

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ НОРМИ ЕРОЗІЇ

Чорний С.Г., Вільна Н.В.

Миколаївський національний аграрний університет

s.g.chornyy@gmail.com

Ерозія як один із видів деградації ґрунтів наносить значних економічних і екологічних збитків. Площа сільськогосподарських угідь України, які зазнають згубного впливу водної ерозії, становить 13,3 млн. гектарів, вітрової ерозії (дефляції) - 6 млн. гектарів, а в роки з катастрофічними пиловими бурями - 20 млн. гектарів. Економічні збитки від таких процесів становлять більше 6 млрд. дол. США в рік [2]. У зв'язку з цим проблема ерозії потребує якнайшвидшого вирішення.

Одним із способів подолання та подальшого запобігання розвитку даної проблеми є створення ефективних систем захисту ґрунтів від ерозії, що розуміють під собою забезпечення максимально стійкого рівня виробництва на певній площі за розмірів втрати ґрунту нижче порогового рівня, що теоретично дозволить підтримувати баланс між швидкістю ерозії та темпами ґрунтоутворення.

В якості критерію для оцінки втрат ґрунту застосовують поняття «допустимих норм ерозії» (ДНЕ; в англійській літературі часто позначається як T-value) У державному стандарті України ДНЕ визначена як «максимальна втрата ґрунту від ерозії, яка не призводить до деградації ґрунтового покриву і встановлюється з урахуванням існуючих або перспективних ґрунтово-охоронних можливостей і (або) швидкостей формування гумусового горизонту певного ґрунту» [5]. Існуючі на сьогоднішній день методики визначення ДНЕ досить суперечливі, погано обґрунтовані і у більшості випадків дають неточні результати, що призводить до помилок при проектуванні ґрунтозахисних заходів. Тому метою проведення досліджень було визначення оптимального методу оцінки допустимих норм ерозії для ґрунтів Правобережного Степу України, що дозволить отримати значення ДНЕ для різних рівнів втрати продуктивності ґрунтів внаслідок ерозії.

Отже допустимою нормою ерозії є заздалегідь визначена деяка втрата родючості за певний період часу T :

$$\text{ДНЕ} = \frac{\Delta FR}{T} = \frac{FR_0 - FR_T}{T}, \quad (1)$$

де FR_0 та FR_T – вихідний та запланований через час T показник родючості ґрунту.

Враховуючі, що параметр FR_T , в свою чергу є функцією від вихідних значень родючості FR_0 :

$$FR_T = FR_B \times (1 - \alpha) \quad (2)$$

де α – запланований показник зменшення продуктивності ґрунту (при 1% зменшення рівня продуктивності через час T $\alpha = 0,01$, при 5% $\alpha = 0,05$ і тому подібне).

Виходячи з цього

$$\text{ДНЕ} = \frac{FR_B - FR_B \times (1 - \alpha)}{T} = \frac{-\alpha \cdot FR_B}{T} \quad (3)$$

Враховуючи вихідну задачу наших досліджень, а саме, визначення ДНЕ з врахуванням різних рівнів втрати продуктивності ґрунтів внаслідок ерозії, то показник родючості FR повинен описувати зміни родючості при втраті верхніх шарів ґрунту. Тобто параметр FR повинен кількісно визначати родючість певного шару ґрунту H . В наших роботах [4] для вирішення таких задач рекомендується використовувати модифікований індекс родючості Пірса [7, 8], який розраховується для метрового шару ґрунту наступним чином:

$$FR = \sum_{i=1}^{10} \sqrt[5]{h_i \cdot ph_i \cdot \gamma_i \cdot \rho_i \cdot k_i} \cdot (WF_i) \quad (4)$$

де i – номер кожного з шарів ґрунту ($i=1, 2, 3 \dots 10$); $h_i, ph_i, \gamma_i, \rho_i, k_i$ – відповідно, нормовані від 0 до 1 значення вмісту гумусу, рН, щільності складання, вмісту рухомого фосфору і калію в i -му шарі ґрунту; WF_i – параметр, що показує частку коренів рослин від їх загальної кількості в кожному i -му шарі. Технології нормування показників родючості визначені в наших попередніх роботах [4]. Метод розрахунку параметра WF_i буде розглянутий нижче.

