



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.58: 502.521

© 2023

## АГРОТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ СТАЛОСТІ АГРОСИСТЕМ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

С.С. Бегей<sup>1</sup>, Н.В. Карасевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна  
e-mail: [stepansetenovych@ukr.net](mailto:stepansetenovych@ukr.net)

ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-7193-0550, <sup>2</sup>0000-0002-1416-559X

Надійшла 03.01.2023

**Мета.** Встановити вплив агротехнічних і лукомеліоративних заходів на сталість агросистем Передкарпаття. **Методи.** Польові, фізико-хімічні та порівняльно-аналітичні. **Результати.** Дослідження щодо підвищення стійкості агроєкосистем на дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах Передкарпаття проводили на землях першої, другої та третьої еколого-технологічної груп (ЕКГ). Представлено результати дослідження впливу на підвищення їх стійкості деяких агротехнічних і лукомеліоративних заходів. Встановлено, що для підтримки позитивного балансу органічної речовини в ґрунті (ЕКГ 1) на додаток до приорування соломи та сидератів у плодозмінній сівозміні потрібно ще й вносити органічні добрива. Оптимальне насичення сівозміни проміжними культурами становить 40–60%. На схилах крутизною 3–7° (ЕКГ 2) на стійкість агроєкосистем значний вплив чинять спосіб обробітку ґрунту і рослинний покрив, зокрема смугове розміщення сільськогосподарських культур. Для попередження деградаційних процесів на еродованих схилах (ЕКГ 3), виведених з обробітку, та для стабілізації й відновлення родючості ґрунту такі схили слід залужувати багаторічними травосумішками. Виявлено зворотну залежність ерозійно-акумулятивного процесу від щільності травостою. **Висновки.** Підвищення стійкості агросистем на землях першої, другої та третьої еколого-технологічної груп забезпечується використанням агротехнічних і лукомеліоративних заходів. Їх застосування створює можливість для управління функціональною ефективністю агросистеми за рахунок поліпшення агрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту, стримування деградаційних процесів, а також сприяє підвищенню її продуктивності.

**Ключові слова:** еколого-технологічні групи (ЕКГ), обробітку, змив ґрунту, гумус, сівозміна, стійкість.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-10>

Стійкість екологічних систем залежить від їх здатності протистояти діям і повертатись до вихідного стану після цього. В агросистемах, основне завдання яких полягає в забезпеченні людей продуктами харчування, стан аграрного виробництва визначається в основному економічними показниками, без врахування впливу на навколишнє середовище, зокрема на баланс органічних речовин. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призводить до відчуження значної маси біологічної продукції. Компенсація цих втрат потребує значних антропогенних навантажень на ґрунт, що поступово призводить до його трансформації, втрати властивостей, притаманних природним ґрунтам [1, 2]. Йдеться про дефіцитний баланс біофільних елементів гумусу, порушення його здатності до саморегуляції, що потребує збільшення антропогенних навантажень для отримання високих урожаїв, а в подальшому призводить до деградації ґрунту [3, 4].

Передкарпаття – зона, розміщена між Подільською височиною і північно-східними схилами Українських Карпат. Рельєф має характер еродованого плато з увалистими та плоскими гребенистими ділянками. Клімат тут помірно-континентальний. Безморозний вегетаційний період триває 170–190 днів, сума активних температур (вище 10°C) становить 2220–2800 °C, сума річних опадів варіює в межах 640–808 мм. Тобто кліматичні умови Передкарпаття цілком сприятливі для вирощування високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур. Велику кількість опадів і швидко зміну погоди приносять на цю територію вітри з Атлантичного океану. Максимальна кількість опадів (до 70%) припадає на теплий період року. Найбільш вологим періодом, за даними багаторічних спостережень, є літні місяці, коли випадає близько 44% річної норми опадів, що призводить до перезволоження ґрунту, застоювання вологи над щільним ілювіальним горизонтом, спричинює оглеєння ґрунту. Зливовий характер опадів зумовлює розвиток ерозійних процесів. У зв'язку з цим необхідно розробляти агротехнічні заходи, спрямовані на покращення фізико-хімічних параметрів ґрунту, послаблення шкідливого впливу надмірного зволоження.

Погодні умови в роки досліджень переважно були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур. Так, сума опадів за вегетаційний період (квітень–вересень) становила 440–622 мм (середнє багаторічне значення за цей період – 533 мм). Однак температура повітря була на 0,4–11,0 % вищою за середньобаторічну.

