міста виходять на поверхню лише фрагментарно або залягають на значній глибині. Процес акумуляції та стабілізації осадових порід (Laslo et al., 2022) сформував осадові відклади, що утворили ґрунтовий субстрат. Відсутність молодих тектонічних розломів, гідротермальних впливів і стабільний мінеральний склад мають безпосередній вплив на геохімічні процеси, а процеси вивітрювання та накопичення осаду сприяють збагаченню мінералами.

Отже, умови території дослідження (тектонічна стабільність, осадове походження гірських порід, помірно континентальний клімат і гідрологічний режим) сприяли формуванню темно-сірих опідзолених ґрунтів (Shevchuk and Hlukhota, 2024). Водночас ви-

сока проникність лесоподібних суглинків і знижене гумусне забезпечення активізували геохімічні процеси — опідзолення, вимивання катіонів Са, Mg, К, міграцію нітратів та деградацію буферної здатності.

Результати та обговорення. Регулярне спостереження за динамікою геохімічних показників ґрунтів, зокрема кислотності, вмісту гумусу та хімічних елементів, є ключовим інструментом в оцінюванні агроекологічного потенціалу міського середовища (Zhovinsky and Kuraieva, 2002). Дослідження, проведені на території м. Полтави, дають змогу не лише фіксувати зміни стану ґрунтів у просторі та часі, а й виявляти загрози екосистемному балансу, що важливо для формування ефективної стратегії управління міськими земельними ресурсами з урахуванням принципів агроекологічної безпеки.

Реакція ґрунтового розчину. Роль реакції ґрунтового розчину у розвитку фітоценозу і мікробіоти є важливою, оскільки безпосередньо впливає на хімічні й біохімічні ґрунтові процеси. Саме ґрунтовий розчин і його реакція є основою надходження поживних елементів у рослинні організми, впливає на мікробіологічну діяльність, фізико-хімічні процеси, мінералізацію органіки, коагуляцію і пептизацію. Показники рН досліджуваних темно-сірих опідзолених ґрунтів (Nospodarenko, 2018) змінювались від 5,85 до 6,84 (рис. 1).

Упродовж періоду досліджень зафіксовано варіацію значень кислотності ґрунту від 5,91 до 6,51 із середньозваженим показником 5,91 у 2005 р. У 2009—2017 рр. рН підвищилась, середнє значення склало 6,18, що безпосередньо вплинуло на розчинність мінералів, рухливість хімічних елементів, активність мікроорганізмів і швидкість хімічних реакцій.

Вміст гумусу. Основним показником родючості ґрунту є вміст гумусу та елементів живлення, серед яких макроелементи — калій, кальцій, азот, сірка, фосфор та мікроелементи. Від запасів органічної речовини та хімічних елементів залежить структура ґрунту, мікробіологічна та ферментативна активність, поглинальна та вбирна здатність, водно-фізичні властивості (рис. 2).

Виявлено, що за шкалою групування вміст гумусу в діапазоні 2,1—3,0 % характеризу-

ється як середній (Hospodarenko, 2018). Найнижчий показник зафіксовано у 2009 р., найвищий — 2023 р. Отримані показники за роками варіюють у межах від 2,15 до 2,31 %, середньозважене значення у 2005 р. — 2,17 %. Отже, гумус є ключовим стабілізатором геологічного середовища, оскільки сповільнює вимивання мінералів (опідзолення), знижує процеси деградації та зберігає родючість.

Вміст лужногідролізованого азоту. Вміст різних форм азоту в досліджуваних темно-сірих опідзолених ґрунтах є важливим показником його родючості. Як відомо (Khilchevskiy, 2021) в орному шарі ґрунту його вміст становить 0,05—0,3 % і залежить від вмісту органічної речовини, на який впливає мікробіологічна діяльність і наявність органічних решток.

Дослідження науковців підтверджують той факт, що забезпеченість рослин азотом залежить від мінеральних сполук, обмінного амонію та нітратів, вміст яких складає 1 % від загальної кількості азоту. Саме ця характеристика описує вміст азоту за допомогою лужного гідролізу. У нашому дослідженні лужногідролізований азот визначено методом Корнфілда (Hospodarenko, 2018) (рис. 3).

