

ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ҐРУНТІВ В АГРОЛАНДШАФТАХ SOIL MOISTURE SUPPLY IN AGROLANDSCAPES

УДК 631.421:57.087

Просторовий розподіл ґрунтової вологи навесні в схиловому агроландшафті

М. В. Шевченко^{1а}, О. В. Круглов^{2*б}, В. П. Коляда^{2с}, С. М. Доля^{1д}, О. М. Журавель^{1е}¹ Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна² Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 29.02.2024 Отримано після доопрацювання 14.07.2024 Затверджено до видання 30.07.2024 Доступно онлайн 31.07.2024	Досліджено закономірності просторового розподілу ґрунтової вологи в ґрунтах ерозійно небезпечних земель для оптимізації їх використання. Такі закономірності зокрема є необхідною частиною наукового обґрунтування для впровадження у сільськогосподарську практику технології «точного землеробства» й енергозаспокоєння. Дослідження виконано у межах ерозійно небезпечної ділянки схилових орних земель на території Харківської області. Ґрунт – чорнозем типовий (Haplic Chernozem) важкосуглинковий. Для характеристики схилових процесів використано значення топографічного фактора крутості схилу S та довжини схилу L на цифровій карті масштабу 1 : 10 000. Дослідження показало, що вміст вологи в ґрунті навесні повністю залежить від динаміки схилових процесів. Встановлено закономірності просторового розподілу елементів родючості в ґрунтах ерозійно небезпечних земель за результатами польових досліджень та математичного моделювання. Показано, що за допомогою сучасних моделей ерозії можна прогнозувати режим польової вологості ґрунту та запасів вологи на схилових ділянках. Виявлено, що тип основного обробітку не чинить суттєвого впливу на накопичення ґрунтом вологи, рівень вологозабезпеченості чорнозему типового у найбільш важливий — посівний період залежить, перш за все, від глибини основного обробітку ґрунту. Тенденцію до підвищення умісту вологи помічено у варіанті з традиційною оранкою плугом. Отримані матеріали, результати і висновки досліджень можуть бути використані для удосконалення методик створення сучасних сталих землекористувань, наукового обґрунтування раціонального використання земель з агрономічно несприятливими властивостями у сільськогосподарському виробництві та для складання земельнопорядними організаціями плану протиерозійних заходів.
Ключові слова: волога; ґрунт; ерозія; обробіток; рельєф	

* E-mail: alex.kruglov@ukr.net

ORCID: ^а0000-0003-4915-1435; ^б0000-0003-2663-0935; ^с0000-0003-2682-5687; ^д0009-0003-8503-8795;
^е0000-0002-9368-8187

Форма цитування: Шевченко М. В., Круглов О. В., Коляда В. П., Доля С. М., Журавель О. М. Просторовий розподіл ґрунтової вологи навесні в схиловому агроландшафті. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. темат. наук. зб. / ННЦ "ІГІА ім. О. Н. Соколовського". Харків: 2024. Вип. 96. С. 4–11. <https://doi.org/10.31073/acss96-01>

1. Вступ

Параметри гідрофізичних показників схилових ґрунтів вважаються визначальним фактором їх родючості [1, 2]. Насамперед це стосується ранніх весняних фаз розвитку рослин — періодів сходів та кушення [3, 4] і набуло особливої актуальності у час глобальних кліматичних змін, коли неможливо ефективно прогнозувати хронологію розподілу кліматичних складових родючості. За таких умов для інтенсифікації сільськогосподарського виробництва необхідним є підвищення результативності прогнозування щодо розподілу та перерозподілу, насамперед, вологи атмосферного походження у ландшафті (агроландшафті).

Методика такого прогнозування включає моніторингові й ландшафтознавчі етапи та порівняння продуктивності біогеоценозів [5]. Інколи ці роботи поєднуються з вивченням температурного режиму педосфери [6]. Однак такі дослідження часто виконувались у відносно грубій диференціації: змиті, незмиті та намиті відміни ґрунтів, що дислоковані на відповідних елементах схилу, тобто, без урахування форматів вимог сучасних технологій у концепції «точного землеробства». Та, навіть за такого підходу, було встановлено суттєвий рівень дисперсії значень умісту ґрунтової вологи, зумовлений ландшафтним фактором, достатній для обґрунтування проведення подальших, більш детальних досліджень [5, 6].