**Мета досліджень** — дослідити вплив агротехнічних і лукомеліоративних заходів на підвищення стійкості агроєкосистем на дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах Передкарпаття.

**Матеріали та методи досліджень.** Публікація є аналітичним підсумком досліджень, проведених упродовж 1996–2018 рр. на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН з метою вивчення впливу агротехнічних заходів на підвищення сталості агросистем. Усього було проведено п'ять досліджень: два в стаціонарних умовах, а три — в польових. При цьому використовували: польовий метод — для оцінки впливу досліджуваних елементів на основні параметри ґрунту та продуктивність культур; лабораторно-аналітичний — для визначення агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту; математично-статистичний — для оцінки вірогідності отриманих результатів досліджень

**Результати досліджень.** Ефективність різних заходів із підвищення сталості агроєкосистем вивчалась на дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних неосушених та осушених гончарним дренажем ґрунтах на землях першої, другої та третьої еколого-технологічних груп.

На осушуваних гончарним дренажем дерново-підзолистих ґрунтах (ЕКГ 1) відбувається вимивання розчинних мінеральних і органічних сполук та виведення їх з кругообігу речовин. Найбільші втрати Ca, Mg, K, N, I з дренажними водами виявлені у варіантах із просапними культурами, причому зі збільшенням норм добрив зростає кількість хімічних елементів, вимитих з ґрунту дренажними водами. Водночас вимивання елементів живлення під багаторічними травами у 5–7 разів нижче, ніж під просапними

культурами, причому насичення сівозміни підсівними та проміжними культурами істотно впливає на зменшення втрат елементів живлення із стоками.

Внесення вапнякового борошна (85 %  $\text{CaCO}_3$ ) поліпшувало умови росту та розвитку сільськогосподарських культур, передусім за рахунок різкого зменшення, з 5,59 до 0,27 мг на 100 г ґрунту, рухомого алюмінію та гідролітичної кислотності — з 4,76 до 3,06 мг-екв на 100 г ґрунту.

Гумінові кислоти (ГК) та їх солі утворюють органомінеральні мікроагрегати, що покращують структуру ґрунту. Через погану розчинність у воді ГК накопичуються у верхньому шарі ґрунту і таким чином формують гумусний горизонт. Фульвокислоти мають дуже кислу реакцію, добре розчиняються у воді, а тому руйнують мінеральну частину ґрунту, впливають на процес ґрунтоутворення, а саме, — на підзолоутворення. При взаємодії з катіонами лужних і лужноземельних металів фульвокислоти утворюють солі, які добре розчиняються у воді і здатні вимиватись із ґрунту.

Від співвідношення та вмісту гумінових кислот і фульвокислот (ФК) у ґрунті залежить загальна їхня активність по відношенню до його мінеральної складової. При співвідношенні гумінових і фульвокислот до 0,2 гумусонакопичення майже відсутнє, руйнування мінеральної частини максимально інтенсивне; при їх співвідношенні 0,2–0,5 гумусонакопичення слабе, а вплив гумусових кислот на мінеральну частину досить активний; при співвідношенні 0,5–0,7 спостерігається середня швидкість гумусонакопичення, дія органічних кислот на мінеральну частину ґрунту слабка; а при співвідношенні гумінових і фульвових кислот понад 1,0 відбувається інтенсивне

гумусонакопичення, мінеральна частина залишається майже незмінною [5].

На невапнованих ділянках співвідношення суми ГК до суми ФК становило 0,53. Вапнування зумовило покращення якісного складу гумусу: збільшилася кількість гумінових кислот, кількість фульвокислот зменшилася, а їх співвідношення становило 0,61–0,75 (табл. 1).

На неосушуваних дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах, які є відносно багатими на валові форми елементів живлення, однак мають низьку родючість через свої несприятливі фізико-хімічні та біологічні властивості, вивчали агротехнічні заходи з покращення їхніх агрофізичних властивостей.

