

АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ У СИСТЕМАХ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ І НАСАДЖЕНЬ ОРНО-ПОЛЬОВОГО АГРОЛІСІВНИЦТВА

В.Ю. Юхновський¹, В.М. Хрик², В.М. Малюга¹, О.М. Тупчий³,
С.М. Левандовська², О.С. Ситник²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України
(м. Київ, Україна)

e-mail: yukhnov@ukr.net, yukhnov@nubip.edu.ua; ORCID: 0000-0003-3182-4347

e-mail: maliuha@nubip.edu.ua; ORCID: 0000-0002-9786-0239

²Білоцерківський національний аграрний університет

(м. Біла Церква, Київська обл., Україна)

e-mail: hvm2020@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1912-3476

e-mail: svtmzel@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8485-6134

e-mail: sytnykoleksandr24@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2637-1849

³Державний біотехнологічний університет (м. Харків, Україна)

e-mail: olgatypnikola@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0545-1877

Полезахисні лісові смуги не тільки впливають на родючість ґрунтів прилеглих територій, але й активізують ґрунтоутворювальний процес у самих насаджених, що і стало предметом дослідження. Воно здійснено на 6 пробних площах попарно розміщених у класичних лісових смугах (КЛС) і смугах, трансформованих у вузькі лінійні насадження орно-польового агролісівництва (ТЛС). Відбір зразків ґрунту проведено через кожні 10 см до глибини 40 см як у лісових смугах, так і на прилеглих полях на відстанях 3 і 10 висот. Визначення агрохімічних властивостей ґрунтів здійснювали у сертифікованій лабораторії за загальноприйнятими у ґрунтознавстві методами. Ґрунти у лісових смугах знаходяться у не порушаному стані, що свідчить про переважання органічної речовини в ґрунті порівняно з орними землями. Запаси гумусу у лісових смугах перевищують аналогічні показники орних земель на 10,7 і 3,4% на відстанях 3Н і 10Н відповідно. Виявлено істотне переважання легкогідролізованого азоту у верхньому 0–10 см горизонті ґрунту у всіх лісових смугах порівняно з його вмістом у нижче лежачих горизонтах. Відмічено значно нижчий вміст азоту у верхньому шарі ґрунту ТЛС порівняно із КЛС. Найбільше накопичення фосфору виявлено у КЛС смугах у верхньому 0–10 см шарі ґрунту, де його запас становив 156,80 мг/кг. У ТЛС вміст фосфору у верхньому шарі ґрунту у всіх випадках на 11,4–14,5% менше порівняно з аналогічним показником КЛС. Значне накопичення фосфору зафіксовано в орному шарі ґрунту на відстанях 3 і 10 висот від лісових смуг, де його вміст коливався від 117,60 до 170,40 мг/кг, що пояснюється нейтральною кислотністю ґрунту та його інтенсивним обробітком. Ґрунти під лісовими смугами характеризуються кислою реакцією ґрунтового розчину, де рН набуває значень від 4,64 до 5,50. Ґрунт нижніх горизонтів лісових смуг виявлено з меншою кислотністю, що є наслідком прискореної мінералізації органічної речовини. Кислотність ґрунту ТЛС істотно відрізняється від кислотності ґрунтів КЛС з трендом її пониження.

Ключові слова: ґрунтоутворювальний процес, родючість, гумус, кислотність ґрунту, азот, фосфор, калій.

ВСТУП

Ґрунти — особливе природне тіло нашої планети, яке утворює унікальну «плівку», що регулює взаємодію важливих компо-

нентів Землі — біосфери, гідросфери й атмосфери. Неоціненне значення ґрунту як субстрату, що забезпечує існування й розвиток тваринного та рослинного світу. Особливу роль відіграють ґрунти агроландшафтів, від родючості яких залежить

продуктивність рослинних угруповань. У цьому сенсі В.В. Докучаєв назвав ґрунт «дзеркалом ландшафту» [1].

Кліматичні зміни впливають на продуктивність агроландшафтів. Як протидію аридизації та пом'якшенню дії клімату, починаючи з кінця ХХ ст., аграрії країн Європейського Союзу застосовують нову форму господарювання — агролісівництво, або так зване змішане землеробство. Очевидно вони прислухалися до висловлення вченого-ґрунтознавця В.В. Докучаєва *«... якщо система землеробства призводить до втрат органічної речовини, збіднення ґрунту, розвитку ерозії, то така система землеробства повинна бути замінена на іншу, яка не дає означених наслідків...»* [2]. У системі агролісівництва провідне місце належить орно-польовому агролісівництву (*silvoarable agroforestry*), яке передбачає створення алейних — одно-дворядних лісових смуг із швидкорослих, енергетичних або плодкових деревних видів із вужчими міжсмуговими полями, на яких вирощуються агрокультури. Зазвичай відстані між смугами становлять від 15–30–60 і навіть до 120 м [3; 4]. Система орно-польового агролісівництва не тільки пом'якшує дію клімату, підвищує врожайність культур, але надає фермерам численні екосистемні послуги: поглинання вуглецю, збереження біорізноманіття, збагачення ґрунту, якості повітря та води й ін. [5].

