



УДК 631.4:528.9

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.12>

## КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВМІСТУ КАЛІЮ У ҐРУНТАХ ЗДОЛБУНІВЩИНИ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

С. М. Остапчук<sup>1</sup>, О. П. Остапчук<sup>2</sup>, Н. В. Кушнірук<sup>3</sup>

*Вміст калію належить до основних агрохімічних властивостей ґрунту, що мають вагомий вплив на якість та врожайність сільськогосподарських культур. Метою дослідження є картографічне моделювання вмісту калію в ґрунтах одного з найбільших за площею і розвинутих у сільськогосподарському відношенні регіонів Рівненської області – Здолбунівщині. За результатами трьох останніх турів планової агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель, проведеної Рівненською філією ДУ «Держґрунтохорона», створено базу даних, за допомогою спеціального програмного забезпечення ArcMap укладено тематичні карти станом на 2007, 2012, 2017 рр., побудовано відповідні діаграми динаміки середньозважених показників вмісту калію в ґрунті.*

*Встановлено, що середньозважені показники вмісту калію протягом усього періоду на обстеженій території знаходилися у межах від 55 мг/кг до 159 мг/кг ґрунту, тобто їх числові значення згідно якісної класифікації відповідали низькому, середньому та підвищеному рівням. Виявлені території Будеразької, Богдашівської, Південської і Дерманської Першої сільських рад, де місткість калію в ґрунті не є оптимальною. Наведені рекомендації щодо виправлення ситуації на цих територіях. Створені моделі допомагають виявляти просторово-часові особливості розподілу цього важливого макроелемента і при залученні інших додаткових матеріалів приймати виважені рішення щодо агрохімічних землевпорядних заходів як у розрізі колишніх сільських рад, так й окремих агроформувань чи полів.*

**Ключові слова:** тематичні карти, картограми, діаграми, ґрунти, вміст калію, Здолбунівщина.

<sup>1</sup> кандидат технічних наук,  
доцент кафедри геодезії та картографії  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)  
e-mail: s.m.ostapchuk@nuwm.edu.ua  
ORCID: 0000-0002-4493-1144

<sup>2</sup> кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)  
e-mail: o.p.ostapchuk@nuwm.edu.ua  
ORCID: 0000-0003-0543-2884

<sup>3</sup> бакалавр спеціальності «Геодезія та землеустрій»  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)  
e-mail: kushniruk\_az19@nuwm.edu.ua  
ORCID: 0009-0009-7715-6445

## CARTOGRAPHIC MODELING OF POTASSIUM CONTENT IN THE SOILS OF ZDOLBUNIV DISTRICT OF RIVNE REGION

S. M. Ostapchuk, O. P. Ostapchuk, N. V. Kushniruk

*Potassium content is one of the main agrochemical properties of soil that has a significant impact on the quality and yield of crops. The aim of the study is to map the potassium content of soils in Zdolbuniv district, one of the largest and most agriculturally developed regions of Rivne oblast. Based on the results of the last three rounds of scheduled agrochemical certification of agricultural land conducted by the Rivne branch of the State Soil Conservation Service, a database was created, thematic maps were drawn up using ArcMap software as of 2007, 2012, and 2017, and corresponding diagrams of the dynamics of weighted average potassium content in soil were constructed.*

*It was established that the weighted average potassium content throughout the entire period in the surveyed area ranged from 55 mg/kg to 159 mg/kg of soil, i.e. their numerical values according to the qualitative classification corresponded to low, medium and high levels. The territories of Buderazh, Bohdashivka, Piucha and Dermanske First Village Councils were identified where the potassium capacity in the soil is not optimal. Recommendations for improving the situation in these areas are given. The created models help to identify the spatial and temporal features of the distribution of this important macroelement and, with the involvement of other additional materials, to make informed decisions on agrochemical land management measures both in the context of former village councils and individual agricultural formations or fields.*

**Key words:** thematic maps, cartograms, diagrams, soils, potassium content, Zdolbuniv district.

### Вступ

Важливою умовою для вирішення завдань ефективного використання сільськогосподарських земель, підвищення їх продуктивності, забезпечення екологічно-збалансованої культури землеробства є проведення систематичних агрохімічних обстежень ґрунтового покриву. Визначені агрохімічні параметри дають змогу оцінити стан родючості ґрунту та розробити необхідні агрозаходи щодо його захисту від можливих деградаційних процесів (Стратегія ... , 2012; Методика ... , 2018; Мірошниченко та ін., 2021; Запасний та ін., 2022; Крупко та ін., 2023).