Одним з основних агротехнічних заходів є оранка з розпушуванням підорного шару. Для відтворення та підвищення родючості ґрунту слід збільшувати в ньому кількість органічної речовини. Нині перспективними заходами зі збагачення ґрунту органічною речовиною, враховуючи стан тваринництва та різні економічні аспекти, вважаються сидерація та приорювання соломи [6]. Існують два основних джерела поповнення запасів органічної речовини у ґрунті — рослинні залишки та органічні добрива, зокрема сидерати. У разі розпушування підорного шару ґрунту безпосередньо під пшеницю озиму кількість кореневих і пожнивних решток за ротацію сівозміни була на 25,3–27,3% вищою, ніж у разі проведення мілкої оранки (12–14 см). Приорювання соломи та післяжнивних сидератів за однакових технологій вирощування наступних культур дещо нівелювало післядію різноглибинних обробітків, однак унаслідок оптимальніших водно-фізичних параметрів підорного шару ґрунту після його розпушування кількість

**1. Вплив вапнування на якісний склад гумусу та кислотність осушуваних дерново-підзолистих ґрунтів**

Варіанти	Вміст вуглецю (С) в ґрунті, %	Гумінові кислоти	Фульвокислоти	ГК/ФК	Кислотність, мг-екв. на 100 г ґрунту		Рухомий Al, мг на 100 г ґрунту
		% на суху речовину			обмінна	гідролітична	
Контрольний	0,816	21,6	40,8	0,53	0,65	4,76	5,59
0,5 Н	0,925	23,0	0,63	0,61	0,20	3,40	1,60
1,0 Н	0,937	25,9	34,5	0,75	0,05	3,06	0,27

кореневих решток була вищою в післядії першого і другого років.

Органічна речовина, що потрапляє у ґрунт, внаслідок різноманітних хіміко-біологічних процесів проходить низку стадій розпаду і синтезу, кінцевим етапом якого є утворення гумусових речовин [7]. Інтенсивність проходження цього процесу залежить від водно-фізичних умов ґрунту та деяких інших параметрів. Виходячи з того, що визначення інтенсивності розкладу рослинного матеріалу методом пляних аплікацій об'єктивніше відображає стан і активність мікрофлори ґрунту в природних умовах, автори в шарі ґрунту 0–30 см визначали цим методом його біологічну активність. Вищу інтенсивність розкладу пляного полотна відмічено у варіантах, коли оранку проводили на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см, що пояснюється оптимальнішими параметрами водно-фізичного стану в 10–30-сантиметровому шарі ґрунту порівняно з варіантами, коли проводили мілку (на 12–14 см) та середню (20–22 см) оранку. Також слід зазначити, що коли під озимку пшеницею біологічна активність коливалася в межах 62,4–64,3%, то приорування соломи і післяжнивної редьки олійної підвищувало її до 78,8–79,6%. Висока целюлозорозкладаюча активність була і в післядії під вівсяно-райграсовою сумішкою.

Унаслідок мікробіологічних процесів органічна речовина в ґрунті залучається в мінералізаційно-імобілізаційний кругообіг, який визначає баланс гумусу. В зерно-трав'яній сівозміні середньорічний баланс гумусу за ротацію сівозміни був позитивним і у варіантах з ґрунтопоглибленням (оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см) становив 0,5 т/га. У разі введення в зерно-трав'яну сівозміну просапної культури, тобто в плодозмінній сівозміні, для підтримки позитивного балансу гумусу необхідно вносити органічні добрива.

Отже, для підвищення сталості агроєко-систем на землях ЕТГ 1 (схил 0–3°) необхідно створювати оптимальні водно-фізичні параметри для росту і розвитку сільськогосподарських культур за рахунок агро-меліоративних та агротехнічних заходів, а для забезпечення балансу органічної речовини

у ґрунті на додачу до приорування соломи та сидератів при плодозмінній сівозміні потрібно вносити органічні добрива. Оптимальне насичення ґрунту при сівозміні проміжними культурами становить 40–60 %.

Інтенсивність змиву ґрунту залежить від кількості опадів, їх інтенсивності, способів обробітку ґрунту, рослинного покриття [8, 9]. Допустимі річні норми ерозійних втрат дерново-підзолистих ґрунтів становлять 1,0 т/га [10]. На землях ЕТГ 2 найбільші втрати на слабозмитих ґрунтах фіксувалися на зябі і просапних культурах — 4,5 т/га у варіанті з плужним обробітком (середня оранка на 20–22 см); при плоскорізно-му обробітку (18–20 м) вони становили 3,5 т/га, а при чизельному (на 35 см) — 2,1 т/га. Одночасно з ґрунтом втрачаються і елементи живлення. Втрати гумусу, азоту, фосфору і калію у разі плужного обробітку вищі порівняно з чизельним і плоскорізним. Змив ґрунту під багаторічними травами практично не спостерігався.

