

УДК 631.43:631.8
© 2010

ОЦІНКА ПРОТИЕРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ

В.О. Белоліпський,
доктор сільсько-
господарських наук
М.М. Полулях
Т.А. Носовська

Луганський інститут
агропромислового
виробництва

Показано вплив норм унесення біогумусу на фоні оранки і безполицевого обробітку на водно-фізичні параметри ґрунту та ерозійно-гідрологічні показники (стік та розбризкування ґрунту) у посівах пшениці озимої.

Для захисту ґрунтів від ерозії у північно-му Степу України використовують ґрунтозахисні системи землеробства, які базуються на комплексному використанні системи обробітку ґрунту і добрив (органічних та мінеральних) [2—5].

У зв'язку з економічними проблемами в сільськогосподарському виробництві спрощуються схеми сівозмін, скорочується унесення мінеральних та виключається використання органічних добрив. Тому виникає проблема вдосконалення протиерозійних заходів у агроландшафті на основі розробки параметрів протиерозійної стійкості еродованих ґрунтів у системі: обробіток ґрунту → рослина → органічні добрива (біогумус).

Мета досліджень — вивчення ерозійно-гідрологічних показників у технологічному ланцюгу вирощування пшениці озимої. Для її досягнення слід вивчити вплив різних обробітків і органічних добрив (біогумусу) на водно-фізичні властивості ґрунтів та ерозійно-гідрологічні показники (відчуження ґрунту).

Об'єкт та методика досліджень. В учоспі Луганського національного аграрного університету в стаціонарному досліді вивчали внесення різних норм біогумусу (1, 3, 5 т/га) на фоні оранки на глибину 20—22 см та поверхневого безполицевого обробітку на глибину 10—12 см у 5-пільній сівозміні (зайнятий пар — гороховес на зелений корм, пшениця озима, горох, ячмінь ярий, соняшник). Дослідження проводили на 3-й рік після щорічного внесення біогумусу в ланці соняшник — зайнятий пар — пшениця озима. Ґрунти експериментальної ділянки представлено чорноземом звичайним слабосолонцюватим слабозмитим важкосуглинистим.

Змив ґрунту при зливових опадах вивчали за допомогою експериментів зі штучним дощуванням на зразках ґрунтів з непорушеною структурою з шарів 0—10 та 10—20 см. Перед збиранням пшениці озимої для експерименту з моделювання на досліджуваних агрофонах відбирали зразки з глибини 0—10 і 0—20 см за

допомогою кільця об'ємного бура Качинського. З кілець формували колонки заввишки 0—20 см. Використовували лабораторну установку імітації дощу [4], у якій краплі дощу подаються дощувачем з висоти 2 м із заданою інтенсивністю 1—2 мм/хв упродовж 30 хв. Ерозійний матеріал диференціюється на поверхневий змивальний стік, розбризкуваний краплями і відчужуваний з ґрунтовим фільтром через колонки.

Дослідження ерозійно-гідрологічних показників проводили залежно від 7 факторів: X_1 — вологість шару ґрунту 0—20 см, %; X_2 — шар зливи, мм; X_3 — маса коренів, г/500 см³; X_4 — щільність складання, г/см³; X_5 — коефіцієнт структурності шару ґрунту 0—10 см; X_6 — коефіцієнт водоміцності агрегатів шару 0—10 шару; X_7 — коефіцієнт фільтрації, мм/хв. Оцінка впливу факторів на ерозійно-гідрологічні показники проведена за методом послідовного виключення значущих факторів [1] за допомогою програми ФАКТОР Інституту охорони ґрунтів.

Результати досліджень. При моделюванні зливових опадів 10%-ї забезпеченості прийнято схему: шар опадів — 50 мм, тривалість дощу — 30 хв. Інтенсивність опадів в експерименті коливалася у межах 1,27—1,83 мм/хв, шар дощу відповідно становив 24,3—48,5 мм. Дані про ерозійно-гідрологічні показники наведено в табл. 1.

У результаті досліджень у ланцюгу розвитку ерозійних процесів було виявлено 2 рівні впливу норм унесення біогумусу та способів обробітку ґрунту:

перший — позначається на позитивному впливі біогумусу на фізичні показники ґрунту, які є основою його протиерозійної сталості. Зі збільшенням норми внесення біогумусу зменшується щільність складання ґрунту в шарі 0—20 см незалежно від способу основного обробітку. Коефіцієнт структурності шару ґрунту 0—10 см з підвищенням норми внесення біогумусу збільшується (рис. 1).