Складовою частиною основних агрохімічних показників ґрунту для здорового росту та розвитку рослин є вміст одного з трьох макроелементів – калію, значення якого можна коротко подати наступним чином:

- регулює водно-сольовий баланс. Покращує зберігання води та концентрацію іонів в клітинах рослин;
- сприяє виробництву і транспортуванню цукрів, білків та інших фітохімікатів у рослинах;
- поліпшує стійкість рослин до стресових умов. Допомогає зберігати гідро-термічний баланс, забезпечує підтримку метаболізму, зменшує ураження рослин хворобами, шкідниками та абіотичними факторами стресу;
- збільшує розмір та вагу плодів. Підвищує роздування та силу стінок клітин, що сприяє розвитку плодів.

Недостатній, як і надмірний вміст калію (стосується, насамперед, дисбалансу у засвоєнні поживних речовин), негативно позначається на врожайності сільськогосподарської продукції (Господаренко та ін., 2013; Пасічняк та ін., 2018; Василенко та ін., 2022; Балюк та ін., 2023; Іваніна і Табачук, 2023). При низьких показниках вмісту калію рослини втрачають природний напружений стан і починають в'янути, в них гальмується синтез білка, порушується азотний обмін, проявляються ознаки захворювань (погане куціння, бронзовий наліт, побуріння країв, скручування листя, поява гнилі, вимерзання та ін.). При надмірному калійному живленні відбувається гальмування у розвитку рослин, що проявляється, наприклад, у появі блідих чи бурих плям, опаданні листя, погіршенні смаку плодів. І у першому, і у другому випадках це призводить до зниження якості та зменшення обсягу продукції, тому є однаковою мірою небажаним. З огляду на вище, калійне живлення має бути оптимальним, а калій називають «елементом якості». Найбільш чутливу увагу до нестачі калію виявляють картопля, капуста, цукровий та кормовий буряк, томати, кукурудза, соняшник, ріпак, фруктові дерева. Найменша ж залежність спостерігається у гречки, пшениці, ячменю, жита, льону, бобів, трав.

При вивченні агрохімічних параметрів ґрунтів, в тому числі й наявності калію, одним із релевантних і доцільних інструментів вважається картографічне моделю-

вання. Такий підхід оснований на створенні тематичних карт, які за даними агрохімічних обстежень наочно демонструють розподіл відповідних показників на заданій території. Про актуальність і перспективність подібних розвідок свідчать публікації багатьох авторів (Фатеев і Морозов, 2012; Ковальчук і Рожко, 2016; Ромащенко та ін., 2022; Остапчук і Кушнірук, 2023).

Мета цього дослідження: оцінка динаміки вмісту калію в ґрунтовому покриві Здолбунівщини Рівненської області із застосуванням картографічного моделювання. Побудовані тематичні моделі допомагають встановлювати просторові закономірності розподілу цього важливого макроелемента та приймати відповідні управлінські рішення при плануванні агрохімічних аспектів землекористування.

### Матеріал і методи

Вихідними даними для досліджень стали результати трьох останніх планових агрохімічних обстежень сільськогосподарських угідь, які виконувала Рівненська філія ДУ «Держґрунтохорона» (IX–XI тури паспортизації земель, 2007–2017 рр.) (Науковий ... , 2007, 2012, 2017 рр.). Такого роду моніторинг передбачено проводити кожні 5 років, але у 2022 р. він не здійснювався через російсько-українську війну. Подальша його перспектива, принаймні на найближчий час, залишається під питанням.

