



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 502.521:551.58:631.44

© 2023

АГРОБІОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРИРОДООХОРОННОГО ТА ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДРЕНОВАНИХ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТІВ ЗА ЗМІН КЛІМАТУ

І.Т. Слюсар¹, В.О. Сербенюк², О.П. Соляник³, О.А. Тарасенко⁴

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

²⁻⁴кандидати сільськогосподарських наук

¹⁻³ННЦ «Інститут землеробства НААН»

смт Чабани Фастівського р-ну Київської обл., 08162, Україна

⁴Панфільська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Центральна, 2, с. Панфили Бориспільського р-ну Київської обл., 07750, Україна

e-mail: ¹sliusarit@ukr.net, ²serbenukvo@ukr.net, ³3369002e@gmail.com, ⁴sanenia@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-8980-5160, ²0000-0003-0175-6621,

³0000-0002-9037-0296, ⁴0000-0003-2847-0939

Надійшла 13.03.2023

Мета. Визначити оптимальні параметри поєднання меліоративних, землеробських і природоохоронних рішень для забезпечення сталого розвитку сільськогосподарського виробництва в гумідній зоні на дренованих ґрунтах. Розробити заходи щодо зменшення деградації органічних ґрунтів та поліпшення їхньої родючості на основі обґрунтованої природоохоронної системи землеробства та енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальної зміни клімату. **Методи.** Польовий із комплексом біометричних, агрохімічних і лабораторних досліджень, математико-статистичний. **Результати.** На староорних добре мінералізованих карбонатних дренованих органічних ґрунтах створення природоохоронних агроландшафтів з виходом 9–10 т/га к. од. високоякісного корму з багаторічних травосумішей; 8,4–8,7 т/га зерна кукурудзи та понад 4 т/га зерна жита і тритикале озимих забезпечить уведення 8-пільних сівозмін з 5–6-ма полями багаторічних травосумішей та 2–3-ма однорічними культурами з унесенням мінеральних добрив у розрахунку $P_{40-45} K_{120-130}$ кг д. р. під однорічні культури та додаванням N_{45} під багаторічні трави, що сприяє зниженню мінералізації органічної речовини та зменшенню накопичення рухомих сполук азоту під посівами багаторічних травосумішей. До того ж поживні речовини інтенсивніше вимиваються в ґрунтові води за вирощування однорічних культур порівняно з багаторічними травами, що є важливим природоохоронним заходом при створенні сівозмін. **Висновки.** Такі сівозміни та удобрення забезпечують

зменшення накопичення нітратних сполук у шарі ґрунту 0–30 см у 2–3 рази, про що свідчить значне зниження мінералізації торфу та його вимивання в ґрунтові та річкові води.

Ключові слова: дренаж, мінералізація, багаторічні трави, сівозміни, однорічні культури, вимивання, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202304-09>

Дреновані органогенні ґрунти в Україні займають майже 0,8–1 млн га. Тривалий час після дренажних робіт їх використовували в травопільних сівозмінах з набором овочевих культур (буряка столового, моркви, капусти), кормових, 1–2-х полів зернових культур (овса, жита) та 4–6-ти полів багаторічних травосумішей з основною оранкою на 30–32 см та внесенням $P_{45}K_{120}$ під усі культури з додаванням N_{45} під багаторічні травосуміші [1].

Наприкінці минулого і на початку нинішнього століття відбувається істотне потепління клімату. За даними дослідників [2, 3], лише за останні 100–150 років температура приземного повітря підвищилася на 0,5–0,7°C й очікується підвищення її ще на 2,0–2,5°C (Рамкова конвенція зі змін клімату Ріо-де-Жанейро, 1992).

За останні 50 років температура повітря підвищилася, зменшилася амплітуда її сезонного коливання (деконтиненталізація клімату). У зоні дренажних меліорацій більше потепління припадає на жовтень–лютий, менше — на травень–липень, відбувається зміна фази потепління. В Україні загалом за цей період температура повітря підвищилася на 0,6°C, у північних і північно-східних районах — на 1°C, південних і південно-західних — на 0,5°C, амплітуда коливання знизилася на 0,4°C. Підвищення температури було характерним для зими.

У Північно-західній частині України річних опадів випало 650–750 мм, за період потепління їх кількість зменшилася на 10–15%. У південно-західних районах, де сума річних опадів становила 350–450 мм, їх кількість збільшилася майже на 10%. Отже, в зоні дренажних меліорацій в Україні знизилася перезволоження ґрунтів і спостерігалася потепління клімату, що дало можливість вводити теплолюбні культури (сою, кукурудзу,

соняшник, ріпак) у сівозміни. Усе це потребує розроблення нових або уточнення низки агротехнічних і природоохоронних заходів щодо їх вирощування в сівозмінах із насиченням теплолюбними культурами [4; Инишева Л.И., 2009), які потребують глибокого залягання ґрунтових вод та інтенсивнішої системи обробітку ґрунту [5–8]. Такі заходи на органогенних ґрунтах сприяють біологічній активності ґрунту, посиленому розкладанню органічної маси торфу та значному накопиченню рухомих сполук азоту в ґрунті, що повністю забезпечує потреби культури в живленні [9–11]. Проте іноді в рослинах накопичується і надлишкова його кількість, що перевищує гранично допустимі концентрації [2, 3].

