



original article | UDC 631.458(477.82) | doi: 10.31210/visnyk2020.03.09

FACTORS OF SOIL SENSITIVITY TO EROSION IN VOLYN REGION

*B. V. Matviichuk**

ORCID  [0000-0002-7872-2420](https://orcid.org/0000-0002-7872-2420)

N. H. Matviichuk

Zhytomyr National Agrarian and Ecological University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: bogdanmatviychuk@ukr.net

How to Cite

Matviichuk, B. V., & Matviichuk, N. H. (2020). Factors of soil sensitivity to erosion in Volyn region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 79–90. doi: 10.31210/visnyk2020.03.09

Swamp and peat-swamp soils on different rocks and alluvial deposits, lowland peat and peat-swamp soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks are characterized by the greatest heterogeneity in terms of sensitivity to wind erosion. The most homogeneous in this respect are medium-deep loam black soils, medium-loam podzolic black soil and deep medium-loam black soils. Swamp and peat-swamp soils on different rocks, lowland peat and peat-swamp soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks are the least sensitive to wind erosion. The soils of the northern part of the region, which have a very high content of organic matter, are the least sensitive to wind erosion. Also, a moderate level of sensitivity to wind erosion is characteristic of the southern part of the region, where soils have a heavier mechanical composition. The smallest share of the fraction sensitive to wind erosion was found in the soils of Horokhiv (0.42), Liubeshiv (0.42) and Ivanychiv (0.43) districts. The most homogeneous conditions in terms of soil sensitivity to erosion as to variation coefficient of the soil fraction content that may undergo wind erosion are in Lutsk (CV=5.12 %), Horokhiv (CV=6.24 %) and Kivertsiv (6.8 %) districts. The most heterogeneous conditions according to this criterion are in Liubeshiv (CV=18.18 %), Ratniv (CV=13.47 %) and Shatsk (11.45%) districts. The highest level of wind erosion is forecasted for the administrative districts of the region, which are located in the west and north-west. The projected area with virtually no or little deflation is most characteristic of the south-eastern parts of the region. The ratio between areas with small and moderate levels of air erosion determines the average level of soil erosion losses in the administrative district.

Key words: wind erosion, soil, weather conditions, soil sensitivity, erosion fraction, soil crust ratio.

ФАКТОРИ ЧУТЛИВОСТІ ҐРУНТІВ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДО ЕРОЗІЇ

Б. В. Матвійчук, Н. Г. Матвійчук

Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, Україна

Висвітлено фактори чутливості ґрунтів Волинської області до ерозії. Приведено транзитну матрицю рівнів втрат ґрунту внаслідок водної ерозії, яка кількісно характеризує динаміку інтенсивності ерозійних втрат ґрунту. Її можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану. Доведено, що сучасний стан агроландшафтної системи не має механізмів збереження земель із практично відсутньою ерозією. Вірогідність існування такого стану з плином часу практично наближається до

нуля, але час зникнення земель із практично відсутньою ерозією наближається до нескінченності. Тобто зникнення земель із практично відсутньою ерозією відбувається повільно, але невпинно. Ерозійні умови в межах адміністративних районів значно нерівномірні. Найбільша нерівномірність, яка виражена за допомогою діапазон мінливості значень чутливості ґрунту до ерозії, характерна для Володимир-Волинського (діапазон становить $0,103 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$), Іваничівського (діапазон – $0,099 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$) та Рожищенського районів (діапазон – $0,099 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$). Найбільш однорідні ерозійні умови характерні для Любешівського, Маневицького та Старовижівського районів (діапазон – $0,076-0,086 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах району є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,95, p < 0,001$). Найбільшою чутливістю до ерозійного впливу характеризуються ясно-сірі опідзолені ґрунти ($0,077 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$), темно-сірі опідзолені ґрунти ($0,074 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$), чорноземи глибокі середньосуглинисті ($0,071 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$) та чорнозем опідзолений середньосуглинистий ($0,071 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$). Найбільш стійкі до ерозійного впливу є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах ($0,010 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$), лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах ($0,013 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$) та торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти ($0,014 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах типів ґрунтів є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,95, p < 0,001$).

Ключові слова: ерозія, ґрунт, фактор чутливості, деградація земель, ландшафт, ерозійні умови, кислотність ґрунту, органічна речовина.

ФАКТОРЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПОЧВ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ К ЭРОЗИИ

Б. В. Матвийчук, Н. Г. Матвийчук

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

Отражены факторы чувствительности почв Волынской области к эрозии. Приведена транзитная матрица уровней потерь почвы в результате водной эрозии, которая количественно характеризует динамику интенсивности эрозийных потерь почвы. Ее можно охарактеризовать с помощью распределения вероятностей стационарного состояния системы и рекуррентного времени возвращения к стационарному состоянию. Доказано, что современное состояние агроландшафтной системы не имеет механизмов сохранения земель с практически отсутствующей эрозией. Достоверность существования такого состояния с течением времени практически приближается к нулю, но время исчезновения земель с практически отсутствующей эрозией приближается к бесконечности. То есть исчезновение земель с практически отсутствующей эрозией происходит медленно, но не престанно.

Ключевые слова: эрозия, почва, фактор чувствительности, деградація земель, ландшафт, ерозійні умови, кислотність почвы, органическое вещество.

Вступ

Наслідком неправильної агротехніки і нераціонального використання земель є деградація ґрунтів у межах сільськогосподарських угідь [1, 2]. Деградація земель сільськогосподарського призначення порушує комплексну здатність ґрунту до самозбереження й саморегуляції [3, 17]. Деградацію ґрунтів зумовлюють також техногенні забруднення [4]. При всіх способах землекористування найбільшої шкоди для ведення сільського господарства завдає водна і вітрова ерозія ґрунтів [1]. Небезпека водної ерозії полягає у зниженні родючості орного горизонту, замулюванні річок, ставків, водойм, заплавлених земель. Вітрова ерозія руйнує зернисту структуру ґрунту. При інтенсивній вітровій ерозії виникають чорні бурі. Прискорена ерозія виникає через посилене навантаження на ґрунт агропромислового освоєння [1].

