ISSN 3154-8059

УДК 631.42:631.811:504.05(477.51) https://doi.org/10.31713/vs3202611

Паламарчук Р. П. [1; ORCID ID: 0000-0002-5965-1305],
доктор філософії, в.о. генерального директора,
Грищенко О. М. [1; ORCID ID: 0000-0002-1241-7183],
к.с.-г.н., учений секретар,
Шляхтуров Д. С. [1; ORCID ID: 0000-0002-8896-3236],
к.с.-г.н., в.о. наукового співробітника,
Яценко Ю. М. [1; ORCID ID: 0009-0006-3402-3093],
науковий співробітник,
Романенко В. М. [1; ORCID ID: 0009-0000-1144-6321],
науковий співробітник

[1]Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ

АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ҐРУНТІВ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ РУХОМИМИ ФОРМАМИ ФОСФОРУ І КАЛІЮ ПІСЛЯ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ

Наведено показники забезпеченості рухомими сполуками фосфору і калію ґрунтів Чернігівської області, які перебували під впливом бойових дій, та оцінено характер змін фосфорно-калійного режиму ґрунтів порівняно з довоєнними показниками. Встановлено, що фосфорний режим ґрунтів обстежених локацій є одним із найбільш проблемних компонентів їх сучасного агрохімічного стану: 117 (48,0%) обстежених елементарних ділянок характеризувалися дуже низьким або низьким рівнем забезпеченості рухомим фосфором. Калійний режим характеризувався більш контрастною структурою забезпеченості: 107 із 244 (43,9%) обстежених елементарних ділянок мали дуже низький або низький рівень забезпеченості калієм, тоді як 94 ділянки (38,5%) характеризувалися підвищеним, високим або дуже високим його вмістом. Ґрунти сільськогосподарських земель Чернігівської області, які зазнали впливу бойових дій, характеризуються просторово диференційованою трансформацією поживного режиму, що проявляється значною варіабельністю вмісту рухомих сполук фосфору і калію та неоднаковою спрямованістю їх змін відносно довоєнного стану. Найбільш несприятлива трансформація встановлена на ділянці № 13, де вміст рухомого фосфору знизився на 58,2%, а калію – на 62,7%, із переходом відповідно до низького рівня забезпеченості. Отримані результати обґрунтовують необхідність диференційованого агрохімічного моніторингу та адаптивного управління родючістю ґрунтів у процесі відновлення

сільськогосподарського виробництва на територіях, що зазнали воєнного навантаження.

Ключові слова: агрохімічне обстеження; макроелементи; мілітарні дії; моніторинг; вміст рухомих форм; рівень забезпеченості.

Постановка проблеми. Ґрунти є базовим природним ресурсом аграрного виробництва та одним із ключових компонентів продовольчої безпеки держави. Стабільність агроекосистем значною мірою визначається рівнем родючості ґрунту, зокрема забезпеченістю рослин доступними формами основних елементів мінерального живлення – азоту, фосфору і калію. Особливе значення мають рухомі форми фосфору і калію, оскільки саме вони характеризують потенційну доступність цих елементів для рослин та дають змогу оцінювати сучасний агрохімічний стан ґрунту і потребу в оптимізації системи удобрення.

Фосфор належить до ключових макроелементів, необхідних для енергетичного обміну, розвитку кореневої системи, формування генеративних органів і реалізації продуктивного потенціалу сільськогосподарських культур. Водночас доступність фосфору в ґрунті визначається не лише його загальним вмістом, а й процесами сорбції, десорбції, мінералізації органічних сполук. Важливу роль у трансформації фосфору відіграють реакція ґрунтового середовища, вміст органічної речовини, глинистих мінералів, сполук заліза й алюмінію [1].

Калій, на відміну від фосфору, характеризується значною часткою у мінеральній частині ґрунту, однак лише певна його частина перебуває у формах, доступних для засвоєння рослинами. Співвідношення між ґрунтовими запасами та винесенням калію з урожаєм визначає довгострокову стабільність калійного режиму [2].

Для України проблема підтримання збалансованого фосфорного і калійного режиму має особливе значення з огляду на тривалу інтенсивну експлуатацію земель сільськогосподарського призначення. Процеси виснаження ґрунтових запасів фосфору і калію спостерігаються ще з 1991 р., тоді як після початку повномасштабного вторгнення у 2022 р. сформувався значний дефіцит основних елементів живлення в системі «ґрунт – рослина». Зокрема, науковці пов'язують погіршення балансу N, P і K після 2022 р. зі скороченням використання добрив та порушенням нормального функціонування аграрного виробництва [3].

ISSN 3154-8059

Зміни вмісту рухомих форм фосфору і калію на територіях, які перебували під впливом бойових дій, потребують окремого дослідження. На відміну від забруднення важкими металами або нафтопродуктами, які є безпосередніми індикаторами техногенного впливу, зміни поживного режиму ґрунту формуються під дією комплексу взаємопов'язаних чинників. Серед них – інтенсивність землекористування, винесення елементів культурами, надходження мінеральних та органічних добрив, зміни кислотно-лужного стану, водного режиму, втрати від ерозії та механічного порушення ґрунтового покриву.

Отже, актуальним науковим завданням є агрохімічна оцінка забезпеченості ґрунтів Чернігівської області рухомими формами фосфору і калію на територіях, що зазнали впливу бойових дій, із визначенням сучасного рівня їх забезпеченості та порівнянням із довоєнними показниками. Результати такого дослідження можуть бути використані для обґрунтування диференційованих систем удобрення, відновлення родючості та формування стійких систем землеробства на територіях, що постраждали внаслідок війни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фосфор і калій є фундаментальними компонентами мінерального живлення рослин, а їхній вміст у доступних формах розглядається як один із базових показників агрохімічного стану ґрунту. Водночас доступність цих елементів визначається складною системою фізико-хімічних та біологічних процесів, що зумовлює необхідність регулярного ґрунтового моніторингу.

Сучасні дослідження фосфорного режиму ґрунтів наголошують на важливій ролі органічної речовини у формуванні доступності фосфору. Jindo et al. показали, що ґрунтова органічна речовина бере участь у регулюванні фосфорного циклу через комплекс біотичних та абіотичних механізмів і може істотно впливати на формування його частини, доступної рослинам. Взаємодія органічної речовини з мінеральною складовою ґрунту, мікробіологічна трансформація органофосфатів та зміна сорбційних процесів визначають фактичну доступність фосфору для рослин [4].

Важливим чинником формування рухомості фосфору є реакція ґрунтового середовища. За несприятливих значень pH значна частина фосфатів може переходити у важкодоступні сполуки з кальцієм, залізом та алюмінієм. Тому оцінювання забезпеченості ґрунту рухомим фосфором доцільно проводити у взаємозв'язку з кислотно-лужними характеристиками та іншими властивостями

ґрунту. Такий комплексний підхід особливо важливий для ґрунтів, що зазнали механічних і хімічних порушень.

