

13. Ilyin, L.V., Hromyk, O.M., Ilyina, O.V., & Zinchuk, M.I. (2020). Radioecological analysis of the contaminated zone of the Volyn region of Ukraine. *Nuclear and radiation safety, 1*(85), 73–80. [In Ukrainian].
14. Kitsno, V.O., Polishchuk, S.V., & Gudkov, I.M. (2010). Fundamentals of radiobiology and radioecology: A study guide. Kyiv: Hi-Tech Press, 320. [In Ukrainian].
15. Methodical manual for the organization of research works in the field of agricultural radiology (1992). Kyiv, 136. [In Ukrainian].
16. Order of the Ministry of Health of Ukraine “On Approval of State Hygienic Rules and Regulations” dated May 13, 2013. No. 368. (2013). Retrieved 19.02.2024 from <https://zakononline.com.ua> [In Ukrainian].
17. Romanchuk, L. D. (2015). Radioecological evaluation of the formation of dose load in the inhabitants of the rural areas of Polissia of Ukraine. Zhytomyr: Polissya, 300. [In Ukrainian].
18. Samoilenko, V.M. (1999). Complex zoning of radioactively contaminated territories of Polissia and the north of the Forest Steppe according to hydrological and landscape conditions and possible radioecological consequences of local water and resource use. Kyiv: Nika-Center, 280. [In Ukrainian].
19. Tavrov, Yu.S. (2001). Variability of the distribution and ratio of radioactive contamination between the links of the Polissia and northern Forest-Steppe ecosystems. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology, 2*, 689–695. [In Ukrainian].
20. Hromyk, O., Ilyin, L., Grygus, I., Korotun, S., & Ilyina, O. (2020). Radiation monitoring of agricultural soils of Volyn region of Ukraine (2020). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 71*(4), 72–79.
21. Hromyk, O.M., & Ilyina, O.V. (2017). Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, 14*, 132, 17–19.

Стаття надійшла до редколегії
28.02.2024 р.

УДК 631.4:528.9

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.16>

Сергій Остапчук

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії та картографії,
Національний університет водного господарства та природокористування
s.m.ostapchuk@nuwm.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4493-1144>

Наталія Кушнірук

здобувач вищої освіти за спеціальністю «Геодезія та землеустрій»,
Національний університет водного господарства та природокористування
kushniruk_az19@nuwm.edu.ua

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВМІСТУ АЗОТУ В ҐРУНТАХ ЗДОЛБУНІВЩИНИ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. Метою роботи є вивчення та аналіз вмісту азоту – важливого макроелемента ґрунтового покриву – на території одного з найбільших регіонів Рівненської області – Здолбунівщини. На основі узагальнення результатів трьох останніх турів агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель (9–11 тури, 2007–2017 рр.), проведеної ДУ «Держґрунтоохорона», розроблено відповідну базу даних та побудовано авторські тематичні карти й діаграми. При укладанні карт використано спеціальне програмне забезпечення ArcMap, основний спосіб зображення – картограми. Створені картографічні моделі дають змогу проаналізу-

вати динаміку вмісту азоту в ґрунті та виявити проблемні у цьому відношенні землі, що є необхідною основою для подальших виважених рішень у плануванні й управлінні землекористуванням.

Ключові слова: ґрунти, агрохімічні обстеження, вміст азоту, тематичні карти, картограми, динаміка.

Ostapchuk Serhii, Kushniruk Nataliia. CARTOGRAPHIC MODELING OF NITROGEN CONTENT DYNAMICS IN SOILS OF ZDOLBUNIV DISTRICT OF RIVNE REGION

Abstract. The current agrochemical state of domestic soils is generally not favorable. This makes it difficult to obtain sustainable high crop yields and avoid environmental destabilization of land use. The aim of this paper is to analyze and visualize the dynamics of nitrogen content in the soils of Zdolbuniv district, one of the most agriculturally developed regions of Rivne oblast, using cartographic modeling. This approach makes it possible to obtain an objective picture of the real state of the soil cover in terms of nitrogen content and, on this basis, to formulate proposals for its improvement.