Важливими чинниками деградації ґрунтів є стихійне формування нових типів землекористування, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів і низький рівень фінансового забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії [1]. Посилення процесів ерозії ґрунтового покриття

ву зумовлено також порушенням організації території [5]. Варто зазначити, що основним завданням аграрних ландшафтів є задоволення постійно зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію, зберігаючи при цьому біорізноманіття та екосистемні послуги, що надаються лісовими екосистемами. Важливим питанням є розуміння потенціалу лісу для природної регенерації втрачених екосистемних функцій [6, 18]. Щоб оцінити такий потенціал, необхідно знати розмаїття сільськогосподарських земель, що використовуються в ландшафті, кількісно про екологічні порушення, завдані таким використанням, і оцінювати регенерацію лісів як функцію порушення як на рівні сільськогосподарського поля, так і на інших ландшафтних рівнях [7, 19]. Негативно на стані земельних ресурсів позначається занепад лісомеліорації, порушення стану полежахисних лісосмуг, нехтування основними правилами ерозійно небезпечного землекористування та відсутністю належного впровадження в системі землеробства ефективних протиерозійних заходів. Контроль ерозії – це комплекс заходів, які мають на меті запобігти розвитку пошкоджуючої дії ерозії, зменшити інтенсивність ерозії до прийняттого рівня або нижче. Ерозія, незалежно від того, чи вона є водною, вітровою або виникає внаслідок обробітку ґрунту, складається з трьох різних дій – відшарування ґрунту, переміщення та осадження ґрунту. Ерозія постійно відбувається у природних умовах. Ерозійний потенціал будь-якої поверхні визначається чотирма основними факторами: характеристиками ґрунту, рослинним покривом, рельєфом та кліматом. Відшарування частинок ґрунту – це функція ерозійних сил удару краплі дощу та потоку води [8]. Гідрологія, топографія, ерозивність ґрунту, транспортабельність ґрунту, поверхневий покрив ґрунту, рослинні залишки, тип землекористування, підземні ефекти, обробіток ґрунту, шорсткість та ознаки обробітку ґрунту – це основні фактори, що впливають на процеси ерозії. Методи контролю ерозії ґрунтів теоретично прості та легкі, але практично жорсткі, забирають багато часу, трудомісткі й затратні. Практично всі методи контролю ерозії ґрунту дуже залежать від місця. Пошкодження від ерозії насамперед є наслідком зміни способу використання землі, наприклад, перетворення лісових або трав'янистих природних екосистем на сільськогосподарські землі, перехід від маленького фермерства на велике сільськогосподарське виробництво [9, 20]. Ерозія та деградація земель може бути наслідком неправильних технічних дій, наприклад, будівництво неправильної дорожньої мережі або водних шляхів. Такі зміни та інтервенції порушують баланс між дією ерозійних факторів та здатністю ґрунту протидіяти негативному впливу таких факторів. Одним із головних завдань збереження земельних ресурсів та збільшення врожайності сільськогосподарських культур є захист ґрунтів від ерозії, відновлення і підвищення продуктивності еродованих земель [1].

Мета роботи полягала у вивченні та визначенні факторів чутливості ґрунтового покриву Волинської області до ерозії. Серед *завдань* досліджень – виведення транзитної матриці, яку можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану.

Матеріали і методи досліджень

Оцінка водної ерозії виконана за допомогою моделі RUSLE [2].

Метеорологічні дані одержані на основі метеорологічних спостережень на 12 метеостанціях області та у безпосередній близькості до області в межах України, Республіки Білорусь та Республіки Польща з National Climatic Data Center (<https://www.ncdc.noaa.gov/>) за допомогою пакету rnoaa [10].

Коефіцієнт чутливості ґрунту до ерозії (K) є індикатором сприйнятливості ґрунту чи поверхневого матеріалу до ерозії, транспортабельності осаду та кількості і швидкості стоку при конкретному рівні опадів, виміряних у стандартних умовах. Стандартною умовою є одинична ділянка довжиною 22,6 м з 9 % градієнтом, який постійно підтримується [15]. Коефіцієнт чутливості ґрунту до ерозії K оцінювали на основі ґрунтових текстур та вмісту органічного вуглецю. Значення K відображають швидкість втрат ґрунту в перерахунку на показник ерозивності дощу та стоку (R). Коефіцієнти ерозивності ґрунту K найкраще отримувати з прямих вимірювань на природних ділянках стоку. Для оцінки значень K було взято модель, що використовує дані, які описують розмір частинок ґрунту та вміст органічної речовини ґрунту. У моделі є декілька параметрів, які порівняно просто можна отримати. Формула, яка використовується для цієї моделі, така:

$$\times K = 0,0293 \times (0,65 - D_g + 0,24D_g^2) \times \exp\left(-0,0021 \frac{OM}{c} - 0,00037 \left(\frac{OM}{c}\right)^2 - 4,02c + 1,72c^2\right),$$

де OM – вміст органічної речовини у ґрунті, виражений у відсотках, а c – вміст глини, виражений у вигляді частки. D_g можна обчислити, використовуючи таку формулу:

$$D_g = \sum f_i \lg \sqrt{d_i d_{i-1}}$$

де D_g – натуральний логарифм середнього геометричного розподілу розміру частинок, d_i (мм) – максимальний діаметр i -го класу, d_{i-1} (мм) – мінімальний діаметр, та f_i – масова частка класу частинок відповідного розміру. D_g розраховували на основі трьох класів розмірів частинок: піску (0,05–2 мм), мулу (0,002–0,05 мм) та глини (0,00005–0,002 мм). Отримані в результаті значення K були виражені в одиницях CI (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²).

Результати досліджень та їх обговорення

Вирішальним чинником у формуванні ґрунтово-рослинних та мікрокліматичних особливостей території виступає рельєф, зважаючи на це, необхідно аналізувати та брати до уваги геоморфологічні умови при сільськогосподарському природокористуванні. Без аналізу кліматичних умов, ґрунтів, рослинного покриву та інших складників ландшафтного комплексу неможливе вивчення рельєфу для сільськогосподарських потреб [11]. Фактор чутливості ґрунтів до ерозійного впливу значною мірою залежить від генетичних особливостей ґрунтів та їхніх властивостей. У межах області відповідно до European Soil Database [12] представлено 17 ґрунтових типів за WRB (2006) (рис. 1). Найбільшу площу області (22,5 %) займають Umbric Albeluvisol, які щонайбільше можуть бути поставлені у відповідність дерново-підзолистим ґрунтам за вітчизняною класифікацією (дерново-слабокідзолисті та середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані, дерново-слабокідзолисті супіщані та суглинкові або дерново-середньопідзолисті супіщані та суглинкові) [13]. Дещо меншу площу (17,9 %) займають Gleyic Albeluvisol (дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові ґрунти). Також варто зазначити важливу роль у структурі ґрунтового покриву Fibric Histosol (торф'яні болотні верхові ґрунти) та Humic Gleysol (темно-сірі лісові ґрунти), які займають 11,4 та 10,8 % території області відповідно.

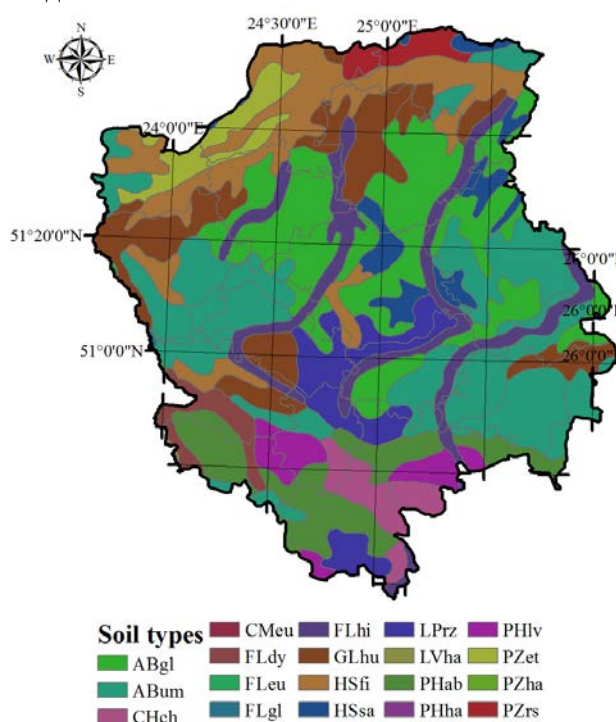


Рис. 1. Ґрунтова карта Волинської області (на основі European Soil Database Maps, класифікація за World Reference Base – WRB) (Panagos, 2006).

ABgl – Gleyic Albeluvisol (Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові);
 ABum – Umbric Albeluvisol (Дерново-підзолисті); CHch – Chernic Chernozem (Чорнозем типовий);
 FLdy – Dystric Fluvisol (Алювіальні кислі); FLhi – Histic Fluvisol (Лучно-болотні); GLhu – Humic Gleysol (Темно-сірий опідзолений легкосуглинистий); HSfi – Fibric Histosol (Торф'яні болотні верхові); HSsa – Sapric Histosol (Торф'яні болотні низинні); LPrz – Rendzic Leptosol (Дерново-карбонатні); PHab – Albic Phaeozem (Ясно-сірий опідзолений легкосуглинистий); PHlv – Luvic Phaeozem (Чорнозем опідзолений середньосуглинистий); PZha – Naplic Podzol (Підзол)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Інші типи разом покривають 37,4 % поверхні області. Перевага різних типів ґрунтів змінюється залежно від географічного положення адміністративного району. Так, дерново-підзолисті ґрунти переважають у Ківерцівському, Маневицькому, Любомльському, Турійському, Рожищенському та Володимир-Волинському районах (табл. 1).

1. Структура ґрунтового покриву адміністративних районів Волинської області.

Класифікація типів ґрунту наведена за WRB

Район	ABgl	ABum	CHch	FLdy	FLhi	GLhu	HSfi	HSsa	LPrz	PHab	PHlv	PZha
Горохівський	–	3,3	27,6	–	4,2	–	–	–	18,3	42,0	4,6	–
Іваничівський	–	10,0	–	19,8	–	–	–	–	–	54,5	15,8	–
Камінь-Каширський	40,5	1,0	–	–	10,1	34,7	9,0	4,7	–	–	–	–
Ківерцівський	0,2	78,0	–	–	1,5	13,6	–	–	–	6,7	–	–
Ковельський	45,8	3,2	–	–	14,7	–	7,2	16,8	12,3	–	–	–
Любешівський	10,4	12,9	–	–	5,0	12,0	34,0	10,4	–	–	–	15,3
Любомльський	7,7	42,8	–	–	1,6	35,2	12,7	–	–	–	–	–
Локачинський	0,3	12,5	15,0	–	5,5	3,5	–	–	22,1	17,6	23,6	–
Луцький	3,9	9,6	15,4	–	5,3	–	–	–	11,4	32,5	21,9	–
Маневицький	32,5	44,5	–	–	12,1	2,4	–	8,6	–	–	–	–
Ратнівський	6,9	–	–	–	2,8	7,6	47,3	0,9	–	–	–	34,5
Рожищенський	24,4	31,2	–	–	25,7	–	–	–	18,6	–	–	–
Шацький	–	23,9	–	–	–	4,4	43,0	–	–	–	–	28,7
Старовижівський	57,7	1,9	–	–	14,5	7,1	17,3	–	–	–	–	1,5
Турійський	8,7	39,1	–	–	10,5	17,8	1,2	–	22,7	–	–	–
Володимир-Волинський	–	26,9	–	22,8	6,5	17,5	14,1	–	–	8,0	3,7	0,5

Умовні позначення: ABgl – Gleyic Albeluvisol (Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові); ABum – Umbric Albeluvisol (Дерново-підзолисті); CHch – Chernic Chernozem (Чорнозем типовий); FLdy – Dystric Fluvisol (Алювіальні кислі); FLhi – Histic Fluvisol (Лужно-болотні); GLhu – Humic Gleysol (Темно-сірий опідзолений легкосуглинистий); HSfi – Fibric Histosol (Торф'яні болотні верхові); HSsa – Sapric Histosol (Торф'яні болотні низинні); LPrz – Rendzic Leptosol (Дерново-карбонатні); PHab – Albic Phaeozem (Ясно-сірий опідзолений легкосуглинистий); PHlv – Luvic Phaeozem (Чорнозем опідзолений середньосуглинистий); PZha – Haplic Podzol (Підзол)

Торф'яні болотні верхові ґрунти займають найбільшу площу Ратнівського, Шацького та Любешівського районів. Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові ґрунти формують основу ґрунтового покриву Ковельського, Камінь-Каширського та Старовижівського районів. Темно-сірі лісові ґрунти найбільш поширені в Камінь-Каширському, Любомльському, Турійському та Володимир-Волинському районах. У структурі ґрунтового покриву домінують ясно-сірі ґрунти в Іваничівському, Горохівському та Луцькому районах. У Локачинському районі практично однакове значення мають чорноземи опідзолені та дерново-карбонатні ґрунти. Потрібно відзначити, що відомості у European Soil Database Maps представлені у вигляді растру з розміром комірки 1 × 1 км, але насправді точність наведених даних є адекватною для оцінки варіювання ґрунтових властивостей на рівні європейського континенту або на національному рівні. Реальні ґрунтові ареали в межах Волинської області представлені досить широко. Внаслідок чого зональні статистики за окремими ґрунтовими властивостями, тут – вміст органічної речовини та глинистої фракції, які розраховані на основі карти ґрунтів, не відповідають реальним значенням цих ознак для окремих типів ґрунтів. Схематично представлені ареали ґрунтів охоплюють значну частину ареалів сусідніх ґрунтів із суттєво відмінними властивостями, внаслідок чого відбувається неадекватне усереднення оцінок. Очевидно, що відповідність зональних оцінок ґрунтових властивостей у межах картографічно відображених типів ґру-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

нтів їх типовим значенням є необхідною умовою верифікації просторових даних, що безпосередньо впливає на точність оцінок, зокрема ерозії ґрунтів.