У класичному досліді китайських учених [7] (тривалістю 31 рік), які досліджували перерозподіл дощової вологи під впливом рельєфного чинника, використовується

градація «верхня», «середня» та «нижня» частини схилу. Було показано різницю параметрів водно-фізичних властивостей ґрунтів на різних локаціях, що й зумовлює суттєві відмінності між режимами міграції водних потоків на різних елементах схилу. Так, вищий ступінь насиченості порового простору водою притаманний елювіальним ділянкам плакору, трохи нижчий — акумулятивним частинам катени, найнижчий — середній частині схилів [7].

Ще один методичний підхід до визначення закономірностей розподілу та перерозподілу вологи у схилових ґрунтах пов'язаний з визначенням особливостей розташування еродованих земель (на зразок вирішення «зворотної» задачі геофізики). Інші дослідники [8] запропонували власну номенклатуру протиерозійного зонування території визначаючи ступінь еродованості за формою профілю схилу.

Таким чином відбувається закономірне ускладнення чисто ландшафтних методів, що може привести до підвищення точності прогнозування. Такий підхід базується на можливості прогнозувати розподіл складових, що впливають на водно-фізичні та екологічні властивості ґрунтового покриття [9], на базі яких проводиться прогноз умісту вологи в ґрунті.

На наш погляд, подальший розвиток таких досліджень має бути пов'язаним з максимальним урахуванням рельєфного чинника, що реалізується через застосування топографічних складових математичних моделей ерозії ґрунтів.

Мета даного дослідження — визначити закономірності розподілу ґрунтової вологи залежно від значень топографічного фактора моделі ерозії USLE (Universal Soil Loss Equation) на схилових землях.

2. Об'єкти та методи

Дослідження проводили на — частині землекористування Національного біотехнологічного університету (колишній ХНАУ) у межах Харківського району у Харківській області. Площа дослідної ділянки, на якій проведено дослідження становить близько 0,2 км², вона включає різні елементи ландшафту. На досліджуваній території, внаслідок процесів ерозії, відбувався тривалий ерозійний змив ґрунту, через що сформувався просторовий комплекс змито-намитих ґрунтів, що є типовим для еродованих схилів Лісостепу. На нееродованих вододілах залягає чорнозем типовий, як правило, важкосуглинковий. Середнє значення вмісту в ґрунті органічного вуглецю — 1,96 %, діапазон значень — 1,35–2,63 %. Мінімальні значення вмісту органічного вуглецю спостерігаються по улоговинах стоку, де ґрунт найбільш еродований. Гранулометричний склад ґрунту ділянки важкосуглинковий; рН водний, залежно від положення на схилі, — 6,52–8,52.

Відбирання проб ґрунту здійснювали за нерегулярною мережею, намагаючись охопити всі основні елементи ландшафту в межах дослідної ділянки, в шарах 0–30, 30–50 та 50–100 см з трикратним повторюванням у кожній точці відбору. Уміст вологи в пробах ґрунту визначали термостатно-ваговим методом з висушуванням у сушильній шафі при 105 °C.

Розрахунки в рамках моделі USLE проводили за методикою, викладеною американськими дослідниками [10]. Додатково було враховано фактор опору ґрунту K моделі USLE, як такий, що суттєво змінюється залежно від ландшафтного розташування, значення якого розраховано на підставі власних досліджень [11].

Вихідними даними для обчислення топографічного фактора математичних моделей ерозії, як основного параметру схилових процесів, є інформація про довжину та крутість схилу [6]. Однією з найбільш розроблених технологій вважається математичне забезпечення Універсального рівняння втрат ґрунту (USLE). Вихідними даними для цього є оцифрована топографічна карта масштабу 1 : 10 000. Оцифрування карти здійснено у програмному середовищі Quantum GIS з залученням, у деяких випадках, SAGA.

Згідно з цією технологією топографічний фактор є добутком факторів крутості схилу S та довжини схилу L . На основі фактичних значень довжини схилу та його крутості на цифровій карті масштабу 1 : 10 000 було обчислено значення факторів S (формула 1) і L (формула 2):

$$S = 0,065 + 0,0454I + 0,006I^2, \quad (1)$$

де I — крутість схилу, %.

$$L = \left(\frac{x}{22,13} \right)^m, \quad (2)$$

де x — довжина схилу, м; m — коефіцієнт, що залежить від крутості схилу:

$m = 0,5$ при $I \geq 5$ %; $m = 0,4$ при $3 < I < 5$ %; $m = 0,3$ при $1 < I < 3$ %; $m = 0,2$ при $I < 1$ %.