Завданням досліджень було виявлення ефективних технологічних заходів, спрямованих на зменшення інтенсивності мінералізації органічної маси, запобігання надлишковому накопиченню рухомих форм азотних сполук у рослинній продукції та їх вимиванню в ґрунтові води.

Зміна структури посівних площ у сівозміні, перехід слабомінералізованих органогенних ґрунтів у добре окультурені з поліпшеними водно-фізичними властивостями з урахуванням потепління клімату потребують уточнення екологічних наслідків впливу на довкілля в зоні осушуваних меліорацій.

При цьому потрібно в'ясувати, як змінюються продуктивність окремих культур, сівозмін та енергетичні показники з використанням осушеного гектара органогенних ґрунтів.

Мета досліджень — визначити оптимальні параметри поєднання меліоративних, землеробських і природоохоронних рішень для забезпечення сталого розвитку сільськогосподарського виробництва в гумідній зоні на дренажних ґрунтах.

Розробити заходи щодо зменшення деградації органічних ґрунтів і поліпшення їхньої родючості на основі обґрунтованої природоохоронної системи землеробства та енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальної зміни клімату.

Матеріали та методи досліджень. Стаціонарний польовий дослід закладено на дренажних торфовищах Панфільської дослідної станції (50°16'47" пн. ш. 31°45'44" сх. д., висота над рівнем моря 130 м, заплава р. Супій у Бориспільському р-ні Київської обл.) у 3-разовому повторенні в просторі та часі за схемою, наведеною на рис. 1. Ґрунт дослідної ділянки — торф карбонатний, рогозово-осокового походження з високим ступенем розкладання (64–69%), потужністю 2,38–2,52 м, підстилаюча материнська порода — оглеєні алювіальні легкі суглинки. Щільність складення торфу — 0,215 г/см³, повна вологоємність — 270–283%, зольність — 40%. Валовий уміст азоту — 2,93%, фосфору — 0,76–0,92, калію — 0,09–0,15, кальцію — 20–26%, зольність — 30–40%; рН водної витяжки — 7,3–7,5.

Мінеральні добрива в досліді використовували у формі аміачної селітри, суперфосфату та калійної солі. Азотні добрива

під багаторічні трави вносили в 2, калійні — в 3 строки вроздріб за відростання травостою (після 1- та 2-го укосів), фосфорні — навесні одноразово в період відростання травостою. Під однорічні культури (жито озиме) фосфорні добрива вносили в 2 строки (восени та навесні), під кукурудзу всі добрива вносили навесні в передпосівний період.

Загальна площа ділянки — 20 м², облікова — 15 м².

Рівні ґрунтових вод заміряли впродовж вегетації через кожні 5 днів у водомірних колодязях (3-разове повторення).

У ґрунтових зразках визначали вологість термостатно-ваговим методом, уміст нітратного азоту — за Гранвальд-Ляжу з дисульфофеноловою кислотою (ДСТУ 4725-2007), амонійний азот — екстрагуванням розчину хлориду калію (ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003), фосфор і калій — за Б.П. Мачигіним із наступним визначенням рухомого фосфору колориметрично, обмінного калію — на полуменевому фотометрі [14]. Уміст біогенних речовин у дренажних водах визначали: нітратний азот — за ДСТУ ISO 6878-2008, фосфор — спектрометричним методом із застосуванням амонію за ДСТУ ISO 7150-10:2003, амонійний азот — ручним

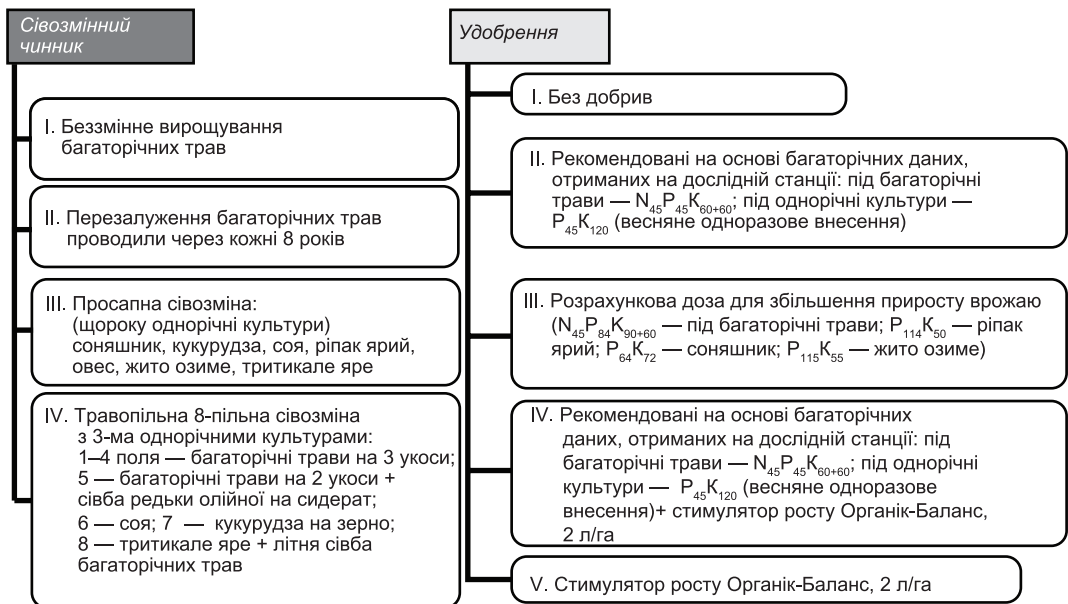


Рис. 1. Схема дослідів

спектрометричним методом за ДСТУ 4079-2001 (ISO 9297:1989, MOD) [15–17].