Експериментальні дослідження тривалої дії систем удобрення підтверджують безпосередній зв'язок між балансом поживних речовин і рівнем їх доступності. Káš et al. встановили, що система удобрення істотно впливає на забезпеченість ґрунту фосфором і калієм, а за умов інтенсивного винесення елементів із урожаєм та недостатнього їх повернення може формуватися негативний баланс, що супроводжується зниженням доступних запасів P і K [2].

Для українського землеробства проблема негативного балансу поживних елементів має системний характер. Tarariko et al. у дослідженні ресурсного потенціалу агроекосистем України та країн ЄС за показниками фосфорного балансу підкреслюють необхідність оптимізації потоків фосфору в агроекосистемах, підвищення ефективності його використання та повернення поживних речовин до ґрунту. Автори розглядають баланс фосфору як важливий індикатор довгострокової стабільності аграрного виробництва [5].

Окремий напрям сучасних досліджень пов'язаний із впливом військової діяльності на ґрунтові екосистеми. Solokha et al. показали, що збройний конфлікт в Україні спричиняє комплексну деградацію ґрунтового покриву, яка включає механічне порушення, ущільнення, ерозію та хімічне забруднення. Автори наголошують, що наслідки військового впливу мають просторово неоднорідний характер і залежать від типу та інтенсивності військових дій [6].

Подібні закономірності встановлені й у ширшому міжнародному контексті. У критичному огляді Broomandi et al. показано, що військова діяльність може спричиняти суттєві фізичні та хімічні трансформації ґрунтів, зокрема через рух важкої техніки, вибухи, порушення ґрунтової структури та надходження продуктів згоряння і металів. При цьому характер і тривалість змін істотно залежать від типу військового навантаження, властивостей ґрунту та подальшого землекористування [7].

Для України важливим є також питання відновлення ґрунтових ресурсів після припинення безпосереднього військового впливу. Didenko зазначає, що наслідки війни для ґрунтів охоплюють забруднення, ерозійні процеси, механічне руйнування та порушення функціонування агроекосистем, що створює довгострокові ризики для сталості сільськогосподарського виробництва. Автор наголошує

ISSN 3154-8059

на необхідності системного моніторингу та диференційованого підходу до відновлення постраждалих земель [8].

Водночас аналіз доступних наукових публікацій показує, що значно більше уваги приділяється безпосередньому забрудненню ґрунтів унаслідок бойових дій – важкими металами, нафтопродуктами, вибуховими речовинами та продуктами згоряння – ніж змінам їхнього поживного режиму [9–11]. Зокрема, недостатньо дослідженими залишаються зміни забезпеченості сільськогосподарських ґрунтів рухомими формами фосфору і калію після припинення або послаблення безпосереднього військового навантаження. Це особливо стосується територій північних областей України, зокрема Чернігівської області.

Таким чином, аналіз наявних наукових публікацій обґрунтовує необхідність переходу від оцінювання переважно забруднення та фізичної деградації ґрунтів до комплексного аналізу їхньої агрохімічної родючості та здатності забезпечувати продуктивність рослинництва. Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію, встановлення категорій забезпеченості та зіставлення сучасних показників із довоєнними даними дають можливість виявити напрями трансформації поживного режиму ґрунтів і сформувати наукове підґрунтя для їх подальшого відновлення та раціонального використання.

Мета, завдання і методологія дослідження. Метою дослідження було здійснити агрохімічну оцінку забезпеченості ґрунтів сільськогосподарського призначення Чернігівської області, що зазнали впливу бойових дій, рухомими формами фосфору і калію, встановити сучасний рівень їх забезпеченості та, на основі зіставлення даних для окремих локацій із відповідними довоєнними показниками, оцінити характер змін фосфорно-калійного режиму ґрунтів.

Дослідження виконано відповідно до договору з Міністерством освіти і науки України ДЗ/168-2025 від 12.02.2025 «Вивчення агрохімічного стану та впливу бойових дій на землях сільськогосподарського призначення для забезпечення сталого агровиробництва (Чернігівська область)». Об’єктом досліджень були 244 проби ґрунту, відібрані із 13 земельних ділянок загальною площею 1021,1871 га, що зазнали впливу бойових дій на території Ніжинського та Чернігівського районів Чернігівської області (табл. 1).

Таблиця 1

Місця відбору проб ґрунту на території Чернігівської області

№ ділянки	Місце відбору
1, 2, 3	землекористування в межах Михайло-Коцюбинської ТГ Чернігівського р-ну
4, 5, 6	землекористування в межах Київської ТГ Чернігівського р-ну
7, 8	землекористування в межах Новобілоуської ТГ Чернігівського р-ну
9, 10	землекористування в межах Ніжинської ТГ Ніжинського р-ну
11	землекористування в межах Талалаївської ТГ Ніжинського р-ну
12, 13	землекористування в межах Іванівської ТГ Чернігівського р-ну

У табл. 2 наведено результати фіксації наслідків бойових дій на досліджуваних територіях, виявлених землевласниками після відходу російських окупаційних військ.

Таблиця 2

Дані про ушкодження території внаслідок ведення бойових дій

№ ділянки	Інформація про мілітарний вплив
1	Артилерійські та мінометні обстріли, пересування військової техніки. Виявлено значну кількість неглибоких вирв
2	Артилерійські та мінометні обстріли, авіабомбові удари. Виявлено значну кількість неглибоких вирв та сліди пожеж
3	Артилерійські та мінометні обстріли. Виявлено значну кількість неглибоких вирв та сліди пожеж
4	Мінування, артилерійські та мінометні обстріли. Зафіксовано незначну кількість вирв глибиною до 1,0 м від вибухів артилерійських снарядів і мін. Виявлено залишки боєприпасів.
5	Мінування, артилерійські та ракетні обстріли. Зафіксовано неглибокі вирви від ракетних і артилерійських обстрілів. Виявлено залишки боєприпасів.
6	Мінування, артилерійські та мінометні обстріли. Зафіксовано незначну кількість вирв глибиною до 1,0 м від вибухів артилерійських снарядів і мін. Виявлено залишки зброї та боєприпасів.
7	Мінування, артилерійські та мінометні обстріли. Зафіксовано численні поверхневі пошкодження ґрунту, зокрема 5 вирв глибиною до 0,5 м і діаметром близько 1 м