The research was based on the results of the last 9–11 rounds of scheduled agrochemical certification of land carried out by the Rivne Department of the State Soil Protection Service in 2007–2017. The information obtained was systematized, entered into a database and used to create author's maps using special ArcMap software. Cartograms were chosen as the main method of representation.

The developed thematic maps make it possible to trace the spatial distribution of soil nitrogen content by former village councils over the last three rounds of agrochemical certification. This approach allows us to identify areas with very low, low and medium nitrogen content very low, low and medium nitrogen content, thus identifying possible problematic or potentially fertile land. In this regard, the soil condition in Kopytkivska and Dermanska Second Village Councils, where it is identified as the worst, is of the greatest concern. The maps also contain specific signatures of quantitative weighted average values of nitrogen content in the soil, which makes it possible to determine changes in this indicator in individual territorial units. The created mapping models are a necessary basis for further informed decisions in land use planning and management.

Key words: soils, agrochemical surveys, nitrogen content, thematic maps, cartograms, dynamics.

Актуальність теми дослідження. Сільськогосподарське використання земельного фонду потребує належного контролю за його родючістю, еродованістю, сольовим режимом ґрунтового середовища, рівнем забруднення та іншими важливими характеристиками. Важливою частиною поставленого завдання є виконання систематичних агрохімічних обстежень ґрунтів, адже результати такого моніторингу дають підстави для прийняття актуальних рішень стосовно відновлення їх родючості, застосування агрохімікатів, підвищення продуктивності землеробства, формування сталих агроформувань та збереження довкілля.

Агрохімічні властивості ґрунтів включають різні показники, які формуються на основі складної взаємодії органічних, мінеральних та мікробіологічних компонентів. До таких основних показників належить і вміст азоту в ґрунті – важливого макроелемента, значення якого можна коротко охарактеризувати таким чином:

- сприяє здоровому розвитку рослин. Наявність азоту поліпшує повноцінний ріст та розвиток рослин, позаяк він потрібний для утворення білків, нуклеїнових кислот та інших речовин;
- підвищує родючість ґрунту. Азот підвищує ріст мікроорганізмів у ґрунті, що призводить до розкладання органічних матеріалів на живильні речовини для рослин;
- покращує структуру ґрунту. Під впливом мікроорганізмів азот перетворюється на різні форми, тим самим забезпечуючи стабільну поживну основу для рослин;
- утримує воду у ґрунті. Наявність азоту сприяє стабілізації структури ґрунту, що поліпшує зберігання вологи.

Особливо велику залежність від наявності азоту проявляють такі рослини, як бобові (квасоля, горох, соя), зернові (кукурудза, пшениця, овес, ячмінь), ягідні (смородина, малина, чорниця), картопля. До ґрунтів із середнім вмістом азоту прийнято відносити ті, у яких його вміст становить 151–200 мг/кг ґрунту [9].

Стан вивчення питання з аналізом основних праць. Агрохімічний стан сучасних ґрунтів здебільшого не є оптимальним. Це стосується зниження вмісту гумусу, відхилення рівня кислотності, несприятливого балансу макро- та мікроелементів. Отже, недостатній обсяг живлення рослин може бути спричинений як погодними чинниками (зокрема, температурою,

опадками), так і ґрунтовими характеристиками (зокрема, дефіцитом важливих елементів). Без належного вирішення цієї проблеми неможливо отримувати сталі високі врожаї сільськогосподарських культур та уникати екологічної дестабілізації землекористування, тому питання обґрунтованого використання земельних ресурсів, заходи з охорони та відтворення їх родючості слід розглядати як проблему національної безпеки держави [2; 7].

Під час вивчення агрохімічних характеристик ґрунту, у тому числі й вмісту азоту, одним із апробованих інструментів є картографічне моделювання. У цьому випадку воно передбачає створення тематичних карт, які відображають розподіл відповідних показників ґрунту на певній території. У разі залучення інших додаткових даних це може стати основою для аналізу просторово-часової варіабельності показників картографування та прийняття оптимальних рішень стосовно подальшого використання сільськогосподарських угідь [5]. Питання тематичного картографування ґрунтового покриву широко відображені у вітчизняних та зарубіжних працях [3; 4; 11; 12]. Серед них звернемо увагу на роботи зі створення карт стану ґрунтів окремих регіонів [8; 10].