Вміст лужногідролізованого азоту впродовж періоду моніторингу змінювався від 65,6 до 93,12 мг/кг, що за шкалою групування ґрунтів характеризується як дуже низький (Hospodarenko, 2018). Середньозважені показники 2005 р. дуже низькі — 92,97 мг/кг. Отже, за зниження досліджуваного показника можемо спостерігати зниження потенціалу мінералізації органічної речовини.

Нітратний азот. Це одна із легкодоступних для рослин форм азоту, що добре поглинається кореневою системою та розчиняється у воді. Дослідження показали, що підвищений вміст нітратного азоту характеризує достатній рівень родючості та мікробіологічної активності ґрунту (рис. 4).

Вміст нітратного азоту за роками змінювався від 20,67 до 25,81 мг/кг, що за шкалою групування ґрунтів характеризується як середній та підвищений (адаптована шкала Кірсанова-Чірікова (Hospodarenko, 2018)). Середньозважені показники 2005 р. визначено як середні — 20,67 мг/кг. Отже, регулювання вмісту нітратного азоту в ґрунтах є

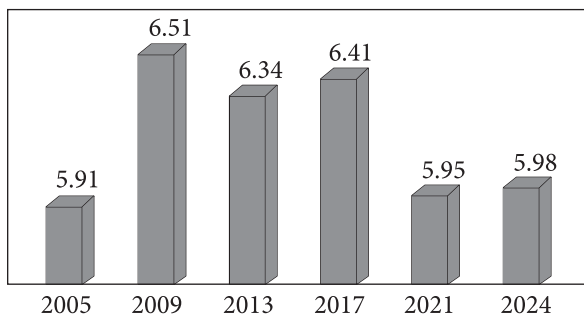


Рис. 1. Динаміка змін вмісту кислотності (pH)

Fig. 1. Dynamics of changes in acidity (pH)