При складній формі схилу його ділять на елементарні ділянки. Тоді добуток LS набуває вигляду [12] (формула 3):

$$LS = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j^{m+1} S_j - x_{j-1}^{m+1} S_j)}{22.13 \times^2}, \quad (3)$$

де S_j — фактор крутості j -ої ділянки схилу; x_j — відстань від вершини схилу до кінця j -ої ділянки схилу; x_{j-1} — відстань від вершини схилу до початку j -ої ділянки схилу; m — коефіцієнт, що залежить від крутості схилу (2).

Картограму розподілу розрахованих значень топографічного індексу (LSK) на території дослідної ділянки подано на рис.1.

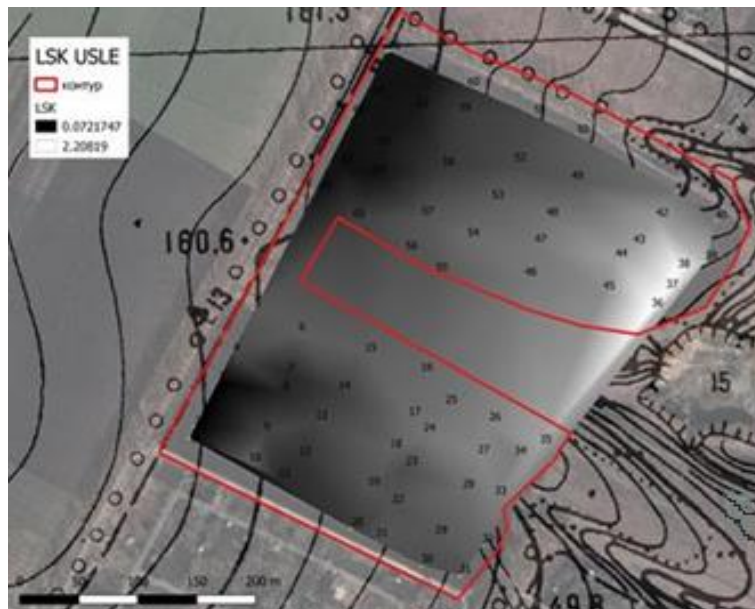


Рис. 1. Картограма просторового розподілу значень топографічного фактора моделі USLE (LSK) на дослідній ділянці

Вологість ґрунту визначали в шарах 0–30, 30–50 та 50–100 см з трикратним повторюванням у кожній точці відбору з наступним висушуванням у термостаті (Рис. 2).



Рис. 2. Схема відбору проб ґрунту для визначення вмісту вологи на території дослідної ділянки

3. Результати та їх обговорення

Основні статистичні характеристики результатів визначення умісту води в різних шарах ґрунту подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні статистичні характеристики результатів визначення вмісту води у ґрунті на території дослідної ділянки (Весняний відбір)

Шар, см	Кількість точок (N)	Вміст води, %				
		середнє арифметичне значення	медіана	мінімум	максимум	СКВ
0–30	20	15,23	15,12	12,86	17,86	1,432
30–50	20	17,33	17,84	13,13	19,26	1,683
50–100	20	18,17	18,43	15,41	19,40	1,082

Примітка: СКВ – середньоквадратичне відхилення

Просторовий розподіл значень вмісту води в ґрунті характеризується низьким та середнім значеннями варіативності, яка змінюється у низхідному напрямку, тоді як значення вологості, навпаки, підвищуються.

Методами дисперсійного аналізу було оцінено зв'язок між значеннями вологості ґрунту та топографічного фактора. Результати показали середній ступінь зв'язку між досліджуваними показниками для шарів 30–50 та 50–100 см ($R = 0,6$) та слабкий — для шару 0–30 см ($R = 0,3$) (Рис. 3). Для наочності всі три графіки показано на одному координатному полі.