Параметри водоміцності (фактор X_6) ґрунто-

1. Протиерозійна стійкість ґрунту та фактори, які її визначають, на посівах озимої пшениці

Норма внесення біогумусу, т/га	Вологість ґрунту в шарі 0—20 см, % — X_1	Ерозійний індекс, X_2	Маса коренів, г/500 см^3 — X_3	Щільність складання шару ґрунту 0—20 см, $\text{г}/\text{см}^3$ — X_4	Коефіцієнт структурності шару ґрунту 0—10 см — X_5	Коефіцієнт водоміцності агрегатів шару ґрунту 0—10 см — X_6	Коефіцієнт фільтрації, мм/хв — X_7	Втрати дрібнозему з розбризуванням, $\text{г}/50 \text{ см}^2$
<i>Оранка на 20—22 см</i>								
Контроль	28,72	27,5	3,64	1,01	3,32	1,73	1,32	1,72
	48,34	25,2					1,29	1,50
1	29,65	20,5	2,80	1,01	4,39	1,31	1,03	2,25
	46,6	19,7					1,20	0,58
3	29,63	13,0	3,51	0,98	3,99	1,55	1,00	1,79
	48,51	17,9					0,84	3,19
5	29,64	12,9	3,83	0,99	4,17	1,42	1,09	1,99
	48,07	13,1					0,77	1,74
<i>Безполіцевий обробіток на 10—12 см</i>								
Контроль	27,89	25,5	1,31	1,09	2,69	1,39	1,41	2,39
	41,37	13,4					0,94	0,88
1	28,77	19,6	1,06	1,05	2,97	1,30	1,06	1,79
	41,04	18,7					1,19	1,95
3	25,99	28,8	0,30	1,1	5,27	1,73	1,39	4,26
	43,83	19,2					1,09	3,41
5	24,25	16,2	0,43	1,01	4,45	1,10	1,00	5,56
	40,94	18,9					1,11	3,28

вих агрегатів шару 0—10 см на оранці та безполіцевому обробітку зменшуються. Очевидно, це пов'язано з посиленням процесів фізико-хімічного впливу біогумусу та солонцюватості ґрунту на руйнування макроагрегатів та

формування більш дрібних фракцій, які зумовлюють заплывання шпарин ґрунту та зменшення фільтраційної здатності (див. табл. 1). Це твердження потребує додаткових досліджень у системному взаємозв'язку норм унесення біо-

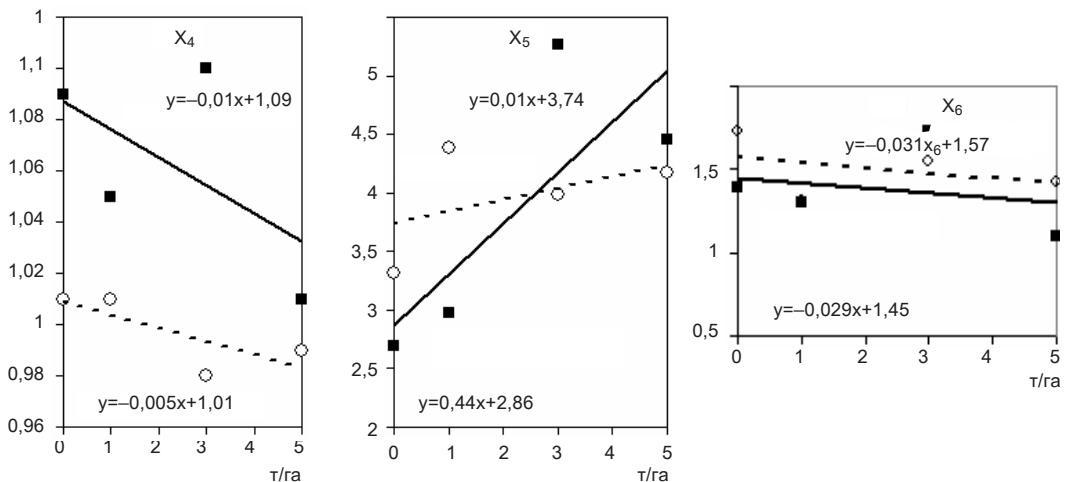


Рис. 1. Вплив норм біогумусу на щільність складання (X_4), коефіцієнт структурності (X_5), коефіцієнт водоміцності (X_6): \circ — оранка, 20—22 см; \blacksquare — безполіцевий обробіток, 10—12 см