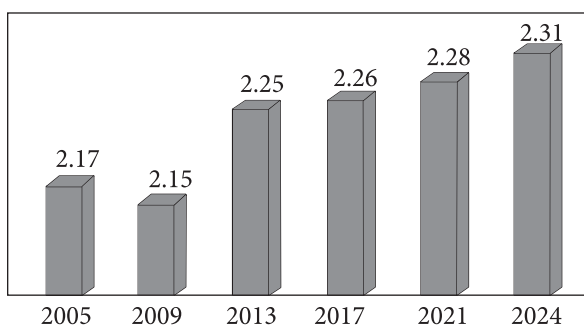


Рис. 2. Динаміка змін вмісту гумусу, %

Fig. 2. Dynamics of changes in humus indicators, %

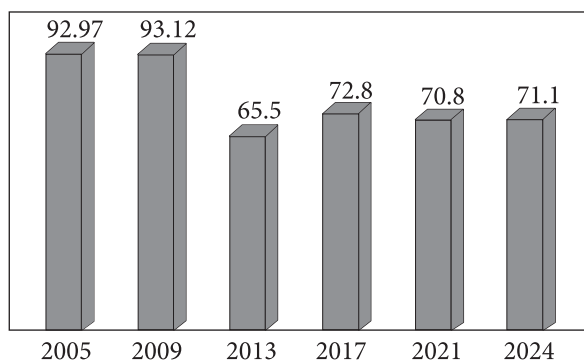


Рис. 3. Динаміка змін вмісту лужногідролізованого азоту, мг/кг

Fig. 3. Dynamics of changes in alkaline hydrolyzed nitrogen indicators, mg/kg

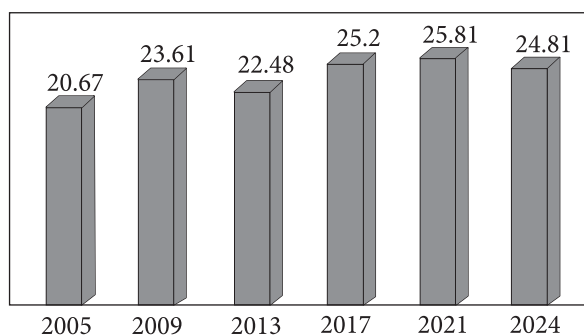


Рис. 4. Динаміка змін вмісту нітратного азоту, мг/кг

Fig. 4. Dynamics of changes in nitrate nitrogen indicators, mg/kg

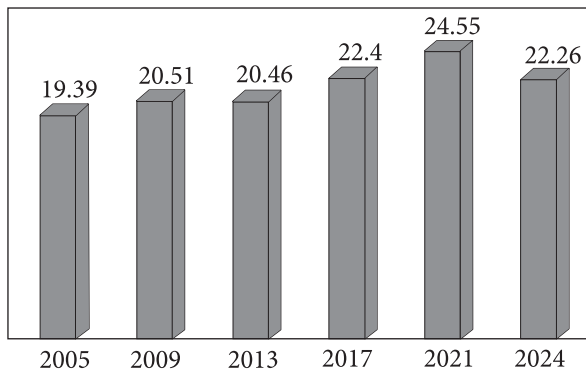


Рис. 5. Динаміка змін вмісту амонійного азоту, мг/кг
Fig. 5. Dynamics of changes in ammonium nitrogen indicators, mg/kg

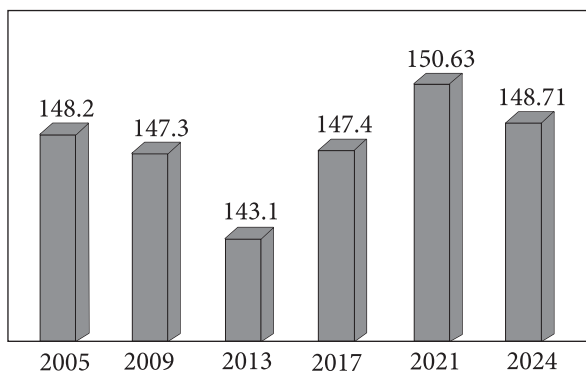


Рис. 6. Динаміка змін вмісту рухомого фосфору, мг/кг
Fig. 6. Dynamics of changes in mobile phosphorus indicators, mg/kg

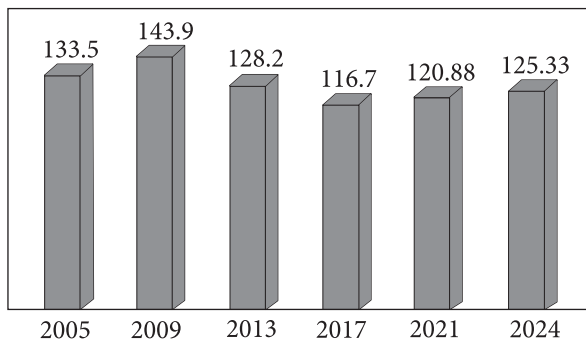


Рис. 7. Динаміка змін вмісту рухомого калію, мг/кг
Fig. 7. Dynamics of changes in mobile potassium indicators, mg/kg

важливим, оскільки за його надмірного накопичення можливі зміна властивостей гірських порід, порушення екологічної стабільності та геохімічної рівноваги.

Амонійний азот. Амонійна форма азоту є однією з основних доступних для рослин форм неорганічного азоту і проміжною ланкою для мінералізації органічної речовини.

Вміст амонійного азоту у темно-сірих опідзолених ґрунтах варіює залежно від порушення рівноваги в процесах мінералізації та нітрифікації, що вимагає постійного моніторингу та регулювання (рис. 5).

Вміст амонійного азоту впродовж періоду спостереження варіював від 19,39 до 24,55 мг/кг, що за шкалою групування ґрунтів характеризується як середній (Hospodarenko, 2018). Середньозважені значення 2005 р. визначено як середні — 19,39 мг/кг. Регулювання вмісту NH_4^+ є важливим для підтримання балансу і хімічного стану геологічного середовища, оскільки його підвищений вміст може спричинити посилене розчинення мінералів і вимивання катіонів, порушення сорбції та підвищення кислотності ґрунтового середовища.

Рухомий фосфор. Рухомий фосфор у ґрунті міститься в органічних та мінеральних сполуках, недоступних для рослин, — фосфоліпідах, фосфопротеїдах, фітіні та інших органічних сполуках. Так, у гумусі фосфор є у складі ульво- та гумінових кислот. І саме склад катіонів у ґрунтово-поглинальному комплексі визначає вміст мінеральних компонентів, зокрема солей кальцію, алюмінію та заліза.

За результатами досліджень темно-сірих опідзолених ґрунтів та їх групування за вмістом рухомого фосфору визначено високий показник у діапазоні 151—250 мг/кг (рис. 6).