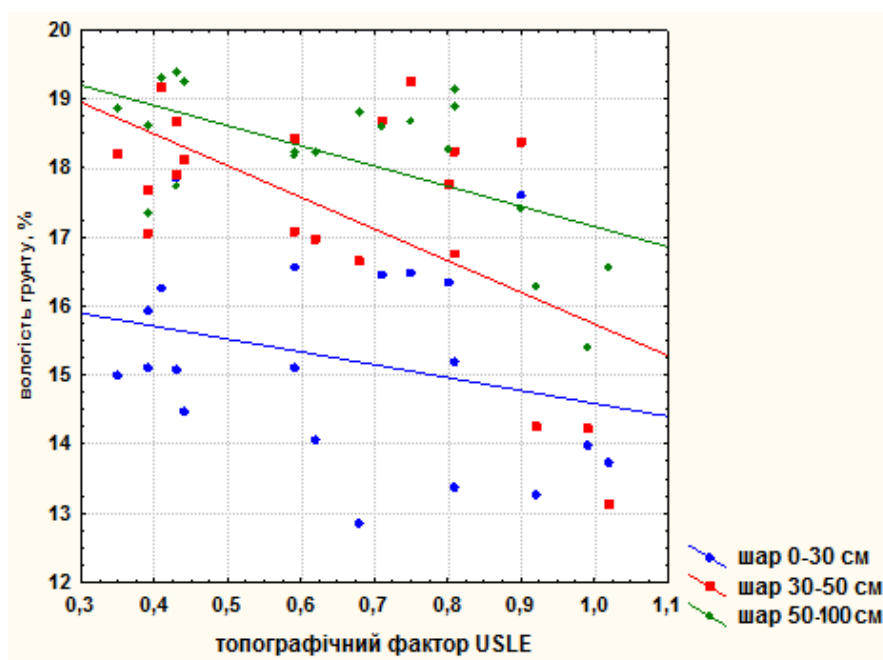


Рис. 3. Залежність вологості ґрунту в різних шарах від значень топографічного фактора моделі USLE у точках відбору

Результати, представлені на рис. 3, свідчать, що значення умісту ґрунтової води по вертикалі розподілені відповідно до загальної тенденції, описаної китайськими вченими [7]. Лінії тренду мають нахил у бік вищих значень топографічного фактора, тобто попередньо можна стверджувати, що значення умісту води знижуються з ростом потенційного стоку (втрат ґрунту). Варіативність значень вмісту води по окремих шарах становить 9,4, 9,7 та 5,9 % відповідно, тобто є відносно невисокою [13].

Більш детальні дослідження закономірностей розподілу було проведено шляхом кластерного аналізу за допомогою модуля ANOVA програми Statistica. Для цього значення керуючого фактора – а саме, топографічного фактора математичної моделі ерозії, було розбито на 4 класи (1 — $\leq 0,4$; 2 — $0,4-0,6$; 3 — $0,6-0,8$; 4 — $\geq 0,8$).

Проведеним аналізом визначено середнє арифметичне значення вологості ґрунту та середньоквадратичне відхилення (СКВ) як у межах окремих класів так і для всієї вибірки у цілому. Результати дослідження подано у таблиці 2.

Таблиця 2

Вологість ґрунту залежно від значень топографічного фактора

Клас і значення топографічного фактора	Кількість точок відбору проб (N)	Вологість ґрунту (%) у шарах (см)					
		0-30		30-50		50-100	
		середня	СКВ	середня	СКВ	середня	СКВ
1 ($\leq 0,4$)	3	15,35	0,51	17,65	0,57	18,28	0,82
2 ($0,4-0,6$)	6	15,89	1,24	18,23	0,71	18,69	0,72
3 ($0,6-0,8$)	4	14,97	1,80	17,89	1,27	18,59	0,24
4 ($\geq 0,8$)	7	14,78	1,66	16,11	2,19	17,43	1,40
—	Всього 20	15,24	1,43	17,34	1,68	18,17	1,08

Примітка: СКВ – середньоквадратичне відхилення

Як вказують дані таблиці 2, для всіх класів характерним є підвищення вологості ґрунту з глибиною. Найбільш вологими є ділянки поля зі значеннями топографічного фактора $0,4-0,6$ (2 клас), найменший вміст ґрунтової вологи — на еродованих частинах поля, де значення топографічного фактора відносяться до четвертого класу. Відхилення вмісту вологи від середніх значень можуть досягати 1,2 % (абсолютних), що еквівалентно понад 10 т/га вологи в шарі 0–100 см. Слід відзначити різкий ріст варіативності значень умісту вологи на ділянках з четвертим класом значень топографічного фактора математичної моделі ерозії.

