

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи
для студентів ОС “Магістр”

спеціальність Н1 Агрономія
освітньо-професійна програма “Охорона та технології відновлення ґрунтів”

Київ – 2026

УДК: 631.458

Укладачі:

БУЛИГІН С.Ю., доктор сільськогосподарських наук, академік НААН
професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. Шикули М.К.
НУБіП України

Рецензенти:

Літвінов Д.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач
кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

Козак В.М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри
ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. Шикули М.К. НУБіП України

Булигін С.Ю. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни
“Охорона ґрунтів”, - Київ: Компрінт, 2026.- 18с.

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Охорона
ґрунтів”, складено відповідно до програми з підготовки магістрів освітньо-
професійної програми “Охорона та технології відновлення ґрунтів”
спеціальності Н1 Агрономія , галузь знань - Н Сільське, лісове, рибне
господарство та ветеринарна медицина

Рекомендовано вченою радою агробіологічного факультету
Протокол № 1 від «28 серпня» 2026 р.

Вступ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Охорона ґрунтів”, складено відповідно до програми з підготовки магістрів освітньо-професійної програми “Охорона та технології відновлення ґрунтів”

Охорона ґрунтів – це цілий напрямок підготовки фахівців, яка має спиратися на поглиблені наукові розробки щодо діагностики стану ґрунтового покриву, формалізації факторів деградації, розробки моделей для формування захисту і відтворення ґрунтів, що має створюватися переважно інженерними методами на певну імовірність його надійності. Тому у межах чинного обмеженого курсу не має сенсу «дотично» торкатися усіх аспектів охорони ґрунтів. Більш доцільно надати певні знання з головного деградаційного процесу, яким є ерозія ґрунтів, бо без надійного протиерозійного захисту про ефективну охорону ґрунтів від інших деградацій не може бути і мови.

Мета курсу “ Охорона ґрунтів ” – глибоке пізнання та вивчення природи та механізмів ерозії ґрунтів, що надасть підстави для освоєння теорії, алгоритмів та професійних навичок формування екологічно безпечних агроландшафтів, базовий, «нульовий» рівень яких є протиерозійний захист.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми у сфері агрономії під час здійснення професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу.

ЗК3. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК6. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК2. Здатність аналізувати та оцінювати сучасні проблеми, перспективи розвитку та науково-технічну політику в сфері агрономії.

СК3. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН2. Інтегрувати знання з різних галузей для розв’язання складних теоретичних та/або практичних задач і проблем агрономії.

ПРН7. Розробляти та реалізовувати проекти екологічно безпечних прийомів і технологій виробництва високоякісної продукції рослинництва з урахуванням особливостей агроландшафтів та економічної ефективності.

ПРН12. Добирати оптимальну стратегію господарювання в агрономії, у тому числі за нечіткості цілей та невизначеності умов.

ПРН14. Розробляти та реалізовувати проекти відновлення родючості і рекультивації порушених ґрунтів, у т. ч. воєнними діями з використанням прийомів і технологій виробництва продукції рослинництва.

При написанні курсової роботи використовується методика підрахунків збитків, завданих ґрунту щодо втрат органічної речовини під час спалювання стерні та/або соломи, проводяться розрахунки вартісної оцінки знищення органічної речовини ґрунту, оцінка підвищення ерозійної небезпеки від спалювання стерні та/або соломи.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

*«Грунт – це організм, котрий здатний відчувати радість весняного пробудження і тепло щедрого літа, багатство золотой осені і спокій зимової тиші, це організм, котрий страждає нині від байдужого, а тим паче хижацького до нього ставлення» - голова фермерського господарства «Тополине» з Хмельниччини **Василь Марущак***

Щорічно після збирання зернових культур у небі України з'являється дим від спалювання стерні та соломи. Які цьому причини? Більшість господарів, які вдаються до такого заходу, посилаються на те, що заорювання стерні та соломи – досить не простий агрозахід і, більш того, дорогий. Але навіть такі аргументи не виправдовують спалювання. Цей захід не просто акт безгосподарності і свідомого розтрачання корисної енергії засвоєної природою, але також він є шкочинним.