Динаміка зміни вмісту рухомого фосфору за роками показує варіацію від 143,1 (2013 р.) до 150,63 (2021 р.) із середньозваженим показником у 2005 р. 148,2 мг/кг (Hospodarenko, 2018). Регулювання вмісту рухомого фосфору впливає на рівновагу ґрунтово-геохімічної системи, структуру ґрунту, баланс азотного та вуглецевого циклів.

Рухомий калій. Рухомі сполуки калію в ґрунтах містяться у мінеральній частині, а саме у колоїдних часточках, корневих рештках, продуктах діяльності ґрунтових мікроорганізмів, первинних і вторинних мінералів, мінеральних солях ґрунтового розчину. За результатами досліджень темно-сірих опідзолених ґрунтів показник забезпеченості калієм визначено у діапазоні 81—120 мг/кг, що характеризується як середній (рис. 7).

Аналіз виявлених геохімічних тенденцій та процесів показав, що ґрунти потребують

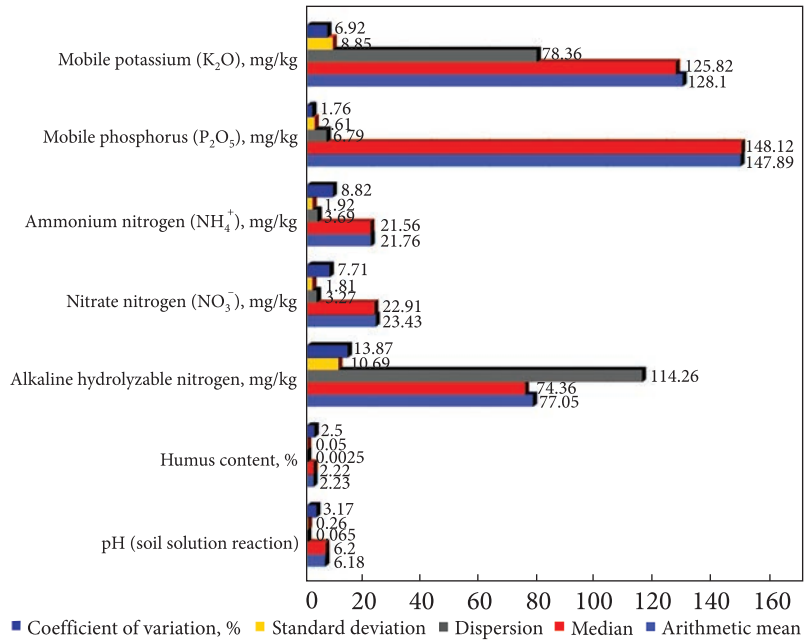


Рис. 8. Статистичні показники агрохімічного складу ґрунтів (2005—2024 рр.)

Fig. 8. Statistical indicators of the agrochemical composition of soils (2005—2024)

стабілізації рівня кислотності внаслідок ацидофікації, оскільки показник коливається у межах 5,85—6,84, тобто значення наближається до нижньої межі для більшості рослин і вказує на необхідність періодичного вапнування. Зниження вмісту гумусу є ознакою деградаційних процесів, що супроводжуються інтенсивною урбанізацією території, зменшенням кількості органічної речовини і зниженням інтенсивності діяльності мікробіоти ґрунту. Динаміка балансу гумусу показує посилення процесу дегуміфікації. За останні десятиріччя у м. Полтаві зростає від’ємний баланс гумусу та його дефіцит. На цей процес безпосередньо впливають біологічні (мінералізація гумусу переважає над новоутворенням) і механічні (зменшення товщини ґрунтового профілю досліджуваних ґрунтів під впливом водної ерозії) фактори.

У період 2005—2024 рр. спостерігали варіативність основних хімічних показників ґрунтів, що свідчить про динамічні зміни у ґрунтовому середовищі внаслідок господарської діяльності та природних чинників, які підтверджені результатами статистичної обробки даних дослідження (таблиця, рис. 8).