 ISSN 3154-8059

продовження табл. 2

8	Мінування, артилерійські та мінометні обстріли. Зафіксовано численні поверхневі пошкодження ґрунту, зокрема понад 30 вирв глибиною до 1,0 м і діаметром від 1 до 4 м. Виявлено залишки зброї та боєприпасів.
9	Артилерійські, ракетні та мінометні обстріли, авіабомбові удари. Виявлено значну кількість вирв різного розміру, зокрема, вирви від реактивної системи залпового вогню «Ураган» глибиною 1,0 м та діаметром 2,0 м
10	Артилерійські, ракетні та мінометні обстріли. Виявлено понад 40 вирв від реактивної системи залпового вогню «Град» глибиною до 1,0 м та діаметром до 2,0 м
11	Артилерійські та мінометні обстріли, пересування військової техніки. Виявлено значну кількість неглибоких вирв
12	Артилерійські та мінометні обстріли, пересування військової техніки. Виявлено значну кількість вирв від вибухів глибиною 1,0 м і діаметром 2–3 м та ущільнення ґрунту, спричинене пересуванням військової техніки
13	Мінування, артилерійські та мінометні обстріли. Зафіксовано значну кількість вирв від боєприпасів глибиною 1,0 м і діаметром 2–3 м та ущільнення ґрунту, спричинене пересуванням військової техніки.

Ґрунтовий покрив більшості досліджуваних ділянок характеризується низькою і середньою природною родючістю. Лише на двох локаціях (9 і 10) зустрічаються ґрунти (53е, 121г), що належать до особливо цінних (табл. 3).

Таблиця 3

Агровиробничі групи ґрунтів на обстежених ділянках

№ ділянки	Шифр та назва агровиробничої групи
1	**21б** – дерново-підзолисті слабозмиті глинисто-піщані ґрунти, **22в** – дерново-підзолисті середньозмиті супіщані ґрунти, **177в** – дернові неглибокі глейові супіщані ґрунти, **215в** – розмиті супіщані ґрунти і відходи рихлих (піщаних і лесовидних) порід
2	**6б** – дерново-підзолисті неоглеєні глинисто-піщані ґрунти на супіщаних відкладах та підстелені мореною, суглинками та елювієм масивно кристалічних порід глибше ніж 1 метр; **6в** – дерново-підзолисті неоглеєні супіщані ґрунти на супіщаних відкладах та підстелені мореною, суглинками та елювієм масивно кристалічних порід глибше ніж 1 метр
3	**5б** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах; **5в** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті супіщані ґрунти на піщаних відкладах; **29в** – ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані ґрунти

продовження табл. 3

4	**5б** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах; **178в** – дернові глибокі глейові супіщані ґрунти та їх опідзолені відміни; **142** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні осушені ґрунти
5	**133г** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові; **141** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні солонцювато-солончакові осушені ґрунти; **142** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні осушені ґрунти.
6	**5б** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах; **5в** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті супіщані ґрунти на піщаних відкладах; **8в** – дерново-підзолисті глеюваті супіщані ґрунти на супіщаних відкладах
7	**5в** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті супіщані ґрунти на піщаних відкладах; **133в** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни супіщані
8	**5б** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах; **5в** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті супіщані ґрунти на піщаних відкладах; **133в** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни супіщані; **133г** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові
9	**121г** – лучно-чорноземні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові (***особливо цінні ґрунти***); **133г** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові; **134г** – лучні, чорноземно-лучні і каштаново-лучні несолонцюваті і слабосолонцюваті засолені легкосуглинкові ґрунти.
10	**53е** – чорноземи типові малогумусні та чорноземи сильнореградовані легкосуглинкові (***особливо цінні ґрунти***); **121г** – лучно-чорноземні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові (***особливо цінні ґрунти***); **133г** – лучні ґрунти та їх слабосолонцюваті і слабоосолоділі відміни легкосуглинкові.
11	**52г** – чорноземи типові слабогумусовані легкосуглинкові та їх комплекси з осолоділими ґрунтами до 30 відсотків; **123г** – лучно-чорноземні слабосолонцюваті солончакові ґрунти легкосуглинкові; **134г** – лучні, чорноземно-лучні і каштаново-лучні несолонцюваті і слабосолонцюваті засолені легкосуглинкові ґрунти.

 ISSN 3154-8059

продовження табл. 3

12	**8в** – дерново-підзолисті глеюваті супіщані ґрунти на супіщаних відкладах; **14в** – дерново-підзолисті і підзолисто-дернові глейові супіщані ґрунти; **29в** – ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані ґрунти; **33в** – ясно-сірі і сірі опідзолені глейові супіщані ґрунти; **36в** – ясно-сірі і сірі опідзолені глейові супіщані ґрунти; **141** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні солонцювато-солончакові осушені ґрунти; **178в** – дернові глибокі глейові супіщані ґрунти та їх опідзолені відміни; **181г** – дернові глейові карбонатні легкосуглинкові ґрунти
13	**5б** – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах; **8в** – дерново-підзолисті глеюваті супіщані ґрунти на супіщаних відкладах; **14в** – дерново-підзолисті і підзолисто-дернові глейові супіщані ґрунти; **29в** – ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані ґрунти; **33в** – ясно-сірі і сірі опідзолені глейові супіщані ґрунти; **141** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні солонцювато-солончакові осушені ґрунти; **142** – лучно-болотні, мулувато-болотні і торфувато-болотні осушені ґрунти; **178в** – дернові глибокі глейові супіщані ґрунти та їх опідзолені відміни; **181г** – дернові глейові карбонатні легкосуглинкові ґрунти

Для підвищення точності оцінювання агрохімічного стану ґрунтового покриву застосовано деталізовану схему відбору проб. Земельні масиви поділяли на елементарні ділянки площею до 5 га, що істотно менше порівняно зі стандартною щільністю сітки під час агрохімічної паспортизації. Такий підхід забезпечує вищу просторову роздільну здатність, дає змогу точніше локалізувати осередки забруднення або деградації ґрунтів і формувати науково обґрунтовані рекомендації щодо їх подальшого використання.

Відбір проб ґрунту здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб» [12], із застосуванням сучасного GPS-обладнання для фіксації координат точок відбору. Проби відбирали на глибину орного шару (0–30 см), але не менше 10 см, який є репрезентативним для оцінки техногенного забруднення, оскільки саме в цьому горизонті зосереджуються основні процеси акумуляції рухомих форм важких металів і відбувається їхній контакт із кореневими системами рослин.

Лабораторний аналіз проводили в проводили у атестованій вимірювальній лабораторії центрального апарату ДУ «Держґрунтохорона».

Уміст рухомих сполук фосфору та калію визначали відповідно до ДСТУ 4115:2002 [13] і ДСТУ 4405:2005 [14], групування ґрунтів за ступенем забезпеченості рухомими сполуками елементів здійснювали відповідно до Методики проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення [15].