Підпалювання стерні та соломи увійшло до цілої низки рекомендацій і систем землеробства, які розробляють на обласному рівні. На погляд деяких вчених, підпалювання стерні та соломи є ефективним заходом проти хвороб та шкідників. Однак фахівці розуміють антиекологічність та безумство спалювання. Так, наприклад, американські вчені, що виконують досить ретельні дослідження, констатують, що такі спалювання не можуть вважатися ефективним заходом боротьби з грибковими хворобами. А от шкода, яку наносить спалювання ґрунтам і навколишньому середовищу очевидна навіть для не фахівців. По-перше, згорають напіврозкладені органічні рештки, які є джерелом поповнення гумусу, перетворюючись на попіл. По-друге, за температури вище 100°C спалюється гумус, особливо коли солома лежить у валках або копицях. При цьому відбувається безповоротна втрата органічних вуглецю і азоту. По-третє, гинуть корисні мікроорганізми, водорості, мезофауна, особливо дощові черв'яки та інші мешканці ґрунту, які відіграють важливу роль в утворенні органічної речовини, у формуванні структури ґрунту. Знищуються також корисні комахи і навіть птахи.

Отже, спалювання стерні та соломи призводить до зниження потенційної родючості ґрунту і, відповідно, майбутньої врожайності. Крім того, спалювання пожнивних решток є потенційною небезпекою для виникнення пожежі на сусідніх незбираних полях, в лісосмугах, лісах, степах і навіть бути загрозою для людського життя.

Терентій Семенович Мальцев у свій час сказав: «Спалювання стерні – безумність, адже ґрунт – це живий організм і, спалюючи поживні залишки, ми знищуємо всю мікрофлору, що населяє його. Стерня, як повсть на цілині, захищає поверхню ріллі від дощу та вітру. Підносити до неї сірника – все одно, що торкатися гарячою праскою до голого тіла».

З прийняттям в Україні нової редакції статті 245 Кримінального кодексу в редакції від 05.11.2009 р. спалювання пожнивних решток набуло ознаки кримінального злочину. Тому питання доцільності чи недоцільності спалювання

стерні та соломи на сьогодні із площини наукових дискусій перейшло у площину дотримання чи порушення чинного законодавства.

Саме для наукового обґрунтування збитків, які завдають шкоду аграрній сфері внаслідок спалювання стерні та/або соломи, підготовлено цю методику.

2. ОСНОВНІ ТЕРМІНИ

Терміни, які використовуються у Методиці мають наступні значення:

Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення – обов’язкове агрохімічне обстеження ґрунтів з видачею агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки, в якому фіксуються початкові та поточні рівні забезпечення поживними речовинами ґрунтів, рівні їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами.

Гуміфікація – фізико-хімічний процес перетворення переважно ґрунтовими мікроорганізмами органічних решток у специфічні гумусові речовини.

Гумус – органічна складова частини ґрунту, яка утворюється в процесі біохімічного розкладу рослинних і тваринних решток та формує його родючість.

Ґрунтові мікроорганізми – мікроорганізми, які пристосувалися до існування у ґрунті.

Ерозія ґрунтів – процес, який представляє собою руйнування поверхневого шару ґрунтів під дією води і вітру.

Мінералізація гумусу – процес розкладання гумусу ґрунтовими мікроорганізмами до простих речовин.

Органічна речовина ґрунту – комплекс органічних сполук (рослинні і тваринні рештки, проміжні продукти їх розкладу та гумус), які входять до складу ґрунту.

Примітка. Органічна речовина – це джерело енергії для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів та джерело елементів живлення рослин.

Пар – поле сівозміни, вільне від сільськогосподарської культури протягом певного періоду, яке обробляють, удобрюють і утримують у чистому від бур’янів стані.

Родючість ґрунту – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі і теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку, які в сукупності є основним показником якості ґрунту.

Солома – сухі стебла в основному зернових культур, які залишаються після обмолочування.

Стерня – нижня частина стебел зернових культур, яка залишається на корені після збору врожаю.

3. ПРИНЦИПИ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРУ ЗБИТКІВ ВІД СПАЛЮВАННЯ СТЕРНІ ТА/АБО СОЛОМИ

Головною метою роботи є кількісна оцінка шкоди, завданої ґрунту, від спалювання пожнивних решток (пожеж). Така комплексна оцінка може бути здійснена, якщо будуть визначені статті збитків у відповідному ціновому виразі. Враховуючи певні складності для об'єктивної оцінки обліку багаточисельних факторів, які погіршують родючість ґрунтів та екологію навколишнього природного середовища під час спалювання стерні та/або соломи, пропонується за основу методичних підходів при розрахунку екологічних збитків брати прямі втрати органічної речовини.