Отримані результати обстежень було систематизовано, введено у створену базу даних та використано для побудови тематичних карт за допомогою спеціального програмного забезпечення ArcMap. За основний спосіб картографічного зображення обрано кольорові картограми. За відсутності даних картограми мають білий колір. Для зручності використання карти побудовано у лінійному масштабі.

Територія Здолбунівщини (мається на увазі існуючий до адміністративно-територіальної реформи 2020 р. колишній Здолбунівський район) вибрана для досліджень не випадково, адже це один із найбільших за площею і розвинутих у сільськогосподарському відношенні регіонів Рівненської області. До його складу належать 3 новоутворені територіальні громади – Здовбицька (об'єднання Здовбицької, Миротинської, Уїздецької, Урвенської сільських рад), Здолбунівська (об'єднання Здолбунівської міської, Богдашівської, Глинської, Копитківської, Новосіклівської, П'ятигірської сільських

рад), Мізоцька (об'єднання Мізоцької селищної, Білашівської, Будеразької, Бушанської, Дерманської Першої, Дерманської Другої, Малоощаницької, Новоощаницької, Староощаницької, Півченської, Спасівської, Ступнівської сільських рад).

Характерною ознакою регіону є велика різноманітність ґрунтового покриву. Серед обстежених ґрунтів найбільші площі належать світло-сірим опідзоленим слабокам'янистим (16,8%), темно-сірим опідзоленим (13,8%), світло-сірим і сірим опідзоленим середньозмитим (11,7%) та сірим опідзоленим слабозмитим (10,3%). Вони мають різні агрохімічні характеристики, які є визначальними для родючості.

### Результати та обговорення

У ході IX туру агрохімічної паспортизації земель щодо вмісту калію виявлено, що переважну площу займають ґрунти з середнім його вмістом – 16 768,0 га (71,5% від обстежених), меншу з низьким його вмістом – 5 382,3 га (22,9% від обстежених), ще меншу з підвищеним – 1 320,1 га (5,6% від обстежених), що засвідчено на рис. 1.

Середньозважені показники вмісту калію в ґрунті в розрізі сільських рад варіюють від 55 мг/кг (Спасівська) до 130 мг/кг (Бушанська, Дерманська Перша). У Здолбунівській міській, Ступнівській і Урвенській сільських радах такі обстеження не проводилися.

X тур агрохімічної паспортизації дав змогу отримати наступні параметри: ґрунти з середнім вмістом калію займають площу 10 799,5 га (48,9% від обстежених), з низьким – 7 288,6 га (33,0% від обстежених), з підвищеним – 3 992,0 га (18,1% від обстежених).

Середньозважені ж показники вмісту калію в ґрунті у розрізі сільських рад (рис. 2) змінюються від 73 мг/кг (Богдашівська) до 131 мг/кг (Півченська). На території Здолбунівської міської ради обстеження не виконувалися.

XI тур агрохімічного моніторингу дав змогу отримати наступні відомості: ґрунти з середнім вмістом калію займають площу 6 318,0 га (73,9% від обстежених), з підвищеним – 2 065,5 га (24,1% від обстежених), з низьким – 168,0 га (2,0% від обстежених).

Середньозважені показники вмісту калію в ґрунті у розрізі сільських рад (рис. 3) мають значення від 61 мг/кг (Будеразька) до 159 мг/кг (Півченська). У цьому турі Здолбунівська міська, Бушанська, Дерманська Перша, Дерманська Друга,