Облік урожаю зеленої маси багаторічних травосумішей проводили зважуванням з усієї облікової ділянки. Уміст абсолютно сухої речовини (сухої маси) в урожаї визначали термостатно-ваговим методом, урожайність однорічних культур у період повної стиглості зерна — поділянковим методом [18]. Зразки ґрунту на агрохімічний аналіз і вологість відбирали тричі за вегетацію з шару ґрунту 0–30 см у кожному варіанті дослідження. Облік урожаю зеленої маси кукурудзи проводили в період молочної стиглості качанів кукурудзи. Збирали врожай у період повної стиглості качанів поділянковим методом.

Дреновані органічні ґрунти запливи р. Супій у районі досліджень щороку отримують достатню кількість тепла (сума ефективних температур — майже 3000°C). Такий тепловий режим сприяв росту та розвитку всіх вирощуваних культур у досліді.

Погодні умови в роки досліджень на полях Панфільської дослідної станції (за даними Яготинської ГМС, розміщеної на віддалі 2 км від дослідного поля) характеризувалися підвищеними середньомісячними показниками температури повітря за квітень–вересень — 17,4–18,1°C (за середньобіагаторічної 15,5°C) та недостатньою кількістю опадів (163–319 мм за норми 327 мм) у більшості років. Найтеплішим був 2018 р. (18,1°C), найменше опадів випало в 2019 р. (191 мм), загалом за роки

досліджень лише — 347 мм, в інші роки їх випало менше середньобіагаторічних (рис. 2). Отже, погодні умови 2016–2021 рр. були не досить сприятливими для вирощування культур, особливо багаторічних травосумішей.

Недостатню кількість атмосферних опадів для вирощування багаторічних трав компенсували додатковим надходженням підґрунтової вологи подачею води з каналів меліоративної системи.

Результати досліджень. Важливим показником для характеристики ґрунтових процесів та формування врожайності сільськогосподарських культур є режим глибини залягання ґрунтових вод і стан вологості активного шару ґрунту [19, 20], які значно залежали від влаштованої на заплаві р. Супій осушувально-зволожувальної меліоративної мережі.

У посушливі періоди вегетації система за дефіциту вологи в ґрунті забезпечувала подачу додаткової води з водосховищ через канали (способом шлюзування) і своєчасно справлялася з відведенням надлишкової води в період інтенсивних дощів.

Спостереження за заляганням рівнів ґрунтових вод показали (рис. 3), що в роки досліджень з весни до початку вересня вони практично не знизилися за межі оптимальних рекомендованих показників і лише в окремі роки (2017 р.) глибина їх залягання в липні–вересні знизилася до 139–165 см від поверхні ґрунту. Така глибина залягання ґрунтових вод могла негативно впливати

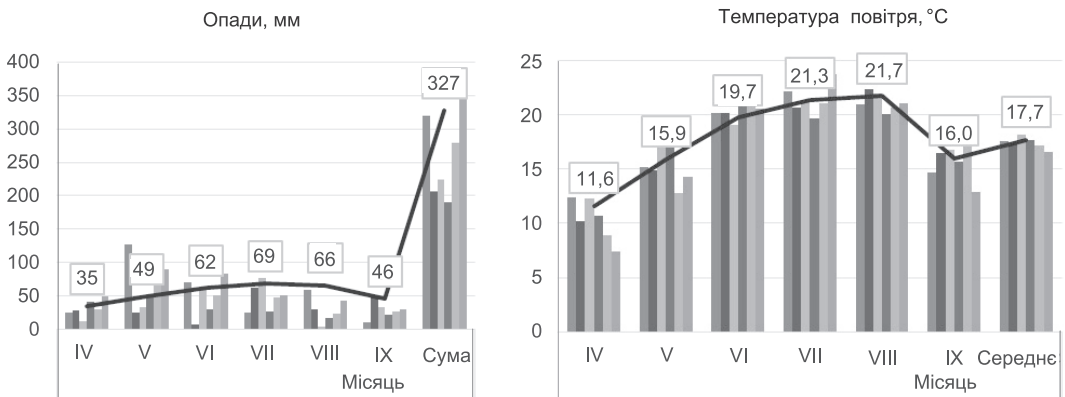


Рис. 2. Погодні умови в роки досліджень (2016–2021 рр.): — 2016; — 2017; — 2018; — 2019; — 2020; — 2021; — норма

на рівень вологості ґрунту, ріст і розвиток сільськогосподарських культур, особливо багаторічних травосумішей.

Перезволоження активного шару ґрунту спостерігали в I половині вегетації 2021 та 2022 рр. Тоді рівні ґрунтових вод у квітні–травні перебували на глибині 34–54 см від поверхні ґрунту. Проте таке перезволоження ґрунту було на початку вегетації сільськогосподарських культур і незначною мірою впливало на їхню продуктивність. У цей період однорічні культури лише висівали, а багаторічні травосуміші містили види, які добре реагували на перезволоження ґрунту.