Після досить ґрунтовного аналізу публікацій, які присвячені визначенню різних аспектів знищення пожнивних решток, що залишаються на поверхні ґрунту після збирання зернових культур, Булігіним С.Ю. та Тімченко Д.О. сформульовано статті збитків, які завдає їх спалювання ґрунтам і довкіллю:

стаття 1 – знищення і переродження (трансформація) органічної речовини ґрунту під впливом високих температур;

стаття 2 – посилення ерозійної і дефляційної небезпеки;

стаття 3 – знищення стерні та/або соломи залишків як органічного добрива і джерела відновлення органічних речовин ґрунту;

стаття 4 – знищення природної фауни ґрунту і ґрунтової мікробіологічної фауни;

стаття 5 – забруднення повітряного басейну продуктами спалювання стерні та/або соломи і витрачання кисню.

Останні дві статті збитків можливо об'єднати в одну – так звану статтю зовнішніх збитків.

4. ВАРТІСНА ОЦІНКА ШКОДИ ДЛЯ ҐРУНТУ ВІД СПАЛЮВАННЯ СТЕРНІ ТА/АБО СОЛОМИ

4.1. Розрахунок збитків від знищення і /або переродження (трансформації) органічних речовин ґрунту під впливом високих температур під час горіння стерні та/або соломи

Складність визначення збитків від спалювання обумовлена, насамперед, неповнотою вирішення дуже складної проблеми визначення переносу тепла в ґрунті під час горіння пожнивних решток. Факторами, які можуть мати істотний вплив на прогрівання ґрунту, є вологість ґрунту, кількість рослинних решток, швидкість та інтенсивність горіння тощо.

Встановлено:

- відсутність істотної залежності глибини прогрівання від зволоженості ґрунту та гранулометричного його складу, так як поверхня ґрунту і його прошарок глибиною 0-5 см у виробничих умовах завжди висушені до сухого стану, інакше рештки не будуть горіти;

- пряму залежність потужності шару ґрунту, що прогрівається, від швидкості вітру, яка визначає термін горіння стерні та/або соломи та напрямок

градієнту потоку тепла. Прогрівання ґрунту можливе при швидкості вітру на висоті 50 см від поверхні ґрунту не більше 3-4 метрів за секунду. При наявності більш сильного вітру йде швидко горіння без пересування тепла в глибину ґрунту;

- пряму залежність прогрівання від кількості стерні та/або соломи. Наприклад, при згоранні маси пожнивних решток, яка у виробництві дорівнює 5 т/га, потужність прогрітого до температури більше 100°C шару ґрунту складає 5 мм, тобто на кожен тону спаленої стерні та/або соломи глибина прогрівання збільшується на 1 мм.

При визначенні загального виходу соломи у виробничих умовах використовують такі узагальнені коефіцієнти – співвідношення маси соломи до маси зерна: для озимої пшениці та ярих зернових – 1,0; для озимого жита – 1,2 (2); для карликових сортів озимих – 0,8.

Примітка. Співвідношення маси соломи до маси зерна потрібно уточнювати для кожної ґрунтово-кліматичної зони відповідно до даних найближчих науково-дослідних установ.

Загальний вихід соломи (М) визначають за формулою (1):

$$M = K \times Y, \quad (1)$$

де: К – коефіцієнт співвідношення маси соломи до зерна;

Y – урожайність зерна, яка в господарствах протоколюється для кожного поля, ц/га.

Якщо немає можливості взяти дані врожайності зернових культур у господарстві, беруть середню фактичну урожайність за останні 5 років по району.

Під час визначення шкоди від спалювання потрібно мати на увазі дві можливі схеми горіння стерні та/або соломи:



Якщо на поверхні ґрунту після горіння не залишилося стерні та/або соломи, потрібно притримуватися першої схеми, а якщо залишилися деякі рослинні рештки – другої. Мабуть більш імовірним буде випадок поєднання цих двох схем, що потребує оцінки часток площі щодо обох схем. Тобто, наприклад, на 30

% площі поля стерня та/або солома а згоріла повністю, а на 70% залишилися частки неспаленої соломи.

При температурі вище 100° С органічні речовини ґрунту, в тому числі гумус – найбільш цінна їх складова частина, втрачають свої якості або зовсім знищуються. В таблиці 1 наведені втрати гумусу ґрунту під час горіння стерні та/або соломи в безвітряну погоду. Щільність поверхневого шару ґрунту (0-10 см) становить 1,0 г/см³.

Таблиця 1 - Втрати гумусу при спалюванні різних кількостей стерні та/або соломи залежно від його вмісту в ґрунті, т/га

Маса згорілої стерні та/або соломи, т/га	Вміст гумусу в ґрунті, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
4	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
6	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6
8	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4

Вміст гумусу в ґрунтах господарств визначають за результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (Агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки).

Після визначення безпосередніх втрат гумусу ґрунту від спалювання пожнивних решток, можна знайти розмір відповідної шкоди у ціновому виразі. Будемо виходити з ціни за тону гумусу: зона Полісся – 4760 грн., зона Лісостепу – 3700 грн., зона Степу – 3400 грн.