Досить актуальним і перспективним завданням для удосконалення методики картографічних досліджень є впровадження сучасних технологій [10].

Метою дослідження є вивчення, аналіз та візуалізація динаміки вмісту азоту в ґрунтах Здолбунівщини Рівненської області з використанням картографічного моделювання. Це дає змогу отримати об'єктивну картину реального стану ґрунтового покриву стосовно вмісту азоту й на цій основі сформулювати пропозиції для її покращення.

Методи та матеріали дослідження. Інформаційною базою для досліджень стали результати останніх 9–11 турів планової агрохімічної паспортизації земель, яка у 2007–2017 рр. проводилася Рівненською філією ДУ «Держґрунтоохорона» [6]. Такі обстеження передбачено виконувати через кожні 5 років, проте у 2022 р. вони не здійснювалися через російсько-українську війну й суттєве зменшення фінансування на такі роботи. Подальша перспектива проведення агрохімічних обстежень стану ґрунтів принаймні на ближчий час залишається під питанням.

Оскільки агрохімічний контроль здійснювався у найбільш типових для даної місцевості локаціях у межах окремих агроформувань, то за стандартною процедурою нами було обчислено середньозважені показники вмісту азоту в ґрунтах на території чинних на той час рад базового рівня.

Отримані відомості було систематизовано, занесено у створену базу даних та використано для побудови авторських карт із застосуванням спеціального програмного забезпечення ArcMap [1]. На тематичних картах за допомогою читабельної кольорової шкали та відповідних підписів показано якісну та кількісну інформацію щодо вмісту азоту в ґрунті. Основним способом зображення обрано картограми. За відсутності потрібної інформації картограми мають білий колір. Тематичні карти побудовано у проєкції Гаусса–Крюгера, обрано систему координат Pulkovo 1942 GK Zone 5, використано лінійний масштаб.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Здолбунівщиною традиційно прийнято називати колишній однойменний адміністративний район, який знаходився на півдні Рівненської області й у своєму складі нараховував 20 сільських, селищну та міську ради. Досліджувана територія розміщена у межах Волинської височини та Поліської низовини, має загальну площу 66,1 тис. га. Згідно з агрокліматичним районуванням ця територія належить до вологої та помірно теплої зони. Відповідно до проведеної у 2020 р. адміністративно-територіальної реформи Здолбунівщина увійшла до складу теперішнього Рівненського району, а наявні до того ради базового рівня об'єдналися у 3 територіальні громади з назвами:

- Здовбицька (колишні Здовбицька, Миротинська, Уїздецька, Урвенська сільські ради);
- Здолбунівська (колишні Здолбунівська міська, Богдашівська, Глинська, Копитківська, Новосілківська, П'ятигірська сільські ради);

– Мізоцька (колишні Мізоцька селищна, Білашівська, Бушанська, Будеразька, Дерманська Перша, Дерманська Друга, Старомощаницька, Новомощаницька, Маломощаницька, Півченська, Спасівська, Ступнівська сільські ради).

Наразі у структурі земельного фонду регіону сільськогосподарські угіддя нараховують 42,7 тис. га (83,4%). У самій же структурі сільськогосподарських угідь ріллі належить 34,1 тис. га (79,9%), пасовищам – 4,3 тис. га (10,1%), сіножатям – 2,8 тис. га (6,6%), багаторічним насадженням – 1,5 тис. га (3,5%).

Характерною ознакою регіону є велика різноманітність ґрунтів, серед яких найбільші площі числяться за світло-сірими опідзоленими слабокам'янистими (16,8%), темно-сірими опідзоленими (13,8%), світло-сірими та сірими опідзоленими середньозмитими (11,7%) та сірими опідзоленими слабозмитими (10,3 %). Різні типи ґрунтів мають неоднакові агрохімічні властивості, які впливають на їх родючість.

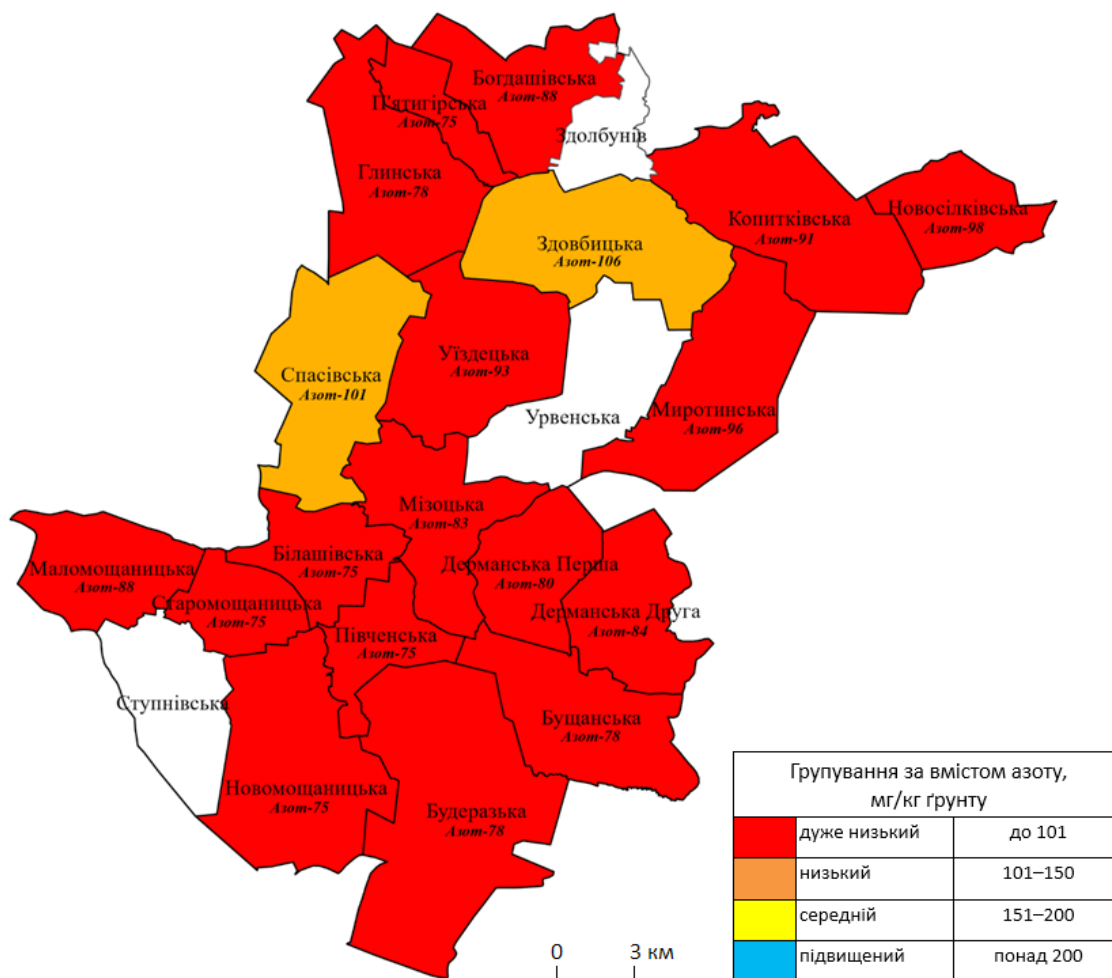


Рис. 1. Середньозважені показники вмісту азоту в ґрунті станом на 2007 р.

Джерело: укладено авторами за даними [6]

У 2007 р. був проведений 9 тур агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь Здолбунівщини. Щодо вмісту азоту було встановлено, що переважну площу серед обстежених займають ґрунти з дуже низьким його вмістом – 18 138,1 га (84,2%), а з низьким 3 407,2 га (15,8%).

Середньозважені показники вмісту азоту в ґрунті у розрізі рад базового рівня (рис. 1) варіюють від 75 мг/кг (Білашівська, Новомощаницька, Півченська, П'ятигірська, Старомощаницька)

до 106 мг/кг ґрунту (Здовбицька). На території Здолбунівської міської, Ступнівської й Урвєнської сільських радах обстеження не виконувалися.

Під час проведення 10 туру агрохімічних обстежень 2012 р. було отримано такі результати: серед обстежених угідь переважну площу займають ґрунти з низьким вмістом азоту – 14 587,7 га (61,0%), меншу з дуже низьким вмістом – 7 237,6 га (30,2 %), ще меншу з середнім – 2 106,5 га (8,8 %).

Середньозважені показники вмісту азоту в розрізі сільських рад (рис. 2) варіюють від 97 мг/кг ґрунту (Дерманська Друга, Копитківська) до 179 мг/кг ґрунту (Новомощаницька). На території Здолбунова агрохімічні обстеження не виконувалися. Помітно, що порівняно з попереднім туром загальна ситуація у регіоні щодо вмісту азоту в ґрунті дещо покращилася.

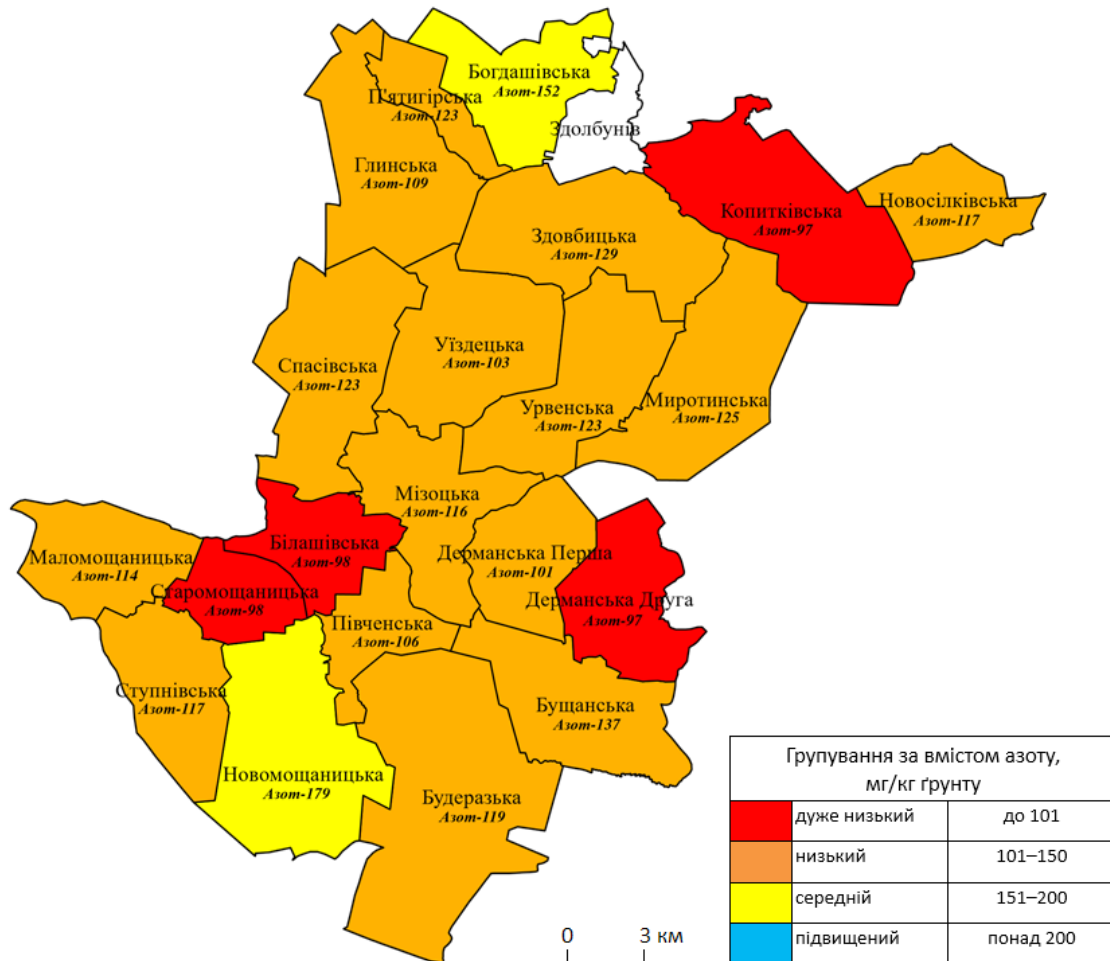


Рис. 2. Середньозважені показники вмісту азоту в ґрунті станом на 2012 р.

Джерело: укладено авторами за даними [6]

11 тур агрохімічного контролю 2017 р. дав змогу отримати такі параметри: переважну частину серед обстежених площ займають ґрунти з низьким вмістом азоту – 5 780,7 га (67,6%), меншу з середнім вмістом – 2 368,8 га (27,7%), значно меншу з дуже низьким – 402,0 га (4,7%).

Середньозважені показники вмісту азоту в розрізі сільських рад (рис. 3) варіюють від 94 мг/кг ґрунту (Будеразька) до 162 мг/кг ґрунту (Богдашівська, Урвєнська). На території Здолбунова, Бушанської, Дерманської Першої, Дерманської Другої, Маломощаницької, Спасівської та Ступнівської сільських рад обстеження не виконувалися. Загальний аналіз вмісту азоту в ґрунті засвідчує збереження позитивної динаміки порівняно з попередніми турами.

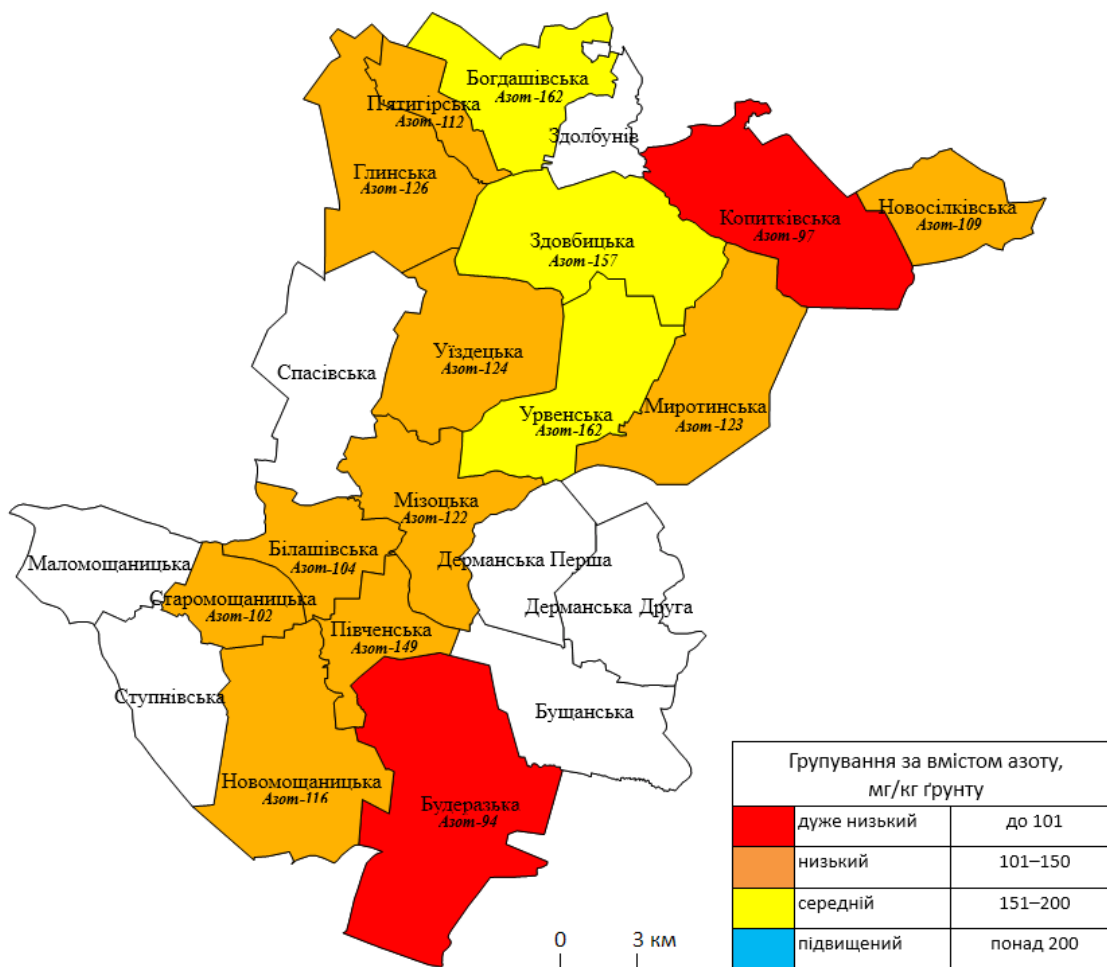


Рис. 3. Середньозважені показники вмісту азоту в ґрунті станом на 2017 р.

Джерело: укладено авторами за даними [6]

Розроблені тематичні карти за допомогою способу картограм дають змогу прослідкувати просторовий розподіл вмісту азоту в ґрунті у розрізі колишніх сільських рад упродовж останніх трьох турів агрохімічної паспортизації. Це дає можливість встановити території з дуже низьким, низьким та середнім вмістом азоту, тим самим ідентифікувавши можливі проблемні чи потенційно родючі землі. На картах зазначені й конкретні кількісні середньозважені значення вмісту азоту в ґрунті, що дає змогу визначити зміни досліджуваного показника в окремих територіальних утвореннях.

Загальну динаміку змін середньозважених показників вмісту азоту в ґрунті на обстеженій території у вигляді діаграм наведено на рис. 4. Протягом зазначеного періоду прослідковується позитивна динаміка вмісту азоту від 89 мг/кг ґрунту (дуже низький вміст) у 2007 р. до 130 мг/кг ґрунту (низький вміст) у 2017 р.

Висновки. На основі результатів 9–11 турів планової агрохімічної паспортизації земель, проведеної Рівненською філією ДУ «Держґрунтоохорона» у 2007–2017 рр., виконано картографічне моделювання вмісту азоту в ґрунті на території Здолбунівщини Рівненської області. Тематичні карти побудовано за допомогою спеціального програмного забезпечення ArcMap, основний спосіб картографічного зображення – картограми.

Під час дослідження встановлено, що у розрізі рад базового рівня середньозважені показники вмісту азоту протягом зазначеного періоду варіюють у межах від 75 мг/кг ґрунту до 179 мг/кг ґрунту, тобто їх кількісні значення відповідають дуже низькому, низькому та середньому рівням. При цьому більша частина досліджуваної території впродовж усіх турів відпо-

відала дуже низькому та низькому рівням вмісту азоту. У цьому плані найбільше занепокоєння викликає стан ґрунтів у Копитківській і Дерманській Другій сільських радах, де він визначений як найгірший.



Рис. 4. Динаміка змін середньозважених показників вмісту азоту в ґрунті

Джерело: укладено авторами за даними [6]

Дуже низький показник вмісту азоту свідчить про серйозні проблеми з хімічним станом ґрунту та його родючістю. Це може бути результатом нехтування чи неправильного використання азотних добрив, ерозії ґрунту, недостатньої кількості органічної речовини або інших неефективних агротехнічних практик. Це ж саме, хоча й меншою мірою, стосується ґрунтів із низьким показником вмісту азоту, тому вони також потребують належної уваги та збереження.

Діаграмні побудови показують загальну позитивну динаміку змін середньозважених показників вмісту азоту на обстеженій території. Це є свідченням покращення методів обробки ґрунту, збільшення використання необхідних добрив та більш продуктивних сортів рослин тощо. Такий підхід має продовжуватися й надалі, бо середньозважений показник вмісту азоту на усій території ще не досяг середнього рівня.

Розроблені тематичні карти та діаграмні побудови при використанні інших додаткових й деталізованих даних є важливою основою для прийняття відповідних управлінських рішень з оптимізації вмісту азоту в ґрунтах на території як новостворених територіальних громад у розрізі колишніх сільських рад, так і окремих агроформувань, полів та ділянок.

Новизна дослідження. Побудовано тематичні карти вмісту азоту в ґрунтах Здолбунівщини за результатами останніх трьох турів агрохімічної паспортизації земель, виконано аналіз його динаміки та наведено рекомендації для покращення ситуації.

Список використаних джерел:

1. Авторизація програмного забезпечення – ArcMap. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/get-started/installation-guide/authorization-wizard.htm> (дата звернення: 12.02.2024).
2. Реалії українського чорнозему: сучасний стан, еволюція, охорона та сталі управління / С.А. Балюк, Л.І. Воротинцева, В.Б. Соловей, В.В. Шимель. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 101 (3). С. 5–13.
3. Ковальчук І.П., Ковальчук А.І. Структура цифрового атласу вартості земель України. *Часопис картографії*. 2019. Вип. 20. С. 5–27.

4. Ковальчук І.П., Рожко О.В. Атласне картографування ґрунтів і земельних ресурсів у зарубіжних країнах. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Географія»*. 2016. Вип. 2. С. 202–213.
5. Мірошніченко М.М., Коваленко С.С. Просторово-часова нерівномірність забезпечення ґрунтів рухомими мікроелементами. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 101 (4). С. 5–14.
6. Наукові звіти Рівненської філії Державної установи «Держґрунтоохорона» за 2007–2017 рр. (неопубл.).
7. Про стан родючості ґрунтів України : національна доповідь / за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, О.Г. Тараріка, В.О. Грекова, А.Д. Балаєва. Київ : Вік принт, 2010. 112 с.
8. Остапчук С.М., Мартинюк П.Ю. Картографічне моделювання основних агрохімічних властивостей ґрунтів Волинської області. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Технічні науки»*. 2016. Вип. 2 (74). С. 231–239.
9. Полупан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б. Розвиток українського ґрунтознавства: генетичні та виробничі основи. Київ : Аграрна наука, 2015. 400 с.
10. Рожко О.В. Науково-методичні засади укладання великомасштабного електронного атласу земельних ресурсів адміністративного району : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2018. 22 с.
11. Mapping of salt-affected soils. Technical specifications and country guidelines. Rome : FAO. 2020. 26 p.
12. Miller B.A., Schaetzl R.J. The historical role of base maps in soil geography. *Geoderma*. 2014. 230–231. P. 329–339.

References:

1. Software Authorization – ArcMap. (2024). Retrieved 12.02.2024 from <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/get-started/installation-guide/authorization-wizard.htm> [In Ukrainian].
2. Baliuk, S. A., Vorotyntseva, L. I., Solovei, V. B., & Shymel, V. V. (2023). Realities of Ukrainian black soil: current state, evolution, protection and sustainable management. *Bulletin of Agricultural Science*, 101(3), 5–13. [In Ukrainian].
3. Kovalchuk, I.P., & Kovalchuk, A.I. (2019). The structure of the digital atlas of the land value of Ukraine. *Journal of cartography*, 20, 5–27. [In Ukrainian].
4. Kovalchuk, I.P., & Rozhko, O.V. (2016). Atlas mapping of soils and land resources in foreign countries. *Scientific notes of Volodymyr Hnatiuk TNPU. Series: Geography*, 2, 202–213. [In Ukrainian].
5. Miroshnychenko, M.M., & Kovalenko, S.S. (2023). Spatial and temporal unevenness of soil supply with mobile microelements. *Bulletin of Agricultural Science*, 101(4), 5–14. [In Ukrainian].
6. Scientific Reports of the Rivne Branch of the State Institution “State Soil Protection” for 2007–2017. (Unpubl.). [In Ukrainian].
7. National report “On the state of soil fertility in Ukraine” (2010) / ed. by S. Balyuk, V. Medvedev, O. Tararik, V. Grekov, & A. Balaev. Kyiv: “Vic Print” LLC, 112. [In Ukrainian].
8. Ostapchuk, S. M., & Martyniuk, P. Yu. (2016). Cartographic modeling of the main agrochemical properties of soils in the Volyn region. *Bulletin of the NUWEE: Series: Technical sciences*, 2(74), 231–239. [In Ukrainian].
9. Polupan, M.I., Velychko, V.A., & Solovei, V.B. (2015). Development of Ukrainian soil science: genetic and production bases. Kyiv: Agrarian Science, 400. [In Ukrainian].
10. Rozhko, O.V. (2018). Scientific and methodological principles of compiling a large-scale electronic atlas of land resources of an administrative district. Abstract of the dissertation. ... candidate geogr. sciences: 11.00.12. Kyiv: KNU named after Taras Shevchenko, 22. [In Ukrainian].
11. Mapping of salt-affected soils. Technical specifications and country guidelines (2020). Rome: FAO, 26.
12. Miller, B.A., & Schaetzl, R.J. (2014). The historical role of base maps in soil geography. *Geoderma*, 230–231, 329–339.

Стаття надійшла до редколегії
20.02.2024 р.