Аналіз статистичних показників дає можливість прогнозувати геохімічні процеси, що відбуватимуться у темно-сірих опідзолених ґрунтах м. Полтави. Так, показник дисперсії 0,065 та коефіцієнт варіації 3,17 % для кислотності ґрунтового розчину вказують на стабільність кислотно-лужного балансу впродовж тривалого періоду, проте в умовах урбанізації можна очікувати тенденцію до підкислення, що потребує меліоративних заходів (вапнування ґрунту). Значення дисперсії 0,0025 і коефіцієнт варіації 2,5 % свідчать

Статистичні показники хімічного складу ґрунтів (2005—2024 рр.)

Statistical indicators of the chemical composition of soils (2005—2024)

Indicator	Arithmetic mean	Median	Dispersion	Standard deviation	Coefficient of variation, %
pH (soil solution reaction)	6.18	6.20	0.065	0.26	3.17
Humus content, %	2.23	2.22	0.0025	0.05	2.50
Alkaline hydrolyzable nitrogen, mg/kg	77.05	74.36	114.26	10.69	13.87
Nitrate nitrogen (NO ₃ ⁻), mg/kg	23.43	22.91	3.27	1.81	7.71
Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺), mg/kg	21.76	21.56	3.69	1.92	8.82
Mobile phosphorus (P ₂ O ₅), mg/kg	147.89	148.12	6.79	2.61	1.76
Mobile potassium (K ₂ O), mg/kg	128.10	125.82	78.36	8.85	6.92

про позитивну тенденцію до стабілізації гумусового стану для темно-сірого опідзоленого ґрунту; ми прогнозуємо, що у разі збереження практики органічного господарювання та внесення органічних добрив (сидерації) вміст гумусу не буде знижуватись. Значення дисперсії 114,26 та коефіцієнт варіації 13,9 % лужногідролізованого азоту вказують на середню варіабельність, що залежить від особливостей землекористування, проте у зонах інтенсивного антропогенного навантаження можливе подальше зниження запасів азоту, що потребуватиме оптимізації азотного живлення. Коефіцієнт варіації 7,7 % для NO_3^- свідчить про тенденцію до зростання з прогнозом на можливе накопичення елемента у верхніх горизонтах та промивання у ґрунтові води. Коефіцієнт варіації 8,8 % для NH_4^+ вказує на стабільну тенденцію до накопичення за раціонального внесення добрив і за прогнозами, за умови слабокислої чи нейтральної реакції ґрунтового розчину такий азот знаходитиметься у доступній для рослин формі, але за кислої реакції ґрунтового розчину можливий процес нітрифікації. Коефіцієнт варіації 1,76 % для рухомого фосфору характеризується сталим індикатором фосфорного живлення. Коефіцієнт варіації 6,92 % для рухомого калію має загальну тенденцію до зниження і за інтенсивного використання земель необхідне коригування системи удобрення.

Геохімічний стан темно-сірих опідзолених ґрунтів урбанізованого середовища м. Полтави формується під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів — кліматичних, геологічних, агротехнічних і господарських. Моніторинг ключових хімічних показників протягом 2005—2024 рр. свідчить про відносну стабільність ґрунтового середовища міста, але з прогнозом локальної деградації, що потребує системного реагування. Виявлена варіація кислотності ґрунтового розчину вказує на помірно кисле середовище, яке залишається відносно стабільним, що створює оптимальні умови для мікробіологічної ґрунтової активності та засвоєння елементів живлення рослинами, однак наближення до нижньої межі 5,9 може спричинити активацію процесів опідзолення, що є типовим для цих ґрунтів, зокрема зменшення кислотності

впливатиме на міграцію важких металів, Al та Fe, зумовлюючи втрату буферної здатності. Рівень гумусу досліджуваного типу ґрунту свідчить про часткове збереження органічного балансу, проте це значення має тенденцію до зниження, що є наслідком процесу дегуміфікації в умовах урбанізації. Оскільки гумус є основним компонентом буферної здатності та сорбційного потенціалу темно-сірих опідзолених ґрунтів, зниження його вмісту впливає на порушення геохімічної рівноваги.

На основі виявлених закономірностей можна стверджувати, що формування екологічно стабільних територій у межах м. Полтави потребує диференційованого підходу до оцінювання просторової структури ґрунтового покриву, врахування локальних екологічних ризиків, а також прогнозування наслідків зміни геохімічного стану під впливом урбаністичних процесів. Зокрема на територіях, де зафіксовані зниження вмісту гумусу, підвищення кислотності або зменшення запасів азоту, доцільно передбачати створення буферних зон екологічної стабільності, озеленених просторів із фітомеліоративною функцією, які здатні компенсувати хімічну деградацію ґрунтів.