Однак безпосередньо вологість ґрунту не є його прямою агрономічною характеристикою. Більш поширеною оцінкою є перерахунок на запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту та у шарі 0–100 см. У ході проведення даного дослідження було визначено вміст продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту, у пробах, відібраних навесні до посіву основної культури. Вміст продуктивної вологи визначали як різницю між фактичною польовою вологістю і гідрологічною константою «вологість стійкого в'янення». Кореляція Спірмена між умістом продуктивної вологи у дослідженому шарі ґрунту та топографічним фактором зафіксована на рівні $\rho = 0,7$ (Рис. 4). При цьому найбільші відхилення від передбачених значень спостерігаються у діапазоні запасів вологи 16–17 см, та, відповідно, близьких до медіанного значень топографічного фактора Універсального рівняння.

Як свідчать дані, наведені на рис. 4, у цілому підтверджується висновок китайських науковців [7] стосовно основних тенденцій розподілу вологи ґрунту у ландшафті, хоча й виникають деякі сумніви щодо коректності гомоскедастичності (незалежності дисперсії випадкових складових від номера спостереження) самої вибірки у нашому випадку. Однак тут можна розширити їх висновок з гіпсометричних відміток точок відбору на більш широке та універсальне значення топографічного фактора, застосоване для виконання даного дослідження. У цілому, можна зробити висновок, що процес накопичення ґрунтової вологи в осінньо-зимовий період може бути прогнозованим на основі параметрів схилу, які, своєю чергою, описуються за допомогою математичних моделей ерозії.

Відомо, що перерозподіл ґрунтової вологи залежить від типу основного обробітку ґрунту. На рівнинній частині ділянки досліджень було закладено польовий дослід, з метою виявлення впливу найбільш поширених типів основного обробітку на вміст вологи в ґрунті. Основні результати подано в таблиці 3. Запаси вологи на час сівби кукурудзи в середньому за три роки досліджень мало залежали від способів основного обробітку ґрунту. Однак, певні зменшення запасів у метровому шарі відбувалися у разі зменшення глибини обробітку. За нашими даними використання дискового мілкого обробітку в сівозміні і під кукурудзу безпосередньо, позначило тенденцію до зниження запасів вологи в кореневмісному шарі, але мало змінюючи їх в орному, порівняно з оранкою.

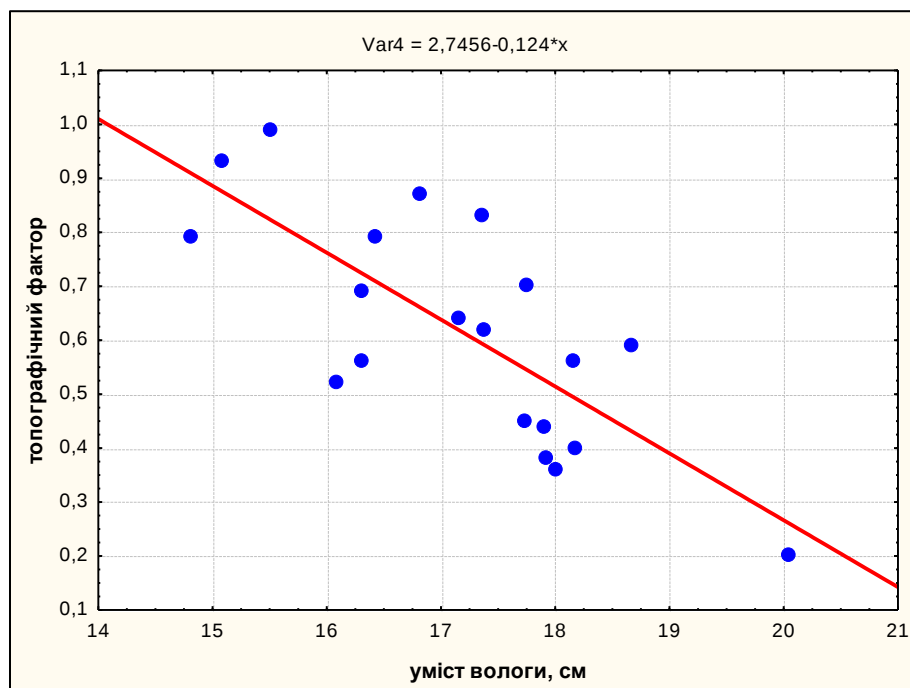


Рис. 4. Варіограма розподілу значень запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см залежно від значень топографічного фактора