Для оцінки однорідності вибірки та достовірності отриманих середніх значень визначали коефіцієнт варіації (V, %), який відображає ступінь розсіювання окремих показників відносно середнього арифметичного та слугує критерієм статистичної однорідності даних. Згідно з класифікацією, варіація вважається: слабкою при V ≤ 5%, помірною – 6–10%, значною – 10–20%, великою – 21–50%, дуже великою – V > 50%.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмних пакетів Microsoft Excel та Statistica 6.0, що забезпечувало коректність розрахунків, перевірку достовірності результатів і побудову аналітичних залежностей між досліджуваними показниками.

Результати досліджень. Встановлено, що забезпеченість ґрунтів досліджених територій рухомими сполуками фосфору характеризується значною просторовою неоднорідністю та варіює від низького до підвищеного рівня, що свідчить про різний ступінь окультуреності ґрунтів, інтенсивність фосфатного режиму та неоднакові умови трансформації й акумуляції фосфорних сполук (табл. 4). Встановлена диференціація показників відображає як природні особливості ґрунтоутворення, так і вплив систем удобрення та характеру сільськогосподарського використання земель.

Таблиця 4

Вміст рухомих сполук фосфору у ґрунтах земельних ділянок, які зазнали впливу бойових дій на території Чернігівської області

№ ділянки	Площа ділянки, га	Середньо-зважений вміст, мг/кг ґрунту	Рівень забезпеченості	Стандартна похибка	Середньо-квадратичне	Коефіцієнт Варіації, %	Min	Max
1	16,8760	89,0	середній	7,03	17,14	19,3	73	119
2	74,4440	41,0	низький	3,56	15,09	36,8	29	88
3	54,1232	56,8	середній	10,98	41,07	72,3	25	186
4	73,8700	114,8	підвищений	7,87	36,04	31,4	67	175

 ISSN 3154-8059

продовження табл. 4

5	108,0742	88,6	середній	4,54	22,72	25,6	50	131
6	41,4710	37,0	низький	4,09	13,55	36,2	23	65
7	18,9261	88,0	середній	9,35	22,91	26,1	67	125
8	67,9238	91,0	середній	8,27	35,07	38,7	40	156
9	26,8690	114,0	підвищений	10,41	25,52	22,4	78	144
10	75,5985	80,0	середній	19,76	81,02	101,2	40	391
11	81,8200	106,0	підвищений	10,34	45,10	42,7	50	260
12	179,0137	41,0	низький	5,12	32,36	78,4	11	178
13	202,1776	28,0	низький	1,63	10,72	38,5	9	60

У 4 локаціях середньозважений вміст рухомих сполук фосфору становив 28–41 мг/кг ґрунту, що відповідає низькому рівню забезпеченості. За таких умов можливе формування дефіциту фосфорного живлення рослин, особливо на ранніх етапах розвитку культур, коли фосфор є критично важливим для енергетичного обміну, формування кореневої системи та генеративних органів. Низький уміст рухомого фосфору може бути пов'язаний із недостатнім внесенням фосфорних добрив, високою фіксацією фосфатів у кислих ґрунтах, а також із легким гранулометричним складом окремих ґрунтових відмін, що обмежує здатність до акумуляції поживних речовин. Такі ґрунти потребують систематичного фосфорного удобрення та оптимізації реакції ґрунтового середовища для підвищення доступності фосфатів.

Переважна частина досліджених локацій (6 із 13) характеризується середнім рівнем забезпечення рухомими формами фосфору (57–91 мг/кг), що свідчить про відносно задовільний фосфатний режим і потенційну здатність ґрунтів забезпечувати потреби більшості польових культур за умови збалансованого удобрення. Водночас підтримання такого рівня потребує контролю балансу поживних речовин та компенсації виносу фосфору з урожаєм.

У трьох локаціях зафіксовано підвищений вміст рухомих сполук фосфору (106,0–114,8 мг/кг), що свідчить про високий ступінь окультуреності ґрунтів та достатній запас доступних фосфатів. Такі показники є сприятливими для формування високої продуктивності агроценозів, однак за тривалого надлишкового внесення фосфорних добрив можуть створювати ризики порушення оптимального співвідношення елементів живлення та екологічного навантаження на агроландшафти.

Вміст рухомих сполук фосфору в межах локацій характеризувався переважно середньою та високою варіабельністю,

а на окремих ділянках – дуже високою. Найменшу варіабельність зафіксовано у локації 4, де середньозважений уміст фосфору становив 114,8 мг/кг, діапазон коливань – 67–175 мг/кг, а коефіцієнт варіації – 31,4%. У межах локацій зафіксовано відносно однорідний розподіл показника - коефіцієнт варіації коливався від 19,3 до 26,1%. Водночас для локацій 2, 6, 8, 11 і 13 характерна висока варіабельність рухомих сполук фосфору в межах елементарних ділянок, де коефіцієнт варіації становив від 36,2 до 42,7%. Особливо виділяються локації 3 і 12, де коефіцієнт варіації перевищував 70%, що вказує на значну неоднорідність забезпечення ґрунту рухомим фосфором.

Найбільш контрастна ситуація спостерігалася у локації 10, де коефіцієнт варіації досягав 101,2%. При середньозваженому вмісті 80,0 мг/кг фактичні значення змінювалися від 40 до 391 мг/кг, тобто більш ніж у 9,7 раза. Це свідчить про дуже високу внутрішньоділянкову неоднорідність фосфатного режиму. Основною причиною такої неоднорідності є наявність окремої проби з дуже високим вмістом фосфору (391 мг/кг), що істотно зміщує середньозважений показник і вказує на локальне накопичення фосфатів. Це може бути пов’язано з нерівномірним внесенням фосфорних добрив, локальним надходженням органічної речовини або особливостями попереднього використання ділянки. Водночас переважна частина площі характеризується низьким або середнім рівнем забезпеченості, що свідчить про недостатню стабільність фосфорного режиму ґрунтів.

За результатами досліджень встановлено, що 36 з 244 елементарних ділянок, або 14,8% характеризуються дуже низькою забезпеченістю рухомими сполуками фосфору, 81 (33,2%) – низькою (рис. 1). Таким чином, 48,0% обстежених територій можна віднести до земель з дефіцитом рухомих сполук фосфору в ґрунті.