Отже, результати дослідження геохімічного стану ґрунтів мають стати обов'язковим елементом планувальної передумови для ухвалення рішень щодо освоєння територій, змін у функціональному зонуванні (фіторе mediaційні насадження, організація водоохоронних зон, екранувальні зелені насадження вздовж транспортних коридорів), визначення обсягів рекреаційного навантаження. Особливо важливо враховувати просторову неоднорідність ґрунтових показників і тенденції їх змін у часі, що дає змогу не лише фіксувати факт деградації, а й прогнозувати її траєкторію та інтенсивність.

У контексті реалізації національної екологічної політики інтеграція геохімічного моніторингу ґрунтів у процеси просторового планування є ключовим чинником забезпечення сталого розвитку м. Полтави. Такий підхід відповідає принципам екосистемного управління територіями, коли природний потенціал ґрунтів розглядають як базову умову для підтримання функ-

ціональної та структурної рівноваги міського середовища.

Висновки. Проведене дослідження ґрунтів м. Полтави дало змогу на локальному рівні деталізувати особливості геохімічних процесів в умовах інтенсивної урбанізації. Аналіз геохімічних властивостей засвідчив, що показник кислотності протягом 2005—2024 рр. варіював у межах 5,91—6,51, що вказує на слабокислу реакцію ґрунтового розчину та певну кислотно-лужну рівновагу. Це впливає на інтенсифікацію процесів опідзолення, руйнування гідрослюд і трансформацію польових шпатів у вторинні мінерали (каолінит, монтморилоніт), що є маркером кислотної деградації.

Вміст гумусу для досліджуваного типу ґрунту був відносно стабільним (2,15—2,31 %), однак відсутність тенденції до зростання у поєднанні зі змінами у мінеральному складі тонкодисперсної фракції (зменшення частки ілювіального матеріалу, вивільнення оксидів Fe та Al) свідчить про поступове виснаження органо-мінерального комплексу. Це є фактором зниження катіонної сорбції та буферності, що впливає на родючість ґрунтів.

Виявлені зміни у вмісті мінеральних форм азоту мають геохімічну інтерпретацію. Низький рівень лужногідролізованого азоту (65,6—93,12 мг/кг) поєднується з підвищеним вмістом нітратів (20,67—25,81 мг/кг), що свідчить про активізацію процесів нітрифікації та зниження здатності ґрунтів утримувати амонійні форми азоту в поглинальному комплексі. Вміст амонійного азоту (19,39—24,55 мг/кг) залишається відносно стабільним, проте потенційна загроза його переходу у нітратну форму підсилюється особливостями ґрунтів м. Полтави, зокрема зниженням вмісту вторинних глинистих мінералів із високою сорбційною здатністю.

Дослідження також виявили високий рівень забезпеченості рухомим фосфором (143,1—148,2 мг/кг). Це пов'язано не тільки з удобренням, а й з особливостями мінерального складу материнських порід, які збагачені фосфатними включеннями. Водночас рівень калію (116,7—143,9 мг/кг) відповідає середнім значенням, що пояснюється його частковим виносом у процесі землекористування. Така диспропорція у співвідношенні елементів посилює геохімічні ризики міграції елементів у підземні горизонти.

Отже, моніторингові спостереження 2005—2024 рр. підтвердили прояви деградаційних процесів ґрунтового покриву м. Полтави — втрату гумусу, локальне підкислення, накопичення нітратів, — що пов'язано з ущільненням ґрунтів і техногенним навантаженням. Також простежуються ерозійні процеси, зумовлені морфологією місцевості та літологічними властивостями лесових відкладів, які мають підвищену схильність до розмивання.

Перспективи подальших досліджень полягають у формуванні науково обґрунтованої бази для просторового планування та екологічного моніторингу. Отримані результати доцільно інтегрувати у Генеральний план м. Полтави (урахування зон деградації ґрунтів, ризику підкислення та ерозії); схеми функціонального зонування міста (виділення територій зі зниженою геохімічною стійкістю); стратегії просторового розвитку (акцент на охорону ґрунтів і захист лесових схилів від ерозії); аграрну практику (адаптивний підбір культур і систем удобрення з урахуванням мінеральних особливостей ґрунтів); систему екологічної безпеки міста (діагностика ризиків забруднення підземних вод та міграції нітратів у зонах з низькою буферністю).