Фактично вплив глибокого обробітку пристроєм розпушувальним ПРН 31 000 не відрізняється від впливу локального обробітку чизельним плугом ПЧ–2,5 на умови накопичення вологи в ґрунті за холодний період року і початок весняних польових робіт. Після таких обробітків забезпеченість вологою в метровому шарі виявилася на рівні з оранкою, зокрема, завдяки поглибленню обробітку до 33–35 см. В орному шарі (0–30 см) встановлено певну тенденцію до підвищення вмісту вологи у цих варіантах порівняно з контролем.

Таблиця 3

Запаси вологи у шарах ґрунту залежно від типу основного обробітку

Спосіб основного обробітку ґрунту, знаряддя, глибина	Шар ґрунту, см	Запаси вологи (мм) на час сівби кукурудзи за роками			
		2021	2022	2023	2021–2023
Оранка, ПЛН-4-35, 25–27 см (контроль)	0–10	24,3	25,3	27,8	25,8
	0–30	81,1	83,2	82,9	82,4
	0–100	302,0	310,0	306,0	306,0
Чизельний локальний, ПЧ-2,5, 33–35 см	0–10	25,4	26,1	26,8	26,1
	0–30	85,7	86,4	84,5	85,5
	0–100	301,0	307,0	305,0	304,0
Розпушення, ПРН-31 000 33–35 см	0–10	24,4	25,9	27,2	25,8
	0–30	85,0	85,7	83,2	84,6
	0–100	298,0	309,0	320,0	309,0
Дискування, БДМ-2,5, 10–12 см	0–10	24,8	25,6	25,2	25,2
	0–30	84,2	86,0	82,8	84,4
	0–100	292,0	300,0	298,0	297,0

На нашу думку, певні зміни умов накопичення вологи в ґрунті залежали від впливу способів обробітку на фізичні показники чорнозему типового. Мілкий обробіток дисковою бороною традиційно розпушує тільки верхній, посівний шар, а необроблений шар піддається додатковому ущільненню від тиску сільськогосподарських машин та знарядь. У результаті цього, безумовно, істотно більшою є щільність і твердість ґрунту, зокрема у необроблених шарах, що погіршує умови фільтрації вологи до глибоких горизонтів.

Безвідвальний обробіток ґрунту, порівняно з оранкою, також частково погіршує фізичний стан ґрунту. Особливо це стосується локального (смугового) обробітку, коли на полі залишаються необроблені смуги шириною 50–70 см. Однак, збільшення глибини обробітку і мінімальний вплив на створення негативного ущільнення в нижніх шарах, очевидно є позитивним явищем для накопичення вологи.

Протягом літнього періоду запаси вологи мало залежать від способів обробітку ґрунту, знижуючись у всіх варіантах незалежно від тимчасово наявних решток на поверхні після безвідвальних обробітків. Традиційно недостатня кількість опадів у цей період частково використовується рослинами або непродуктивно втрачається. Такі дані підтверджуються багаторічними результатами наших попередніх досліджень [14, 15].

4. Висновки

Встановлено достовірний статистичний зв'язок між результатами математичного моделювання водної ерозії та вмістом продуктивної вологи в шарі 0–100 см ґрунтів ерозійно небезпечних земель. Це дозволяє прогнозувати його просторовий розподіл і, на цій основі, оптимізувати набір і характеристики агрохімічних та агротехнічних заходів, пов'язаних із водоспоживанням рослин.

Вологість ґрунту у межах орного шару не можна надійно прогнозувати засобами математичного моделювання водної ерозії.

Рівень вологозабезпеченості чорнозему типового на схилах у найбільш важливий посівний період залежить, у першу чергу, від глибини основного обробітку ґрунту. Обробіток безвідвальними знаряддями може ефективно впливати на накопичення вологи в орному шарі на рівні з оранкою за умови збільшення глибини обробітку.

Підтвердження Публікація містить результати досліджень, проведених у рамках проекту 0124U000457 «Розроблення заходів для забезпечення сталої продуктивності агрофітоценозів та впливу абіотичних і біотичних стресових факторів» та НДР 0121U108053 «Дослідження закономірностей просторового розподілу елементів родючості в ґрунтах ерозійно небезпечних земель та розроблення методичних рекомендацій для оптимізації їх використання».