Ґрунтова карта Волинської області з ґрунтовими типами, представленими відповідно до національної класифікації, характеризується значно більшою точністю оцінок положення ґрунтових типів (рис. 2). Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти формують не менше 40 % від площі Любомльського, Старовижівського, Ковельського, Камінь-Каширського та Шацького районів.

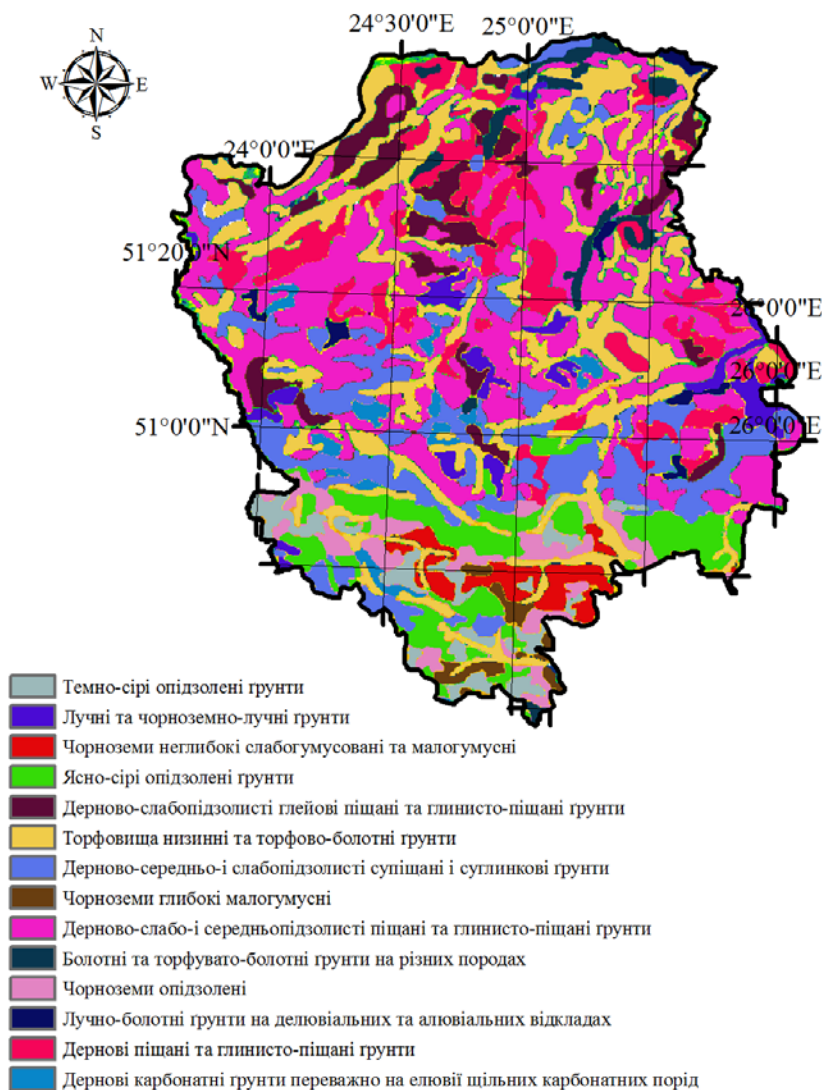


Рис. 2. Карта ґрунтів Волинської області

Джерело: (за <http://geomap.land.kiev.ua/obl-2.html>)

Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 26–37 % площі у Маневицькому, Турійському, Ківерцівському та Любешівському районах. Дерново-середньо- і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти є основою структури ґрунтового покриву в Рожищенському, Ківерцівському, Турійському та Володимир-Волинський, де вони займають 28–38 % площі. У Іваничівському, Локачинському, Ковельському, Любомльському та Любешівському цей тип становить не менше 10 % площі. Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 20–25 % площі Камінь-Каширського, Ратнівського та Маневицького районів.

Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 10–25 % площі Ратнівського, Старовижівського та Камінь-Каширського районів. Дернові карбонатні ґрунти переважно на еловій щільних карбонатних порід найчастіше трапляються в Турійському (9,4 %) та Іваничівському (7,7 %) районах. Ясно-сірі опідзолені ґрунти займають 22,6–25,8 % в Горохівському, Луцькому та Локачинському районах. Темно-сірі опідзолені ґрунти займають значну частину площі Горохівсь-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

кого та Іваничівського районів (18,1 та 17,7 % відповідно).

Чорнозем опідзолений середньосуглинистий найчастіше трапляється в Луцькому, Іваничівському та Горохівському районах, де він покриває не менше 14,7 %. Чорнозем середньоглибокий легкосуглинистий найчастіше трапляється у Луцькому (22,9 %) та Локачинському (18,0 %) районах. Чорнозем глибокий середньосуглинистий є найбільш типовим для ґрунтового покриву Горохівського району (16,5 %). Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти найбільш поширені в Шацькому (33,2 %), Ратнівському (32,3 %) та Любешівському (30,0 %) районах. Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах найчастіше трапляються в Любешівському районі (14,0 %). Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах займають не більше 2,5–3,1 % площі Любешівського, Любомльського та Маневицького районів. Найчастіше лучні та чорноземно-лучні ґрунти трапляються в Ковельському (12,1 %) та Маневицькому (8,5 %) районах.

Оцінка просторового варіювання вмісту органічної речовини як найважливішого фактору протиерозійної стійкості ґрунтів може бути одержана на основі моделі SoilGrids250m [14, 16] (табл. 2).