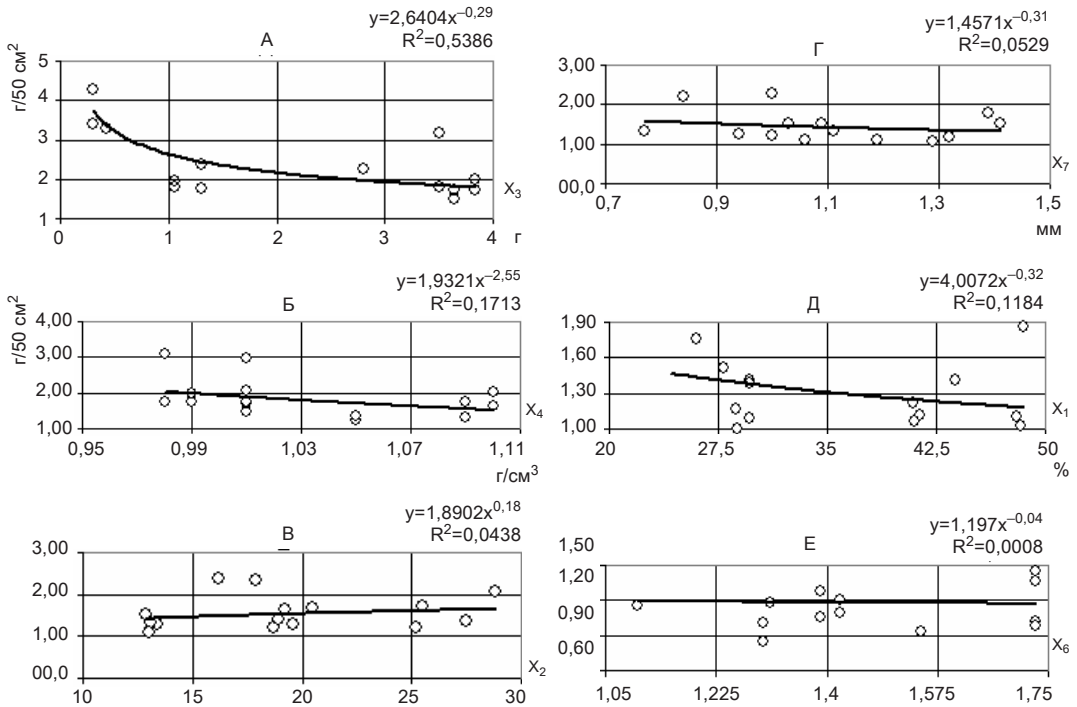


Рис. 2. Залежність втрат ґрунту (Y , г/50 см²) від маси коренів (X_3), щільності ґрунту (X_4), ерозійного індексу (X_2), коефіцієнта фільтрації (X_7), вологості ґрунту (X_1), водоміцності (X_6)

гумусу, способів обробітку ґрунту та впливу рослинного покриву в просторі та часі, тобто в ротації сівозміни.

Другий рівень впливу норм унесення біогумусу чітко відстежується на формуванні стійкості ґрунту від руйнування дощовими краплинами (розбризування) опосередковано через вищезазначені водно-фізичні параметри X_4 , X_5 , X_6 , X_7 на фоні різних енергетичних характеристик дощу (див. табл. 1).

Для виявлення впливу всіх факторів та їхньої кількісної оцінки було застосовано залишковий метод, який дає змогу на відміну від класичного регресійного аналізу розглядати природні та антропогенні фактори в тісній взаємодії та виявляти ефект впливу кожного з них шляхом побудови парних залежностей та послідовного виключення впливу на ерозію ґрунтів кожного з n -визначених факторів [1].

Послідовну побудову парних залежностей ерозії ґрунту (Y) та досліджуваних факторів устатковували за порядком убудовування регресійного зв'язку за допомогою графо-аналітичної обробки експериментальних даних та виявлення кривих апроксимації (див. рис. 1, табл. 2) [1].

На графіку А (див. рис. 1) зображено перший, найбільш тісний зв'язок між втратами ґрун-

ту та масою коренів у об'ємі 500 см³ — X_3 , апроксимоване: $Y_1 = 2,6404 x_3^{-0,2885}$ за випадкових значень факторів X_1 , X_3 — X_7 , тобто «інших різних передумов».

Наступні регресійні зв'язки наведено після виключення таких факторів: Y_2 — після виключення X_4 , Y_3 — X_2 . При цьому залишковий результат значення ерозії ґрунту, скажімо u_3 , залежить від фактора X_2 за випадкового сполучення ще недосліджених факторів X_1 , X_6 , X_7 . Подібні графічні регресії встановлено й для інших факторів (рис. 2, Г—Е).