Проведеними дослідженнями встановлено, що продуктивної вологи на дренажних органогенних ґрунтах було достатньо впродовж усієї вегетації однорічних культур. Проте в серпні і вересні її рівень не опускався в шарі ґрунту 0–20 см до нижньої межі оптимальної вологоємності (40% від повної вологоємності). Однорічні культури в цей період уже завершили вегетацію і не зазнали негативного впливу. Зменшення вологості ґрунту до нижньої межі оптимальних показників в цей період могло дещо негативно вплинути на врожайність 3-го укосу багаторічних трав. Проте з огляду на значне зниження температури повітря

в цей період, яка безпосередньо впливала на сумарне випаровування, негативного впливу на формування 3-го укосу трав не спостерігалось, про що свідчить кількість отриманого врожаю багаторічних травосумішей у роки досліджень.

Специфічні умови дренажних заплавних земель включають близьке залягання рівнів ґрунтових вод до поверхні ґрунту (часто 50–80 см) за достатнього зволоження активного шару ґрунту та інтенсивних дощів, які часто стали випадати в період потепління клімату. Спостерігається посилення фільтраційних процесів, що призводить до вимивання поживних речовин у ґрунтові води і забруднення річкових вод.

Тому важливим завданням землекористувачів заплавних ґрунтів є зменшення або запобігання вимиванню поживних речовин у ґрунтові води. Один із перших заходів — це зниження мінералізації органічної маси заплавних ґрунтів за рахунок зміни структури посівних площ, регулювання глибини залягання ґрунтових вод та оптимізації внесення мінеральних добрив.

Проведені дослідження показали, що найбільше вимивалося на удобрених ділянках у середньому за 6 років і за вегетацію нітратного азоту (11,0–13,1 мг/л) та калію (12,9–18,6 мг/л), найменше — фосфорних

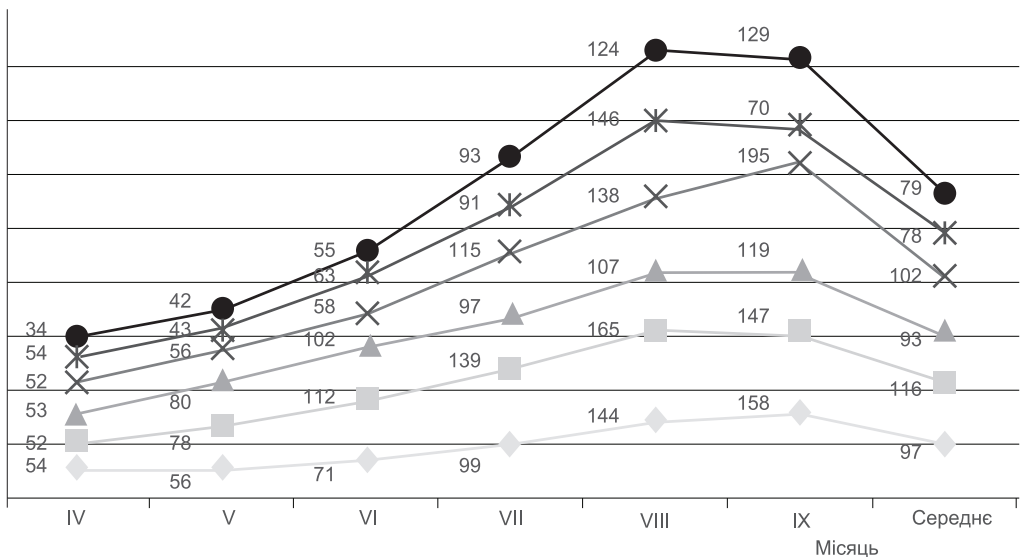


Рис. 3. Залягання рівнів ґрунтових вод від поверхні ґрунту, см: —◆— 2016 р.; —■— 2017 р.; —▲— 2018 р.; —×— 2019 р.; —*— 2020 р.; —●— 2021 р.

сполук (1,7–3,2 мг/л) (табл. 1). При цьому вимивання аміачного азоту на посівах багаторічних трав було меншим, ніж на посівах жита озимого та кукурудзи на зерно в 2,2–2,3 рази.

Аналіз умісту вимитих поживних речовин у воді збірних каналів і магістрального каналу (р. Супій) та вмісту цих сполук у ґрунтових водах на полях досліджує, що ця різниця за окремими сполуками досить істотна. Тоді як уміст фосфорних сполук у ґрунтових водах під посівами кукурудзи і р. Супій був майже однаковим. Така сама залежність спостерігалася і за вмістом рухомих сполук калію, що пов'язано з повторним використанням рослинами поживних речовин із ґрунтових вод, рівні яких періодично знижуються й піднімаються до кореневмісного шару ґрунту, та надходженням нітратного азоту після мінералізації торфу впродовж усього теплового періоду вегетації [7].

Аналіз умісту поживних речовин у ґрунтових і річкових водах свідчить про те, що їх кількість істотно залежить від структури посівних площ, тобто від способу використання органічних дренажних ґрунтів і вмісту в них поживних речовин.

Нами виявлено, що вміст аміачного азоту в шарі ґрунту 0–30 см незначною мірою залежить від унесених мінеральних

добрив, але водночас істотно залежить від вирощуваних культур. Так, його вміст у варіантах без унесення мінеральних добрив на посівах багаторічних травосумішей становить 122,3–128,8 мг/кг сухого ґрунту, на посівах сівозміни з однорічними культурами — 30,0–38,5; на посівах соняшнику — 25,4–26,3, жита озимого — 17,3–21,3, ріпаку ярого — 36,5–45,5 мг/кг сухого ґрунту.