Примітка. За даними науково-дослідних установ НААН з 1 тонни гною у зоні Полісся утворюється 42 кг гумусу, Лісостепу – 54 і Степу – 59 кг гумусу. Тому для утворення 1 тонни гумусу у зоні Полісся потрібно внести 23,8 тонн гною, Лісостепу – 18,5 і Степу – 17,0 тонни. За вартості 1 тонни гною 200 грн. 1 тонна утвореного гумусу у Поліссі буде становити 4760 грн., Лісостепу – 3700 грн., Степу – 3400 грн. **Проте вартість гною регулюють залежно від даних, які є безпосередньо на місцях.**

Крім того, для розрахунку загальних витрат (ВГ) на відновлення вмісту згорілого гумусу за формулою 2 визначають вартість внесення органічних добрив [1]:

$$ВГ = Вод + Вно + Вто + Вво, \quad (2)$$

де Вод – загальна вартість органічних добрив, грн.;

Вно – вартість навантажування та розвантажування органічних добрив, грн.;

Вто – витрати на транспортування органічних добрив, грн.;

Вво – витрати на внесення органічних добрив, грн.

При визначенні вартості внесення органічних добрив враховується оплата праці робітників, вартість паливно-мастильних матеріалів, затрати на заправку агрегату (розкидача, машини), амортизаційні відрахування та накладні витрати тощо.

Приклад. Для зони Лісостепу під час спалювання стерні та/або соломи у безвітряну погоду у нормі 2 т/га на ґрунті, який має вміст гумусу 4 %, втрати гумусу становлять 0,8 т/га (таблиця 1), а його вартість (і, відповідно, втрати) дорівнюють 2960 грн./га (0,8 т/га × 3700 грн. (у даному випадку ціна без урахування витрат на внесення органічних добрив)).

Примітка. У таблиці 1 представлені цілі значення маси стерні та/або соломи і вмісту гумусу. Якщо мають місце їх дробові значення, то треба зробити перерахунок. Наприклад, встановлено, що маса пожнивних решток становила 2,7 т/га, а ґрунт, на якому спалили ці рештки, вміщує 3,2 % гумусу. Спочатку знаходять цифру втрат гумусу H_n , що розташована на перехресті цілих значень (для нашого прикладу: 2 т/га згорілих пожнивних решток призвело до втрат 0,6 т/га гумусу). Далі за формулою 3 розраховують збільшення втрат гумусу (H_c) від прибавки дробової частини чисельного значення маси стерні та/або соломи:

$$H_c = (H_{(n+1)c} - H_{nc}) \times X, \quad (3)$$

де: $H_{(n+1)c}$ – втрати гумусу при масі стерні та/або соломи $n+1$ т/га (0,9 т/га);

H_{nc} – втрати гумусу при масі стерні та/або соломи n т/га (0,6 т/га);

X – дробова частина чисельного значення маси стерні та/або соломи, на яку перевищується ціле значення (у даному випадку 0,7 т/га).

Потім за формулою 4 розраховують збільшення втрат від прибавки дробової частини чисельного значення вмісту гумусу (H_y):

$$H_y = (H_{n+1} - H_n) \times Y, \quad (4)$$

де: Y – дробове значення вмісту гумусу, на яке перевищується ціле значення (у даному випадку 0,2 %);

H_{n+1} – втрати гумусу при його вмісті $n+1$ (0,8 т/га) і масі пожнивних решток n (2 т/га).

Остаточний розрахунок втрат гумусу (H) має такий вигляд (формула 5):

$$H = H_n + H_c + H_y = H_n + (H_{(n+1)c} - H_{nc}) \times X + (H_{n+1} - H_n) \times Y \quad (5)$$

Тобто:

$$H = 0,6 + ((0,9 - 0,6) \times 0,7) + ((0,8 - 0,6) \times 0,2) = 0,85 \text{ т/га.}$$

Множимо кількість втраченого гумусу на його вартість та отримуємо розмір втрат у ціновому виразі:

$$0,85 \text{ т/га} \times 3700 \text{ грн.} = 3145 \text{ грн.}$$

Для спрощення розрахунків можна використовувати рис. 1.

Таким чином, розкрита методика визначення збитків за статтею 1 (C_1) – знищення органічної речовини під впливом високих температур для схеми горіння у безвітряну погоду. Під час горіння стерні та/або соломи у вітряну погоду шкода ґрунту не завдається.

Проте, як зазначалося вище, під час спалювання стерні та/або соломи має місце горіння за двома схемами.

4.2. Оцінка підвищення ерозійної небезпеки від спалювання пожнивних решток

При розрахунку можливих ерозійних втрат ґрунту теж треба мати на увазі дві схеми горіння пожнивних решток. При спалюванні у вітряну погоду (друга схема) безпосередньо ґрунт від вогню не погіршується, тобто його ерозійна стійкість не зменшується, однак ерозійна небезпека збільшується внаслідок знищення рослинних решток, які виконують не аби яку протиерозійну функцію.

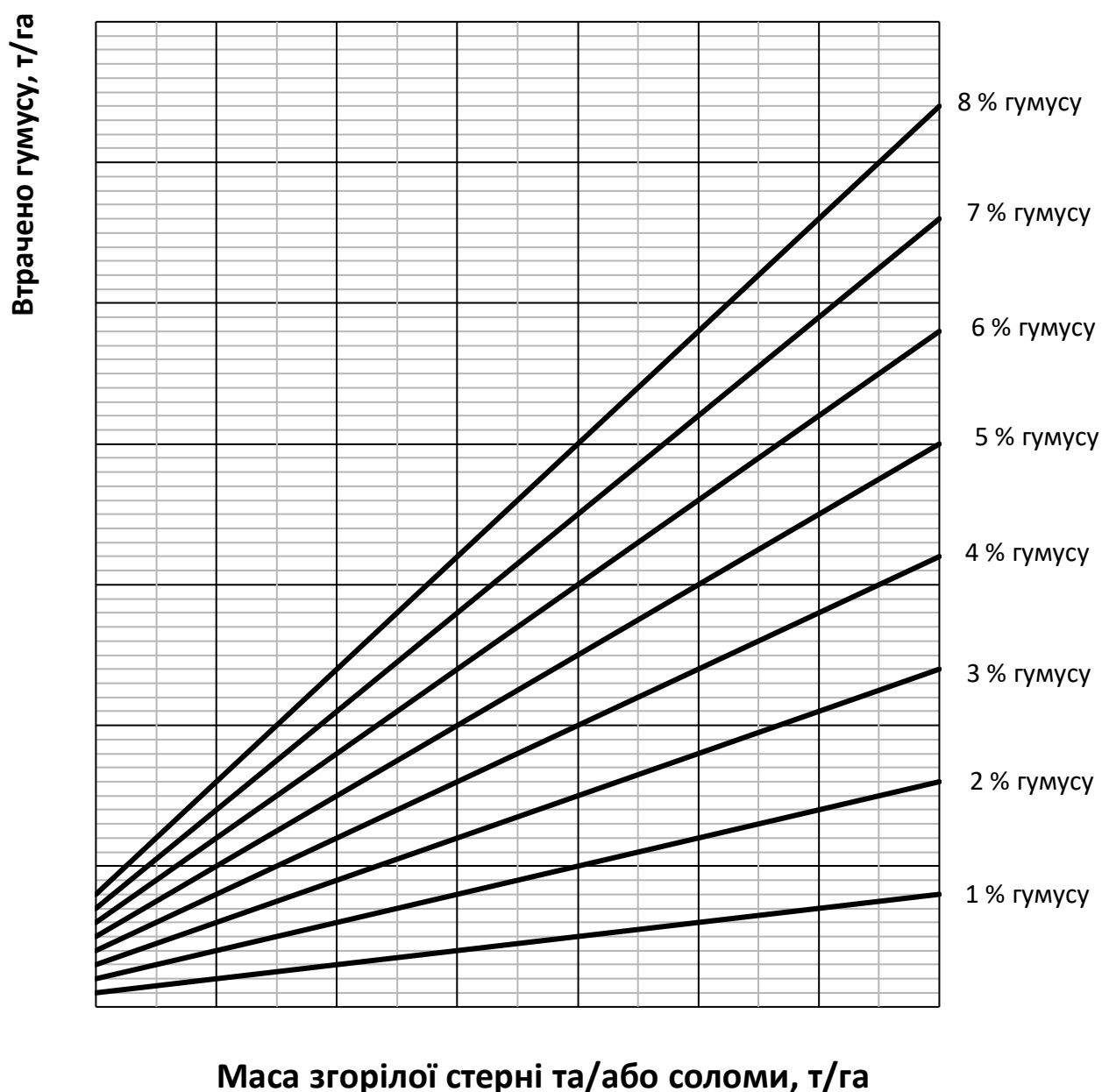


Рис. 1 – Втрати гумусу при спалюванні різних кількостей стерні та/або соломи залежно від його вмісту у ґрунті, т/га

Порядок розрахунків наступний: спочатку розраховують імовірні ерозійні втрати ґрунту з чистого пару (без пожнивних решток), а потім з агрофону, який був до спалювання пожнивних решток. Різницю оцінюють у грошах, що буде складати статтю 2 (C₂) збитків від спалювання стерні та/або соломи щодо ерозійних процесів. Імовірні ерозійні втрати можна розрахувати за методикою [Error! Reference source not found.], тому для спрощення розрахунку в таблиці 2 наведена необхідна інформація.