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

- Bulyhin, S.Yu., Vitvitskiy, S.V., Bulanyi, O.V. and Tonkha, O.L. (2019), *Soil quality monitoring*, Vyd-vo NUBiP Ukr., Kyiv, 421 p. [in Ukrainian].
 [Булигін, С.Ю., Вітвіцький, С.В., Буланій, О.В., Тонха, О.Л. (2019), *Моніторинг якості ґрунтів*. Київ: Вид-во НУБіП Укр. 421 с.]
- Dmytruk, Ju.M. (1998), *Agrochemistry and soil science*, Pt 2, Kharkiv, pp. 78-79 [in Ukrainian].
 [Дмитрук, Ю.М. (1998), *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжв. наук. зб. Ч. 2. С. 78—79.]
- Hospodarenko, H.M. (2018), *Agrochemistry*, Textbook, LLC "SIK-GROUP UKRAINE", Kyiv, 560 p. [in Ukrainian].
 [Господаренко, Г.М. (2018), *Агрохімія*. Підручник. Київ: ТОВ "СІК-ГРУП УКРАЇНА". 560 с.]

- Hrinchenko, T.O. (2008), *Monitoring of the comprehensive assessment of soil fertility in Poltava region 1971-2005*, Vyd-vo KP Drukarnia No. 13, Kharkiv, 186 p. [in Ukrainian].
[Грінченко, Т.О. (2008), *Моніторинг комплексної оцінки родючості ґрунтів Полтавської області 1971—2005 рр.* Харків: Вид-во КП Друкарня № 13. 186 с.]
- Hrodzynskiy, M.D. (1995), *Resistance of geosystems to anthropogenic loads*, LLC "NPA Lickey", Kyiv, 233 p. [in Ukrainian].
[Гродзинський, М.Д. (1995), *Стійкість геосистем до антропогенних навантажень*. Київ: ТОВ "НПА Лікей". 233 с.]
- Khilchevskiy, V.K. (2021), *Agrohydrochemistry*, Textbook, DIA, Kyiv, 176 p. [in Ukrainian].
[Хильчевський, В.К. (2021), *Агрогідрохімія*. Підручник. Київ: ДІА. 176 с.]
- Koshliakova, T.O., Vovk, K.V. and Hryha, M.Yu. (2025), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 47, No. 3, pp. 92-109 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.03.092>
[Кошлякова, Т.О., Вовк, К.В., Грига, М.Ю. (2025), *Мінерал. журн.* 47, № 3. С. 92—109.]
- Kuraieva, I.V., Koshliakova, T.O., Vovk, K.V. and Zlobina, K.S. (2021), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 43, No. 2, pp. 58-73 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.02.058>
[Кураева, І.В., Кошлякова, Т.О., Вовк, К.В., Злобіна, К.С. (2021), *Мінерал. журн.* 43, № 2. С. 58—73.]
- Laslo, O.O., Shevchuk, S.M. and Onipko, V.V. (2022), *Tavriiskiyi Nauk. Visn.*, Iss. 128, pp. 375-382 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.52>
[Ласло, О.О., Шевчук, С.М., Оніпко, В.В. (2022), *Таврійський наук. вісн.* Вип. 128. С. 375—382.]
- Patyka, V.P. (2002), *Agroecological monitoring and certification of agricultural lands*, Fitosotsotsentr, Kyiv, 269 p. [in Ukrainian].
[Патика, В.П. (2002), *Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель*. Київ: Фітосоціоцентр. 269 с.]
- Ponomarenko, O.M., Nykyforov, V.V. and Yakovenko, V.M. (2022), *Ukr. Geogr. ž.*, No. 1, pp. 18-26 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.018>
[Пономаренко, О.М., Никифоров, В.В., Яковенко, В.М. (2022), *Укр. геогр. журн.* № 1. С. 18—26.]
- Ryzhuk, S.M., Lisovyi, M.V. and Bentsarovskiy, D.M. (2003), *Methodology for agrochemical certification of agricultural lands*, Kyiv, 64 p. [in Ukrainian].
[Рижук, С.М., Лісовий, М.В., Бенцаровський, Д.М. (2003), *Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення*. Київ. 64 с.]
- Shevchuk, S.M. and Hlukhota, V.O. (2024), *Sci. Progress & Innovations*, Vol. 27, No. 4, pp. 91-97 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.04.15>
[Шевчук, С.М., Глухота, В.О. (2024), *Sci. Progress & Innovations*, 27, № 4. С. 91—97.]
- Vernadsky, V.I. (1965), *The chemical structure of the Earth's biosphere and its environment*, Science, Moscow, 168 p. [in Russian].
[Вернадский, В.И. (1965), *Химическое строение биосферы Земли и её окружения*. Москва: Наука. 168 с.]
- Zhovinsky, E.Ya. and Kuraieva, I.V. (2002), *Geokhimiya tyazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy*, Nauk. dumka, Kyiv, 213 p. [in Russian].
[Жовинский, Э.Я., Кураева, И.В. (2002), *Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины*. Киев: Наук. думка. 213 с.]
- Zhovinsky, E.Ya. and Kuraieva, I.V. (2012), *Ekologo-geokhimichni doslidzhennia ob'ektiv dovkillia Ukrainy*, LLC "Alfa-reklama", Kyiv, 155 p. [in Ukrainian].
[Жовинський, Е.Я., Кураева, І.В. (2012), *Еколого-геохімічні дослідження об'єктів довкілля України*. Київ: ТОВ "Альфа-реклама". 155 с.]