Уміст нітратного азоту ще більше залежить від вирощуваних культур. За беззмінного вирощування багаторічних трав на ділянках без удобрення в шарі ґрунту 0–30 см уміст NO_3^- в ґрунті в середньому за вегетацію і за 6 років становив 66,6–66,9 мг/л, у сівозміні з однорічними культурами — 162–199 мг/л; на посівах соняшнику — 187–207, ріпаку ярого — 78–107, жита озимого — 162–170 мг/л (табл. 2).

Ці показники свідчать про різний ступінь мінералізації органічної речовини торфяного ґрунту і накопичення рухомого азоту в ґрунті, що істотно впливає на вимивання рухомих сполук азоту в ґрунтові води і забруднення річкових вод зі збільшенням у структурі посівних площ однорічних культур.

Уміст у ґрунті рухомих сполук фосфору незначно залежав від унесених мінеральних добрив, проте на його запаси і переміщення

1. Вплив агроценозів та внесених мінеральних добрив на вимивання біогенних речовин у ґрунтові води (середнє за вегетацію 2016–2021 рр.), мг/л дренажної води

Удобрення	Багаторічні трави				Жито озиме				Кукурудза			
	N- NO_3^-	N- NH_4^+	P $_2\text{O}_5$	K $_2\text{O}$	N- NO_3^-	N- NH_4^+	P $_2\text{O}_5$	K $_2\text{O}$	N- NO_3^-	N- NH_4^+	P $_2\text{O}_5$	K $_2\text{O}$
Без добрив (контроль)	4,2	4,1	1,0	7,5	6,1	3,6	3,0	8,0	8,5	4,2	0,4	11,2
Рекомендована доза добрив на основі дослідів	11,0	2,8	1,1	9,0	6,2	6,3	3,1	9,2	8,5	6,3	0,8	18,6
Розрахункова доза для підвищення приросту врожаю	13,1	2,7	1,2	7,5	6,2	6,2	2,3	11,1	8,2	6,4	0,4	14,1
Рекомендована доза добрив на основі дослідів + Органік-Баланс, 2,0 л/га	11,3	4,9	1,7	12,9	7,2	8,1	2,5	10,9	11,9	6,1	0,7	14,0
Стимулятор росту Органік-Баланс, 2,0 л/га	6,9	3,4	1,1	9,3	7,1	3,3	2,5	7,9	7,3	4,2	0,4	10,1
р. Супій	0,4	0,8	0,4	8,6	0,4	0,8	0,4	8,6	0,4	0,8	0,4	8,6
Збірний канал	0,3	0,7	0,4	8,2	0,3	0,7	0,4	8,2	0,3	0,7	0,4	8,2

2. Уміст рухомих азотних сполук у шарі ґрунту 0–30 см залежно від способів використання органічних ґрунтів і мінерального удобрення (середнє за 2016–2021 рр.), мг/кг сухого ґрунту

Удобрення	Безмінні посіви багаторічних трав		Сівозміна з однорічними культурами		Травопільна 8-пільна сівозміна									
	N-NO ₃ N-NH ₄		N-NO ₃ N-NH ₄		багаторічні трави				соняшник		ріпак ярий		жито озиме	
					1-го року		2-го року		N-NO ₃ N-NH ₄		N-NO ₃ N-NH ₄		N-NO ₃ N-NH ₄	
	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄
Без добрив (контроль)	4,2	4,1	199,0	38,5	155,7	26,6	179,3	28,0	207,3	26,3	107,0	36,5	170,8	21,3
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₈₄ K ₆₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₁₁₄ K ₅₀ — ріпак ярий; P ₆₄ K ₇₂ — однорічні культури)	11,0	4,1	144,0	38,5	183,5	26,3	165,7	27,8	187,5	22,2	123,0	28,5	168,0	22,0
Розрахункова доза для підвищення врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₆₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₁₁₄ K ₅₀ — ріпак ярий; P ₆₄ K ₇₂ — соняшник; P ₁₁₅ K ₅₅ — жито озиме)	13,1	2,7	112,0	40,0	164,9	25,4	198,8	28,4	226,1	25,4	132,0	31,0	210,2	20,6
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₈₄ K ₆₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₁₁₄ K ₅₀ — однорічні культури) + Органік-Баланс, 2,0 л/га	11,3	4,9	135,0	33,5	162,8	28,8	181,9	27,1	233,5	25,4	129,0	28,5	161,3	21,6
Стимулятор росту Органік-Баланс, 2,0 кг/га	6,9	3,4	162,0	30,0	155,7	26,6	172,8	23,8	187,0	25,4	78,0	45,5	162,7	17,3

3. Уміст рухомих фосфорних і калійних сполук у шарі ґрунту 0–30 см залежно від способу використання органічних ґрунтів і мінерального удобрення (середнє за 2016–2021 рр.), мг/кг сухого ґрунту