Примітка. На даний час не проведено широких наукових досліджень щодо ймовірних втрат ґрунту при вітровій ерозії, тому у Методиці ця стаття розрахунків збитків відсутня.

При визначенні ґрунтозахисної дії пожнивних решток можна користуватися методикою [Error! Reference source not found.], в якій представлена система рівнянь, що дозволяє кількісно визначати протиерозійну дію агрофонів. У спрощеному варіанті кожні 10 % покриття поверхні ґрунту рештками збільшують коефіцієнт протиерозійної дії на одиницю. Тобто, при 100 % укрітті стернею та/або соломною коефіцієнт дорівнює 10, при укрітті менше 10 % - одиниця.

Примітка. Якщо після збирання врожаю на полі залишена стерня, покриття поверхні ґрунту становить 100 % або коефіцієнт протиерозійної дії дорівнює 10.

Таблиця 2 – Імовірний змив ґрунту з чорного пару на деяких основних типах ґрунтів залежно від крутизни і довжини схилу, т/га

Кут нахилу схилу, °	Довжина схилу, м	Ґрунти				
		дерново-підзолисті	світло-сірі і сірі	темно-сірі	чорноземи	дернові на нелесових породах
1	100	20	13	8	4	13
	300	43	25	16	12	25
	700	76	53	17	24	53
2	100	35	25	16	9	25
	300	74	54	36	23	54
	700	126	95	64	43	95
3	100	53	37	26	16	37
	300	100	72	51	34	72
	700	171	126	88	59	126
4	100	61	39	30	19	39
	300	123	91	63	42	91
	700	209	152	109	74	152
5	100	72	53	36	23	53
	300	145	111	75	50	111
	700	237	185	127	94	185
6	100	93	70	47	31	70
	300	176	135	98	65	135
	700	314	240	168	113	240

Приклад. Встановлено, що до спалювання пожнивних решток (4 т/га) озимої пшениці укриття поверхні ґрунту пожнивними рештками дорівнювало 80 %. Ґрунт – чорнозем типовий, вміст гумусу 5 %, довжина схилу у межах поля дорівнює 300 метрів, кут нахилу 3°. Спалювання відбулося у вітряну погоду (друга схема горіння).

За таблицею 2 знаходимо, що ймовірний змив ґрунту з чорного пару становить 34 т/га. Коефіцієнт протиерозійної дії пожнивних решток до спалювання становить 8, тобто імовірні ерозійні втрати з агрофону, який вкритий на 80 % рештками, дорівнюють 4 т/га ($34 \text{ т/га} : 8 \text{ т/га}$).

Після спалювання може еродувати 30 тонн ґрунту з гектару (різниця $34 \text{ т/га} - 4 \text{ т/га}$), або прошарок ґрунту товщиною близько 3 мм. Імовірні втрати гумусу при цьому складають $(30 \text{ т/га} \times 5 \%) : 100 \%$ або $30 \text{ т/га} \times 0,05 = 1,5 \text{ т/га}$. При ціні тонни гумусу 3700 грн., шкода може оцінюватися за статтею ерозії ($C_2 = 1,5 \text{ т/га} \times 3700 \text{ грн.}$) в 5550 грн./га.

Треба згадати ще про першу схему горіння (без вітру). Для наведеного прикладу згідно з попереднім розділом, гумус вигорить до глибини 4 мм. Тобто збиток від цього перебільшить імовірний збиток від ерозії. Тому збитки від ерозії при згоранні пожнивних решток у тиху погоду не враховуються.

Якщо збитки від ерозії (C_2) перебільшують збитки від вигорання гумусу (C_1), то збитки втрат гумусу лише за статтею 2 дорівнюють різниці між збитками за цими двома статтями.

Приклад. На чорноземі типовому довжина схилу у межах поля дорівнює 700 метрів, кут нахилу 6°. Вміст гумусу – 5 %.

За таблицею 2 знаходимо, що ймовірний змив ґрунту з чорного пару становить 113 т/га. Коефіцієнт протиерозійної дії пожнивних решток до спалювання становив 8, тобто ймовірні ерозійні втрати з агрофону, який вкритий на 80 % рештками, дорівнюють 14 т/га ($113 \text{ т/га} : 8 \text{ т/га}$).