ISSN 3154-8059

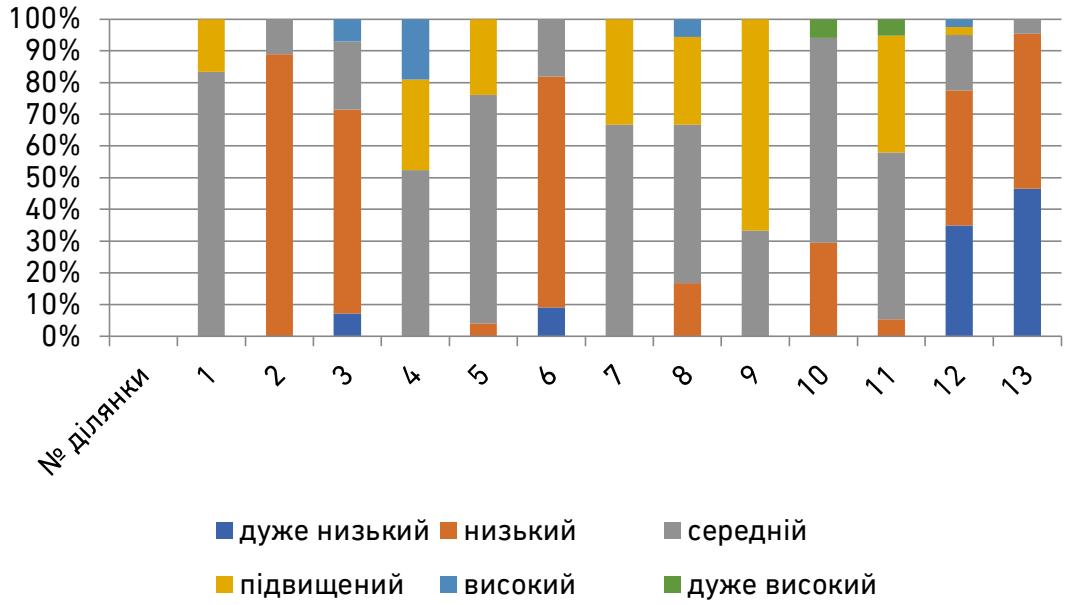


Рис. 1. Розподіл площ досліджених ділянок за ступенем забезпеченості рухомими сполуками фосфору, %
* Групування ґрунтів за ступенем забезпеченості рухомими сполуками фосфору проведено згідно [15, С. 93]

Найбільшу частку становили ділянки із середнім рівнем забезпеченості – 86 елементарних ділянок, або 35,2% від загальної кількості. Частка ґрунтів із підвищеним рівнем забезпеченості була істотно меншою – 32 елементарні ділянки (13,1%). Високий рівень встановлено лише на 7 ділянках (2,9%), а дуже високий – на 2 ділянках (0,8%). Таким чином, сумарна частка ділянок із підвищеним, високим і дуже високим рівнями забезпеченості становила лише 16,8%. Отже, розподіл забезпеченості рухомим фосфором має виразну концентрацію у низькому та середньому класах, тоді як частка ґрунтів із високою і дуже високою забезпеченістю є незначною.

Порівняльна оцінка вмісту рухомих сполук фосфору на п'яти локаціях показала різноспрямовані зміни їх концентрації відносно довоєнного стану, що свідчить про суттєву трансформацію фосфатного режиму ґрунтів (табл. 5). Якщо до війни на всіх п'яти локаціях рівень забезпеченості рухомим фосфором оцінювався як середній, то у післявоєнний період він залишився середнім лише у локаціях 3 і 10, зріс до підвищеного на ділянці 11 та знизився до низького на локаціях 12 і 13.

Таблиця 5

Порівняльна оцінка вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунтах обстежених локацій у довоєнний та післявоєнний періоди

№ ділянки	Уміст у довоєнний період (контроль)*		Уміст у післявоєнний період		± до контролю	
	мг/кг ґрунту	рівень забезпеченості	мг/кг ґрунту	рівень забезпеченості	мг/кг ґрунту	%
3	75,0	середній	56,8	середній	-18,2	-24,3
10	93,0	середній	80,0	середній	-13,0	-14,0
11	92,0	середній	106,0	підвищений	14,0	+15,2
12	53,0	середній	41,0	низький	-12,0	-22,6
13	67,0	середній	28,0	низький	-39,0	-58,2

Примітка: *контроль - дані агрохімічного обстеження відповідних локацій у 2014 р.

На обстеженій ділянці 3 вміст рухомого фосфору зменшився з 75,0 до 56,8 мг/кг, тобто на 18,2 мг/кг, або 24,3%. Незважаючи на це зниження, агрохімічна градація забезпеченості залишилася середньою. Подібна, хоча дещо менш виражена тенденція спостерігалася і у локації 10: концентрація фосфору знизилася з 93,0 до 80,0 мг/кг, що відповідає зменшенню на 13,0 мг/кг (14,0%).

Найбільш суттєве зниження зафіксовано на локації 13, де вміст рухомого фосфору зменшився з 67,0 до 28,0 мг/кг, тобто на 39,0 мг/кг, або 58,2% від довоєнного рівня. Внаслідок цього забезпеченість ґрунту змінилася із середньої на низьку. На ділянці 12 також відбулося істотне зменшення – з 53,0 до 41,0 мг/кг, або на 12,0 мг/кг (22,6%), що супроводжувалося переходом від середнього до низького рівня забезпеченості. Принципово іншою була ситуація на ділянці 11, де рівень забезпеченості змінився із середнього на підвищений.

Таким чином, із п'яти порівнюваних локацій на чотирьох спостерігалося зниження вмісту рухомого фосфору, тоді як на одній ділянці встановлено його підвищення на 15,2%, що вказує на значну просторову диференціацію трансформації фосфорного режиму.

На відміну від фосфору, ґрунти досліджених земельних ділянок характеризувалися загалом вищим рівнем забезпеченості рухомим калієм, однак і за цим показником встановлено істотну просторову диференціацію (табл. 6). Середньозважений вміст рухомих сполук калію змінювався від 42,0 до 195,0 мг/кг ґрунту.

Низький рівень забезпеченості встановлено на ділянках 2, 3, 12 і 13 – від 50,0 до 68,6 мг/кг. Такі показники можуть обмежувати повноцінне калійне живлення рослин, особливо культур із високим

 ISSN 3154-8059

споживанням калію, знижуючи їх стійкість до посухи, температурних стресів і хвороб, а також погіршуючи водний режим і вуглеводний обмін.