Удобрення	Безмісні посіви багаторічних трав		Сівозміна з однорічними культурами		Травопільна 8-пільна сівозміна									
					багаторічні трави				ріпак ярий					
					1-го року		2-го року		соняшник		ріпак ярий		жито озиме	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	1,0	8,4	100,0	290,0	66,5	168,9	70,6	149,0	60,8	147,9	60,0	120,0	42,4	117,7
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₄₅ K ₆₀₊₆₀ — однорічні культури)	1,1	9,0	82,0	400,0	69,2	169,2	71,5	156,1	65,2	182,8	66,0	162,0	50,8	148,1
Розрахункова доза для підвищення приросту врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₁₁₄ K ₅₀ — ріпак ярий; P ₆₄ K ₇₂ — соняшник; P ₁₁₅ K ₅₅ — жито озиме)	0,6	8,5	82,0	382,0	70,3	214,4	81,7	165,8	69,8	238,0	69,0	170,0	48,0	183,9
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀ — багаторічні трави; P ₄₅ K ₆₀₊₆₀ — однорічні культури) + Органік-Баланс, 2,0 л/га	1,7	12,9	82,0	448,0	74,6	221,6	93,5	236,9	65,9	296,5	54,0	176,0	45,8	184,4
Стимулятор росту Органік-Баланс, 2,0 кг/га	1,1	7,6	96,0	274,0	68,1	183,7	77,6	191,3	65,4	181,8	32,0	162,0	42,0	146,5

в ґрунті істотно впливала структура посівних площ сільськогосподарських культур у сівозміні (табл. 3).

Так, під посівами багаторічних трав на ділянках без унесення мінеральних добрив його кількість була в межах 1,0–1,1 мг, у сівозміні з однорічними культурами — 96–100 мг, у травопільній сівозміні з 3-ма просапними культурами під посівами багаторічних трав першого року вирощування — 66,5–68,1 мг/л, другого — 70,6–77,6 мг/л; сояшнику — 65,2–65,4; ріпаку ярого — 32–60, жита озимого — 42–42,4 мг/л. Отже, під травами рухомого фосфору в ґрунті було в десятки разів менше, ніж під однорічними культурами. За внесення мінеральних добрив ці показники значно вищі.

Такий уміст поживних речовин під різними культурами можна пояснити тим, що карбонатні заплавні ґрунти мають значні прошарки віваніту — природного запасу фосфорних сполук [19, 20]. За вирощування однорічних культур, які потребують щороку поверхневого обробітку ґрунту, віваніт регулярно виорується на поверхню,

окиснюється і розкладається, частина фосфору утворює рухомі сполуки, тоді як під посівами багаторічних трав цього заходу не проводять.

Такий уміст поживних речовин у ґрунті залежно від способу використання слід ураховувати за умов потепління клімату, коли змінюється структура посівних площ при висіванні однорічних теплолюбних культур (сої, кукурудзи, сояшнику, ріпаку ярого тощо), які потребують інтенсивного обробітку ґрунту. Це сприяє більшому окисненню віваніту і переходу нерозчинних сполук фосфору в його рухомі форми.

Різне удобрення і технологічні заходи вирощування сільськогосподарських культур по-різному вплинули на врожайність культур у сівозміні. Так, показники врожайності багаторічних травосумішей у середньому за 6 років свідчать про те, що вона мало залежала від методів розрахунку добрив (табл. 4). Проте розраховані дози добрив значно різняться (калію вноситься на 30 кг більше, фосфору — 39 кг д. р.), що істотно впливає на собівартість кормової

4. Урожайність сільськогосподарських культур залежно від удобрення (середнє за 2016–2021 рр.), т/га

Удобрення	Багаторічні трави, суха речовина			Сояшник, насіння	Кукурудза на зерно	Жито озиме
	беззмінні посіви	1-го року	2-го року			
Без добрив (контроль)	6,7	5,0	7,2	1,92	5,53	2,40
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($N_{45}P_{45}K_{60+60}$ — багаторічні трави; $P_{45}K_{60+60}$ — однорічні культури)	9,4	6,8	8,9	2,38	8,28	3,95
Розрахункова доза для підвищення приросту врожаю ($N_{45}P_{84}K_{90+60}$ — багаторічні трави; $P_{114}K_{50}$ — ріпак ярий; $P_{64}K_{72}$ — сояшник; $P_{115}K_{55}$ — жито озиме)	9,4	6,9	9,0	2,70	8,38	4,18
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($N_{45}P_{45}K_{60+60}$ — багаторічні трави; $P_{45}K_{60+60}$ — однорічні культури) + Органік-Баланс, 2,0 л/га	9,8	8,0	8,7	2,60	8,70	4,20
Стимулятор росту Органік-Баланс, 2,0 л/га	8,1	6,0	7,6	2,26	6,32	2,73
НІР ₀₅	0,32	0,29	0,33	0,24	0,28	0,30

одиниці. Найвищою врожайністю багаторічних травосумішей (9,4–9,8 т/га сухої речовини) була за беззмінних посівів, найнижчою — на травах першого року вирощування (6,8–8,0 т/га).

Це пов'язано з тим, що в багаторічних травах після сівби ще повністю не розвинулася коренева система і їхня потенційна продуктивність формується в наступні роки. Можна відзначити високу ефективність стимулятора росту. Унесення лише 2 л/га стимулятора росту Органік-Баланс забезпечило досить високий приріст урожаю багаторічних травосумішей — 6–20% та однорічних культур — 14–32% порівняно з урожайністю на контролі без удобрення.