Після спалювання може еродувати 99 тонн ґрунту з гектару (різниця $113 \text{ т/га} - 14 \text{ т/га}$), або прошарок ґрунту товщиною близько 10 мм. Імовірні втрати гумусу при цьому складають $(99 \text{ т/га} \times 5 \%) : 100 \%$ або $99 \text{ т/га} \times 0,05 = 4,95 \text{ т/га}$. При ціні тонни гумусу 3700 грн., шкода може оцінюватися за статтею ерозії ($C_2 = 4,95 \text{ т/га} \times 3700 \text{ грн.}$) в 18315 грн./га.

Однак, якщо горіння проходить за першою схемою, то втрати гумусу за табл. 1 становлять 2,0 т/га, вартість якого становить 7400 грн. ($2,0 \text{ т/га} \times 3700 \text{ грн.}$). Проте після спалювання пройшов імовірний змив ґрунту, втрати якого склали 99 т/га або 4,95 т/га гумусу. Тому цей збиток за статтею 2 перекрив збиток за статтею 1. Оскільки за першою схемою горіння відбулося вигорання гумусу, а потім цей прошарок був змитий, для розрахунку втраченого гумусу за статтею 2 від загальних збитків від ерозії віднімають збитки від статті 1, тому втрати в такому випадку становлять 2,95 т/га ($4,95 \text{ т/га} - 2,0 \text{ т/га}$) на суму 10915 грн.

4.3. Оцінка збитків від знищення пожнивних решток як органічного добрива і джерела для поновлення органічних речовин ґрунту

При розкладанні приораної стерні та/або соломи у ґрунті переважають два головних процеси: мінералізації до кінцевих продуктів (CO_2 , H_2O та мінеральні сполуки) і синтез стабільних гумусових речовин (гуміфікація). У процесі гуміфікації органічних речовин, які надходять до ґрунту, формуються сприятливі водно-фізичні властивості ґрунтів: структурність, оптимальна водопроникність, вологоємність тощо.

Більшість наукових досліджень з цього питання вказують, що під час розкладу у ґрунті пожнивних решток можна отримати до 20 % гумусу (200 кг), отже від спаленої соломи не одержують максимум 20 % гумусу [Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.]. Це дозволяє оцінити статтю 3 збитків від спалювання. У цьому випадку схеми горіння стерні та/або соломи не мають значення, а тільки враховують масу решток, що згоріли. Витрати за статтею 3 збитків (C_3) у перерахунку на 1 га визначають за формулою 6:

$$C_3 = W \times 0,2 \times B_{\text{гум}} \quad (6)$$

де W – маса згорілої стерні та/або соломи, т/га;

0,2 – коефіцієнт для перерахунку у гумус;

$B_{\text{гум}}$ – вартість 1 тонни гумусу.

Наприклад, спалено 2,5 т/га стерні та/або соломи у зоні Лісостепу. Кількість гумусу, який міг би утворитися після гуміфікації цих решток дорівнює 0,5 т/га. Тому розмір шкоди за статтею 3 дорівнює:

$$C_3 = 2,5 \times 0,2 \times 3700 = 1850 \text{ грн./га.}$$

4.4. Оцінка загальних збитків

Шкода, нанесена природному середовищу спалюванням стерні та/або соломи (задимленість атмосфери, вигорання кисню, загибель природної фауни і мікрофлори, погіршення видимості на автошляхах), не може бути коректно обчислена, однак для обрахунку збитків від статті «забруднення повітряного басейну продуктами спалювання стерні та/або соломи і витрачання кисню» можна скористатися постановою КМУ від 15.02.2002 р. № 175 «Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру».

Таким чином, загальні збитки, завдані ґрунту (C_4), дорівнюють сумі трьох прямих збитків (формула 7):

$$C_4 = C_1 + C_2 + C_3 \quad (7)$$

5. ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРУ ЗАГАЛЬНИХ ЗБИТКІВ ВІД СПАЛЮВАННЯ СТЕРНІ ТА/АБО СОЛОМИ

Спалено соломі на полі розміром (S) 100 га, яке розташовано на чорноземі звичайному (вміст гумусу 4 %). Середній кут нахилу дорівнює 2° , довжина схилу – 700 метрів. На полі зібрано врожай озимої пшениці після чорного пару. Урожайність дорівнює 60 ц/га, тобто загальний вихід соломи склав 72 ц/га. Відповідно первинної облікової документації, яка ведеться у господарстві, покладено соломі з цього поля у скирту 300 т, що складає 3 тонни з гектара. Таким чином, на полі залишилося 4,2 тонни на кожному гектарі соломи, яку і було спалено. Обстеження поля після горіння дозволило встановити, що на 50 % площі поля рештки горіли без вітру, а на 50 % площі – при наявності вітру. Відповідно, зробимо розрахунок збитків, завданих ґрунту.