Таблиця 6

Вміст рухомих сполук калію у ґрунтах земельних ділянок, які зазнали впливу бойових дій на території Чернігівської області

№ ділянки	Площа ділянки, га	Середньозважений вміст, мг/кг ґрунту	Рівень забезпеченості	Стандартна похибка	Середньо-квадратичне відхилення	Коефіцієнт Варіації, %	Min	Max
1	16,8760	193,0	дуже високий	11,49	28,03	14,6	134	204
2	74,4440	68,6	низький	6,04	25,61	37,3	32	115
3	54,1232	66,3	низький	8,72	32,61	49,2	31	148
4	73,8700	155,6	високий	10,52	48,17	30,9	45	204
5	108,0742	160,3	високий	8,80	43,98	27,4	81	205
6	41,4710	82,0	середній	3,40	11,26	13,8	57	95
7	18,9261	138,0	високий	22,45	55,01	39,9	67	195
8	67,9238	176,0	високий	9,26	39,26	22,2	110	204
9	26,8690	195,0	дуже високий	7,37	18,06	9,2	159	204
10	75,5985	84,0	середній	3,69	15,13	18,0	64	110
11	81,8200	77,0	середній	3,25	14,17	18,3	60	122
12	179,0137	42,0	низький	2,06	13,02	30,7	20	80
13	202,1776	50,0	низький	2,66	17,48	35,0	28	100

Низька забезпеченість калієм пов'язана з легким гранулометричним складом ґрунтів, інтенсивним вимиванням катіонів калію або недостатнім застосуванням калійних добрив. Для таких ґрунтів необхідним є систематичне внесення калійних добрив та підтримання оптимального балансу поживних речовин.

Середній рівень характерний для ділянок 6, 10 і 11 – від 77,0 до 84,0 мг/кг, що свідчить про відносно задовільний калійний режим. За таких умов можливе забезпечення потреб більшості польових культур, однак для підтримання стабільної продуктивності необхідним є контроль балансу калію та компенсація його виносу врожаєм.

У 4 локаціях зафіксовано високий вміст рухомих сполук калію (138–176 мг/кг), а у двох – дуже високий (193–195 мг/кг), що свідчить про значний запас доступного калію та високий ступінь

окультуреності ґрунтів. Такі показники створюють сприятливі умови для формування високої продуктивності агроценозів та підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища. Водночас надмірне накопичення калію може призводити до дисбалансу елементів живлення, зокрема погіршення засвоєння кальцію і магнію, що необхідно враховувати при розробленні систем удобрення.

В межах обстежених локацій варіабельність вмісту рухомих сполук калію коливалась від помірної до великої. Зокрема, одна локація (№ 9) вирізнялася помірною варіабельністю (9,4%), три локації (№ 1, 10 і 11) – значною (14,6–18,3%), решта 9 – великою – від 22,2 до 49,2%. Таким чином, порівняно з фосфатним режимом, спостерігаємо менш виражену неоднорідність вмісту рухомих сполук калію.

Водночас розподіл забезпеченості рухомими сполуками калію характеризується значною диференціацією (рис. 2). Найбільшу частку становили елементарні ділянки з низьким рівнем забезпеченості – 58 ділянок (23,8%).

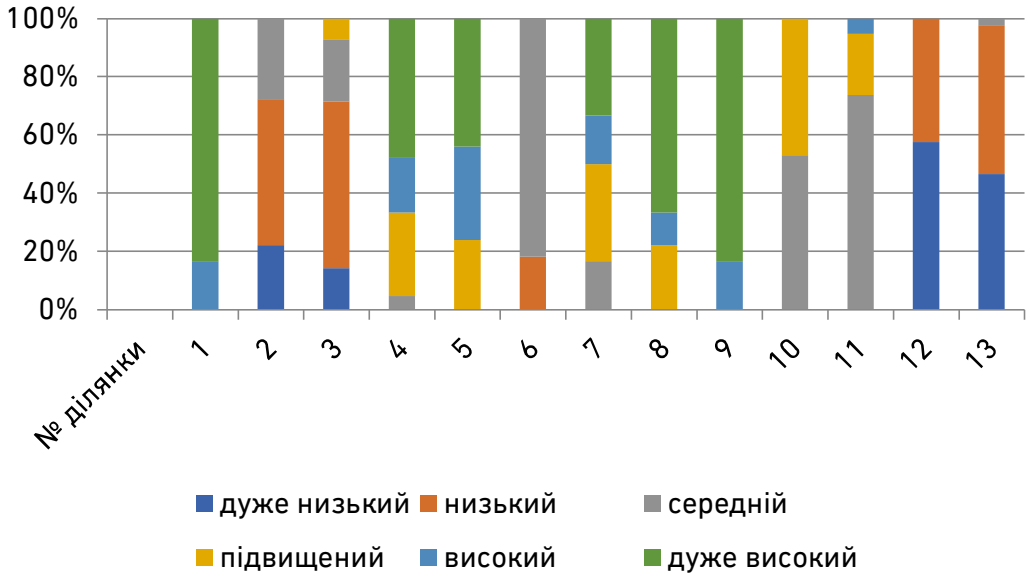


Рис. 2. Розподіл площ досліджених ділянок за ступенем забезпеченості рухомими сполуками калію, %

* Групування ґрунтів за ступенем забезпеченості рухомими сполуками калію проведено згідно [15, С. 93]

Другою за чисельністю була група з дуже низьким рівнем – 49 ділянок (20,1%). Ще 43 ділянки (17,6%) характеризувалися середнім рівнем забезпеченості. Таким чином, 107 елементарних ділянок, або 43,9%, мали дуже низький або низький рівень

 ISSN 3154-8059

забезпеченості рухомим калієм. Це свідчить про значне поширення територій із недостатнім калійним забезпеченням.

Разом із тим калійний режим характеризувався більшою представленістю високих градацій порівняно з фосфорним. Підвищений рівень забезпеченості встановлено на 31 ділянці (12,7%), високий – на 18 ділянках (7,4%), а дуже високий – на 45 ділянках (18,4%). Загалом частка ділянок із підвищеним, високим та дуже високим рівнями становила 38,5%. Це вказує на значну поляризацію калійного режиму – одночасне поширення як низько-, так і добре забезпечених ґрунтів.

Порівняння результатів довоєнних обстежень з показниками, встановленими після впливу бойових дій дають змогу зробити висновок, що динаміка рухомого калію була більш неоднорідною (табл. 7). На відміну від фосфору, на двох із п'яти локацій встановлено зростання його вмісту, тоді як на трьох – зниження. При цьому зміни супроводжувалися трансформацією рівнів забезпеченості ґрунтів.

Таблиця 7

Порівняльна оцінка вмісту рухомих сполук калію в ґрунтах обстежених локацій у довоєнний та післявоєнний періоди

№ ділянки	Уміст у довоєнний період (контроль)*		Уміст у післявоєнний період		± до контролю	
	мг/кг ґрунту	рівень забезпеченості	мг/кг ґрунту	рівень забезпеченості	мг/кг ґрунту	%
3	83,0	середній	66,3	низький	-16,7	-20,1
10	53,0	середній	84,0	середній	+31	+58,5
11	51,0	середній	77,0	середній	+26	+51,0
12	78,0	низький	42,0	низький	-36	-46,2
13	134,0	підвищений	50,0	низький	-84	-62,7

Примітка: *контроль - дані агрохімічного обстеження відповідних локацій у 2014 р.