Список використаних джерел

1. Медведєв В. В., Лактионова Т. Н., Донцова Л. В. *Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур*. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с. Доступно на <https://issar.com.ua/shop/vodnye-svoystva-pochv-ukrainy-i-vлагоobespechennost-selskohozyajstvennyh-kultur/>
2. Letey J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*. 1958. № 1. P. 277–294. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5046-3_8
3. Sabri N. S. A., Zakaria Z., Mohamad S. E., Jaafar A. B., Hara H. Importance of soil temperature for the growth of temperate crops under a tropical climate and functional role of soil microbial diversity. *Microbes Environ*. 2018. № 33. P. 144–150. <https://doi.org/10.1264/jsme2.me17181>
4. Wang Z., Xu W., Chen Z., Jia Z., Huang J., Wen Z., Chen Y., Xu B. Soil moisture availability at early growth stages strongly affected root growth of *Bothriochloa ischaemum* when mixed with *Lespedeza davurica*. *Frontiers in Plant Science*. 2018. № 9. 1050. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01050>
5. Анциферова О. А., Самарина Е. Д. Оценка запасов продуктивной влаги под озимой пшеницей в условиях неоднородного рельефа. *Известия КГТУ*. 2018. № 50. С. 127–137.
6. Tang M., Gao X., Zhang C., Zhao X., Wu P. Sloping land use affects soil moisture and temperature in the loess Hilly Region of China. *Agronomy*. 2020. № 10(6). 774. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060774>
7. Wen G., Deng W., Wen F. Numerical analysis of characteristics of moisture migration in soil slope under rainfall. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. № 501–504. P. 1927–1931. <https://doi.org/10.1007/s12303-008-0039-0>
8. Кузнецов М. С., Демидов В. В., Абдулханова Д. Р. Закономерности распространения смытых и намытых дерново-подзолистых почв на склонах. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение*. 2009. № 1. С. 34–37.
9. Tonkha O., Nurek T., Kravchenko Y., et al. Spatial Heterogeneity of Soil Parameters in Different Forest-Steppe Landscapes of Ukraine. Warszawa; 2021. 118 p. https://katalogi.bn.org.pl/permalink/48OMNIS_NLOP/1aot9i7/alma991052884019205066
10. Wischmeier, W. H., Smith D. D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USA: United States Department of Agriculture, Agriculture. Handbook. 1978. № 537. Washington, D.C
11. Круглов О. В.. Особливості розподілу магнітної сприйнятливості чорнозему типового на схилах. *Вісник Харківського нац. аграрного ун-ту. Сер. Ґрунтознавство*. 2012. № 4, С. 66–69.
12. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. *Эрозия и охрана почв*. М.: Колосс, 2004. 352 с.
13. Лакин Г. Ф. *Биометрия*. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
14. *Сучасна система обробітку ґрунту в польових сівозмінах господарств Харківської області*. Рекомендації. За ред. Ю. В. Будьонного. Харків, 2004. 34 с.
15. Шевченко М. В. *Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження*. Монографія. Харків: Майдан, 2019. 210 с.

UDC 631.421:57.087

Spatial distribution of soil moisture in spring in a slope agro-landscape**M. V. Shevchenko¹, O. V. Kruglov², V. P. Kolyada², S. M. Dolya¹, O. M. Zhuravel¹**¹ State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine² National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

The regularities of the spatial distribution of soil moisture in the soils of erosion-prone lands studied in order to optimize their use. Such regularities, in particular, are a necessary part of the scientific justification for the introduction of the technology of "precision farming" and energy saving into agricultural practice. The study carried out within the erosion-dangerous area of sloping arable land in the territory of the Kharkiv region. The soil is a chernozem typical heavy loamy. To characterize slope processes, the value of the topographic factor of the leading mathematical models of erosion was used, which was calculated as the product of the parameters of slope steepness S and slope length L on a digital map on a scale of 1:10,000. The study showed that the moisture content in the soil in the spring completely depends on the dynamics of erosion processes. The regularities of the spatial distribution of fertility elements in the soils of erosion-prone lands established based on the results of field research and mathematical modeling. It shows that with the help of modern erosion models, it is possible to predict the regime of field soil moisture and moisture reserves on erosion-dangerous slope areas. It found that the type of main tillage does not have a significant effect on soil moisture accumulation, the level of moisture availability of typical chernozem in the most important period — the sowing period — depends, first, on the depth of main tillage. A tendency to increase the moisture content observed in the variant with traditional plowing with a shelf plow. The obtained materials, results and research conclusions can be used to improve the methods of creating modern sustainable land uses, scientific substantiation of the rational use of lands with agronomically unfavorable properties in agricultural production, and for the preparation of a plan of anti-erosion measures by land management organizations.