Слід зазначити, що структура посівних площ істотно змінюється від поставлених завдань. Так, із потеплінням клімату та вимогами сучасності в гумідній зоні потрібно вирощувати високорентабельні теплолюбні культури з урахуванням природоохоронних складових цих заходів — зменшення мінералізації органічної речовини, інтенсивності обробітку ґрунту та розширення посівів багаторічних трав.

Сівозмінний чинник має включати агротехнологічні заходи щодо зниження інтен-

сивності та надлишкової мінералізації органіки торфового ґрунту. Проведені дослідження свідчать про те, що з уведенням у сівозміни теплолюбних культур — соняшнику, кукурудзи, сої, ріпаку ярого істотно підвищується вихід високорентабельної продукції (рис. 4).

Аналіз отриманих урожайних даних показує, що за внесення рекомендованих доз добрив у травопільних сівозмінах на дренажних органогенних ґрунтах лише під посіви багаторічних травосумішей їх продуктивність у середньому за ротацію (8 років) була значно нижчою (4,17 т/га з. од.), ніж продуктивність травопільної сівозміни з 2- або 3-ма просапними культурами (6 т/га), тобто врожайність за збором зернових одиниць була меншою на 31%.

Уведення 3-х однорічних культур у 8-пільну з 5-ма полями трав сівозміну незначно вплинуло на її продуктивність порівняно з 2-ма просапними культурами за внесення таких самих доз добрив (урожайність у середньому за 8 років становила 5,4 т/га з. од.). Вона знизилася на 0,3–0,6 т/га, проте була істотно вищою за врожайність посівів багаторічних трав (4,7 т/га з. од.) на дренажних ґрунтах.

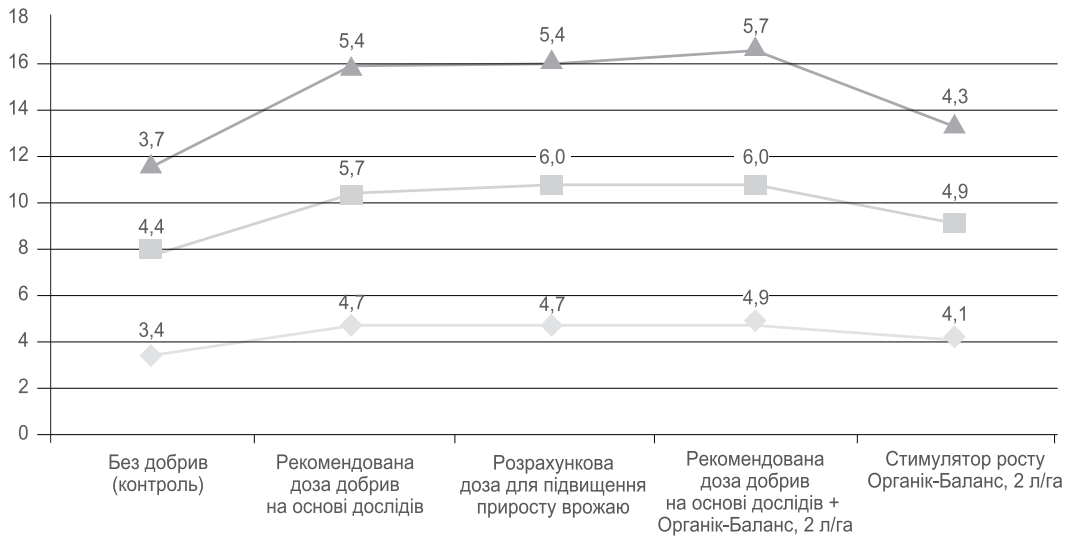


Рис. 4. Продуктивність сівозмін залежно від структури посівних площ і мінерального удобрення (середнє за 2016–2021 рр.), т/га з. од.: ▲ — сівозміна з 3-ма однорічними культурами — 1–5 поле — багаторічні трави, 6 — кукурудза, 7 — соняшник, 8 — тритикале озиме; ■ — сівозміна з 2-ма однорічними культурами — 1–6 поле — багаторічні трави, 7 — кукурудза, 8 — соняшник; ◆ — беззмінне вирощування багаторічних трав

Висновки

В умовах Лівобережного Лісостепу на староорних добре мінералізованих, карбонатних дренованих органогенних ґрунтах створення природоохоронних агроландшафтів забезпечить уведення 8-пільних сівозмін із 5–6 полів багаторічних трав і 2–3-х однорічних культур (кукурудзи, жита, вівса, сої, соняшнику) з унесенням мінеральних добрив з розрахунку $P_{40-45}K_{120-130}$ кг/га під однорічні культури із додаванням N_{45}

під багаторічні травосуміші, що знижує мінералізацію торфовищ. При цьому врожайність становитиме 9–10 т/га к. од. високоякісного корму з багаторічних травосумішей; 2,6–2,7 т/га насіння соняшнику; 8,4–8,7 т/га зерна кукурудзи та понад 4 т/га зерна жита і тритикале озимих. Така структура посівних площ сприяє зменшенню забруднення річкових вод біогенними речовинами.