Received 23.06.2025

S.M. Shevchuk, Doctor of Geographical Sciences, Professor
E-mail: serhii.shevchuk@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-8155-8326>
O.O. Laslo, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
E-mail: oksana.laslo@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0101-4442>
L.G. Marinich, Candidate of Agricultural Sciences
E-mail: liubov.marinich@pdau.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0073-9433>
Poltava State Agrarian University
36003, Poltava, Skovorody Str., 1/3

MONITORING OF GEOCHEMICAL PARAMETERS OF SOILS IN THE CITY OF POLTAVA

The results of long-term monitoring of geochemical parameters of dark gray podzolized soils of Poltava city (2005—2024) are presented. Samples were selected according to DSTU 4281 : 2004; analyses were performed in the laboratory of the North-Eastern Interregional Center of the State Institution "Institute of Soil Protection of Ukraine" according to generally accepted methods. The soil solution reaction range was determined to be pH 5.85—6.84 (aver-

age 6.18) and the humus content was 1.75–2.40 % (average 2.23 %). The content of alkaline hydrolyzed nitrogen ranged from 65.6–93.12 mg/kg (average 77.05 mg/kg), nitrate nitrogen — 20.67–25 mg/kg (average 23.43 mg/kg), and ammonium nitrogen — 19.39–24.55 mg/kg (average 21.76 mg/kg). Mobile forms of phosphorus and potassium were determined in the ranges of 130.23–168.92 and 110.48–174.23 mg/kg, respectively (average 147.89 and 128.10 mg/kg). It was found that the humus content is relatively stable for the studied soil type. The low level of alkaline hydrolyzed nitrogen is combined with an increased content of nitrates, which affects the activation of nitrification processes and the reduction of the ability of soils to retain ammonium forms of nitrogen in the absorption complex. Ammonium nitrogen remains relatively stable, but there is a potential threat of its transition to the nitrate form, which is exacerbated by the peculiarities of the mineralogy of the soils of Poltava, namely a decrease in the content of secondary clay minerals with high sorption capacity. At the same time, the level of potassium corresponds to average values, which is explained by its partial removal in the process of intensive land use. It is advisable to integrate the obtained results into the General Plan of Poltava (taking into account soil degradation zones); functional zoning schemes of the city (allocation of territories with reduced geochemical stability that require phytoremediation measures); agricultural practice (adaptive selection of crops and fertilization systems taking into account the mineralogical characteristics of soils); the city's environmental safety system (diagnosis of risks of groundwater pollution and nitrate migration in areas with low buffer capacity), in particular when determining the functional purpose of territories, regulating engineering loads, and developing programs for the sustainable development of urban landscapes.

Keywords: geochemical monitoring, dark gray podzolized soils, mobile forms of chemical elements, humus.