Для визначення взаємодії досліджуваних факторів провели сполучення досліджуваних парних залежностей у багатофакторний алгоритм за формулою:

$$y = \frac{f(X_1) \cdot f(X_2) \cdot \dots \cdot f(X_n)}{C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C(n-1)}, \quad (1)$$

де Y — пошукова залежність; $f_1(X_1), \dots, f_n(X_n)$ — парні залежності від факторів, C_1, \dots, C_n (C_{n-1}) — коефіцієнти приведення.

Комплексна емпірична модель втрат ґрунту з ріллі під озиминою виражається рівнянням регресії :

2. Розрахунок математичної моделі для визначення руйнування ґрунту

Втрати ґрунту (У факт.), г/50 см ²	Послідовність вилучення значущих факторів										Втрати ґрунту (У розрах.), (У розрах.)
	Маса коренів (Х ₃), г/500 см ³	У ₁ =У _ф ·1,79/ф1 (Х ₃)	Щільність ґрунту (Х ₄), г/см ³	У ₂ =У ₁ ·1,52/ф2 (Х ₄)	Ерозійний індекс, (Х ₂)	У ₃ =У ₂ ·1,42/ф3 (Х ₂)	Коефіцієнт фільтрації, (Х ₇)	У ₄ =У ₃ ·1,31/ф4 (Х ₇)	Вологість ґрунту %, (Х ₁)	У ₅ =У ₄ ·1,18/ф5 (Х ₁)	
1,77	1,31	1,30	1,09	1,27	13,4	0,94	1,11	41,37	1,06	1,39	1,98
1,5	3,64	1,48	1,01	1,19	25,20	1,29	1,03	48,34	1,02	1,73	1,72
1,72	3,64	1,69	1,01	1,37	27,5	1,32	1,17	28,72	0,99	1,73	2,04
1,74	3,83	1,74	0,99	1,33	13,1	0,77	1,10	48,07	1,10	1,42	1,87
1,79	3,51	1,74	0,98	1,30	19,6	1	1,08	29,63	0,93	1,55	2,27
1,79	1,06	1,23	1,05	1,10	13	1,06	1,00	28,77	0,85	1,3	2,49
1,95	1,06	1,34	1,05	1,20	18,7	1,19	1,06	41,04	1,01	1,3	2,29
1,99	3,83	1,99	0,99	1,52	12,9	1,09	1,41	29,64	1,21	1,42	1,95
2,39	1,31	1,75	1,09	1,72	25,5	1,41	1,51	27,89	1,27	1,39	2,22
3,19	3,51	3,11	0,98	2,32	17,9	0,84	1,86	48,51	1,86	1,55	2,01
3,28	0,43	1,74	1,01	1,41	18,9	1,11	1,22	40,94	1,15	1,1	3,39
3,41	0,3	1,63	1,1	1,64	19,2	1,09	1,41	43,83	1,36	1,73	2,93
2,25	2,8	2,05	1,01	1,66	20,5	1,03	1,38	29,65	1,18	1,31	2,25
4,26	0,3	2,04	1,1	2,05	28,8	1,39	1,76	25,99	1,45	1,73	3,45
5,56	0,43	2,95	1,01	2,38	16,2	1	2,06	24,25	1,65	1,1	4,01

$$Y=A \cdot X_3^{-0,29} \cdot X_4^{-2,55} \cdot X_2^{0,18} \cdot X_7^{-0,31} \cdot X_1^{-0,32} \cdot X_6^{-0,04}, \quad (2)$$

де А — постійний коефіцієнт, рівний 31,74 при розмірності ерозії ґрунту в г/50 см² і 63,48 т/га.

Для визначення тісноти зв'язку між рідким стоком та відображеними факторами, які впливають на його значення, розраховують множинне кореляційне співвідношення:

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{y_1, y_2 \dots y_n}^2}{\sigma_{y_\phi}^2}}, \quad (3)$$

де $\sigma_{y_\phi}^2$ — загальна дисперсія, яка показує вплив на y_ϕ усіх факторів, включаючи й відібрані; $\sigma_{y_1, y_2 \dots y_n}^2$ — дисперсія теоретичного значення стоку (y_p), яка характеризує вплив лише відібраних факторів ($X_1, X_2 \dots X_6$) і визначається за формулою:

$$\sigma_{y_1, y_2 \dots y_n}^2 = \frac{\sum (y_\phi - y_p)^2}{n - 1}, \quad (4)$$

де y_ϕ — фактичне значення функції; y_p — розрахункове значення функції; $n-1$ — число ступенів свободи.