Реалізація методики (1-4) пов'язано з вирішенням проблеми розрахунків вірогідних змін родючості за формулою (3). Справа в тому, що показник FR , розраховується в частках одиниці, а ДНЕ традиційно вимірюється в т/га за рік. А тому в формулу (3) необхідно ввести показник, який буде показувати на швидкість зміни величини FR у процесі ерозії верхнього шару ґрунту (v), а також показник щільності складання (γ). В цьому випадку, математична модель оцінки ДНЕ буде мати наступний вигляд:

$$\text{ДНЕ} = \frac{-\alpha \cdot FR_B \cdot \gamma}{0,1 \cdot T \cdot v} \quad (5)$$

Розглянемо використання методу (1-5) на реальному прикладі. Агроландшафт знаходиться в Миколаївському районі Миколаївської області (землі навчально-наукового-виробничого центру МНАУ) з координатами середини ділянки в $46^{\circ}54'35,4''$ та $31^{\circ}40'04,4''$. В шарі 0-100 см були визначені наступні властивості південних чорноземів, які покладені в основу кількісної оцінки родючості FR - вмісту гумусу, рН, щільності складання, вмісту рухомого фосфору і калію та проведено нормування цих показників (табл. 1).

Для остаточної оцінки за (4) вихідної родючості, необхідно визначити значення параметру WF_i , що показує частку коренів рослин від їх загальної кількості в кожному i -

Таблиця 1. Вихідні дані та порядок розрахування показника родючості FR

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	Нормоване значення вмісту гумусу	Вміст P_2O_5 , мг/кг	Нормоване значення вмісту P_2O_5	Вміст K_2O , мг/кг	Нормоване значення вмісту K_2O	Щільність складання, г/см ³	Нормоване значення щільності складання	pH	Нормоване значення pH	Середнє геометричне	$Y(h)-Y(h_1)$	f_r
0-10	2,90	0,83	10,40	0,23	420,6	1,00	1,33	0,92	6,50	0,93	0,70	0,42	0,293
10-20	2,25	0,64	8,60	0,19	365,1	1,00	1,40	0,80	6,30	0,97	0,63	0,16	0,103
20-30	2,10	0,60	3,10	0,07	165,9	0,55	1,47	0,64	7,30	0,68	0,40	0,09	0,034
30-40	1,79	0,51	2,30	0,05	154,7	0,52	1,53	0,46	7,20	0,72	0,34	0,05	0,017
40-50	1,56	0,45	2,40	0,05	162,1	0,54	1,54	0,42	7,50	0,61	0,32	0,03	0,010
50-60	1,52	0,43	2,50	0,06	79,5	0,27	1,56	0,35	7,40	0,65	0,27	0,02	0,006
60-70	0,79	0,23	2,90	0,06	77,3	0,26	1,57	0,32	7,20	0,72	0,24	0,01	0,004
70-80	0,32	0,09	5,70	0,13	72,4	0,24	1,59	0,24	7,40	0,65	0,21	0,01	0,002
80-90	0,32	0,09	9,10	0,20	145,5	0,49	1,59	0,24	7,40	0,65	0,27	0,01	0,002
90-100	0,18	0,05	10,70	0,24	142,3	0,47	1,62	0,12	7,50	0,61	0,21	0,00	0,001

0,472

Таблиця 2. Параметри визначення показника WF

Сільськогосподарська культура	Частка у структурі посівних площ регіону	d_a	c	d_{max}
Озима пшениця	0,28	17,2	-1,286	150,4
Кукурудза	0,07	14,9	-1,151	118,3
Ярий та озимий ячмінь	0,18	11,8	-1,060	146,1
Бобові культури (горох, соя)	0,02	16,2	-1,115	104,8
Олійні культури (соняшник, ріпак)	0,35	10,0	-0,671	133,0
Багаторічні трави	0,01	20,7	-1,032	176,8
Інші	0,09	15,0	-1,117	141,9
Середнє зважене	-	13,4	-0,999	139,9

му шарі. У роботі [6] було проведено узагальнення щодо розподілу в ґрунті корневих систем основних сільськогосподарських культур помірного природного поясу Світу через побудову кумулятивної кривої розподілу маси корневих систем в ґрунті за допомогою рівняння логістичної кривої «доза-ефект»:

$$Y(h) = \frac{1}{1 + \left(\frac{h}{d_a}\right)^c} + \left[1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{d_{max}}{d_a}\right)^c}\right] \cdot \frac{h}{d_{max}}, \quad (6)$$

де $Y_i(h)$ – значення кумулятивної кривої вмісту коренів певної сільськогосподарської культури в частках одиниці в точці профілю ґрунту h , см; d_a та c – параметри кривої, d_{max} – максимальна довжина коріння певної культури, см. Значення цих параметрів наведено в роботі [6]. Для умов проведення досліджень ці параметри були

Таблиця 3. Діапазони допустимих норми ерозії, т/га в рік

Запланований рівень зниження родючості, %	Терміни планування, роки	
	50	100
1	1,11	0,55
3	3,33	1,65
5	5,55	2,75
10	11,10	5,50-

розраховані як середньозважені з урахування площ сільськогосподарських культур в регіоні (табл. 2).

Отже, після визначення параметрів рівняння (6) (табл.2) значення WF_i в шарі ґрунту h у модифікованому індексу родючості Пірса (4) можна буде визначити наступним чином:

$$WF_i = Y(h)_j - Y(h)_i, \quad (7)$$

де $Y(h)_j$ – значення функції (6) на верхній межі шару ґрунту h , $Y(h)_i$ значення функції (6) на нижній межі шару ґрунту h .

А отже визначена вихідна родючість $FR_{вих}$ за формулою (4) буде дорівнювати 0,472 (табл. 1).

В моделі (5) залишився не визначеним лише показник ν , який показує на швидкість зміни величини FR у процесі ерозії верхнього шару ґрунту. Очевидно, що така швидкість буде залежати від вірогідної величини втрат ґрунту з ерозією. Розрахунки за моделями водної [3] та вітрової ерозії [1] показали, що при існуючій структурі посівних площ та стану ґрунтозахистних заходів, середні щорічні втрати ґрунту будуть коливатися в межах 0,58-2,58 мм в залежності від ухилу, довжини схилу, відстані до лісосмуг тощо. При показнику родючості верхнього 20 см шару ґрунту, який буде підлягати ерозії, в 0,396 (табл.1), параметр ν коливається в певних межах, але середнє значення буде дорівнювати 0,0102.

Підставляючи всі визначені вище величини в формулу (5) ми можемо розрахувати ансамбль значень ДНЕ на різні рівні запланованих втрат родючості ґрунту на кілька рівней часових інтервалів контролю за станом південного чорнозему в умовах визначеного агроландшафту. В таблиці 3 наведені ДНЕ на заплановані втрати родючості в 1%, 3%, 5%, 10% від вихідного значення при горизонтах планування за станом ґрунтових ресурсів в 50 та 100 років та при щільності складання верхнього шару ґрунту в 1,3 г/см³.

Остаточний вибір ДНЕ робить власник земельної ділянки, маючи на увазі майбутню компенсацію втрат ґрунту за рахунок прогресу в менеджменті, впровадженням кращих технологій вирощування сільськогосподарських культур, повної реалізації

генетичного потенціалу сільськогосподарських рослин тощо. Інший можливий шлях компенсації родючості ґрунту, втраченого з ерозією, є посилення процесів ґрунтоутворення.

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з прогнозування прояву пилових бур в Україні. – Харків, 2009. – 32 с.
2. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні – Харків: НТУ «ХП», 2010. – 460 с.
3. Светличный, А.А., Черный С.Г., Швевс Г.И. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. – Суми: Університетська книга, 2004. – 415 с.
4. Черный С.Г., Поляшенко Н.В. Определение допустимой нормы эрозии для южных черноземов Правобережной Степи Украины // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – №2 (55) – С. 38-46.
5. Якість ґрунту. Ерозія ґрунту. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 7118:2009. – [Чинний від 2010-07-01]. – Миколаїв, Миколаївський державний аграрний університет, 2010. – 19 с.
6. Fan J., McConkey B., Wang H., Janzen H. Root distribution by depth for temperate agricultural crops. – Field Crops Research. – 2016. – № 189. – Pp. 68–74.
7. Pierce F.J., Larson, R.H., Dowdy W.A.P. Productivity of soils: assessing long-term changes due to erosion // Journal of Soil and Water Conservation. – 1983. – № 38. – P. 39–44.
8. Pierce, F.J. Soil loss tolerance: Maintenance of long-term soil productivity / F.J. Pierce, W.E. Larson, R.H. Dowdy // Journal of Soil and Water Conservation. – 1984. – № 39 (2). – P.136–138.