На локації 3 концентрація рухомого калію зменшилася з 83,0 до 66,3 мг/кг, тобто на 16,7 мг/кг (20,1%). Це спричинило зміну рівня забезпеченості із середнього на низький. Ще більш виражене зниження встановлено на ділянці 12: вміст калію зменшився з 78,0 до 42,0 мг/кг, або на 36,0 мг/кг (46,2%). При цьому низький рівень забезпеченості, зафіксований у довоєнному контролі, зберігся і в післявоєнний період. Найбільше абсолютне та одне з найбільших відносних знижень зафіксовано на локації 13. Концентрація рухомого калію зменшилася з 134,0 до 50,0 мг/кг, тобто на 84,0 мг/кг (62,7%). Особливо важливо, що це супроводжувалося переходом від підвищеного до низького рівня забезпеченості. Водночас на

обстежених ділянках 10 і 11 спостерігали збільшення концентрації рухомого калію відповідно з 51,0–53,0 до 77,0–84,0 мг/кг, або на 26,0–31,0 мг/кг (51,0–58,5%). Незважаючи на суттєве відносне зростання, рівень забезпеченості залишився середнім. Отже, діапазон відносних змін умісту рухомого калію свідчить про дуже високу контрастність його трансформації між дослідженими локаціями.

Висновки. Агрохімічний стан досліджених ґрунтів характеризується значною просторовою неоднорідністю, що проявляється у варіюванні забезпеченості рухомими сполуками фосфору і калію, встановлено істотну диференціацію агрохімічних показників як між окремими локаціями, так і в межах окремих земельних ділянок.

Фосфорний режим ґрунтів обстежених локацій є одним із найбільш проблемних компонентів їх сучасного агрохімічного стану: 117 (48,0%) обстежених елементарних ділянок характеризувалися дуже низьким або низьким рівнем забезпеченості рухомим фосфором. Калійний режим характеризувався більш контрастною структурою забезпеченості: 107 із 244 (43,9%) обстежених елементарних ділянок мали дуже низький або низький рівень забезпеченості калієм, тоді як 94 ділянки (38,5%) характеризувалися підвищеним, високим або дуже високим його вмістом.

Порівняння сучасного стану з довоєнними даними 2014 року на п'яти локаціях виявило переважно негативну динаміку рухомого фосфору. Динаміка рухомого калію була різноспрямованою, але на окремих локаціях також характеризувалася значним зниженням. Встановлена просторово диференційована зміна агрохімічних показників не може бути однозначно пояснена лише впливом бойових дій. Виявлені відмінності, ймовірно, формуються внаслідок сукупної дії ґрунтово-генетичних властивостей, особливостей попереднього господарювання, рельєфу, водного режиму, механічних порушень та воєнного навантаження. Водночас на окремих локаціях, передусім № 13, синхронне істотне зниження рухомих форм фосфору і калію порівняно з довоєнними значеннями свідчить про необхідність поглибленого дослідження можливого внеску воєнного чинника.

Першочерговими напрямами відновлення продуктивного потенціалу сільськогосподарських земель Чернігівської області мають бути регулярний агрохімічний моніторинг територій, що зазнали воєнного впливу, просторове картографування забезпеченості ґрунтів основними елементами живлення,

 ISSN 3154-8059

диференційоване застосування фосфорних і калійних добрив, підтримання оптимального гумусового стану та регулювання кислотності. Такий підхід відповідає концепції відновлення ґрунтової родючості як ключового компонента стійкості аграрного виробництва та продовольчої безпеки.

1. Sharpley A. N. Soil phosphorus dynamics: Agronomic and environmental impacts. *Ecological Engineering*. 1995. Vol. 5, No. 2–3. P. 261–279. DOI: https://doi.org/10.1016/0925-8574(95)00027-5. **2.** Káš M., Mühlbachová G., Kusá H., Pechová M. Soil phosphorus and potassium availability in long-term field experiments with organic and mineral fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 2016. Vol. 62, No. 12. P. 558–565. DOI: https://doi.org/10.17221/534/2016-PSE. **3** Medinets S., Oenema O., Spears B. M. et al. Nutrient asymmetry challenges the sustainability of Ukrainian agriculture. *Communications Earth & Environment*. 2025. Vol. 6. Art. 845**.** DOI: https://doi.org/10.1038/s43247-025-02826-9. **4.** Jindo K., Audette Y., Olivares F. L., Canellas L. P., Scott Smith D., Voroney R. P. Biotic and abiotic effects of soil organic matter on the phytoavailable phosphorus in soils: A review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture.* 2023. Vol. 10. Art. 29. DOI: https://doi.org/10.1186/s40538-023-00401-y. **5.** Tarariko Y. O., Pinchuk V. O., Khrystenko A. O., Podoba Y. V., Tertychna O. V., Vorobel M. I. Assessment of natural resource potential of the agroecosystems of Ukraine and the EU countries by phosphorus balance. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12, No. 1. P. 3–21. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp12.01.003. **6.** Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., et al. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614. **7.** Broomandi P., Guney M., Kim J. R., Karaca F. Soil contamination in areas impacted by military activities: A critical review. *Sustainability.* 2020. Vol. 12, No. 21. Art. 9002. DOI: https://doi.org/10.3390/su12219002. **8.** Didenko N. Soil damage and recovery in Ukraine: Lessons from global post-war experiences. *Land Reclamation and Water Management*. 2024. No. 2. P. 79–86. DOI: https://doi.org/10.31073/mivg202402-391. **9.** Грищенко О. М., Паламарчук Р. П., Шляхтуров Д. С., Запасний В. С., Крупко Г. Д. Забруднення ґрунту рухомими формами важких металів унаслідок бойових дій на території Миколаївської обл. *Агроекологічний журнал.* 2025. Вип. 4. С. 96–107. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345436. **10.** Тонха О., Меньшов О., Літвінов Д., Бондар К., Глазунова О., Літвінова О., Піковська О., Забалуєв В. Оцінка рівнів забруднення ґрунтів півдня України, пошкоджених воєнними діями. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія.* 2025. Вип. 1(108). С. 30–38. DOI: https://doi.org/10.17721/1728-2713.108.04. **11.** Petrushka K., Malovanyy M. S., Skrzypczak D., Chojnacka K., Warchoł J. Risks of soil pollution with toxic elements during military actions in Lviv. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25(1). P. 195–208. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/175136. **12.** ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с. **13.** ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 9 с. **14.** ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2006–07–01]. Вид. офіц. Київ :

Держспоживстандарт, 2005. 12 с. **15.** Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / за ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид., допов. Київ, 2019. 108 с.