Множинне кореляційне відношення рівне 0,83, що свідчить про високий ступінь тісноти зв'язку між розрахунковим рідким стоком (y_p) та відібраними факторами. Квадрат множинного кореляційного відношення (коефіцієнт детермінації), рівний 0,689, показує, що питома маса впливу відібраних факторів на рідкий стік серед інших факторів становить 68,9%.

Значущість множинного кореляційного відношення наведено за t-критерієм Стьюдента:

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{1-\eta^2}, \quad (5)$$

де η — множинне кореляційне відношення; $(n-2)$ — число ступенів свободи. Розраховане за формулою (5) $t_{роз}$ дорівнює 11,6 при $t_{табл}$ для рівня 0,01—2,98. Звідси $t_{роз} > t_{табл}$, відповідно множинне кореляційне відношення дорівнює:

$$\eta = 0,83 \pm 0,03.$$

Розрахункові значення за формулою 2 «за інших рівних умов» факторів X_1, X_2 і мінливих факторів X_3, X_4, X_6, X_7 з їхніми відмінними властивостями за варіантами дослідів наведено в табл. 3.

Розрахунки показали, що системний вплив агрофізичних параметрів (щільність складання і коефіцієнт фільтрації шару ґрунту 0—20 см)

3. Розрахункові величини ерозії ґрунту (розбризкування) залежно від факторів X_1 – X_7 шару ґрунту 0–20 см

Обробіток ґрунту	Унесення біогумусу, т/га	Маса коренів, г/500 см ³ , X_3	Щільність ґрунту, г/см ³ , X_4	Коефіцієнт вологиності, X_6	Коефіцієнт фільтрації, X_7	Ерозія ґрунту, т/га
Полицевий на 20–22 см	0 (контроль)	3,64	1,01	1,73	1,30	2,04
	1	2,80	1,01	1,31	1,11	2,34
	3	3,51	0,98	1,42	0,93	2,49
Безполицевий на 10–12 см	0 (контроль)	3,83	0,99	1,55	0,93	2,36
	1	1,31	1,09	1,39	1,23	2,33
	3	1,06	1,05	1,30	1,13	2,80
	5	0,30	1,01	1,23	1,09	4,51
	5	0,43	1,01	1,10	1,05	4,13

Примітка. X_1 — вологість ґрунту (0–20 см) — 28%; X_2 — ерозійний індекс 19.

та біологічного стану рослини (маса кореневої системи) негативно проявляється на посівах озимини при безполицевому обробітку на 10–12 см при внесенні 3–5 т/га біогумусу. У цих варіантах відзначено збільшення щільності

складання, зменшення коефіцієнта вологиності і фільтрації та кореневої маси рослини порівняно з оранкою на 20–22 см як результат підвищення удвічі показника ерозії ґрунту (4,13–4,51 т/га).

Висновки

Зі зростанням ступеня впливу на руйнування ґрунту на фоні озимини досліджувані фактори розташовуються так: вологість ґрунту → ерозійний індекс опадів → коефіцієнт фільтрації ґрунту → маса коренів → щільність складання ґрунту.

Позитивний вплив фізичних параметрів у шарі ґрунту 0–20 см (щільність складання і коефіцієнт фільтрації) на збільшення протиерозійної стійкості ґрунту до рівня 2,04–2,49 т/га виявлено на оранці 20–22 см незалежно від унесення біогумусу.

Бібліографія

1. Белоліпський В.А., Шелякин Н.М., Игуменцев А.Ф. О методах изучения эрозионных процессов//Почвоведение. — 1985. — № 12. — С. 95–108.
2. Белоліпський В.О., Усатенко Ю.І., Митрошин А.М., Тарасов В.І. Проблеми ґрунтозахисного обробітку в агроландшафтах Південного Степу//Вісн. аграр. науки. — 2008. — № 7. — С. 13–16.
3. Рыбина В.Н., Денисенко А.И., Чижова М.С., Нестеренко С.Н., Хасхачих В.С. Эффективность применения биогумуса и минеральных удобрений при выращивании полевых культур//36. наук.

праць Луганського НАУ. — Луганськ: ЛНАУ, 2009. — № 100. — С. 133–136.
4. Пат. 62324 А. Лабораторна установка для вивчення міграції речовин в ґрунті при ерозійно-гідрологічних процесах//В.І. Тарасов, О.Р. Зубов, Ю.І. Колесніков, В.В. Михайлов. — 15.01.2004. Бюл. № 1.
5. Усатенко Ю.И., Орешкин М.В., Болотских А.И., Денисенко А.И. Влияние технологических особенностей на предупреждение кризисных ситуаций в земледелии (в условиях бассейна реки Северский Донец). — Луганск: Глобус. — 2005. — 194 с.