Slyusar I.¹, Serbeniuk V.², Solyanik O.³, Tarasenko O.⁴

¹⁻³National Scientific Center «Institute of Agriculture of NAS of Ukraine», vil. Chabany, Fastiv district, Kyiv oblast, 08162, Ukraine; ⁴Panfily research station of the NSC «Institute of Agriculture of NAS of Ukraine»; 2 Tsentralna Str., vil. Panfily, Boryspil district, Kyiv oblast, 07750, Ukraine; e-mail: ¹slyusarit@ukr.net, ²serbenukvo@ukr.net, ³3369002e@gmail.com, ⁴sanenia@ukr.net; ORCID: ¹0000-0001-8980-5160, ²0000-0003-0175-6621, ³0000-0002-9037-0296, ⁴0000-0003-2847-0939

Agrobiological principles of environmental protection and efficient use of drained organic soils under climate change

Goal. To determine the optimal parameters of the combination of reclamation, agricultural, and nature protection solutions to ensure the sustainable development of agricultural production in the humid zone on drained soils. To develop measures aimed at reduction of the degradation of organic soils and improvement of their fertility based on the sound environmental protection system of agriculture and energy-saving technologies for growing crops in conditions of global climate change. **Methods.** Field with a complex of the biometric, agrochemical, and laboratory research, mathematical and statistical. **Results.** On old arable well-mineralized carbonate

drained organic soils, the creation of nature-preserving agro-landscapes with a yield of 9–10 t/ha of feed units of high-quality fodder from perennial grass mixtures; 8.4–8.7 t/ha of corn grain and more than 4 t/ha of winter rye and triticale grain will ensure the introduction of 8-field crop rotations with 5–6 fields of perennial grass mixtures and 2–3 annual crops with the application of mineral fertilizers at the rate of $P_{40-45}K_{120-130}$ kg of acting substance under annual crops and with the addition of N_{45} under perennial grasses, which helps reduce the mineralization of organic matter and accumulation of mobile nitrogen compounds under crops of perennial grass mixtures. In addition, nutrients are more intensively leached into groundwater by growing annual crops compared to perennial grasses, which is an important conservation measure when creating crop rotations. **Conclusions.** Such crop rotations and fertilizers provide a reduction in the accumulation of nitrate compounds in the 0–30 cm soil layer by 2–3 times, which is evidenced by a significant decrease in peat mineralization and its leaching into soil and river waters.

Key words: drainage, mineralization, perennial grasses, crop rotation, annual crops, leaching, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202304-09>

Бібліографія

1. Коніщук В.В. Концепція і стратегія збалансованого розвитку ландшафтів водно-болотних угідь і торфових екосистем України. Київ: ДІА, 2015. С. 26–41.
2. Будз О.П., Галік О.І. Клімат Українського Полісся. Херсон: Олді-плюс, 2017. Т. 1. С. 77–112.
3. Шумлянський В. Клімат Викилики глобалізації. *Світогляд*, 2008. № 3(1). С. 26–30.
4. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія; за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016.

С. 27–90.

5. Slyusar I.T., Solyanik O.P., Serbenyuk V.O. et al. Effect of the water regime, crop rotation and fertilizers in biogenic matters leaching into ground water and surface water. *Ukrainian J. of Ecology*. 2020. № 10(3). P. 197–200. doi: 10.15421/2020_154 <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000576691500013>
6. Slyusar I.T., Solyanik O.P., Serbenyuk V.O. et al. Energy crops safe cultivation on drained organic soils. *Ukrainian J. of Ecology*. 2021.

№ 11(1). Р. 415–418. doi: 0.15421/2021_60 <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000631814800042>

7. Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і торфовища України: Харків: Міськдруку, 2010. 278 с.

8. Саранчук В.І., Ілляшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С. Хімія і фізика горючих копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. 600 с.

9. Kudeyarov V.N., Blagodatskiy S.A., Larionova A.A. *Izmenenie vnutripochvennykh potokov azota pri vnesenii azotnykh udobreniy Agrarian chemistry*. 1990. № 11. Р. 47–53.

10. Barré P., Plante A.F., Cécillon L. et al. The energetic and chemical signatures of persistent soil organic matter. 2016. Р. 1–12. doi: 10.1007/s10533-016-0246-0

11. Volkogon V.V., Pyrig O.V., Dimova S.B., Volkogon K.I. Focus of mineralization-synthesis processes of the organic matter in the leached chernozem while cultivating potatoes on different fertilization backgrounds. *Agricultural Science and Practice*. 2020. № 7 (1). Р. 40–48. doi: 10.15407/agrisp7.01

12. Трускавецький Р.С. Концепція збалансованого землекористування на заплавах малих річок. Харків, 2020. 37 с.

13. Волкогон В.В., Дімова С.Б., Волкогон К.І. Спрямованість процесів мінералізації — синтезу органічної речовини в чорноземі вилуженому за різного удобрення ячменю ярого. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 35. С. 3–16. doi: 10.35868/1997-3004.35/3-16

14. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсєєнко Б.Н. Агрохімія: лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1999. 311 с.

15. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В.Б. та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. Київ: Молодий вчений, 2017. 200 с.

16. Яцик А.М. Екологічна безпека в Україні. Київ: Генеза, 2001. 216 с.

17. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. Київ: Генеза, 2004. Т. 4. 680 с.

18. Єщенко П.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

19. Lang G. *Quartare Vegetationgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse*. Jena, Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1994. 462 p.

20. Tobolski K. *Przewodnik do oznaczania torfow i osadow jeziornych*. Waszawa: Wydawnictwo naukowe, 2000. 508 s.