

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-3

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.452:504.064:574.2

**ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ
У СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ****Г. В. Давидюк, Л. І. Шкарівська, І. І. Клименко, Н. І. Довбаш, М. В. Повидало**

Національний науковий центр
«Інститут землеробства
Національної академії аграрних
наук України»
вул. Машинобудівників, 2-б,
сmt Чабани, Фастівський р-н,
Київська обл., 08162

Про авторів:

Ганна ДАВИДЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-3877-2837

Людмила ШКАРІВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4928-3238

Ірина КЛИМЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-9449-7377

Надія ДОВБАШ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4741-2657

Марія ПОВИДАЛО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-8437-6368

Для листування:

Ганна ДАВИДЮК
e-mail: anndavydiuk@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

15 листопада 2023 р.

Погоджено до друку:

4 січня 2024 р.

Установлено, що ґрунтові проби, відібрані в сільських населених пунктах Львівської області, відповідали різним типам ґрунту. На перелогах переважали ґрунти зі слаболужною реакцією ґрунтового середовища (44,4 %), полях і присадибних ділянках – слаболужною (відповідно 45,0 і 46,2 %) та близькою до нейтральної й нейтральною (відповідно 40,0 і 30,8 %). Однак у ряді випадків спостерігали дуже низькі показники обмінної кислотності. На присадибних ділянках за рахунок внесення органічних добрив та компостів уміст органічної речовини в перерахунку на гумус був дещо вищим, ніж на перелогах і полях – 46,2 % проб мали середню та 30,8 % – підвищену забезпеченість. Серед усіх відібраних проб, як на перелогах, так і на полях та присадибних ділянках, відзначено більше ніж 50 % проб з дуже низьким умістом легкогідролізного азоту. Найвищий уміст сполук рухомого фосфору та калію, який досягав відповідно 325,0 і 720,0 мг/кг за Чириковим, 350,0 і 202,5 мг/кг за Кірсановим та 200,0 і 738,0 мг/кг за Мачигінім, відзначено у ґрунтах, відібраних на присадибних ділянках. Також на них спостерігали вищі значення порівняно з перелогами і полями за вмістом рухомих сполук міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію, які у деяких випадках перевищували гранично допустиму концентрацію. Результати моніторингу ґрунту в населених пунктах Львівської області свідчать про значний вплив антропогенного чинника на зміну показників родючості. Для запобігання деградаційним процесам та втраті родючості ґрунтів потрібно: правильно використовувати органічні й мінеральні добрива, пестициди, хімічні меліоранти, побутові відходи; збалансовувати живлення між макро- й мікроелементами; залишати на ділянках післяжнивні рештки; ширше використовувати зайняті пари, проміжні культури, посіви багаторічних трав; дотримуватися сівозмін та підвищувати екологічну свідомість громадян.

Ключові слова: антропогенне навантаження, важкі метали, ґрунт, моніторинг, селітебні території.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Давидюк Г. В., Шкарівська Л. І., Клименко І. І., Довбаш Н. І., Повидало М. В., 2024

Ecological and agrochemical assessment of the condition of soils in rural settlements of the Lviv region

National Scientific Center "Institute of Agriculture of the NAAS of Ukraine"
Mashynobudivnykiv street, 2B, village Chabany, Fastiv district, Kyiv region, 08162

About authors:

Hanna DAVYDIUK
ORCID: 0000-0002-3877-2837

Liudmyla SHKARIVSKA
ORCID: 0000-0002-4928-3238

Iryna KLYMENKO
ORCID: 0000-0001-9449-7377

Nadiia DOVBASH
ORCID: 0000-0002-4741-2657

Mariia POVDALLO
ORCID: 0000-0002-8437-6368

For corresponding:

Hanna DAVYDIUK
e-mail: anndavydiuk@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

November 15, 2023

Accepted:

January 4, 2024

It was established that the soil samples taken in rural settlements of the Lviv region corresponded to different types of soil. In the fallows, soils with a slightly alkaline reaction of the soil environment (44.4 %) prevailed, in the fields and homesteadings – slightly alkaline (respectively 45.0 and 46.2 %) and close to neutral and neutral, respectively 40.0 and 30.8 %. However, in a number of cases, very low indicators of exchange acidity were observed. Due to the application of organic fertilizers and composts, the content of organic matter in terms of humus was slightly higher in homestead plots than in fallows and fields – 46.2 % of samples had average and 30.8 % had high availability. More than 50 % of the samples with a very low content of easily hydrolyzable nitrogen were noted among all the samples taken both on the fallows and on the fields and homesteadings. The highest content of mobile phosphorus and potassium compounds, which reached 325.0 and 720.0 mg/kg by the Chyrykov method, 350.0 and 202.5 mg/kg by the Kirsanov, 200.0 and 738.0 mg/kg by the Machygin, noted in the soils selected on homestead plots. They also had higher levels of mobile compounds of copper, zinc, lead, nickel and cadmium compared to fallows and fields, which in some cases exceeded the maximum permissible concentration. The results of soil monitoring in the settlements of the Lviv region indicate a significant influence of the anthropogenic factor on the change in soil fertility indicators. In order to prevent degradation processes and loss of soil fertility, it is necessary to: correctly use organic and mineral fertilizers, pesticides, chemical meliorants, household waste; to balance nutrition between macro- and microelements; leave post-harvest residues on the plots; more widely use green fallows, intermediate crops, perennial grasses; observe crop rotations and raise the environmental awareness of citizens.

Keywords: anthropogenic load, heavy metals, soil, monitoring, residential areas.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Питання сталого розвитку сільських територій набуває актуального значення в багатьох країнах світу, адже вони є складною системою соціальних, економічних та екологічних чинників [3, 22, 26, 27, 31]. У компромісі між економічним розвитком і екологічною стійкістю не можна ігнорувати вплив людської діяльності на екосистемні послуги, оскільки вони тісно пов'язані з добробутом людини, рівнем життя, а також захистом її здоров'я [29]. Як у світі, так і в Україні, дуже важливими є питання зміни клімату, адже підвищуються ризики для стану екосистем, здоров'я населення, водних, лісових ресурсів, сталого функціонування енергетичної

інфраструктури та агропромислового комплексу. Також погіршуються умови природного вологозабезпечення ґрунтів, поверхневого стоку та інфільтраційного живлення ґрунтових і підземних вод. Потрібним є комплекс заходів, спрямований на адаптацію до зміни клімату та пом'якшення її негативних наслідків [9]. Держава має підтримувати постійне оновлення оцінки фактичних і моделювання майбутніх змін клімату та проводити адаптацію до наслідків для територіальних громад, природних екосистем, секторів економіки [8].

Відповідно до основних положень Стратегії сталого розвитку України до 2030 року важливим є поліпшення

екологічної ситуації в регіонах з високим рівнем антропогенного навантаження [9], що полягає у недотриманні населенням правил ведення господарства в межах сільських територій, призводить до забруднення ґрунту важкими металами, залишками пестицидів та іншими речовинами, погіршення якості природних вод, порушення екологічної рівноваги, зниження продуктивності агроecosystem [4, 7, 17, 24, 25, 28, 30]. Актуальними ці питання є й для Львівської області, де екологічна ситуація залишається напруженою.