Дослідженнями, проведеними на середньозмитих ґрунтах в зерно-трав'яній сівозміні (крутизна схилу 5–6°), встановлено, що глибока оранка (на 30–32 см) з вирізними полицями та щільюванням на 60 см зменшували стік та змив ґрунту. Так, коли проводили глибоку оранку (на 30–32 см) з вирізними полицями, змив ґрунту становив 683 кг/га, в контрольному варіанті (середня оранка на 20–22 см) — 1118 кг/га, а у разі глибокої оранки (на 30–32 см) з вирізними полицями та щільюванням на 60 см — 608 кг/га. Разом із ґрунтом втрачалися і поживні речовини. В результаті змиву на дерново-підзолистих поверхнево оглєсних ґрунтах втрати гумусу у варіанті, коли проводили середню оранку на 20–22 см, становили 26 кг/га, за глибокої оранки (на 30–32 см) з вирізними полицями — 17 кг/га, за глибокої оранки (на 30–32 см) з вирізними полицями та щільюванням на 60 см — 8 кг/га, а втрати  $P_2O_5$  при цьому становили 6, 4 і 3 кг/га, втрати  $K_2O$  — 25, 15 і 13 кг/га відповідно.

Отже, для підвищення стійкості агро-систем на схилових землях (3–7°) велике значення мають обробітки і рослинний покрив, зокрема смугове розміщення сільськогосподарських культур. Так, після щільювання змив слабозмитих ґрунтів (схил 3–5°)

на посівах з кормовими буряками становив 1,96 т/га, середньозмитих (схил 5–7°) на посівах з ярим ячменем — 3,74 т/га. Смугове розміщення кормові буряки — багаторічні трави більш ефективно, ніж однорічні трави — кормові буряки. На середньозмитих ґрунтах смугове розміщення ярий ячмінь — озимі затримувало лавинний ефект дії ерозії (табл. 2).

Посіви злакових травосумішок з люпином багаторічним характеризуються вищою продуктивністю (4,6–4,7 т/га кормових одиниць) порівняно зі злаковими (3,6–3,9 т/га кормових одиниць), причому якщо урожайність злакових трав залежала від ступеня еродованості схилу, то на люпино-злакові така залежність не поширювалась.

Природні травостої на схилах крутизною 7° і більше в основному забезпечують захист ґрунтів від ерозії, однак мають низьку (1,0–1,2 т/га сіна) продуктивність [11]. Для її покращення проводили підсів в дернину конюшини лучної, конюшини гібридної та лядвенцю рогатого, що на фоні  $N_{30}P_{60}K_{90}$  забезпечило можливість отримувати 5,0–5,3 т/га

## 2. Змив ґрунту за вегетаційний період при смуговому розміщенні культур, т/га

Культури	Ґрунтові відміни	
	слабозмиті	середньозмиті
Кормовий буряк — багаторічні трави	1,26	—
Ярий ячмінь — багаторічні трави	Не відмічено	Не відмічено
Однорічні трави — кормовий буряк	1,96	—
Ріпля	—	3,23
Ярий ячмінь — озимі	—	3,74

сіна при валовому зборі протеїну 0,7 т/га. Слід зазначити, що травосумішки з конюшиною лучною та конюшиною гібридною більш продуктивні, однак на третій рік використання вони практично випадають з травостою, тоді як вміст лядвенцю рогатого (26–29 %) в травостой залишається високим і на п'ятий рік використання.

## Висновки

Для підвищення стійкості земель ЕТГ 1 (схил 0–3°) до деградаційних процесів треба створювати оптимальні для сільськогосподарських культур хіміко-фізичні параметри ґрунту. Насичення сівозміни підсівами та проміжними культурами на 40–60 % зменшує втрати елементів живлення із стоками. Для підтримки балансу органічної речовини в ґрунті на додаток до приорювання соломи та сидератів в плодозмінній сівозміні потрібно вносити органічні добрива. Підвищенню стійкості агросистем (ЕТГ 2) на схилових землях (схил 3–7°) значною мірою сприяють обробіток ґрунту і рослинний покрив, зокрема смугове розміщення сільськогосподарських культур. Так, при смуговому