I. Для першої схеми горіння (без вітру):

1) Стаття збитків від вигорання гумусу (C_1):

$$C_1 = 1,6 + ((2,0 - 1,6) \times 0,2 \text{ т/га}) \times 3400 \text{ грн.} = 1,68 \times 3400 \text{ грн.} = 5712 \text{ грн.}$$

2) Стаття збитків від підвищення ерозійної небезпеки (C_2).

Імовірні ерозійні втрати ґрунту з чорного пару складають 43 т/га.

На тих ділянках поля, де пожнивні рештки не були зачеплені полум'ям, встановлено, що поверхня ґрунту на 70 % покрита соломі, тобто коефіцієнт протиерозійної дії агрофону дорівнює 7. Ймовірний змив ґрунту з цього агрофону у такому випадку становить $43 : 7 \approx 6$ т/га.

Різниця складає: $43 - 6 = 37$ т/га, що дорівнює імовірній втраті менш ніж 4 мм шару ґрунту. Однак при спалюванні 4,2 т/га та соломи гумус вигорає в шарі потужністю 4,2 мм. Таким чином, збитки за першою статтею перекривають збитки чинної статті, тому збитки від ерозії тут не беруть до уваги.

3) Стаття збитків від знищення соломи, як органічного добрива (C_3) становить:

$$C_3 = (4,2 \text{ т/га} \times 0,2) \times 3400 \text{ грн./га} = 2856 \text{ грн./га.}$$

4) Стаття загальних збитків (C_4) становить:

$$C_4 = C_1 + C_2 + C_3 = 5712 + 0 + 2856 = 8568 \text{ грн./га.}$$

Площа (S_1), де горіння відбувалося без вітру, дорівнює:

$$S_1 = (S \times 50 \%) : 100 \% = 50 \text{ га}$$

5) Сумарні збитки внаслідок вигорання з цієї площі ($\sum C^I$) становлять:

$$\sum C^I = S_1 \times C_4 = 50 \text{ га} \times 8568 \text{ грн./га} = 428400 \text{ грн.}$$

II. Для другої схеми горіння (за наявності вітру):

1) Стаття збитків від вигорання гумусу (C_1) дорівнює нулю.

2) Стаття збитків від підвищення ерозійної небезпеки (C_2):

$$C_2 = ((37 \text{ т/га} \times 4 \%) : 100 \%) \times 3400 \text{ грн./га} = 5032 \text{ грн./га.}$$

3) Стаття збитків від знищення соломи як органічного добрива (C_3) не відрізняється від першого випадку:

$$C_3 = 2856 \text{ грн./га.}$$

4) Стаття загальних збитків (C_4) становить:

$$C_4 = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 5032 + 2856 = 7888 \text{ грн./га.}$$

5) Площа (S_2), де горіння соломи відбулося за другою схемою, відповідно дорівнює теж 50 га. Сумарні збитки з цієї площі ($\sum C^{II}$) становлять:

$$\sum C^{II} = S_2 \times C_4 = 50 \text{ га} \times 7888 \text{ грн./га} = 394400 \text{ грн.}$$

Таким чином загальний збиток (C) від спалювання соломи на всій площі (S) поля, яка дорівнює 100 га, складається із збитків горіння за обома схемами:

$$C = \sum C^I + \sum C^{II} = 428400 + 394400 = 822800 \text{ грн.}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Охорона ґрунтів. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2909>)
2. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Охорона ґрунтів : підручник. Чорнобаївське КПП, 2024. 464 с.
3. Карта ґрунтів України. Superagronom. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#x>

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Загальні положення	5
2. Основні терміни	6
3. Принципи визначення розміру збитків від спалювання стерні та/або соломи	7
4. Вартісна оцінка шкоди для ґрунту від спалювання стерні та/або соломи	7
4.1. Розрахунок збитків від знищення і /або переродження (трансформації) органічних речовин ґрунту під впливом високих температур під час горіння стерні та/або соломи	7
4.2. Оцінка підвищення ерозійної небезпеки від спалювання пожнивних решток	11
4.3. Оцінка збитків від знищення пожнивних решток як органічного добрива і джерела для поновлення органічних речовин ґрунту	14
4.4. Оцінка загальних збитків	14
5. Приклад визначення розміру загальних збитків від спалювання стерні та/або соломи	15
Список літератури	17