Відповідно до плану заходів з реалізації «Стратегії розвитку Львівської області на період 2021–2027 років» поставлено основні стратегічні цілі: «Конкурентоспроможна економіка на засадах смартспеціалізації» та «Чисте довкілля», які спрямовані на вирішення проблем щодо запобігання змінам клімату. Вони включають: енергозбереження та впровадження відновлюваної енергетики, що зменшить викиди парникових газів; мінімізацію підтоплення біля водних об'єктів шляхом берегоукріплення; забезпечення формування екологічної свідомості населення; збереження лісів та створення нових природоохоронних територій [19].

На сучасному етапі підвищується роль об'єднаних територіальних громад у вирішенні питань місцевого розвитку, одним із яких є створення нових форм землегосподарювання, що передбачають забезпечення максимального зменшення забруднення атмосфери, руйнування озонового шару, забруднення середовища, в якому мешкає людина, деградації земель і лісів, втрат біологічного різноманіття, шкідливих відходів, тобто всіх негативних явищ, які сприяють інтенсивній зміні клімату, створенню екологічної кризи і, як наслідок, породжують несприятливі умови демографічної ситуації [5].

Львівська область розташована в трьох зонах: лісовій, лісостеповій, передгірних і гірських районах Карпат та займає площу 21,8 тис. км². Чисельність

населення становить 2501,5 тис. осіб зі щільністю 116,4 осіб на 1 км² і часткою сільського населення 39,2 %. До складу області входить сім районів: Дрогобицький, Золочівський, Львівський, Самбірський, Стрийський, Червоноградський, Яворівський. Коефіцієнт розораності угідь становить 0,69. Галузями спеціалізації сільського господарства є вирощування зернових культур, картоплі, овочів, цукрових буряків, льону. Розвинуте м'ясо-молочне скотарство, свинарство і птахівництво, вирощування ягід та фруктів [11, 14].

Ґрунти Львівської області представлені 20 типами і 60 підтипами, що свідчить про високу строкатість ґрунтового покриву. Серед сільськогосподарських угідь домінують: дерново-підзолисті, буроземні гірсько-лісові, темно-сірі опідзолені, лучні та дернові ґрунти. В області 63 % ґрунтів від загальної площі ріллі мають такі несприятливі властивості, як: низький уміст гумусу, перевищення рівноважної щільності, також поширені ерозійні процеси, кіркоутворення, замулення, підкислення, окарбоначення, озалізнення, спрацювання органогенних ґрунтів, ґрунтовтома та ін. [6, 23]. Сільськогосподарська освоєність території Львівської області – одна з найвищих в Україні (59,3 %) [11]. Обстеження ґрунтів у цьому регіоні показало, що інтенсивний розвиток ерозії залежить від їх властивостей, особливостей схилів, заліснення, погодних та інших умов, серед яких основною є ступінь розораності земель. Одним із проявів нераціонального використання природних ресурсів є інтенсивне розорювання схилів і практично повна відсутність протиерозійних заходів. Посилення процесів ерозії поверхні ґрунтового покриву зумовлене також занепадом лісомеліорації, погіршенням стану полезахисних лісосмуг, нехтуванням основними правилами землекористування. Ерозія ґрунтів відбувається в усіх районах області [20].

Кількість та інтенсивність опадів має значний вплив на розвиток деградаційних

процесів ґрунтів. У середньому на території Львівської області випадає близько 767 мм опадів за рік, але розподіл їх нерівномірний і в місцях з недостатнім природним дренажем призводить до заболочення. Рівнинна частина Львівської області належить до зони достатнього зволоження в межах помірно-континентального клімату, а гірська частина – до зони надмірного зволоження [13].

Висвітлені у 2001 р. В. Огонченко проблеми в антропогенно-природному середовищі Львівщини в наш час не втратили своєї актуальності: транскордонне забруднення довкілля; втрата родючості ґрунтів; антропогенні геологічні процеси; зниження природного рекреаційного потенціалу; зубожіння популяцій диких тварин; накопичення промислових і побутових відходів; післядія потужних у минулому забруднювачів; низька екологічна свідомість громадськості [16]. У сучасних умовах економіка та інфраструктура областей Західного регіону також постраждали від військових дій з боку агресора. Кількість проблем, пов'язаних із глобальними ринковими трансформаціями та наслідками війни, є значною, оскільки регіон почав виконувати функцію транзитного хаба для товарів і послуг, а також для військової техніки, що надходить із-за кордону, і для вітчизняної продукції, яка відправляється на експорт. Також області Західного регіону, зокрема і Львівська, сьогодні мають забезпечувати швидку переорієнтацію різних ланок своєї інфраструктури на обслуговування потреб внутрішньо переміщених осіб та на допомогу релокованому бізнесу [2]. Область потерпає від ракетних обстрілів, що спричиняє значний вплив на навколишнє середовище, насамперед на ґрунтовий покрив. Антропогенне навантаження на стан довкілля Львівщини зростає і супроводжується надмірним забрудненням ґрунтів, повітря, вод, місцевих продуктів харчування та має виразний негативний вплив на здоров'я населення [12, 15]. Ураховуючи, що частка сільських жителів у Львівській області є

значною, це питання є важливим і потребує вирішення.

Для поліпшення екологічної ситуації у сільських населених пунктах важливо проводити моніторинг навколишнього середовища, який є комплексною системою спостережень, оцінки і прогнозу змін його стану під впливом антропогенних чинників. У систему екологічного моніторингу сільських територій входять спостереження за станом елементів біосфери, джерелами і чинниками антропогенної дії [1, 10]. Моніторингу ґрунтів на селітебній території приділяють недостатньо уваги. Тому для екологічно безпечного функціонування сільських населених пунктів Львівської області актуальним є проведення моніторингу та еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів для виявлення негативного антропогенного впливу і запобігання його наслідкам для навколишнього середовища, стабілізації екологічної рівноваги в агроландшафтах.

Метою досліджень було провести еколого-агрохімічну оцінку стану ґрунтів у сільських населених пунктах Львівської області та виявити негативний вплив антропогенного навантаження.

Матеріали і методи. Дослідження було проведено в межах ландшафтів Львівської області з урахуванням як стабілізуючих (перелogi), так і дестабілізуючих компонентів екосистеми (сельбищна територія, поля). Методом маршрутного моніторингу у 2021–2023 рр. проведено обстеження і відібрано проби ґрунту і води на селітебній території населених пунктів у Львівському р-ні (с. Оброшине, с. Рясне-Руське, с. Ставчани, с. Волове), Дрогобицькому р-ні (с. Лішня), Стрийському р-ні (с. Дроговиж), Червоноградському р-ні (с. Павлів), Золочівському р-ні (с. Гаї, с. Глиняни).