2. Структура ґрунтового покриву адміністративних районів Волинської області (у % від загальної площі району)

Район	Ґрунт													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Горохівський	18,1	–	5,9	25,8	–	8,8	7,5	16,5	–	2,2	14,7	–	–	0,4
Іваничівський	17,7	4,1	0,8	18,8	–	7,0	20,1	0,2	0,1	0,1	23,3	–	–	7,7
Камінь-Каширський	–	–	–	–	10,4	11,2	2,5	1,3	42,2	7,2	–	0,7	24,5	–
Ківерцівський	1,3	1,6	0,1	16,2	2,4	4,1	34,7	1,5	27,0	0,3	2,8	1,5	6,4	–
Ковельський	–	12,1	–	–	2,5	14,7	10,6	1,7	42,2	1,3	0,3	–	10,6	4,1
Любешівський	–	2,1	–	–	7,3	3	10,0	1,3	26,8	14,0	–	3,1	5,3	–
Любомльський	–	3,1	–	–	6,3	8,8	10,2	1,5	49,5	0,5	0,3	2,7	14,4	2,8
Локачинський	8,5	1,9	18,0	22,6	–	10,9	15,1	4,0	8,2	1,0	9,9	–	–	–
Луцький	5,9	0,6	22,9	25,6	–	14,5	2,9	1,5	1,5	0,8	23,7	–	0,1	–
Маневицький	–	8,5	–	–	2,6	19,3	4,4	0,7	37,8	4,1	0,2	2,5	19,9	–
Ратнівський	–	–	–	–	25,9	32,3	2,9	1,7	9,3	4,9	–	–	22,9	–
Рожищенський	0,8	3,5	–	9,3	2,0	21,0	38,5	0,9	11,9	0,9	0,4	–	10,1	0,6
Шацький	–	1,4	–	–	4,8	33,2	9,1	1,5	40,3	2,4	–	–	7,3	–
Старовижівський	–	0,3	–	–	12,6	19,2	3,4	2,1	46,0	1,1	–	–	15,4	–
Турійський	–	1,9	–	–	2,4	13,1	30,5	2,2	34,2	2,0	0,7	1,6	2,0	9,4
Володимир-Волинський	6,6	1,4	–	16,9	2,2	17,3	28,3	1,1	8,8	0,7	10,9	–	–	5,7

Умовні позначки: 1 – Темно-сірі опідзолені ґрунти, 2 – Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, 3 – Чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, 4 – Ясно-сірі опідзолені ґрунти, 5 – Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 6 – Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти, 7 – Дерново-середньо-і слабопідзолисті суглинкові ґрунти, 8 – Чорноземи глибокі середньосуглинисті, 9 – Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, 10 – Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, 11 – Чорнозем опідзолений середньосуглинистий, 12 – Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах, 13 – Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 14 – Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

Порівняння типових значень вмісту органіки для різних типів ґрунтів з їхніми оцінками, одержаних у межах відповідних ґрунтових ареалів, вказує на суттєві розбіжності.

Оцінки для типів ґрунтів, які звичайно характеризуються низькими значеннями вмісту органічної речовини є завищеними, а для тих типів, які звичайно мають високі показники вмісту органіки, – заниженими (рис. 3).

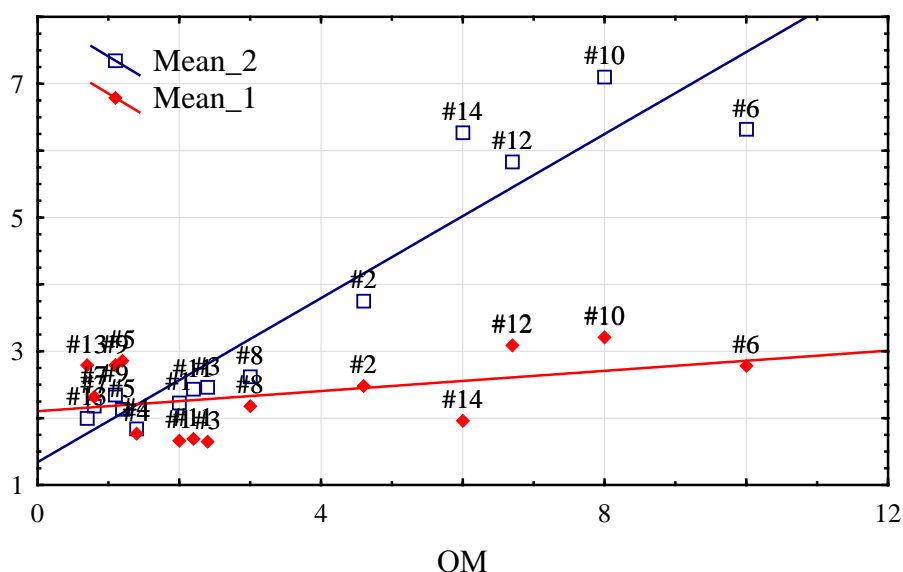


Рис. 3. Залежність оцінок вмісту органічної речовини в шарі ґрунту 0–5 см за моделлю *SoilGrids250m* (Mean_1) та за прогнозом на основі дискримінантної моделі (Mean_2) від типових для відповідних типів ґрунтів.

Умовні позначення: 1 – Темно-сірі опідзолені ґрунти, 2 – Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, 3 – Чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, 4 – Ясно-сірі опідзолені ґрунти, 5 – Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 6 – Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти, 7 – Дерново-середньо- і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти, 8 – Чорноземи глибокі середньосуглинистий, 9 – Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, 10 – Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, 11 – Чорнозем опідзолений середньосуглинистий, 12 – Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах, 13 – Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 14 – Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

Причини таких невідповідностей можуть бути дві. Це – неточні просторові моделі ареалів ґрунтів, що призводять до ефекту усереднення, – помилковий перетин ареалів низькогумусних типів територій, які звичайно мають більший вміст гумусу, що буде надавати хибно високі оцінки вмісту гумусу. І навпаки – коли ареали типів з високим вмістом гумусу помилково заходять у межі бідних ґрунтів, тоді оцінки будуть заниженими. Другим джерелом помилок можуть бути неточні оцінки вмісту органіки за моделлю *SoilGrids250m*. Очевидно, що глобальна модель *SoilGrids250m* може мати різний рівень точності для різних типів ґрунтів. З одного боку, немає підстав повністю її ігнорувати як унікальне джерело інформації про просторове варіювання вмісту органіки у ґрунтах регіону, без чого неможливо моделювати ерозійні процеси. З іншого боку, потребують свого уточнення оцінки цього показника, оскільки оцінки вмісту органіки мають великий та систематичний характер. Для пошуку адекватної моделі просторового варіювання вмісту органіки у ґрунтах регіону запропонована така процедура.

На першому етапі ми за допомогою дискримінантного аналізу верифікували просторове розміщення ареалів головних типів ґрунтів. Для цього як навчальну вибірку застосовано відомості про розміщення типів ґрунтів за національною класифікацією. Як предиктори типів ми обрали показники, які в комплексі характеризують основні ґрунтоутвірні фактори, просторове варіювання яких відоме з роздільною здатністю 250 м. Фактор ґрунтоутвірної породи описаний за допомогою просторових моделей варіювання вмісту глини, мулу, піску та великих уламків за базою даних *SoilGrids250m* [14]. Також залучені для аналізу властивості, які пов'язані з особливостями ґрунтоутвірної породи, а саме рН водної витяжки та витяжки з розчину KCl, а також катіонообмінна ємність. До переліку показників включений показник густини складення ґрунту.