розміщенні ярий ячмінь — багаторічні трави на слабозмитих і середньозмитих ґрунтах змиву ґрунту не відмічено. Для попередження деградаційних процесів (ЕТГ 3) на еродованих схилах, виведених з обробітку (крутизною 7° і більше), їх слід залужувати багаторічними травосумішками. Вищу продуктивність (4,6–4,7 т/га кормових одиниць) забезпечують люпино-злакові травосумішки. Для підвищення продуктивності природних травостоїв на схилах крутизною 7° і більше їх слід поліпшувати за рахунок підсіву в дернину лядвенцю рогатого і конюшини лучної з конюшиною гібридною, що дає можливість отримувати 5,0–5,3 т/га сіна за валового збору протеїну 0,7 т/га.

Behei S.<sup>1</sup>, Karasevych N.<sup>2</sup>

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS, 5 Hrushevskoho Str., vil. Obroshyne, Pustomyty district, Lviv oblast, 81115, Ukraine; e-mail: stepansemenovych@ukr.net; ORCID: 10000-0002-7193-0550

**Agrotechnical measures to increase the sustainability of the agrosystems of Precarpathia**

**Goal.** To determine the impact of agrotechnical and light improvement measures on the sustainability of the agrosystems of Precarpathia. **Methods.** Field, physicochemical, and comparative analytical.

**Results.** Research in increasing the sustainability of agroecosystems on sod-podzolic surface-gleied soils of Precarpathia was conducted on the lands of the first, second, and third ecological technological groups (ETG). The results of research on the impact of some agrotechnical and light improvement measures on increasing their sustainability are presented. It was established that to maintain a positive balance of organic matter in the soil (ETG 1), in addition to plowing straw and siderates in crop rotation, it is also necessary to apply organic fertilizers. The optimal saturation of crop rotation with intermediate crops is 40–60%. On slopes with a steepness of 3–7° (ETG 2), the stability of agroecosystems is significantly influenced by the method of soil cultivation and plant cover, in particular, the strip placement of agricultural crops. To prevent degradation processes on eroded slopes (ETG 3) taken

out of cultivation, and to stabilize and restore soil fertility, such slopes should be limed with perennial grass mixtures. The inverse dependence of the erosion-accumulative process on the density of the grass stand was revealed. **Conclusions.** Increasing the sustainability of agrosystems on the lands of the first, second, and third eco-technological groups of the ETG is ensured by the use of agrotechnical and light improvement measures. Their application creates an opportunity to manage the functional efficiency of the agricultural system by improving the agrochemical and agrophysical properties of the soil, ceasing degradation processes, and also contributing to increasing its productivity.

**Key words:** ecological technology group (ETG), tillage, soil washing, humus, crop rotation, stability.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-10>

## Бібліографія

1. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів. Київ. Урожай, 2005. 300 с.
2. Мирцхулава Ц.Е. Водная эрозия почв (механизм, прогноз). Тбилиси: Менциереба, 2000. 420 с.
3. Волощук М.Д., Петренко Н.І., Яценко С.В. Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики: монографія К.: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2014. 325 с.
4. Новаковський Л.Я., Новаковська І.О. Еколого-економічні та правові проблеми охорони земель. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 11. С. 62–70.
5. Стецюк В., Рудько Г., Ткаченко Т. Основи екологічної геоморфології. Київ: Вища шк., 2009. 367 с.
6. Цвей Я.П., Іваніна В.В., Петрова О.Т. Груповий та фракційний склад гумусу чорнозему типового в різноротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 1. С. 15–19.
7. Томашівський З.М., Завірюха П.Д. Адаптивні системи землеробства. Навч. посіб. Львів: Львів. держ. аграр. ун-т, 2002. 184 с.
8. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозізнавства. Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 266 с.
9. Тараріко О.Г., Москаленко В.М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту ґрунтів від ерозії. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 64 с.
10. Шевченко І.П., Яценко С.В. Змив ґрунту та ерозійні втрати елементів живлення в агроландшафтах Центрального Лісостепу. *Вісник Харківського національного аграрного у-ту ім. В.В. Докучаєва*. 2006. № 6. С. 181–185.
11. Боговін А.В., Пташник М.М., Дудник С.В. Еколого-біологічна структура і продуктивність трав'янистих ценозів за різних способів їх відтворення на вилучених з обробітку орних землях. *Біоресурси і природокористування*. 2012. 4. № 3–4. С. 57–62.