REFERENCES:

1. Sharpley A. N. Soil phosphorus dynamics: Agronomic and environmental impacts. *Ecological Engineering*. 1995. Vol. 5, No. 2–3. P. 261–279. DOI: https://doi.org/10.1016/0925-8574(95)00027-5. **2.** Káš M., Mühlbachová G., Kusá H., Pechová M. Soil phosphorus and potassium availability in long-term field experiments with organic and mineral fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 2016. Vol. 62, No. 12. P. 558–565. DOI: https://doi.org/10.17221/534/2016-PSE. **3** Medinets S., Oenema O., Spears B. M. et al. Nutrient asymmetry challenges the sustainability of Ukrainian agriculture. *Communications Earth & Environment*. 2025. Vol. 6. Art. 845**.** DOI: https://doi.org/10.1038/s43247-025-02826-9. **4.** Jindo K., Audette Y., Olivares F. L., Canellas L. P., Scott Smith D., Voroney R. P. Biotic and abiotic effects of soil organic matter on the phytoavailable phosphorus in soils: A review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture.* 2023. Vol. 10. Art. 29. DOI: https://doi.org/10.1186/s40538-023-00401-y. **5.** Tarariko Y. O., Pinchuk V. O., Khrystenko A. O., Podoba Y. V., Tertychna O. V., Vorobel M. I. Assessment of natural resource potential of the agroecosystems of Ukraine and the EU countries by phosphorus balance. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12, No. 1. P. 3–21. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp12.01.003. **6.** Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., et al. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614. **7.** Broomandi P., Guney M., Kim J. R., Karaca F. Soil contamination in areas impacted by military activities: A critical review. *Sustainability.* 2020. Vol. 12, No. 21. Art. 9002. DOI: https://doi.org/10.3390/su12219002. **8.** Didenko N. Soil damage and recovery in Ukraine: Lessons from global post-war experiences. *Land Reclamation and Water Management*. 2024. No. 2. P. 79–86. DOI: https://doi.org/10.31073/mivg202402-391. **9.** Hryshchenko O. M., Palamarchuk R. P., Shliakhturov D. S., Zapasnyi V. S., Krupko H. D. Zabrudnennia gruntu rukhomymy formamy vazhkykh metaliv unaslidok boiovykh dii na terytorii Mykolaivskoi obl. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2025. Vyp. 4. S. 96–107. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345436. **10.** Tonkha O., Menshov O., Litvinov D., Bondar K., Hlazunova O., Litvinova O., Pikovska O., Zabaluiev V. Otsinka rivniv zabrudnennia gruntiv pivdnia Ukrainy, poshkodzhenykh voiennymy diiamy. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*. 2025. Vyp. 1(108). S. 30–38. DOI: https://doi.org/10.17721/1728-2713.108.04. **11.** Petrushka K., Malovanyy M. S., Skrzypczak D., Chojnacka K., Warchoł J. Risks of soil pollution with toxic elements during military actions in Lviv. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25(1). P. 195–208. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/175136. **12.** DSTU 4287:2004. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. [Chynnyi vid 2005–07–01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 10 s. **13.** DSTU 4115:2002. Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliiu za modyfikovanym metodom Chyrykova. [Chynnyi vid 2003–01–01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2002. 9 s. **14.** DSTU 4405:2005. Yakist gruntu. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliiu za metodom Kirsanova v modyfikatsii NNTs IHA. [Chynnyi vid 2006–07–01]. Vyd. ofits. Kyiv :

 ISSN 3154-8059

Derzhspozhyvstandart, 2005. 12 s. **15.** Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia : kerivnyi normatyvnyi dokument / za red. Yatsuka I. P., Baliuka S. A. 2-he vyd., dopov. Kyiv, 2019. 108 s.

Palamarchuk R. P. [1; ORCID ID: 0000-0002-5965-1305],
Ph.D., Acting General Director,
Hryshchenko O. M. [1; ORCID ID: 0000-0002-1241-7183],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Scientific Secretary
Shliakhturov D. S. [1; ORCID ID: 0000-0002-8896-3236],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Acting Research Fellow,
Yatsenko Yu. M. [1; ORCID ID: 0009-0006-3402-3093],
Research Fellow,
Romanenko V. M. [1; ORCID ID: 0009-0000-1144-6321],
Research Fellow

[1]State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine», Kyiv

AGROCHEMICAL ASSESSMENT OF MOBILE PHOSPHORUS AND POTASSIUM AVAILABILITY IN SOILS OF CHERNIHIV REGION AFFECTED BY MILITARY ACTIONS

The paper presents data on the availability of mobile phosphorus and potassium compounds in the soils of Chernihiv Region affected by hostilities and assesses changes in the soil phosphorus and potassium status by comparing the current data with corresponding pre-war indicators for selected locations. The results demonstrate considerable spatial heterogeneity in the agrochemical condition of the studied soils, reflected in substantial variation in the availability of the major plant nutrients. A total of 244 soil samples collected from 13 agricultural land plots affected by hostilities were examined, revealing pronounced differentiation in agrochemical parameters both among individual locations and within particular land plots. The weighted mean content of mobile phosphorus compounds ranged from 28.0 to 114.8 mg kg^{-1} soil. A low level of phosphorus availability was recorded at four land plots, a medium level at six, and an elevated level at three plots. The potassium status showed a more contrasting distribution. The weighted mean content of mobile potassium compounds ranged from 42.0 to 195.0 mg kg^{-1} soil; low availability was recorded at four plots, medium availability at three, high availability at four, and very high availability at two plots. The coefficient of variation for mobile phosphorus ranged from 19.3 to 101.2%, compared with 9.2–49.2% for mobile potassium, indicating substantially greater spatial variability in the phosphorus status of the studied soils. Comparison of the current data with pre-war measurements

from five locations revealed a predominantly negative trend in mobile phosphorus content, whereas changes in mobile potassium were multidirectional. The observed differences are likely attributable to the combined effects of soil-forming properties, previous land management, topography, water regime, mechanical disturbance, and war-related pressures. At certain locations, particularly plot 13, the simultaneous substantial decline in mobile phosphorus and potassium relative to pre-war values highlights the need for further investigation of the potential contribution of war-related factors to changes in soil nutrient status. The findings substantiate the need for differentiated agrochemical monitoring and adaptive soil fertility management to support the restoration of agricultural production in areas affected by war.

Keywords: agrochemical survey; macronutrients; hostilities; monitoring; mobile nutrient forms; nutrient availability.

Отримано / Received: 19.08.2026
Прийнято до друку / Accepted: 17.09.2026
Опубліковано / Published: 18.09.2026

© 2026 [Palamarchuk R. P., Hryshchenko O. M., Shliakhturov D. S., Yatsenko Yu. M., Romanenko V. M.]. Licensee {NUWEE}. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license (creativecommons.org)