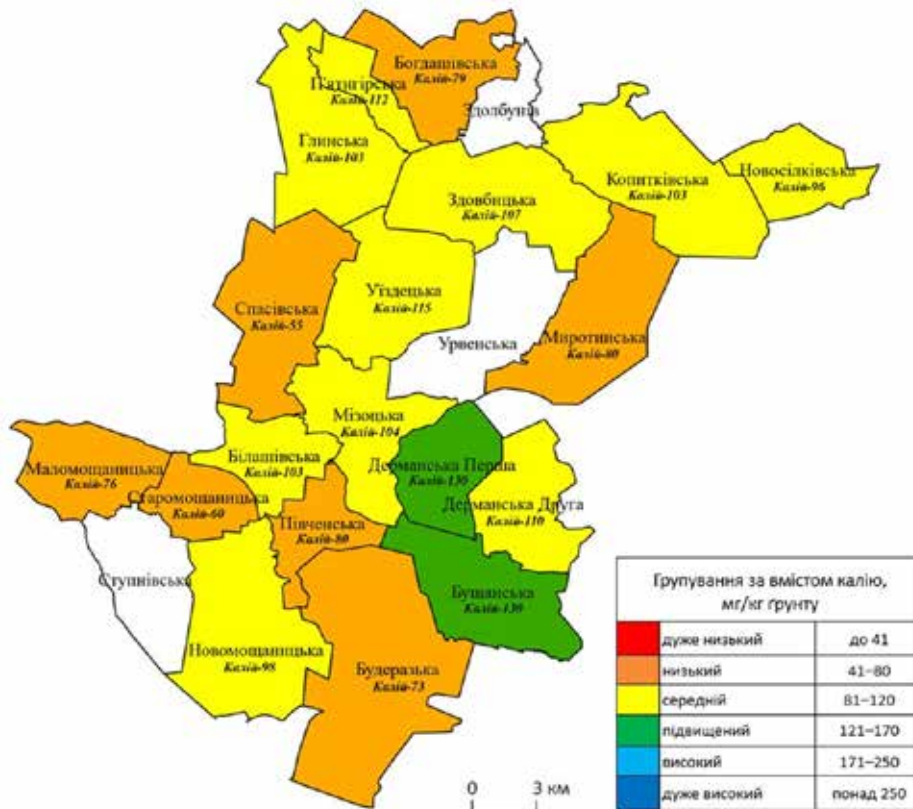


Рис. 1. Середньозважені показники вмісту калію в ґрунті, 2007 р. (укладено авторами за джерелом (Науковий ... , 2007)

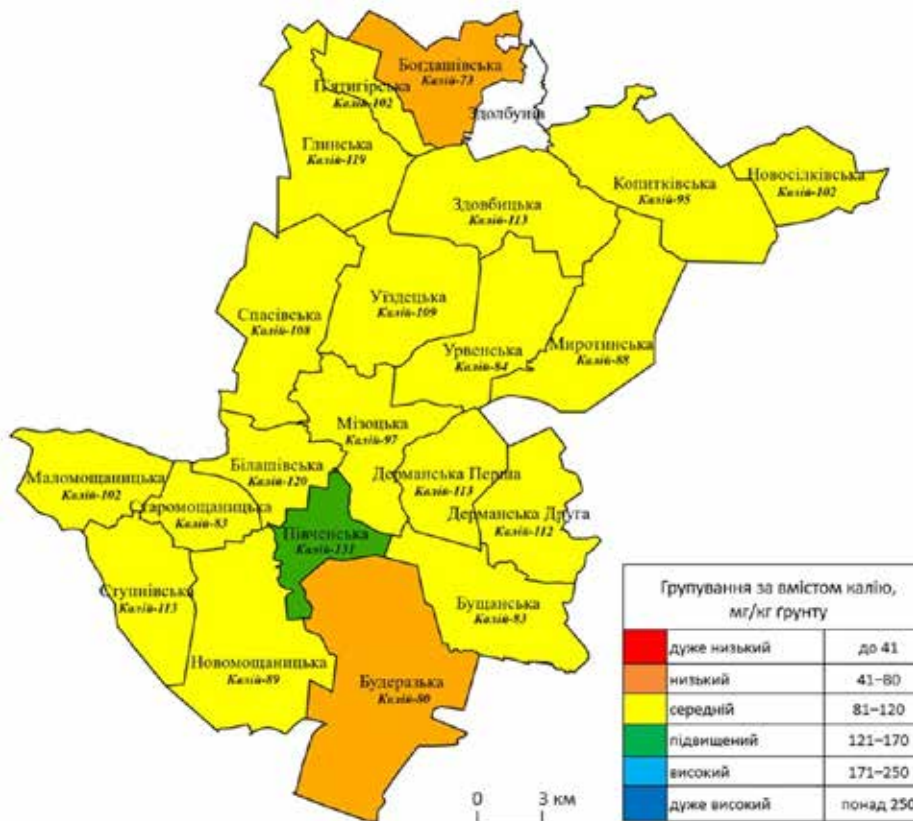


Рис. 2. Середньозважені показники вмісту калію в ґрунті, 2012 р. (укладено авторами за джерелом (Науковий ... , 2012)

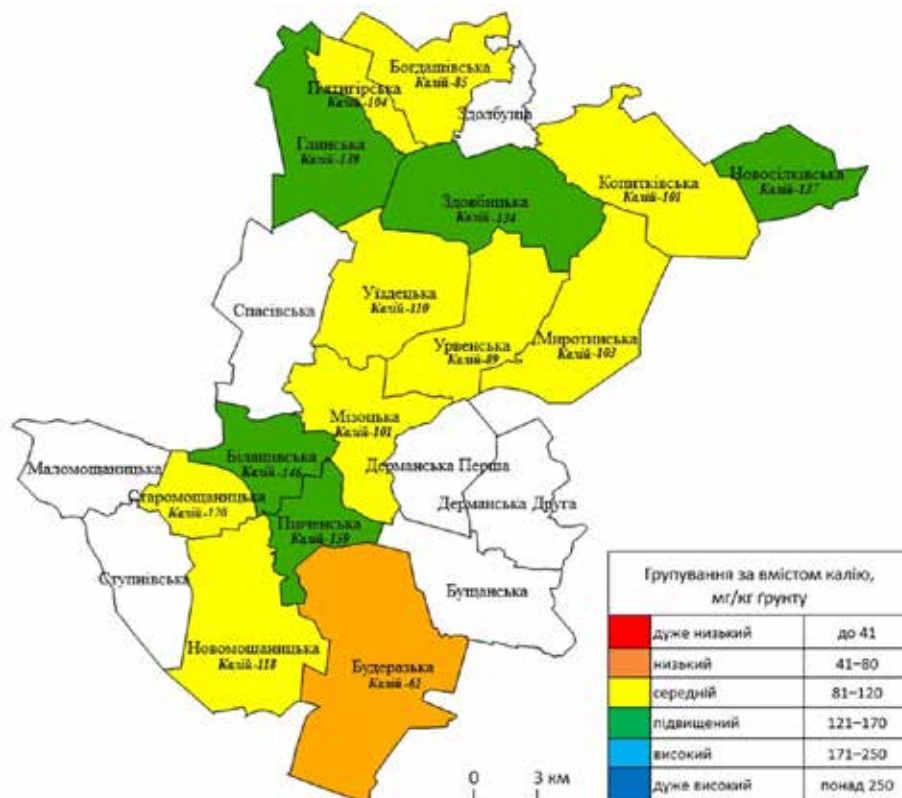


Рис. 3. Середньозважені показники вмісту калію в ґрунті, 2017 р. (укладено авторами за джерелом (Науковий ... , 2017)

Маломощаницька, Спасівська і Ступнівська сільські ради обстеженнями не були охоплені.

Укладені тематичні карти за допомогою кольорових картограм показують просторовий розподіл вмісту калію в ґрунті у розрізі колишніх сільських рад. Таке подання дає можливість встановити території з низьким, середнім та підвищеним вмістом калію, тим самим визначивши їх належність до проблемних чи потенційно родючих земель. На картограмах зазначені й конкретні кількісні значення середньозважених показників вмісту калію в ґрунтовому покриві, що дозволяє прослідкувати відповідні зміни впродовж трьох останніх турів агрохімічної паспортизації.

Загальний характер динаміки середньозважених показників вмісту калію в ґрунті на обстеженій території за допомогою діаграм показано на рис. 4. Протягом зазначеного періоду часу для усієї території Золобунівщини такий узагальнений показник відповідає середньому вмісту калію (згідно діючого класифікаційного поділу – 81–120 мг/кг). Причому, у 2017 р. спостерігається його незначне зростання –

до 109 мг/кг порівняно з 100 мг/кг 2007 і 2012 рр.

### Висновки

За результатами трьох останніх турів планової агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель (2007–2017 рр.) виконано картографічне моделювання вмісту калію в ґрунті на території Золобунівщини Рівненської області. При побудові тематичних карт використано спеціальне програмне забезпечення ArcMap. Основний спосіб зображення – картограми, масштаб – лінійний.

Проведений аналіз показав, що впродовж зазначеного періоду у розрізі колишніх сільських рад середньозважені показники вмісту калію варіюють у межах від 55 мг/кг до 159 мг/кг ґрунту, тобто їх числові значення відповідають низькому, середньому та підвищеному рівням. У цьому плані найбільше занепокоєння викликає стан ґрунтів у Будеразькій і Богдашівській (найнижчі показники) та Південській і Дерманській Першій сільських радах (найвищі показники). Як уже зазначалося, це однаковою мірою небажане. У першому випадку рекомендується застосування калійних добрив,





Рис. 4. Динаміка середньозважених показників вмісту калію в ґрунті (укладено авторами за джерелами (Науковий ... , 2007, 2012, 2017)

використання соломи і стебеління, обмежене живлення амонійним азотом, вирощування невибагливих до калію рослин. У другому – застосування калійних добрив уже втрачає нагальну актуальність, натомість можна рекомендувати вирощування рослин, які споживають багато калію. Тобто, в обох випадках потрібно однаково пильну увагу звернути на раціональну структуру сівозмін.

Наведені діаграми показують загальну динаміку середньозважених показни-

ків вмісту калію на обстеженій території і засвідчують тенденцію до зміщення від середнього рівня в сторону підвищеного.

Тематичні карти та діаграми при сумісному використанні з іншими додатковими даними є важливими матеріалами для прийняття управлінських рішень щодо оптимального вмісту калію в ґрунтах як на території нещодавно утворених громад у розрізі колишніх сільських рад, так і у межах окремих агроформувань чи полів.

### Список використаної літератури

- Балюк С.А., Воротинцева Л.І., Соловей В.Б., Шимель В.В. Реалії українського чорнозему: сучасний стан, еволюція, охорона та стале управління. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 3 (840). С. 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-01>.
- Василенко А.М., Мелешко Ю.В., Дмитренко О.В., Романенко В.М. Агрохімічна характеристика та стан родючості ґрунтів Черкаської області. *Охорона ґрунтів*. 2022. Вип. 12. С. 64–71.
- Господаренко Г.М., Нікітіна О.В., Кривда Ю.І. Уміст і запаси рухомих сполук калію в ґрунті після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Сумського національного аграрного університету: Агрономія і біологія*. 2013. Вип. 11 (26). С. 51–55.
- Запасний В.С., Гелескул О.І., Коваль Н.М., Мовчан Н.Ю., Гриценко О.В. Деградація ґрунтів у сільському господарстві. *Охорона ґрунтів*. 2022. Вип. 12. С. 7–12.
- Іваніна В.В., Табачук О.О. Формування балансу елементів живлення в посівах цукрових буряків залежно від удобрення і структури сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 10 (847). С. 13–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-02>.
- Ковальчук І.П., Рожко О.В. Атласне картографування ґрунтів і земельних ресурсів у зарубіжних країнах. *Наукові записки ТНПУ ім. Володимира Гнатюка: Географія*. 2016. № 2. С. 202–213.
- Крупко Г.Д., Лисиця А.В., Толочик І.А., Портухай О.І. Моніторинг агроекологічного стану ґрунтів окремих територіальних громад Волинського Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2023. № 4. С. 104–114. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.12>.

Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2018. 108 с.

Мірошниченко М.М., Христенко А.О., Гладкіх 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 (821). С. 5–14. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-01>.

Науковий звіт Рівненської філії ДУ «Держґрунтохорона» за 2007 р. (Неопубл.)

Науковий звіт Рівненської філії ДУ «Держґрунтохорона» за 2012 р. (Неопубл.)

Науковий звіт Рівненської філії ДУ «Держґрунтохорона» за 2017 р. (Неопубл.)

Остапчук С.М., Кушнірук Н.В. Картографічне моделювання динаміки вмісту гумусу в ґрунтах Здолбунівщини Рівненської області. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*. 2023. Вип. 845. С. 110–119. <https://doi.org/10.31861/geo.2023.845.110-119>.

Пасічняк В.І., Наконечний А.П., Склонний С.О., Глімбоцька Т.Л. Забезпеченість основними елементами живлення ґрунтів Вінниччини та їхня вартість. *Охорона ґрунтів*. 2018. Вип. 7. С. 13–17.

Ромащенко М.І., Балюк С.А., Тараріко Ю.О., Лісовий В.М. Розроблення та впровадження системи інформаційного забезпечення землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 9 (834). С. 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202209-01/>.

Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. Київ: Аграрна наука, 2012. 239 с.

Фатєєв А.І., Морозов О.В. Картографи забезпеченості мікроелементами ґрунтів Херсонської області: методичні рекомендації. Херсон: Грінь Д.С., 2012. 34 с.

### References (translated & transliterated)

Baliuk, S.A., Vorotyntseva, L.I., Solovei, V.B., & Shymel, V.V. (2023). Realii ukrainskoho chornozemu: suchasnyi stan, evoliutsiia, okhorona ta stale upravlinnia [Realities of Ukrainian black soil: current state, evolution, protection and sustainable management]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 3 (840), 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-01> [in Ukrainian].

Vasylenko, A.M., Meleshko, Yu.V., Dmytrenko, O.V., & Romanenko, V.M. (2022). Ahrokhimichna kharakterystyka ta stan rodiuchosti gruntiv Cherkaskoi oblasti [Agrochemical characteristics and soil fertility in the Cherkasy region]. *Okhorona gruntiv [Soil protection]*, 12, 64–71 [in Ukrainian].

Hospodarenko, H.M., Nikitina, O.V., & Kryvda, Yu.I. (2013). Umist i zapasy rukhomykh spoluk kaliuu v grunti pislia tryvaloho zastosuvannia dobriv u polovii sivozmini [The content and reserves of mobile potassium compounds in the soil after long-term use of fertilizers in field crop rotation]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: Ahronomiia i biolohiia [Bulletin of Sumy National Agrarian University: Agronomy and Biology]*, 11 (26), 51–55 [in Ukrainian].

Zapasnyi, V.S., Heleskul, O.I., Koval, N.M., Movchan, N.Iu., & Hrytsenko, O.V. (2022). Dehradatsiia gruntiv u silskomu gospodarstvi [Soil degradation in agriculture]. *Okhorona gruntiv [Soil protection]*, 12, 7–12 [in Ukrainian].

Ivanina, V.V., & Tabachuk, O.O. (2023). Formuvannia balansu elementiv zhyvlennia v posivakh tsukrovoykh buriakiv zalezno vid udobrennia i struktury sivozmin [Formation of the balance of nutrients in sugar beet crops depending on fertilization and crop rotation structure]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 10 (847), 13–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-02> [in Ukrainian].

Kovalchuk, I.P., & Rozhko, O.V. (2016). Atlasne kartohrafuvannia gruntiv i zemelnykh resursiv u zarubizhnykh krainakh [Atlas mapping of soils and land resources in foreign countries]. *Naukovi zapysky TNPU im. Volodymyra Hnatiuka: Heohrafiia [Scientific notes of Volodymyr Hnatiuk TNPU: Geography]*, 2, 202–213 [in Ukrainian].

Krupko, H.D., Lysytsia, A.V., Tolochyk, I.L., & Portukhai, O.I. (2023). Monitorynh ahroekolohichnoho stanu gruntiv okremykh terytorialnykh hromad Volynskoho Polissia [Monitoring of the agroecological state of soils of individual territorial communities of Volyn Polissya]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychuykh nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]*, 4, 104–114. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.12> [in Ukrainian].

Yatsuk, I.P., & Baliuk, S.A. (2018). Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia: kerivnyi normatyvnyi dokument [Methodology for conducting agrochemical certification of agricultural land: a guiding regulatory document]. Kyiv, 108 [in Ukrainian].

Miroshnychenko, M.M., Khrystenko, A.O., & Hladkikh, Ye.Iu (2021). 50-richna dynamika vmistu rukhomykh spoluk azotu, fosforu i kaliuu v chornozemi opidzolenomu za danymy statsionarnoho polovoho doslidu [50-year dynamics of the content of mobile nitrogen, phosphorus and potassium compounds in podzolized chernozem according to the data of a stationary field experiment]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 8 (821), 5–14. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-01> [in Ukrainian].

Naukovyi zvit Rivnenskoï filii DU «Derzhgruntokhorona» za 2007 r. (Neopubl.) [Scientific report of the Rivne branch of the State Soil Conservation Service for 2007 (unpublished)] [in Ukrainian].

Naukovyi zvit Rivnenskoï filii DU «Derzhgruntokhorona» za 2012 r. (Neopubl.) [Scientific report of the Rivne branch of the State Soil Conservation Service for 2012 (unpublished)] [in Ukrainian].

Naukovyi zvit Rivnenskoï filii DU «Derzhgruntokhorona» za 2017 r. (Neopubl.) [Scientific report of the Rivne branch of the State Soil Conservation Service for 2017 (unpublished)] [in Ukrainian].

Ostapchuk, S.M., & Kushniruk, N.V. (2023). Kartografichne modeliuвання dynamiky vmistu humusu v gruntakh Zdolbunivshchyny Rivnenskoï oblasti [Cartographic modeling of humus content dynamics in soils of Zdolbuniv district of Rivne region]. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu: Heohrafiia Scientific [Bulletin of Chernivtsi University: Geography]*, 845, 110–119. <https://doi.org/10.31861/geo.2023.845.110-119> [in Ukrainian].

Pasichniak, V.I., Nakonechnyi, L.P., Sklonnyi, S.O., & Hlimbotska, T.L. (2018). Zabezpechenist osnovnyimi elementamy zhyvlennia gruntiv Vinnychyny ta yikhnia vartist [Availability and cost of basic nutrients for Vinnytsia region soils]. *Okhorona gruntiv [Soil protection]*, 7, 13–17 [in Ukrainian].

Romashchenko, M.I., Baliuk, S.A., Tarariko, Yu.O., & Lisovyi, V.M. (2022). Rozroblennia ta vprovadzhennia systemy informatsiinoho zabezpechennia zemlerobstva [Development and implementation of the information support system for agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 9 (834), 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202209-01/> [in Ukrainian].

Baliuk, S.A., & Medvediev, V.V. (2012). Stratehiia zbalansovanoho vykorystannia, vidtvorennia i upravlinnia gruntovymi resursamy Ukrainy [Strategy of balanced use, reproduction and management of soil resources of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka, 239 [in Ukrainian].

Fatieiev, A.I., & Morozov, O.V. (2012). Kartoskhemy zabezpechenosti mikroelementamy gruntiv Khersonskoi oblasti: metodychni rekomendatsii [Maps of microelements availability in soils of Kherson region: methodological recommendations]. Kherson: Hrin D.S., 34 [in Ukrainian].

Отримано: 19.03.2024

Прийнято: 26.04.2024