Загальний тренд варіювання кислотності рН та рН KCl є подібним з певними особливостями (рис. 4). Показник кислотності рН варіює у ґрунтах регіону в межах від 4,2 до 7,3. Нейтральні та слаболужні ґрунти є характерними для південної та центральної частини регіону, а кислі – для північної частини. Показник рН KCl варіює в межах від 3,8 до 6,8.

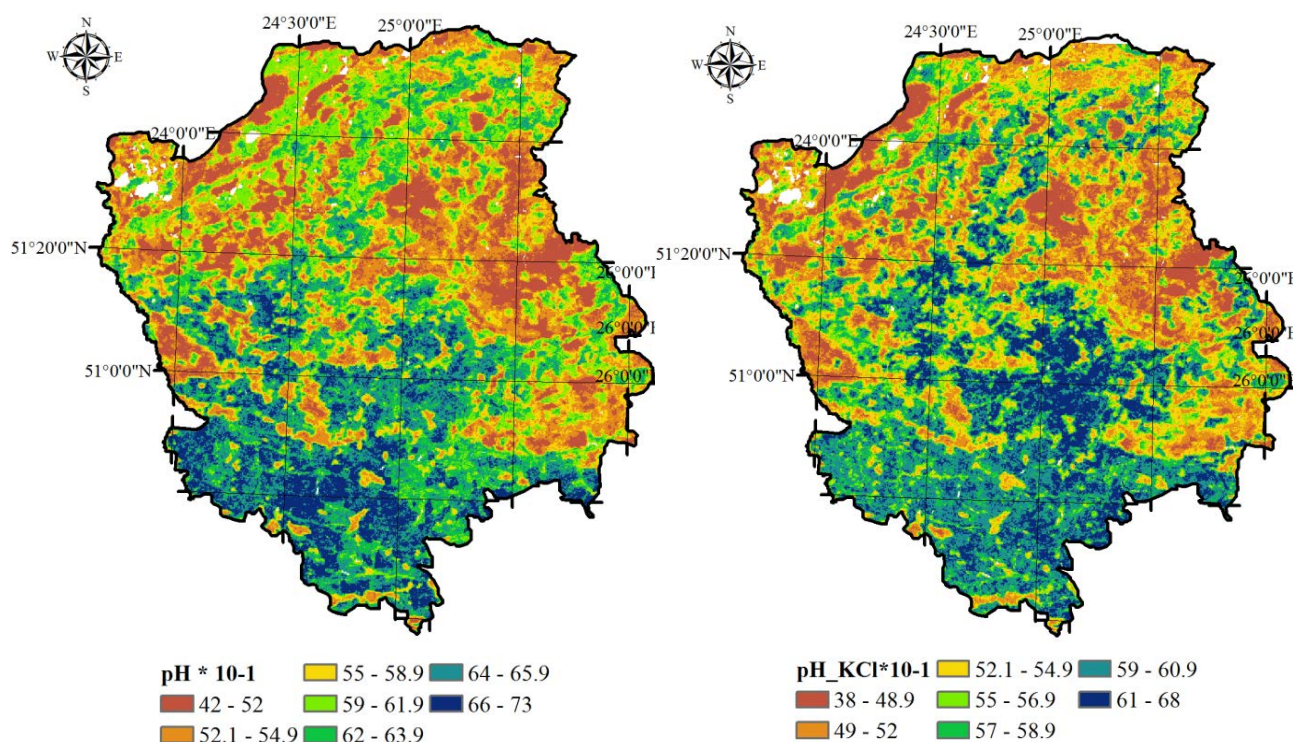


Рис. 4. Просторове варіювання кислотності ґрунтів (рН та рН КСl)

Відповідно до типізації ландшафтного покриття Leaf Area Index (LAI) (рис. 5), найбільшу площу трав'янистий рослинний покрив та зернові культури займають у межах Рожищенського (78,0 %), Локачинського (73,6 %) та Іваничівського (67,5 %) районів (табл. 4.8). У середньому цей тип покриття по області займає 40,3 % поверхні. Найменшу частку трав'янистий рослинний покрив та зернові культури займають у Шацькому (7,0 %) та Ратнівському (16,2 %) районах. Широколистяні сільськогосподарські культури понад 20 % займають площу Іваничівського, Луцького та Горохівського районів. У інших районах площа, яка зайнята цим типом рослинного покриття, не перевищує 10,7 % (у середньому – 3,2 %).

Для оцінки фактору чутливості ґрунту до впливу ерозії за основу були взяті дві властивості ґрунту – вміст органічної речовини та глини у гранулометричному складі ґрунту у верхньому шарі 0–5 см (рис. 6).

Вміст органічної речовини у ґрунтах області варіює в межах 6–444 г/кг. Найбільший вміст органічної речовини у ґрунтах спостерігається на півночі області, а найменший – на півдні. На фоні згаданої закономірності варто відзначити значну строкатість розподілу органіки у ґрунтах, що обумовлено впливом ґрунтоутворних факторів: материнською породою, кліматичними умовами, рельєфом, особливостями рослинного покриття, часом відступу льодовика та особливостями антропогенного впливу. Глиниста фракція варіює в межах 0,03–0,21. Найбільший вміст глинистої фракції властивий ґрунтам на півдні області, а найменший – на півночі.

Фактор чутливості ґрунту до ерозійного впливу варіює в межах від 0 до 0,10 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²).

Найменш чутливі до впливу факторів ерозії ґрунти на півночі регіону в зоні Полісся, а найбільш чутливі – на півдні у Лісостеповій зоні. Отже, перерозподіл опадів протягом року навіть за умов константності їх середньорічного рівня, здатні призводити до суттєвих змін у показниках фактора зливної ерозії. Найбільш чутливими до ерозійного впливу є ґрунти Локачинського (0,074 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)), Горохівського (0,073 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)) та Луцького (0,072 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)) районів, а найменш чутливими є ґрунти Любешівського (0,017 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)), Ратнівського (0,035 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)) та Шацького районів (0,035 (т·гм²·год)/(МДж·мм·год²)) (табл. 4.10).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Ерозійні умови в межах адміністративних районів значно нерівномірні. Найбільша нерівномірність, яка виражена за допомогою діапазон мінливості значень чутливості ґрунту до ерозії, характерна для Володимир-Волинського (діапазон становить $0,103 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$), Іваничівського (діапазон – $0,099 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$) та Рожищенського районів (діапазон – $0,099 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$). Найбільш однорідні ерозійні умови характерні для Любешівського, Маневицького та Старовижівського районів (діапазон – $0,076\text{--}0,086 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах району є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,95, p < 0,001$).

Найбільшою чутливістю до ерозійного впливу характеризуються ясно-сірі опідзолені ґрунти ($0,077 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$), темно-сірі опідзолені ґрунти ($0,074 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$), чорноземи глибокі середньосуглинисті ($0,071 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$) та чорнозем опідзолений середньосуглинистий ($0,071 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$).

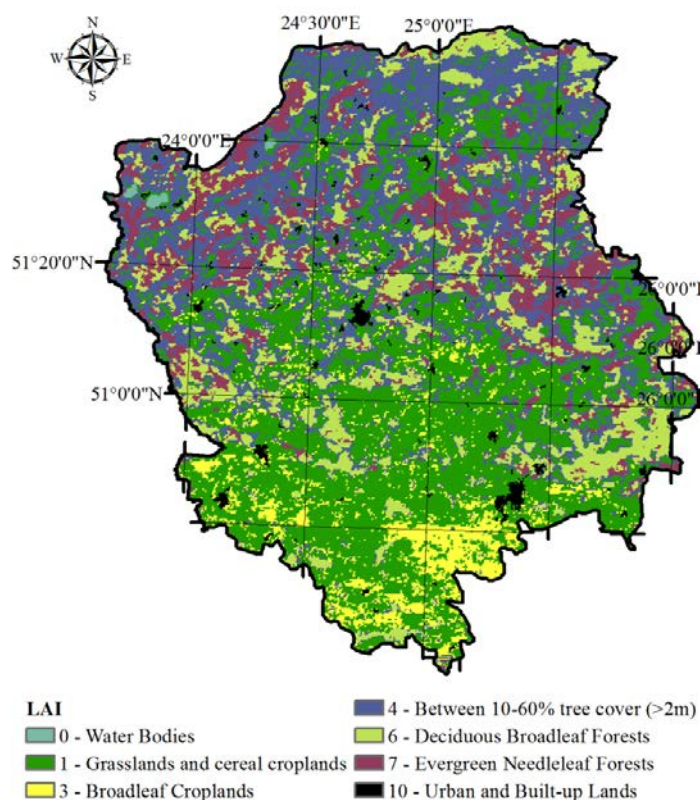


Рис. 5. Просторове розміщення типів ландшафтного покриття Волинської області за типологією Leaf Area Index (LAI).

Умовні позначення: 0 – водойми (Water Bodies – At least 60% of area is covered by permanent water bodies); 1 – трав'янистий рослинний покрив та зернові культури (Grasslands – dominated by herbaceous annuals (<2 m) including cereal croplands); 2 – широколистяні сільськогосподарські культури (Broadleaf Croplands – dominated by herbaceous annuals (<2 m) that are cultivated with broadleaf crops); 3 – широколистяні ліси (Deciduous Broadleaf Forests – dominated by deciduous broadleaf trees (>2 m). Tree cover >60%); 4 – рідколісся (Savannas – between 10-60% tree cover (>2 m)), 5 – широколистяні ліси (Deciduous Broadleaf Forests – dominated by deciduous broadleaf trees (>2 m). Tree cover >60%); 6 – хвойні ліси (Evergreen Needleleaf Forests – dominated by evergreen conifer trees (>2 m). Tree cover >60%); 7 – хвойні ліси (Evergreen Needleleaf Forests – dominated by evergreen conifer trees (>2 m). Tree cover >60%); 8 – хвойні ліси (Evergreen Needleleaf Forests – dominated by evergreen conifer trees (>2 m). Tree cover >60%); 9 – хвойні ліси (Evergreen Needleleaf Forests – dominated by evergreen conifer trees (>2 m). Tree cover >60%); 10 – урбанізовані території (Urban and Built-up Lands – at least 30% impervious surface area including building materials, asphalt, and vehicles)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

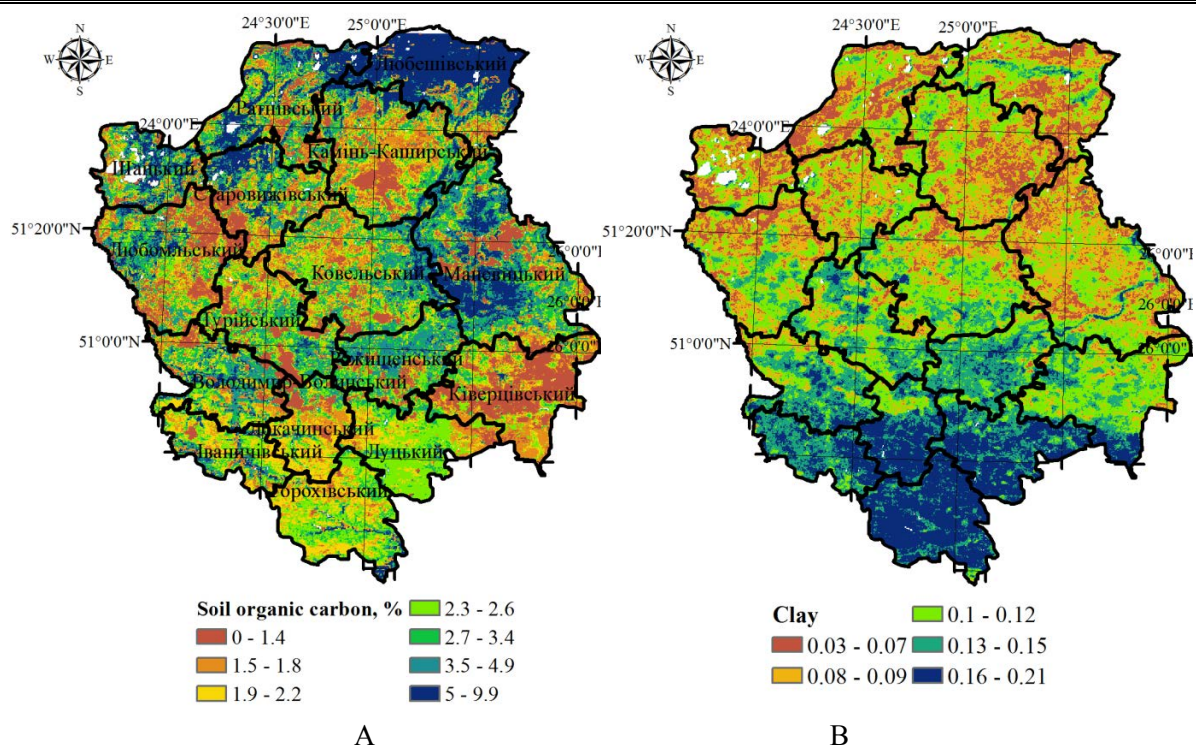


Рис. 6. Вміст органічної речовини (А, г/кг) та глини у гранулометричному складі (частка від загальної ваги) у верхньому шарі ґрунту (0–5 см).