Keywords: moisture; soil; erosion; cultivation; relief

Citing: Shevchenko, M. V., Kruglov, O. V., Kolyada, V. P., Dolya, S. M., & Zhuravel O. M. (2024). Spatial distribution of soil moisture in spring in a slope agro-landscape. *AgroChemistry and Soil Science*, 96, 4-11. <https://doi.org/10.31073/acss96-01> [in Ukrainian]

References

1. Medvedev V. V., Laktionova T. N., & Dontsova L. V. (2011). Water properties of soils of Ukraine and moisture supply of agricultural crops. Kharkiv: Apostrophe. Available from [https://issar.com.ua/shop/vodnye-svoystva-pochv-ukrainy-i-vlagoobespechennost-selskohozyajstvennyh-kulturn/](https://issar.com.ua/shop/vodnye-svoystva-pochv-ukrainy-i-vlagoobespechennost-selskohozyajstvennyh-kulturn) [in Russian].
2. Letey, J. (1958). Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*, 1, 277-294. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5046-3_8
3. Sabri, N. S. A., Zakaria, Z., Mohamad, S. E., Jaafar, A. B., & Hara, H. (2018). Importance of soil temperature for the growth of temperate crops under a tropical climate and functional role of soil microbial diversity. *Microbes and Environments*, 33, 144-150. <https://doi.org/10.1264/jsme2.me17181>
4. Wang, Z., Xu, W., Chen, Z., Jia, Z., Huang, J., Wen, Z., ... Xu, B. (2018). Soil moisture availability at early growth stages strongly affected root growth of *Bothriochloa ischaemum* when mixed with *Lespedeza davurica*. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1050. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01050>
5. Antsiferova, O. A., & Samarina, E. D. (2018). Estimation of productive moisture reserves under winter wheat in conditions of heterogeneous terrain. *Izvestiya KGTU*, 50, 127-137. [in Russian].
6. Tang, M., Gao, X., Zhang, C., Zhao, X., & Wu, P. (2020). Sloping land use affects soil moisture and temperature in the Loess Hilly Region of China. *Agronomy*, 10(6), 774. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060774>
7. Wen, G., Deng, W., & Wen, F. (2014). Numerical analysis of characteristics of moisture migration in soil slope under rainfall. *Applied Mechanics and Materials*, 501-504, 1927-1931. <https://doi.org/10.1007/s12303-008-0039-0>
8. Kuznetsov, M. S., Demidov, V. V., & Abdulkhanova, D. R. (2009). Patterns of distribution of washed and washed sod-podzolic soils on slopes. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie*, 1, 34-37. [in Russian].
9. Tonkha, O., Nurek, T., Kravchenko, Y., Sychevskyy S., Bykova, O., Menshov, O., ... Glowacki, S. (2021). *Spatial Heterogeneity of Soil Parameters in Different Forest-Steppe Landscapes of Ukraine*. Warsaw: Wydawnictwo SGGW. Retrieved from https://katalogi.bn.org.pl/permalink/48OMNIS_NLOP/1aot9i7/alma991052884019205066
10. Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. *Agriculture Handbook No. 537*. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture.
11. Kruglov, O. V. (2012). Peculiarities of distribution of magnetic susceptibility of typical chernozem on slopes. *Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University. Ser. Pedology*, 4, 66-69. [in Ukrainian].
12. Kuznetsov, M. S., & Glazunov, H. P. (2004). *Erosion and soil protection*. M.: KolosS. [in Russian].
13. Lakin, G. F. (1990). *Biometrics*. (352 p.). M.: Higher School. [in Russian].
14. Budyonny, Yu. V. (Ed.). (2004). *Modern system of soil cultivation in field crop rotations of households in the Kharkiv region. Recommendations*. Kharkiv. [in Ukrainian].
15. Shevchenko, M. V. (2019). *Scientific basis of tillage systems in conditions of unstable and insufficient moisture: monograph*. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian].