

## ПІДВИЩЕННЯ ПРОТИЕРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ ЛЕГКОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ В АГРОЛАНДШАФТАХ ПОЛІССЯ

**Барвінський А.В.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Показано залежність основних фізичних характеристик, які визначають стійкість дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу до водної ерозії, від вмісту гумусу та насиченості вбирного комплексу кальцієм. Обґрунтовано алгоритм підвищення протиерозійної стійкості ґрунтового покриву як основи збалансованого функціонування сучасних агроландшафтів.*

**Ключові слова:** водна ерозія, водостійкість структури, водопроникність, система удобрення, сільськогосподарське землекористування.

### **Постановка проблеми**

Особливості клімату (позитивний баланс вологи, часта зміна температур в ранньовесняний період), рельєфу (61,2 % площі земель під сільськогосподарськими угіддями розміщені на схилах понад 1°), високий рівень антропогенного навантаження на земельні ресурси (розораність сільськогосподарських угідь – 65,8 %) та низька протиерозійна стійкість дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу, що займають 60% території українського Полісся [6], обумовлюють значне поширення ерозійних процесів, якими охоплено майже 0,7 млн. га орних земель [2]. Зокрема, в складі сільськогосподарських угідь нараховується 328,0 тис. га середньо- та сильнозмитих ґрунтів, в т.ч. 260,2 тис. га ріллі. Загальний недобір продукції рослинництва на еродованих землях Полісся складає 6,7 млн. ц умовного зерна.

Водна ерозія в Поліссі обумовлена в основному стоком талих вод та зливовими опадами. При цьому під час злив основною причиною руйнування ґрунтів на схилах є не стікаюча вода, а падаюча крапля [12]. За існуючих систем обробітку ґрунту і структури посівних площ, яка сформувалась під впливом кон'юктури ринку, до весни залишаються відкритими (без рослинності) 60-70% орних земель, що визначає сильну небезпеку водної ерозії (за експертними даними з агрофонів з проєктивним покриттям культурами до 50-60 % може відчувуватись до 20-25 т/га ґрунту), і тільки повільний процес танення снігу стримує її інтенсивний розвиток. Енергія злив невисока (450-600 Дж/м<sup>2</sup>) [6], але несприятливі властивості домінуючих в даній природно-кліматичній зоні ґрунтів (легкий гранулометричний склад, низький вміст гумусу – 0,5-1 %, підвищена щільність – 1,45-1,55 г/см<sup>3</sup> тощо) обумовлюють їхню високу податливість зливовій

ерозії. Наприклад, на піщаних і зв'язнопіщаних ґрунтах зандрових рівнин Полісся певну небезпеку посадкам картоплі у досходовий період представляє ерозія (розпливання) гребенів при інтенсивних опадах [11-12].

В подальшому небезпека водно-ерозійних процесів в зоні Полісся буде наростати через посилення технологічного навантаження на ґрунтовий покрив, обумовленого «ринковою» структурою посівних площ, і зміни клімату (посилення зливового характеру опадів) [13]. А тому актуальність проблеми забезпечення надійного протиерозійного захисту ґрунтового покриву поліських агроландшафтів на найближчу, а можливо, і середньострокову перспективу залишатиметься гострою.

Звичайно, кардинальним шляхом вирішення питання захисту сільськогосподарських угідь від водної ерозії є формування екологічно стійких агроландшафтів, яке передбачає запровадження науково обґрунтованого комплексу заходів, зокрема, й агромеліоративних, спрямованих не тільки на підвищення родючості ґрунтів, а й їхньої протиерозійної стійкості. Адже, саме ґрунт з одного боку є фундаментом (основою) будь-якого агроландшафту, а з другого – об'єктом, який зазнає негативного впливу водної ерозії.

### **Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій**

Питанням підвищення екологічної стійкості ґрунтового покриву Полісся присвячені роботи М.М. Годліна, Г.А. Мазура, О.Н. Соколовського, В.П. Стрельченка, Р.С. Трускавецького та інших [5, 7, 9, 11, 14], в яких в основному висвітлений характер змін агро- і

фізико-хімічних властивостей ґрунтів під впливом антропогенних чинників.

Однак, до цього часу майже відсутні дані про кількісні параметри змін фізичних показників, які безпосередньо визначають протиерозійну стійкість ґрунтів елювіального ряду, в процесі їхнього сільськогосподарського використання на сучасному етапі реформування земельних відносин.

**Мета статті** - дослідити взаємозв'язок фізичних показників, що безпосередньо визначають протиерозійну стійкість ґрунтів легкого гранулометричного складу Київського Полісся (структурно-агрегатний склад, водотривкість структури, щільність та водопроникність) з основними агрохімічними параметрами їхньої родючості, які трансформуються під впливом добрив і меліорантів, та обґрунтувати заходи щодо їх поліпшення.

### **Методи досліджень**

Вивчення питань трансформації фізичних властивостей ґрунтів під впливом тривалого застосування засобів хімізації проводилось в рамках стаціонарного дослідження, закладеного на дерново-середньопідзолисту пилувато-супіщаному ґрунті в Київському агроґрунтовому районі.

Визначення показників фізичних властивостей здійснювалось за такими методами: агрегатний аналіз і визначення водотривкості макроструктури – за Саввіновим, мікроагрегатний аналіз – за Качинським, гранулометричний аналіз піпет-методом за Качинським в модифікації Долгова і Лічманової, об'ємна маса – за допомогою циліндрів-бурів Качинського, пористість ґрунту – розрахунковим методом, водопроникність – методом трубок із змінним натиском.

**Виклад основного матеріалу**

Формування ерозійних процесів в значній мірі залежить від агрофізичних характеристик оброблюваного шару – агрегатного складу, водопроникності, щільності складення та інших показників, які можна регулювати за допомогою різних агротехнічних заходів. Особливе значення має вміст в поверхневому шарі ґрунту водостійких агрегатів крупніше 1 мм, які сприяють зниженню інтенсивності ерозійних процесів. Якщо цей шар ґрунту має добрий агрегатний склад, то вода, яка потрапляє на поверхню

ґрунту, по міжагрегатним просторам фільтрується в нижні шари. Там, де структура ґрунту під дією води швидко руйнується, окремі частки зруйнованих агрегатів, особливо їх муліста фракція, закупорюють ґрунтові шпарини нижніх шарів, через що проникність ґрунту для повітря і води різко знижується, що й призводить до утворення поверхневого стоку на схилових територіях.

Результати фракціонування ґрунту на ситах у воді (мокре просіювання) свідчать про позитивний вплив сумісного застосування вапна і добрив на водотривкість структури (табл. 1).

**1. Водотривкість ґрунтових агрегатів залежно від системи  
удобрення культур і вапнування (гор. НЕ)**

Варіанти дослідів	Кількість агрегатів при мокрому* просіюванні (% від маси повітряно-сухого ґрунту) розміром (мм)		Критерій водотривкості, %
	>1	1-0,25	
1 - Контроль (без добрив)	4,2	8,6	41,7
2 – NPK (150 кг/га д.р.)	3,4	5,2	23,7
3 – NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0Нг)	3,4	9,0	41,9
4 – Гній (10 т/га сівозмінної площі)	4,1	8,7	34,1
5 – Гній + CaCO <sub>3</sub>	4,5	9,9	40,7
6 – NPK + гній	4,7	6,2	27,4
7 - NPK + гній + CaCO <sub>3</sub>	5,7	15,0	61,2
8 – NPK + гній + 1,5CaCO <sub>3</sub>	6,8	14,4	69,9
9 – NPK + 2гній + CaCO <sub>3</sub>	5,4	12,6	58,9
НІР <sub>05</sub>	0,6	4,0	
S <sub>x</sub> , %	5,85	9,00	

Примітка: \*без механічних елементів відповідного розміру

Так, застосування вапна по органічно-мінеральному фону (вар. 7-9) сприяло збільшенню критерія водотривкості структури на 17,2-28,2 % у порівнянні з контролем (вар. 1) і на 25,0-42,5 % в порівнянні з органічно-мінеральним фоном (вар. 6). Вміст водотривких агрегатів (В<sub>вт</sub>) розміром від 0,25 до 1 мм у вказаних варіантах зріс по відношенню до контролю і фону відповідно на 4,0-6,4 і 6,0-8,8 %.

Застосування добрив без вапна на кислих землях призводить до зниження критерія водотривкості: на мінеральному фоні на 18,0 %, органічно-мінеральному – на 14,3, органічному – на 7,6 %. Вапнування сприяє збільшенню кількості водотривких макроагрегатів на 1,6 % по відношенню до органічного фону, 3,8 – до мінерального, на 7,1-10,3 % – до органічно-мінерального фону. Збільшення дози

CaCO<sub>3</sub> в 1,5 рази за величиною гідролітичної кислотності (Нг) призводить до росту вмісту більш крупних водотривких агрегатів. Так, у вар. 8 V<sub>вт</sub>>1мм склав 6,8 %, у вар. 7 – 5,7 %, у вар. 6-4,7 %.

Підвищення водотривкості структури при сумісному застосуванні вапна та добрив пояснюється позитивними змінами у вбирному комплексі ґрунту (ВКГ), обумовленими кальцієм вапна [4], та збільшенням вмісту гумусу і покращенням його якісного складу: накопиченням гуматів кальцію, які відіграють провідну роль в цементації агрегатів. Індекси кореля-

ції, що характеризують криволінійні зв'язки між V<sub>вт</sub>>0,25мм і вмістом обмінних Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> - з однієї сторони, і між V<sub>вт</sub>>0,25 мм і вмістом гумусу – з іншої сторони, складають відповідно 0,89±0,18 і 0,78±0,22.

Крім того, вапнування ґрунтів ненасичених основами запобігає руйнуванню і виносу із них найбільш цінної в сільськогосподарському відношенні їх частини, а саме ВКГ. Так, вапнування по органо-мінеральному фону (вар. 7-9) сприяє збільшенню відносного вмісту мулистої фракції в порівнянні з контролем (вар.1) на 12,3-18,4% (табл. 2).

## 2. Вплив тривалого застосування добрив і вапна на мікроагрегатний (перед рискою) і гранулометричний (за рискою) склад дерново-підзолистого супіщаного ґрунту

Варіанти дослідів	Сума частинок (% від маси сухого ґрунту) розміром (мм)				Гранулометричний показник структурності (P), %
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,001	<0,001	
1	27,8/26,7	35,6/36,7	35,3/31,7	1,3/4,9	15,4
2	29,6/29,6	36,6/31,3	32,4/34,7	1,4/4,4	12,7
4	27,0/27,0	29,7/32,1	42,0/36,1	1,3/4,8	13,3
6	31,9/31,0	24,6/32,1	42,2/31,8	1,3/5,1	16,0
7	29,6/28,2	22,5/32,5	46,7/33,8	1,2/5,5	16,3
8	30,4/28,3	22,5/32,4	45,9/33,7	1,2/5,6	16,6
9	31,4/29,7	22,6/28,7	45,0/35,8	1,0/5,8	16,2

Навпаки, при застосуванні одних мінеральних добрив (вар. 2) кількість фракції мулу зменшується на 10,2 %. Ці зміни є відносними, оскільки на контролі (без добрив) при розорюванні (майже за 30-річний період) відбулось зменшення вмісту мулу на 24,6 % порівняно з перелогом.

Вапнування підвищує «гранулометричний показник структурності» (P) на 0,2-0,6 % у порівнянні з органо-мінеральним фоном. Максимальний «гранулометричний показник структурності» відмічений при сумісному

застосуванні вапна і добрив (16,2-16,6 %). Роздільне застосування добрив знижує показник P на 2,1-2,7 %.

Порівняння даних гранулометричного і мікроагрегатного аналізів за методикою Нікітіна [8] дає змогу зробити висновок, що процес агрегації в досліджуваному ґрунті протікає нерівномірно (більше (на 65-100 %) в проміжних фракціях, ніж в крупній). При поєднанні вапна і добрив відбувається вирівнювання процесів агрегації. Застосування CaCO<sub>3</sub> в дозі 1,5

за Нг дозволяє на 47,7 % перенести цей процес в макроагрегати.

Агрегація крупних часток проходить виключно за рахунок мулу. При окремому застосуванні мінеральних і органічних добрив фракція мулу в утворенні макроструктури участі не приймає (відносний показник участі дрібних фракцій в утворенні макроструктури дорівнює 0). При поєднанні добрив цей показник складає 0,24 на невапнованих ділянках і 0,33-0,48 на вапнованих.

Важливою умовою родючості ґрунту поряд з його структурним станом

є складення, що характеризується величинами об'ємної маси і даними загальної пористості. Крім того, зростання щільності оброблюваного шару орних земель підвищує потенційну небезпеку прояву водно-ерозійних процесів. Згідно результатів наших досліджень значення рівноважної об'ємної маси орного шару досліджуваного ґрунту на ділянках без добрив перевищують оптимальні параметри і складають залежно від вирощуваної культури 1,52-1,58 г/см<sup>3</sup> (табл. 3).

### 3. Показники щільності та водопроникності орного шару дерново-підзолистого супіщаного ґрунту залежно від системи удобрення культур і вапнування

Варіанти дослідів	Об'ємна маса ґрунту (г/см <sup>3</sup> ) під:			Загальна пористість, %	Коефіцієнт фільтрації K <sub>10</sub> (мм/хв.) під культурами:	
	багато-річними травами	зерно-вими	просап-ними		суцільного посіву	просап-ними
		культурами				
1	1,58	1,58	1,52	41,1	0,21/0,17	2,21/1,61
2	1,55	1,58	1,53	41,5	0,40/0,34	3,34/1,79
3	1,54	1,57	1,47	41,6	0,29/0,26	2,81/2,35
4	1,54	1,57	1,40	43,4	0,31/0,28	3,22/2,51
5	1,53	1,56	1,42	42,3	0,20/0,20	2,36/2,02
6	1,50	1,55	1,47	42,8	0,27/0,24	3,63/2,41
7	1,47	1,53	1,44	42,9	0,40/0,37	3,61/2,21
8	1,47	1,54	1,45	42,2	0,29/0,29	2,45/1,78
9	1,41	1,48	1,40	44,6	0,26/0,24	2,49/1,78
НІР <sub>05</sub>	0,06	0,06	0,06		0,07/0,06	0,63/0,43
S <sub>x</sub> , %	1,52	1,36-1,71	1,42-1,49		7,0-7,2/ 6,2-6,6	8,7/8,1

В середньому за сівозміну достовірно зниження об'ємної маси орного шару ґрунту досягнуто тільки при сумісному застосуванні вапна і добрив, особливо подвоєної дози гною. Так, у вар. 7-9 щільність складення ґрунту зменшилась у порівнянні з контролем на 0,08-0,13 г/см<sup>3</sup>. Проте, як показують результати наших дос-

ліджень, досягти оптимальних параметрів щільності складення орного шару досліджуваного ґрунту неможливо при такому низькому вмісті гумусу (1,0-1,2 %) і високому – фізичного піску (>80 %). Згідно математичної моделі Степанова [10], щоб об'ємну масу знизити до 1,3-1,4 г/см<sup>3</sup>,

потрібно вміст загального гумусу довести до 2-3 %.

Окремо слід виділити більш щільний шар ґрунту – 20-30 см з об'ємною масою 1,60-1,70 г/см<sup>3</sup>, що пояснюється наявністю «плужної підшви» і відповідністю цього шару горизонту Е<sub>н</sub>. Тому, з метою покращення водного і повітряного режимів досліджуваного ґрунту необхідно провести розпучення не тільки орного, але й підорного шару, який в умовах оранки на постійну глибину стає перешкодою для розповсюдження кореневої системи рослин і водоупором для атмосферних опадів.

Загальна пористість орного шару ґрунту коливається в межах 41-45 % при оптимумі 50 % [1]. Застосування добрив на невапнованих ділянках сприяло збільшенню загальної пористості ґрунту на 0,4-2,3 %, на вапнованих – на 0,5-3,5 %. Проте, відмічені зміни загальної пористості ґрунту можна вважати істотними лише у вар. 7-9, оскільки лише в них різниця об'ємної і питомої маси ґрунту по відношенню до контролю перевищує НР<sub>05</sub>. Отже, і загальна пористість як розрахунковий показник, безпосередньо пов'язаний з об'ємною і питомою масою ґрунту, підкоряється тим же закономірностям, що і останні.

Прояв і розвиток ерозійних процесів також залежить від водопроникності оброблюваного шару ґрунту: надходження атмосферних опадів в ґрунт, а отже, його зволоження і формування поверхневого стоку на схилах. Встановлено, що майже у всіх варіантах дослідів перша фаза водопроникності (всмоктування або інфільтрація) завершується до кінця I-ої години і далі настає друга фаза (просочування або фільтрація), коли коефіцієнт K<sub>10</sub> істотно не змінюється.

Незважаючи на зміни швидкості фільтрації вологи через ґрунт, що відбуваються при його оструктуренні, показники водопроникності досліджуваного ґрунту (за усталеною швидкістю фільтрації) під культурами суцільного посіву знаходяться нижче оптимальних [1]. Так, коефіцієнт фільтрації K<sub>10</sub> в другу годину спостережень склав 0,2-0,4 мм/хв., тоді як інтенсивність ерозійних злив в зоні Полісся складає 0,74 мм/хв. [12]. Це пояснюється наявністю в досліджуваному ґрунті значної кількості механічних елементів фракції пилу (біля 25 %), оскільки для легких за гранулометричним складом ґрунтів між водопроникністю і властивостями елементарних ґрунтових часток (ЕГЧ) існує прямий зв'язок [3-4].

Зниження сумарної фільтрації вологи через ґрунт в другу годину спостережень у порівнянні з першою зв'язано з нестабільністю складення досліджуваного ґрунту в часі (з низькою водотривкістю структури). На вапнованих ділянках під культурами суцільного посіву і просапними відмічено менше зниження водопроникності в II-у годину спостережень порівняно з мінеральним фоном відповідно на 4,7 і 30,0 %, органічним фоном – 9,7 і 7,6 %, органо-мінеральним фоном – 3,4-3,6 і 5,1-6,3 %. Абсолютне зниження водопроникності в другу годину спостережень було на мінеральному фоні – 15,0 % під культурами суцільного посіву і 46,4 % - під просапними.

Крім того, в першу годину спостережень водопроникність дерново-підзолистого ґрунту визначається в значній мірі водопроникністю орного шару, а починаючи з другої години, величина останньої визначається уже водопроникністю ілювіального гори-

зонту з низькою активною пористістю [3]. В результаті цього величина водопроникності ґрунту різко зменшується і більше практично не змінюється. При вказаних вище показниках водопроникності досліджуваний ґрунт в період зливових дощів не встигає вбирати всю воду, на ньому утворюється поверхневий стік.

Сумісне застосування вапна і добрив забезпечує підвищення водопроникності у порівнянні з контролем під культурами суцільного посіву і просапними відповідно на 23,8-117,6 і 10,6-63,3 %. Найвища водопроникність відмічена в вар. 2 і 7, де сумарна фільтрація вологи через ґрунт за 2 години спостережень в різні роки (в залежності від виду сільськогосподарських культур і ступеня зволоження ґрунту) перевищувала контроль у 1,5-2,2 рази. Проте, високу водопроникність ґрунту у вар. 7 можна пояснити збільшенням водотривкості макро- і мікроструктури, загальної пористості, а в вар. 2 зниженням поверхневої енергії ґрунтових часток (про що свідчить зменшення питомої поверхні ґрунту), вологості, збільшенням об'єму некапілярних пор.

### Висновки

Тривале застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення з помірними дозами гною (10 т/га сівозмінної площі) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Київського Полісся не забезпечує суттєвого підвищення їхньої протиерозійної стійкості. Систематичне застосування лише фізіологічно кислих форм мінеральних добрив посилює деструктивні процеси, що відбуваються в цих ґрунтах при інтенсивному сільськогосподарському використанні. Лише сумісне застосування органічних та

мінеральних добрив в поєднанні з вапнуванням повними дозами  $\text{CaCO}_3$ , розрахованими за величиною гідролітичної кислотності, дозволяє істотно поліпшити фізичні параметри, які безпосередньо впливають на протиерозійну стійкість ґрунтів легкого гранулометричного складу.

### Список літератури

1. *Бондарев А.Г.* Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв / А.Г. Бондарев // Почвоведение. -1994. - № 11. - С.10-15.
2. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання / Методичні рекомендації. - За ред. В.Ф. Сайка. - К. : Аграрна наука, 2000. - 40 с.
3. *Воронин А.Д.* Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М. : Изд-во МГУ, 1986. - 244 с.
4. *Гедройц К.К.* Изб. Сочинения / К.К. Гедройц. – М. : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1955. - Т. 1. - 560 с.
5. *Годлин М.М.* Об углублении пахотного слоя и коренной переделке профиля подзолистых и дерново-подзолистых почв различного механического состава / М.М. Годлин // Почвоведение. - 1960. - № 8. - С. 45-52.
6. *Лавровский А.Б.* Управление почвенными процессами – основное направление в разработке и внедрении почвоохранного земледелия / А.Б. Лавровский, Е.П. Другова, Д.Н. Уткин // Почвоохранное земледелие на склонах. - Сост. Л.Я. Мильчевская. - К. : Урожай, 1988. - С. 6-19.
7. *Мазур Г.А.* О применении природных цеолитов для повышения плодородия почв легкого гранулометрического состава / Г.А. Мазур // Почвоведение. - 1984. - № 10. - С. 73-78.
8. *Никитин Б.А.* Окультуривание пахотных почв Нечерноземья и регулирование их плодородия / Б.А. Никитин. – Л. : Агропромиздат, 1986. - 278 с.
9. *Соколовский А.Н.* Сельскохозяйственное почвоведение / А.Н. Соколовский. - М. : Сельхозгиз, 1956. - 335 с.

10. Степанов Л.Н. Агрофизическая оценка потенциального плодородия связанных почв Нечерноземной зоны / Л.Н. Степанов // Тез. докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов. - Новосибирск, 1989. - Кн. 1. - С. 73.
11. Стрельченко В.П. Водопроницаемость дерново-подзолистых супесчаных почв при различных способах обработки / В.П. Стрельченко // Почвоведение. - 1987. - № 8. - С. 69-74.
12. Тарарико А.Г. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия / А.Г. Тарарико. - К. : Урожай, 1990. - 184 с.
13. Тараріко О.Г. Формування екологічно стійких агроландшафтів в умовах змін клімату / О.Г. Тараріко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма // Агроекологічний журнал. - 2013. - № 4. - С.13-20.
14. Трускавецький Р.С. Вплив ВАС на родючість дерново-підзолистих ґрунтів і технологія їх ефективного використання / Р.С.Трускавецький // Елементи регуляції в рослинництві. - К. : ВВП «Компас», 1998. - С.170-181.

\* \* \*

*Показана зависимость основных физических характеристик, определяющих устойчивость дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава к водной эрозии, от содержания гумуса и насыщенности поглощающего комплекса кальцием. Обоснован алгоритм повышения противозерозионной устойчивости почвенного покрова как основы сбалансированного функционирования современных агроландшафтов.*

**Ключевые слова:** водная эрозия, водостойкость структуры, водопроницаемость, система удобрения, сельскохозяйственное землепользование.

\* \* \*

*The dependence of the fundamental physical characteristics, that determine stability of light-textured sod-podzolic soils to water erosion, on the humus content and saturation of absorbing complex with calcium is shown. Algorithm of the rise of anti-erosion stability of soil covering as base of balanced function of the modern agrolandscapes is proved.*

**Keywords:** water erosion, water stability of soil structure, water penetrability, fertilizer application system, agricultural land use.