Найбільш стійкі до ерозійного впливу є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах ($0,010 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$), лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах ($0,013 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$) та торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти ($0,014 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах типів ґрунтів є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,95, p < 0,001$).

Серед типів рослинного покриву найбільш чутливими до впливу водної ерозії є сільськогосподарські угіддя.

Висновки

1. Транзитна матриця рівнів втрат ґрунту внаслідок водної ерозії кількісно характеризує динаміку інтенсивності ерозійних втрат ґрунту. Транзитну матрицю можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану. Сучасний стан агроландшафтної системи не має механізмів збереження земель з практично відсутньою ерозією. Вірогідність існування такого стану з плином часу практично наближається до нуля, але час зникнення земель із практично відсутньою ерозією наближається до нескінченності. Тобто зникнення земель із практично відсутньою ерозією відбувається повільно, але невпинно.

2. У стаціонарному стані для усіх типів ґрунтів практично відсутня ерозія має вірогідність, яка наближається до нуля. Найбільш стійкі в ерозійному аспекті ґрунти з високим вмістом гумусу та ті, які розміщені в понижених елементах рельєфу. Найбільші ризики інтенсивного розвитку ерозійних процесів встановлені для чорноземних та темно-сірих ґрунтів. Для цих типів вірогідність помірного рівня ерозії у стаціонарному стані становить 0,48–0,51, а вірогідність високого рівня ерозії – 0,13–0,29. Вірогідність дуже високої ерозії у стаціонарному стані порівняно невисока (0,01–0,06), але вище, ніж у поточному стані.

References

1. Talchabhadel, R., Prajapati, R., Aryal, A., & Maharjan, M. (2020). Assessment of rainfall erosivity (R-factor) during 1986–2015 across Nepal: a step towards soil loss estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (5). doi: 10.1007/s10661-020-8239-9.

2. Ban, J. K., Yu, I., & Jeong, S. (2016). Estimation of Soil Erosion Using RUSLE Model and GIS Techniques for Conservation Planning from Kulekhani Reservoir Catchment, Nepal. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, 16 (3), 323–330. doi: 10.9798/kosham.2016.16.3.323.
3. Zhang, X., Yang, W., Xin, X., Zhu, A., & Ding, S. (2020). Poor physical structural components restrict soil fertility and crop productivity for wheat–maize cropping. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117 (2), 169–184. doi: 10.1007/s10705-020-10063-z.
4. Rajmohan, K. S., Chandrasekaran, R., & Varjani, S. (2020). A Review on Occurrence of Pesticides in Environment and Current Technologies for Their Remediation and Management. *Indian Journal of Microbiology*, 60 (2), 125–138. doi: 10.1007/s12088-019-00841-x.
5. Podkovyrova, M., Kucherov, D., & Ivanenko, V. (2019) Development of a territorial model of agricultural land use on a landscape-ecological basis. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*, 12, 407–410.
6. Gomiero, T. (2016). Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge. *Sustainability*, 8 (3), 281. doi: 10.3390/su8030281.
7. Zermelo-Hernández, I., Pingarroni, A., & Martínez-Ramos, M. (2016). Agricultural land-use diversity and forest regeneration potential in human- modified tropical landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 210–220. doi: 10.1016/j.agee.2016.06.007.
8. Renard, K. G., Meyer, L. D., & Foster, G. R. (1997) *Revised Soil Universal Soil Loss Equation*.
9. De Santos Loureiro, N., & de Azevedo Coutinho, M. (2001). A new procedure to estimate the RUSLE EI30 index, based on monthly rainfall data and applied to the Algarve region, Portugal. *Journal of Hydrology*, 250 (1-4), 12–18. doi: 10.1016/s0022-1694(01)00387-0.
10. Chamberlain S rnoaa: “NOAA” Weather Data from R. R package version 0.9.5.
11. Molchak, Ya. O., & Potapova, A. G. (2010) *Konstruktivno-geografichnij analiz ta ocinka prirodnogo agrosursnogo potencialu Volinskoyi oblasti*. Luck RVV: LNTU.
12. Panagos, P. (2006). The European soil database. *Geo: Connex*, 5, 32–33.
13. Ivanyuk, G. (2013). Korelyaciya nomenklaturi gruntiv Ivivskoyi oblasti ta WrB. *Visnik Lvivskogo Universitetu. Seriya Geografichna*, 41, 153–161 [In Ukrainian].
14. Hengl, T., Mendes de J. J., Heuvelink, G. B. M., Gonzalez, M. R., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M. A., Vargas, R., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Leenaars, J. G. B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S., & Kempen, B. (2017) SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS One*, 12:e0169748. doi: 10.1371/journal.pone.0169748.
15. Kim, H. (2006) Soil Erosion modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed. South Korea. *Master Thesis*. Colorado State University, Colorado. References - Scientific Research Publishing.
16. Iwahashi, J., & Pike, R. J. (2007) Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology*, 86, 409–440.
17. Littleboy, M., Silburn, D., Freebairn, D., Woodruff, D., Hammer, G., & Leslie, J. (1992). Impact of soil erosion on production in cropping systems .I. Development and validation of a simulation model. *Soil Research*, 30 (5), 757. doi: 10.1071/sr9920757.
18. Wiesmeier, M., Poepflau, C., Sierra, C. A., Maier, H., Frühauf, C., Hübner, R., Hübner, R., Kühnel, A., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Schilling, B., Lützwon von M., & Kögel-Knabner, I. (2016). Projected loss of soil organic carbon in temperate agricultural soils in the 21st century: effects of climate change and carbon input trends. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep32525.
19. Golosov, V., & Belyaev, V. (2013). The history and assessment of effectiveness of soil erosion control measures deployed in Russia. *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (2), 26–35. doi: 10.1016/s2095-6339(15)30037-x.
20. Zerihun, M., Mohammedyasin, M. S., Sewart, D., Adem, A. A., & Lakew, M. (2018). Assessment of soil erosion using RUSLE, GIS and remote sensing in NW Ethiopia. *Geoderma Regional*, 12, 83–90. doi: 10.1016/j.geodrs.2018.01.002.

Стаття надійшла до редакції 29.07.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г. Фактори чутливості ґрунтів Волинської області до ерозії. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 79–90.

© Матвійчук Богдан Володимирович, Матвійчук Наталя Григорівна, 2020