Аналіз ґрунту проводили у відділі агроекології і аналітичних досліджень ННЦ «ІЗ НААН» за загальноприйнятими в агрохімії методиками: рН_{сол.} (ДСТУ ISO 10390:2007); гідролітичну кислотність (ДСТУ 7537:2014); суму ввібраних основ (ГОСТ 27821-88); уміст органічної

речовини (гумус) (ДСТУ 4289:2004); азот нітратний (ДСТУ 4725:2007); азот амонійний (ДСТУ 4729:2007); легкогідролізний азот (ДСТУ 7863:2015); рухомий калій та рухомий фосфор за методом Кірсанова (ДСТУ 4405:2005), Чирикова (ДСТУ 4115-2002), Мачигіна (ДСТУ 4114-2002); рухомі сполуки марганцю (ДСТУ 4770.1:2007), рухомі сполуки цинку (ДСТУ 4770.2:2007), рухомі сполуки кадмію (ДСТУ 4770.3:2007), рухомі сполуки заліза (ДСТУ 4770.4:2007), рухомі сполуки міді (ДСТУ 4770.6:2007), рухомі сполуки нікелю (ДСТУ 4770.7:2007), рухомі сполуки свинцю (ДСТУ 4770.9:2007); уміст рухомої сірки (ДСТУ 8347:2015); обмінний кальцій і магній (ДСТУ 7861:2015). Статистичну обробку даних виконували з використанням стандартних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2010.

Результати та обговорення. Зміни фізико-хімічних і агрохімічних показників

грунту, які відбулися за ведення землеробства на полях і присадибних ділянках у сільських населених пунктах Львівської області, порівнювали з даними, отриманими на перелогах, оскільки на них геохімічні процеси найбільше наближені до природних.

Висока строкатість ґрунтів у досліджуваних районах Львівської області обумовлювала значну різноманітність фізико-хімічних і агрохімічних показників. Застосування добрив на полях і присадибних ділянках спричинило зміну реакції ґрунтового розчину порівняно з перелогами, як у напрямі зниження, так і підвищення обмінної кислотності.

За отриманими значеннями фізико-хімічних показників ґрунтових проб проведено їх статистичний аналіз та групування за ступенем вираження (табл. 1, 2).

1. Статистичний аналіз значень фізико-хімічних показників проб ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, шар 0–20 см, 2021–2023 рр.

Статистичні показники	Кислотність		Сума ввібраних основ	Обмінний	
	обмінна, $pH_{\text{сол}}$	гідролітична		кальцій, Ca^{2+}	магній, Mg^{2+}
м-екв/100 г ґрунту					
Перелоги					
\bar{x}	6,2	1,7	39,2	31,0	1,7
$V, \%$	24,4	107,6	108,8	148,8	30,8
min	4,1	0,3	3,8	2,4	1,0
max	7,7	4,9	129,0	146,5	2,6
Поля					
\bar{x}	7,0	1,1	74,5	67,1	2,4
$V, \%$	17,9	171,1	69,2	116,5	29,4
min	3,9	0,2	3,6	2,7	1,1
max	7,8	8,1	178,0	277,1	3,3
Присадибні ділянки					
\bar{x}	6,9	1,0	60,8	74,6	2,7
$V, \%$	16,3	108,8	69,6	108,4	45,5
min	5,0	0,2	5,2	4,3	1,1
max	7,9	3,4	157,0	258,9	5,7

Примітка: \bar{x} – середнє арифметичне, V – коефіцієнт варіації, min – мінімальне значення, max – максимальне значення.

2. Розподіл проб ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, за ступенем вираження фізико-хімічних показників, шар 0–20 см, 2021–2023рр.

Ступінь вираження показника	Розподіл за місцем відбору ґрунту, %		
	перелоги	поля	присадибні ділянки
Обмінна кислотність, $pH_{\text{сол}}$.			
Дуже сильноокислі	–	5,0	–
Сильноокислі	11,1	10,0	–
Середньоокислі	22,2	–	7,7
Слабоокислі	11,1	–	15,4
Близькі до нейтральних	11,1	25	23,1
Нейтральні	–	15,0	7,7
Слаболужні	44,4	45,0	46,2
Гідролітична кислотність, м-екв/100 г ґрунту			
Дуже сильноокислі	–	5,0	–
Кислі	22,2	–	–
Середньоокислі	–	10,0	7,7
Слабоокислі	22,2	5,0	15,4
Нейтральні	55,6	80,0	76,9
Сума ввібраних основ, м-екв/100 г ґрунту			
Дуже низька	22,2	5,0	–
Низька	11,1	5,0	15,4
Середня	22,2	5,0	7,7
Підвищена	–	5,0	–
Висока	–	5,0	7,7
Дуже висока	44,4	75,0	69,2
Обмінний кальцій, Ca^{2+} , м-екв/100 г ґрунту			
Дуже низький	11,1	–	–
Низький	11,1	5,0	7,7
Середній	33,3	15,0	23,1
Підвищений	–	10,0	7,7
Високий	–	5,0	–
Дуже високий	44,4	65,0	61,5
Обмінний магній, Mg^{2+} , м-екв/100 г ґрунту			
Низький	11,1	–	–
Середній	77,8	30,0	23,1
Підвищений	11,1	45,0	46,2
Високий	–	25,0	23,1
Дуже високий	–	–	7,7
Ca^{2+} / Mg^{2+}			
Ґрунти без дефіциту магнію	55,6	20,0	30,8
Ґрунти з дефіцитом магнію	44,4	80,0	69,2

Результати досліджень свідчать, що за показниками обмінної кислотності без урахування місця відбору $pH_{\text{сол}}$ змінювалося від 3,9 до 7,9. На перелогах переважали ґрунти зі слаболужною реакцією ґрунтового середовища (44,4%), полях і присадибних ділянках –

слаболужною (відповідно 45,0 і 46,2%) та близькою до нейтральної й нейтральною (відповідно 40,0 і 30,8 %). Однак у ряді випадків спостерігали дуже низькі показники обмінної кислотності. На перелогах траплялися й сильно-, середньо-, слабоокислі та близькі до нейтральних

грунти. На полях відзначено 15 % ґрунтів із дуже сильнокислою і сильнокислою реакцією ґрунтового розчину, що може бути пов'язано з внесенням фізіологічно кислих добрив. На присадибних ділянках рівень кислотності був нижчий і знаходився в межах від середньокислих до слаболужних, що може бути пов'язано з внесенням попелу та курячого посліду. Показники гідролітичної кислотності змінювалися від дуже сильнокислої (8,1 м-екв/100 г ґрунту) до нейтральної (0,23 м-екв/100 г ґрунту) за досить значного варіювання ($V > 100,0$ %). Розподіл проб ґрунту за ступенем вираження показника вказує на перевагу ґрунтів з нейтральною реакцією ґрунтового розчину в усіх місцях відбору: на перелогах 80,0 %, полях – 55,6 % і на присадибних ділянках – 76,9 %, проте траплялися і кислі та слабокислі ґрунти. За сумою вбирних основ спостерігали зміну показників від 3,63 до 178,0 м-екв/100 г ґрунту за значного варіювання ($V = 69,2-108,8$ %). Забезпеченість ґрунтів агроландшафтів Львівської області сполуками обмінного кальцію та магнію варіювала залежно від району і коливалася відповідно від дуже низької до дуже високої та від низької до дуже високої. Вміст сполук рухомого кальцію в пробах коливався від 2,4 до 277,1 м-екв/100 г ($V = 108,4-148,8$ %). Однак відзначено перевагу ґрунтів з дуже високим вмістом сполук обмінного кальцію на перелогах, полях та присадибних ділянках – відповідно 44,4 %, 65,0 і 61,5 %.

Уміст сполук рухомого магнію був у межах від 1,0 до 5,7 м-екв/100 г за значного варіювання: на перелогах – 30,8 %, полях – 29,4 і на присадибних ділянках – 45,5 %. На відміну від згаданого показника, розподіл ґрунтів за ступенем вираження вмісту рухомого магнію не був однорідним. Так, на перелогах відзначали переважання ґрунтів із середнім рівнем забезпечення магнієм (77,8 % від кількості відібраних проб), а на полях і присадибних ділянках – з підвищеним вмістом (відповідно 45,0 і 46,2 %).

За визначення рівня забезпеченості ґрунтів обмінними формами кальцію та магнію слід враховувати не лише їх вміст, а й співвідношення, яке є важливим для оптимального росту рослин. Еквівалентне співвідношення Ca^{2+}/Mg^{2+} у досліджуваних ґрунтових пробах дуже різнилося залежно від населеного пункту і коливалося в межах від 1,5 до 89,4. Достатнє забезпечення ґрунтів магнієм спостерігається за еквівалентного співвідношення близько 6,0. За результатами наших досліджень, на перелогах виявлено переважання ґрунтів без дефіциту магнію (55,6 %), на полях – значне переважання ґрунтів із дефіцитом магнію (80 %), на присадибних ділянках їх кількість була дещо меншою – 69,2 % мали нестачу цього елемента.

За даними агрохімічного аналізу ґрунтових проб також проведено статистичний аналіз та групування за ступенем їх вираження (табл. 3, 4).

3. Статистичний аналіз значень агрохімічних показників проб ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, шар 0–20 см, 2021–2023 рр.

Статистичні показники	ґумус	Азот				Рухомі		
		легкогід-ролізний	нітратний ($N-NO_3$)	амонійний ($N-NH_4$)	мінеральний (N)	фосфор (P_2O_5)*	калій (K_2O)*	сірка (SO_4)
	%	мг/кг						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перелоги								
\bar{x}	3,1	89,1	3,5	6,1	9,6	31,4	97,5	1,7
$V, \%$	61,9	62,7	87,4	72,1	39,3	57,1	30,3	121,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>min</i>	0,8	23,8	0,0	1,0	5,5	16,6	72,0	0,0
<i>max</i>	5,9	204,4	7,8	15,0	16,7	57,0	126,0	5,9
Поля								
\bar{x}	2,4	93,8	8,1	7,7	15,6	75,2	258,8	4,7
<i>V, %</i>	45,0	36,3	72,1	75,3	50,8	73,6	72,1	119,7
<i>min</i>	0,8	42,0	1,8	0,4	3,7	12,0	102,0	0,0
<i>max</i>	4,6	176,4	22,4	19,6	27,2	200,0	876,0	20,5
Присадибні ділянки								
\bar{x}	2,5	94,2	6,5	4,2	10,7	110,0	477,0	3,4
<i>V, %</i>	30,9	20,7	86,8	52,3	56,7	41,1	39,1	71,8
<i>min</i>	0,8	70,0	1,7	1,0	6,8	62,0	198,0	0,0
<i>max</i>	4,0	141,4	23,4	8,4	27,6	200,0	738,0	7,8

Примітка. 1. * Визначення сполук рухомого фосфору і калію наведено за методом Мачигіна. 2. \bar{x} – середнє арифметичне, *V* – коефіцієнт варіації, *min* – мінімальне значення, *max* – максимальне значення.

4. Розподіл проб ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, за ступенем вираження агрохімічних показників, шар 0–20 см, 2021–2023 рр.

Ступінь вираження показника	Розподіл за місцем відбору ґрунту, %		
	перелоги	поля	присадибні ділянки
1	2	3	4
Уміст гумусу, %			
Дуже низький	22,2	5,0	7,7
Низький	11,1	40,0	15,4
Середній	33,3	35,0	46,2
Підвищений	–	5,0	30,8
Високий	11,1	15,0	–
Дуже високий	22,2	–	–
Легкогідролізний азот, мг/кг			
Дуже низький	55,6	65,0	69,2
Низький	33,3	25,0	30,8
Середній	–	10,0	–
Підвищений	11,1	–	–
Нітратний азот (<i>N-NO₃</i>), мг/кг			
Дуже низький	66,7	50,0	69,2
Низький	33,3	10,0	23,1
Середній	–	15,0	–
Підвищений	–	15,0	7,7
Високий	–	10,0	–
Амонійний азот (<i>N-NH₄</i>), мг/кг			
Дуже низький	66,7	35,0	69,2
Низький	33,3	25,0	23,1
Середній	–	10,0	7,7
Підвищений	–	15,0	–
Високий	–	15,0	–
Мінеральний азот (<i>N</i>), мг/кг			
Дуже низький	33,3	35,0	76,9
Низький	55,6	10,0	7,7
Середній	11,1	20,0	7,7

1	2	3	4
Підвищений	–	35,0	7,7
Уміст рухомої сірки (SO_4), мг/кг			
Низький	100	70,0	92,3
Середній	–	15,0	7,7
Високий	–	15,0	–
Рухомий фосфор (P_2O_5)*			
Низький	11,1	10,0	–
Середній	55,6	5,0	15,4
Підвищений	11,1	25,0	15,4
Високий	11,1	10,0	–
Дуже високий	11,1	50,0	69,2
Рухомий калій (K_2O)*			
Низький	33,3	5,0	15,4
Середній	33,3	40,0	15,4
Підвищений	22,2	35,0	7,7
Високий	–	10,0	7,7
Дуже високий	11,1	10,0	53,8

Примітка. * Визначення сполук рухомого фосфору і калію проводили за методом Кірсанова, Чирикова, Мачигіна відповідно до типу ґрунту.

Результати досліджень свідчать, що вміст гумусу залежав від типу ґрунту і змінювався від дуже низького (0,85 %) до дуже високого (5,91 %). Спостерігали значну варіабельність значень показника у пробах ґрунту, відібраних на перелогах, полях та присадибних ділянках, коефіцієнт варіації відповідно становив 61,9 %, 45,0 і 30,9 %. На перелогах кількість проб з дуже низьким і низьким умістом гумусу була такою ж, як і з високим та дуже високим умістом – 33,3 %. На полях уміст гумусу у 40,5 % проб був на низькому і у 35,0 % – на середньому рівні забезпеченості. На присадибних ділянках за рахунок внесення органічних добрив та компостів уміст органічної речовини у перерахунку на гумус був дещо вищим – 46,2 % проб мали середню та 30,8 % – підвищену забезпеченість.

Значення показника вмісту рухомого фосфору, визначеного за методом Мачигіна, знаходилися в діапазоні від 12,0 до 200,0 мг/кг ґрунту зі значним варіюванням за місцем відбору: на перелогах – 57,1 %, на полях – 73,6 % і на присадибних ділянках – 41,1 %. Отримані значення вмісту рухомого калію теж вказують на неоднорідність забезпечення

ґрунтів цим елементом живлення. Величина показника змінювалася в межах від 72,0 до 876,0 мг/кг ґрунту за коефіцієнта варіації на перелогах 30,3 %, полях – 72,1 % та 39,1 % – на присадибних ділянках. Найвищий уміст сполук рухомого фосфору та калію, який досягав відповідно 325,0 і 720,0 мг/кг за Чириковим, 350,0 і 202,5 мг/кг за Кірсановим та 200,0 і 738,0 мг/кг за Мачигіним, відзначено у ґрунтах, відібраних на присадибних ділянках. Також на одному з полів у с. Гаї Золочівського р-ну вміст сполук рухомого калію за Мачигіним становив 876,0 мг/кг. Унаслідок такого високого забезпечення ґрунту поживними елементами може відбуватися акумулювання мінеральних сполук та призводити до активної їх міграції до суміжних середовищ (відкритих водойм і підґрунтових вод). За вмістом рухомої сірки спостерігали значне варіювання від 0,1 до 20,5 мг/кг ґрунту. Коефіцієнт варіації на перелогах становив 121,6 %, на полях – 119,7 і присадибних ділянках – 71,8 %. За вмістом різних форм азоту також відзначено широкий діапазон варіювання отриманих показників. Уміст легкогідролізного азоту був у межах від 23,8 до 204,4 мг/кг ґрунту за коефіцієнта

варіації: 62,7 % для проб, відібраних на перелогах, 36,3 – на полях і 20,7 % – на присадибних ділянках. Щодо нітратного азоту простежували динаміку вмісту від 0,1 до 23,4 мг/кг ґрунту, а амонійного – в межах від 0,4 до 19,6 мг/кг ґрунту. Уміст мінерального азоту коливався від 3,7 до 27,6 мг/кг ґрунту. Коефіцієнт варіації для проб ґрунту, відібраних на перелогах, становив 39,3 %, на полях – 50,8 і на присадибних ділянках – 56,7 %.

Розподіл агрохімічних показників за ступенем їх вираження відображає зміни щодо рівнів забезпеченості ґрунтів відповідно до місця відбору. У пробах, відібраних на перелогах, відзначено переважання середньогумусних, з низьким умістом форм рухомої сірки (100 %), середнім рівнем забезпеченості рухомими формами фосфору та низьким і середнім – калію. Зазначимо, що серед проб ґрунту, відібраних на перелогах, на відміну від тих, що відібрані на полях і присадибних ділянках, траплялися ще й проби з дуже високим вмістом гумусу. Серед усіх

відібраних проб як на перелогах, так і на полях й присадибних ділянках, відзначено більше ніж 50 % проб з дуже низьким умістом легкогідролізного азоту. За вмістом мінерального азоту спостерігали перевагу проб з дуже низьким і низьким (33,3 і 55,6 %) на перелогах; дуже низьким (35 %) і підвищеним (35 %) забезпеченням на полях; дуже низьким (76,9 %) – на присадибних ділянках. Розподіл проб ґрунтів за ступенем забезпечення рухомою формою сірки дає змогу виявити, що для перелогів характерний низький уміст (у 100 % проб), переважно низький на присадибних ділянках (92,3 %), на полях – низький (70,0 %) і дуже високий (15,0 %).

Тривале різноінтенсивне антропогенне навантаження в межах території агроландшафтів досліджуваних районів Львівської області спричинило різний ступінь акумулювання мікроелементів і важких металів у верхньому (0–20 см) шарі ґрунту і характеризувалося значною варіабельністю (табл. 5, 6).

5. Статистичний аналіз значень умісту мікроелементів і важких металів у пробах ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, шар 0–20 см, 2021–2023 рр., мг/кг

Статистичні показники	Мідь (Cu)	Цинк (Zn)	Свинець (Pb)	Нікель (Ni)	Кадмій (Cd)	Марганець (Mn)	Залізо (Fe)
	рухомі форми (вилучення ацетатно-амонійним буферним розчином рН 4,8), мг/кг						
1	2	3	4	5	6	7	8
Перелоги							
\bar{x}	0,4	2,0	2,5	1,3	0,3	22,1	49,9
V, %	33,2	50,0	64,1	44,6	48,0	41,6	99,8
min	0,2	0,8	0,8	0,5	0,1	11,3	2,6
max	0,7	3,6	6,3	2,6	0,5	41,1	149,6
Поля							
\bar{x}	0,5	3,3	4,2	1,8	0,4	37,4	23,7
V, %	58,8	98,6	69,1	62,9	60,2	100,6	157,1
min	0,2	0,9	1,0	0,6	0,2	9,4	1,2
max	1,4	12,5	11,4	4,9	1,0	145,1	120,2
Присадибні ділянки							
\bar{x}	0,8	10,3	4,8	1,9	0,5	52,6	38,1
V, %	78,3	133,9	64,1	64,0	57,4	71,6	182,4
min	0,2	0,5	0,9	0,7	0,2	10,1	2,1
max	2,2	53,6	10,1	4,3	1,0	119,0	222,5

1	2	3	4	5	6	7	8
ГДК [18]	3,0	23,0	6,0	4,0	0,7	–	–

Примітка: \bar{x} – середнє арифметичне, V – коефіцієнт варіації, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, ГДК – гранично допустима концентрація.

6. Розподіл проб ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської області, за рівнем забруднення важкими металами та елементами-забруднювачами, шар 0–20 см, 2021–2023 рр., мг/кг

Рівні забруднення	Розподіл за місцем відбору ґрунту, %		
	перелоги	поля	присадибні ділянки
1	2	3	4
Мідь, <i>Cu</i>			
Фон	100,0	90,0	61,5
Слабкий	–	10,0	30,8
Помірний	–	–	7,7
Середній	–	–	–
Підвищений	–	–	–
Високий	–	–	–
Дуже високий	–	–	–
Цинк, <i>Zn</i>			
Фон	100,0	80,0	38,5
Слабкий	–	10,0	23,1
Помірний	–	10,0	30,8
Середній	–	–	–
Підвищений	–	–	–
Високий	–	–	–
Дуже високий	–	–	7,7
Свинець, <i>Pb</i>			
Фон	–	–	–
Слабкий	22,2	15,0	15,4
Помірний	33,3	15,0	15,4
Середній	22,2	15,0	7,7
Підвищений	11,1	10,0	–
Високий	–	15,0	23,1
Дуже високий	11,1	30,0	38,5
Нікель, <i>Ni</i>			
Фон	88,9	80,0	61,5
Слабкий	11,1	10,0	23,1
Помірний	–	10,0	15,4
Середній	–	–	–
Підвищений	–	–	–
Високий	–	–	–
Дуже високий	–	–	–
Кадмій, <i>Cd</i>			
Фон	–	–	–
Слабкий	22,2	10,0	–
Помірний	66,7	70,0	61,5
Середній	11,1	20,0	30,8

1	2	3	4
Підвищений	–	–	7,7
Високий	–	–	–
Дуже високий	–	–	–
Марганець, <i>Mn</i>			
Фон	100,0	85,0	61,5
Слабкий	–	5,0	23,1
Помірний	–	10,0	15,4
Середній	–	–	–
Підвищений	–	–	–
Високий	–	–	–
Дуже високий	–	–	–

У пробах ґрунту всіх досліджуваних населених пунктів відзначено від підвищеного до дуже високого вміст міді з розподілом значень у межах від 0,2 до 2,2 мг/кг, що не перевищував гранично допустиму концентрацію (ГДК), – 3,0 мг/кг. Коефіцієнт варіації мав високий ступінь варіювання і становив: для проб з перелогів 33,2 %, полів – 58,8, присадибних ділянок – 78,3 %. Зауважимо, що вміст міді в усіх пробах ґрунту знаходився в межах фону України, зокрема у 100 % проб, відібраних на перелогах. Проте на полях було виявлено незначну кількість проб зі слабким рівнем забруднення, а на присадибних ділянках – зі слабким і помірним. Уміст цинку в пробах ґрунту варіював від дуже низького і низького (с. Оброшине та с. Волове) до високого і дуже високого в інших населених пунктах області та був у межах від 0,5 до 53,6 мг/кг. Максимальне значення за вмістом цинку спостерігали у пробах ґрунту, відібраних на присадибних ділянках. Коефіцієнт варіації для проб з перелогів становив 50,0 %, полів – 98,6, присадибних ділянок – 133,9 %. Уміст цинку в пробах ґрунту знаходився переважно в межах фону України, зокрема на перелогах 100 %, на полях виявлено незначну кількість проб зі слабким і помірним рівнем забруднення, а на присадибних ділянках, окрім проб зі слабким і помірним рівнем забруднення, траплялися ще й із дуже високим. Слід акцентувати увагу, що у пробах ґрунту, відібраних на присадибних ділянках,

спостерігали перевищення ГДК (23,0 мг/кг) за вмістом цинку.

У багатьох пробах ґрунту відібраних для досліджень агроландшафтів, як на перелогах, так і на полях і присадибних ділянках, уміст свинцю перевищував ГДК (6,0 мг/кг) і становив від 0,8 до 11,4 мг/кг. Коефіцієнт варіації (до 70 %) вказує на значне варіювання показників. Рівень забруднення свинцем за фоном України був від слабого до дуже високого, зокрема помірним – у пробах ґрунту, відібраного з перелогів, і дуже високим – з полів і присадибних ділянок. Установлено, що вміст нікелю у пробах ґрунту, відібраних на полях і присадибних ділянках, перевищував значення ГДК (4,0). Спостерігали значне варіювання показника (від 0,5 до 4,9 мг/кг), що підтверджує коефіцієнт варіації: 44,6 % для проб ґрунту з перелогів, 62,9 – з полів і 64,0 % – з присадибних ділянок. Уміст нікелю в відібраних пробах ґрунту знаходився переважно в межах фону України. На перелогах виявлено незначну кількість проб зі слабким рівнем забруднення нікелем, а на полях і присадибних ділянках, окрім проб зі слабким, виявлено проби ґрунту ще й із помірним рівнем забруднення нікелем. Траплялися проби з полів і присадибних ділянок, забруднені кадмієм (ГДК 0,7 мг/кг ґрунту). Його вміст варіював від 0,1 до 1,0 мг/кг ($V = 61,0$ %). За оцінки вмісту кадмію виявлено проби, які перевищували межі фону України. Так, у пробах ґрунту, відібраних на перелогах, полях і присадибних ділянках, було

помірне забруднення. На присадибних ділянках виявлено проби ґрунту з підвищеним умістом кадмію. Відзначено строкатість проб ґрунту за вмістом марганцю, значення якого коливалося від 9,4 до 145,1 мг/кг, хоча показники в основному знаходилися в межах фону (проби з перелогу 100 %). Деякі проби ґрунту з полів і присадибних ділянок мали слабкий і помірний рівень забруднення цим елементом. Коефіцієнт варіації підтверджує значне варіювання отриманих значень і становить: для проб з перелогів – 41,6 %, полів – 100,6, присадибних ділянок – 71,6 %. Уміст заліза у ґрунті не нормується. Однак спостерігали значне варіювання цього показника в межах від 1,2 до 222,5 мг/кг ґрунту, що підтверджують значення коефіцієнта варіації: для проб, відібраних на перелогах, – 99,8 %, на полях – 157,1 і на присадибних ділянках – 182,4 %. У цілому на присадибних ділянках спостерігали вищі значення, ніж на перелогах і полях за вмістом рухомих сполук міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію, які у деяких випадках перевищували ГДК. Це зумовлено як природними чинниками – особливостями ґрунтоутворних порід, так і антропогенними – порушенням санітарних правил забудови території, внесенням високих доз мінеральних і органічних добрив, недотриманням технологій зберігання гною, утриманням свійських тварин і птиці та утилізацією тваринницьких і побутових відходів. Акумуляція значних кількостей мінеральних сполук і політантів може призводити до активної їх міграції до суміжних середовищ (відкритих водойм і підґрунтових вод) і спричиняти їх забруднення.

Слід звернути увагу, що у Львівській області серед усіх населених пунктів, які досліджували, найвищий рівень забруднення важкими металами, зокрема свинцем, спостерігали у с. Павлів Червоноградського р-ну: на перелогах – 6,3 мг/кг, полях – до 11,4 мг/кг, присадибних ділянках – до 10,1 мг/кг.

Також у цьому селі на полях і присадибних ділянках відзначено забруднення ґрунту нікелем відповідно до 4,9 і 4,3 мг/кг (ГДК 4,0 мг/кг) та кадмієм – відповідно до 0,99 і 1,03 мг/кг (ГДК 0,7 мг/кг).

Отже, результати моніторингу ґрунту в населених пунктах Львівської області свідчать про значний вплив антропогенного чинника на зміну показників родючості. Для запобігання деградаційним процесам та втраті родючості ґрунтів потрібно: правильно використовувати органічні й мінеральні добрива, пестициди, хімічні меліоранти, побутові відходи; збалансовувати живлення між макро- й мікроелементами; залишати на ділянках післяжнивні рештки; ширше використовувати зайняті пари, проміжні культури, посіви багаторічних трав; дотримуватися сівозмін та підвищувати екологічну свідомість громадян.

Висновки. Установлено, що ґрунтові проби, відібрані у сільських населених пунктах Львівської області, відповідали різним типам ґрунту. На перелогах переважали ґрунти зі слаболужною реакцією ґрунтового середовища (44,4 %), полях і присадибних ділянках – слаболужною (відповідно 45,0 і 46,2 %) та близькою до нейтральної й нейтральною (відповідно 40,0 і 30,8 %). Однак на полях відзначено 15,0 % ґрунтів із дуже сильнокислою і сильнокислою реакцією ґрунтового розчину. На присадибних ділянках рівень кислотності був нижчий і знаходився в межах від середньоокислих до слаболужних. Забезпеченість ґрунтів обмінним кальцієм та магнієм варіювала від низької до дуже високої та від низької до підвищеної. За співвідношенням Ca^{2+}/Mg^{2+} на перелогах спостерігали переважання ґрунтів без дефіциту магнію – 55,6 %, на полях і присадибних ділянках виявлено значне переважання ґрунтів із дефіцитом магнію, що становило відповідно 80,0 і 69,2 %.

На присадибних ділянках уміст органічної речовини в перерахунку на гумус був дещо вищим, ніж на перелогах і

полях – 46,2 % проб мали середню та 30,8 % – підвищену забезпеченість. Серед усіх відібраних проб як на перелогах, так і на полях та присадибних ділянках, відзначено більше ніж 50 % проб з дуже низьким вмістом легкогідролізного азоту. Найвищий уміст сполук рухомого фосфору та калію, який досягав відповідно 325,0 і 720,0 мг/кг за Чириковим, 350,0 і

202,5 мг/кг за Кірсановим та 200,0 і 738,0 мг/кг за Мачигіним, відзначено у ґрунтах, відібраних на присадибних ділянках. Також на них спостерігали вищі значення порівняно з перелогами і полями за вмістом рухомих сполук міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію, які у деяких випадках перевищували ГДК.

Список використаної літератури

1. Білявський Г. О., Верестун Н. О. Агроекологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 8 (48). С. 93–99.
2. Борщевський В. В., Засадко В. В., Василиця О. Б. Західний регіон України в умовах сучасних викликів глобалізації: стратегічне планування розвитку в контексті наближення до ЄС. *Регіональна економіка*. 2022. № 2. С. 25–34. DOI: 10.36818/1562-0905-2022-2-3.
3. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О. Екологічна оцінка стану сільських населених пунктів Житомирської області. *Екологічні науки*. 2020. № 6 (33). С. 96–102. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.14.
4. Вплив антропогенного навантаження на екологічний стан сільських населених пунктів Рівненської та Тернопільської областей / Г. В. Давидюк та ін. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Вип. 2. С. 50–62. DOI: 10.54651/agri.2023.02.06.
5. Гуцуляк Г. Д., Земчуляк Ю. Г. Система збалансованого землеволодіння і природокористування в об'єднаних територіальних громадах та принципи її формування. *Збалансоване природокористування*. 2023. Вип. 1. С. 12–17. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2023.278533.
6. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 424 с.
7. Еколого-агрохімічна оцінка стану агроландшафтів Івано-Франківської області / Г. В. Давидюк та ін. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 81–90. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2022.255188.
8. Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії. 2020. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html> (дата звернення: 12.10.2023).
9. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналіт. доповідь / С. П. Іванюта та ін. ; за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с.
10. Іртішчева І. О., Стройко Т. В., Стегней М. І. Моніторинг екологічно сталого розвитку сільських територій в умовах глобальних викликів. *Економіка природокористування і охорони довкілля* : зб. наук.

References

1. Biliavskiy H. O., Verestun N. O. Agro-ecological monitoring is the basis for ensuring the balanced development of the agro-sphere of Vinnytsia. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2011. No 8 (48). P. 93–99.
2. Borshchevskiy V. V., Zasadko V. V., Vasylytsia O. B. Western region of Ukraine in the conditions of modern challenges of globalization: strategic development planning in the context of rapprochement to the EU. *Rehionalna ekonomika*. 2022. No 2. P. 25–34. DOI: 10.36818/1562-0905-2022-2-3.
3. Valerko R. A., Herasymchuk L. O. Ecological assessment of the condition of rural settlements of Zhytomyr region. *Ekolohichni nauky*. 2020. No 6 (33). P. 96–102. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.14.
4. The impact of anthropogenic load on the ecological state of rural settlements in the Rivne and Ternopil regions / H. V. Davydiuk et al. *Zemlerobstvo ta roslynnystvo: teoriia i praktyka*. 2023. Issue 2. P. 50–62. DOI: 10.54651/agri.2023.02.06.
5. Hutsuliak H. D., Hutsuliak Yu. H. The system of balanced land ownership and nature use in united territorial communities and the principles of its formation. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2023. Issue 1. P. 12–17. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2023.278533.
6. Soils of the Lviv region : a collective monograph / za red. S. P. Pozniaka. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2019. 424 p.
7. Ecological and agrochemical assessment of the state of agrolandscapes of the Ivano-Frankivsk region / H. V. Davydiuk et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2022. No 1. P. 81–90. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2022.255188.
8. Climate change in Ukraine and the world: causes, consequences and solutions for countermeasures. 2020. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html> (last accessed: 12.10.2023).
9. Climate Change: Consequences and Adaptation Measures : analyt. report / S. P. Ivaniuta et al. ; za red. S. P. Ivaniuty. Kyiv : NISD, 2020. 110 p.
10. Irtyshcheva I. O., Stroiko T. V., Stehnei M. I. Monitoring of ecologically sustainable development of rural areas in conditions of global challenges. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i okhorony dovkillia* : zb. nauk. pr. Kyiv : Derzhavna ustanova «Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannia ta staloho

пр. Київ : Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2014. С. 109–111.

11. Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку : у 8 т. / за ред. В. С. Кравціва. Львів, 2013. Т. 1: *Екологічна безпека та природноресурсний потенціал*. 336 с.

12. Лотоцька О. В., Кондратюк В. А., Кучер С. В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров'я в Західному регіоні України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2019. № 1 (79). С. 12–18. DOI: 10.11603/1681-2786.2019.1.10278.

13. Львівська область: природні умови та ресурси : монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

14. Львівська область. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівська область](https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівська_область) (дата звернення: 02.10.2023).

15. Нечай О. Стан довкілля і здоров'я населення сільських районів Львівщини. *Екологічний збірник. Дослідження біотичного й ландшафтнього розмаїття та його збереження : Праці Наукового товариства імені Шевченка*. 2008. Т. XXIII. С. 336–347.

16. Огонюченко В. Вісім екологічних проблем Львівщини. *Екологічний збірник. Екологічні проблеми природокористування та біорозмаїття Львівщини : Праці Наукового товариства імені Шевченка*. 2001. Т. VII. С. 31–42.

17. Палапа Н. В., Устименко О. В., Сігалова І. О. Екологічна оцінка сільських селітебних територій. *Агроєкологічний журнал*. 2017. № 2. С. 89–95.

18. Постанова КМУ № 1325 від 15.12.2021 р. «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 18.10.2023).

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Lvivska-ODA-2021.pdf> (дата звернення: 18.10.2023).

20. Снітинський В. В., Хірівський П. Р., Гнатів І. Р. Особливості формування поверхневого стоку гірських річок за вирубки лісів та розорювання схилів територій. *Екологічні науки*. 2020. № 3 (30). С. 73–77. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.12.

21. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. URL: <https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2015/02/Strategiya-stalogo-rozvytku-Ukrayiny-do-2030-roku.pdf> (дата звернення: 12.10.2023).

rozvytku Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy», 2014. P. 109–111.

11. The Carpathian region: current problems and development prospects : 8 vol. / za red. V. S. Kravtsiva. Lviv, 2013. Vol. 1: *Ecological safety and natural resource potential*. 336 p.

12. Lototska O. V., Kondratiuk V. A., Kucher S. V. The quality of drinking water as one of the determinants of public health in the western region of Ukraine. *Visnyk sotsialnoi hihiieny ta orhanizatsii okhorony zdorovia Ukrainy*. 2019. No 1 (79). P. 12–18. DOI: 10.11603/1681-2786.2019.1.10278.

13. Lviv region: natural conditions and resources : monograph / za zah. red. M. M. Nazaruka. Lviv : Vydavnytstvo Staroho Leva, 2018. 592 p.

14. Lviv region. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Lvivska oblast](https://uk.wikipedia.org/wiki/Lvivska_oblast) (last accessed: 02.10.2023).

15. Nechai O. State of environment and population health of Lviv rural region. *Ekolohichniy zbirnyk. Doslidzhennia biotychnoho i landshaftnoho rozmaittia ta yoho zberezhenia : Pratsi Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka*. 2008. Vol. XXIII. P.336–347.

16. Ohonochenko V. Eight ecological problems of Lviv region. *Ekolohichniy zbirnyk. Ekolohichni problemy pryrodokorystuvannia ta biorozmaittia Lvivshchyny : Pratsi Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka*. 2001. Vol. VII. P. 31–42.

17. Palapa N. V., Ustymenko O. V., Sihalova I. O. Ecological assessment of rural settlements. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2017. No 2. P. 89–95.

18. Resolution of the CMU No. 1325 dated 15.12.2021 "On approval of standards for maximum permissible concentrations of hazardous substances in soils, as well as a list of such substances". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-%D0%BF#Text> (last accessed: 18.10.2023).

19. Regional report on the state of the natural environment in the Lviv region in 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Lvivska-ODA-2021.pdf> (last accessed: 18.10.2023).

20. Snitynskyi V. V., Khirivskyi P. R., Hnativ I. R. Peculiarities of formation of surface runoff of mountain rivers due to deforestation and plowing of slope areas. *Ekolohichni nauky*. 2020. No 3 (30). P. 73–77. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.12.

21. Strategy of sustainable development of Ukraine until 2030. URL: <https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2015/02/Strategiya-stalogo-rozvytku-Ukrayiny-do-2030-roku.pdf> (last accessed: 12.10.2023).

22. Current ecological condition of rural settlement areas of Ukraine: reproduction and preservation of human and natural resource potential / N. V. Palapa et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2021. No 2. P. 108–116. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234467.

23. Tomashivskyi Z. M., Konyk H. S. Scientific bases of agriculture system in the western region of

22. Сучасний екологічний стан сільських селітебних територій України: відтворення і збереження людського і природноресурсного потенціалу / Н. В. Палапа та ін. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 108–116. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234467.

23. Томашівський З. М., Коник Г. С. Наукові основи системи землеробства в Західному регіоні України / за наук. ред. З. М. Томашівського. Львів : СПОЛОМ, 2020. 286 с.

24. Kanianska R. Agriculture and Its Impact on Land Use, Environment, and Ecosystem Services. *Landscape Ecology*. 2016. P. 1–25. DOI: 10.5772/63719.

25. Katrin N., Tyagi S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Frontiers in Life Science*. 2014. № 8 (1). P. 1–17. DOI: 10.1080/21553769.2014.933716.

26. Liu Q., Gong D., Gong Y. Index system of rural human settlement in rural revitalization under the perspective of China. *Scientific Reports*. 2022. No 12. P. 10586. DOI: 10.1038/s41598-022-13334-7.

27. Onitsuka K., Hoshino S. Inter-community networks of rural leaders and key people: Case study on a rural revitalization program in Kyoto Prefecture, Japan. *Journal of Rural Studies*. 2018. Vol. 61. P. 123–136. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2018.04.008.

28. Pollution of Surface and Ground Water by Sources Related to Agricultural Activities / N. Sasakova et al. *Front. Sustain. Food Syst*. 2018. Vol. 2 (42). P. 1–11. DOI: 10.3389/fsufs.2018.00042.

29. The Effects of Rural Settlement Evolution on the Surrounding Land Ecosystem Service Values: A Case Study in the Eco-Fragile Areas, China / D. Li et al. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*. 2017. No 6 (2). P. 49. DOI: 10.3390/ijgi6020049.

30. Wilson G. Multifunctional ‘quality’ and rural community resilience. *Transactions of the Institute of British Geographers New Series*. 2010. Vol. 35 (3). P. 364–381. DOI: 10.1111/j.1475-5661.2010.00391.x.

31. Yin J., Wang D., Li H. Spatial optimization of rural settlements in ecologically fragile regions: Insights from a social-ecological system. *Habitat International*. 2023. Vol. 138. P. 102854. DOI: 10.1016/j.habitatint.2023.102854.

Ukraine / за наук. ред. З. М. Томашівського. Lviv : СПОЛОМ, 2020. 286 p.

24. Kanianska R. Agriculture and Its Impact on Land Use, Environment, and Ecosystem Services. *Landscape Ecology*. 2016. P. 1–25. DOI: 10.5772/63719.

25. Katrin N., Tyagi S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Frontiers in Life Science*. 2014. No 8 (1). P. 1–17. DOI: 10.1080/21553769.2014.933716.

26. Liu Q., Gong D., Gong Y. Index system of rural human settlement in rural revitalization under the perspective of China. *Scientific Reports*. 2022. No 12. P. 10586. DOI: 10.1038/s41598-022-13334-7.

27. Onitsuka K., Hoshino S. Inter-community networks of rural leaders and key people: Case study on a rural revitalization program in Kyoto Prefecture, Japan. *Journal of Rural Studies*. 2018. Vol. 61. P. 123–136. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2018.04.008.

28. Pollution of Surface and Ground Water by Sources Related to Agricultural Activities / N. Sasakova et al. *Front. Sustain. Food Syst*. 2018. Vol. 2 (42). P. 1–11. DOI: 10.3389/fsufs.2018.00042.

29. The Effects of Rural Settlement Evolution on the Surrounding Land Ecosystem Service Values: A Case Study in the Eco-Fragile Areas, China / D. Li et al. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*. 2017. No 6 (2). P. 49. DOI: 10.3390/ijgi6020049.

30. Wilson G. Multifunctional ‘quality’ and rural community resilience. *Transactions of the Institute of British Geographers New Series*. 2010. Vol. 35 (3). P. 364–381. DOI: 10.1111/j.1475-5661.2010.00391.x.

31. Yin J., Wang D., Li H. Spatial optimization of rural settlements in ecologically fragile regions: Insights from a social-ecological system. *Habitat International*. 2023. Vol. 138. P. 102854. DOI: 10.1016/j.habitatint.2023.102854.