Нині гостро стоїть питання підвищення меліоративної ефективності полезахисних лісових смуг (ПЛС), які були створені в середині ХХ ст. та здебільшого перебувають у незадовільному стані. Основною причиною такого стану є відсутність своєчасних лісомеліоративних заходів, спрямованих на формування оптимальних конструкцій. За відсутності лісівничого догляду відбувається розростання узлісь на поля, що призводить до збільшення ширини ПЛС.

Переведення існуючих — класичних лісових смуг, утворених у середині ХХ ст., у вузькі трансформовані лісові смуги, співзвучно із часом — появою численних фермерських господарств [6]. Реконструкція КЛС вивільняє площі для агровиробництва

з ефективним використанням присмугових зон. Таку трансформацію можна проводити реконструктивними рубками або рубками догляду [7]. Також існують численні приклади як природного зменшення ширини ПЛС через сільськогосподарські пали, що призводять до випадання узлісних рядів, так і реконструктивних рубок, розширення дорожнього полотна, створення дворядних лінійних насаджень у минулому тощо. Звичайно, у ТЛС проходять зміни параметрів, конструктивних особливостей, компонентів біогеоценозу. Всі ці зміни впливають на ґрунт, вміст поживних речовин, які забезпечують життєдіяльність фітоценозу.

Мета досліджень — проаналізувати родючість і агрохімічні показники ґрунтів у класичних і трансформованих полезахисних лісових смугах і зонах їх впливу на прилеглі угіддя різних агрофонів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У законі України «Про охорону земель» визначено, що всі землі є національним багатством українського народу і об'єктом особливої охорони держави [8]. Одним із першочергових завдань аграрної політики держави є відтворення, охорона й підвищення родючості ґрунтів, їх захист від забруднення та деградації. У цьому контексті вагома роль належить системам ПЛС, які виконують меліоративні, вітрорегулювальні, ґрунтополіпшувальні та інші екологічні функції, що загалом підвищують еколого-економічний потенціал і стійкість агроландшафтів [9–11].

Після створення ПЛС ґрунти під ними постійно перебувають у непорушеному стані. У лісових смугах на відміну від орних земель, не відбувається переміщення верхніх шарів ґрунту. Тут активізуються процеси мінералізації річного опаду і тим самим відбувається поповнення ґрунту поживними речовинами, тобто безперервно функціонує малий кругообіг речовин у системі «ґрунт — лісостан». У полезахисних насадженнях не виносяться поживні речовини з ґрунту, на відміну від прилеглих агрофонів. Тому агрохімічні показ-

ники ґрунту під лісовими смугами і його родючість відрізняються від ґрунтів орних земель [10–12].

За більш ніж піввіковий період проведені численні дослідження впливу ПЛС на родючість прилеглих полів, які узагальнені в монографічних роботах і навчальній літературі [1; 10; 11]. Стосовно родючості та агрохімічного складу ґрунтів безпосередньо під ПЛС існують лише фрагментарні дані [12–14].

Зазначимо дослідження В.П. Шлапака і Н.В. Зворської, здійснені в агрогосподарствах Черкащини, із встановлення запасів поживних речовин у ґрунтах ПЛС різних конструкцій [14]. Дослідники виявили збільшення показників умісту гумусу, рухомого азоту, фосфору та калію в смугах ажурної конструкції. На жаль, порівняльних даних із родючістю ґрунтів захищених полів, які знаходяться під впливом цих насаджень, автори не наводять через відсутність агрохімічних показників орних земель.

Агроекологічний стан ґрунтів під ПЛС Вінниччини аналізувала С.О. Панкова [12], яка дійшла висновку, що за основними показниками родючості ґрунту: вмістом гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію досліджувані ґрунти належать до дуже родючих і сприятливих для розвитку дерев лісових смуг. Вченою було проведено групування площ ґрунтів під ПЛС за показниками їх родючості та кислотності у районах їхнього впливу. Зокрема встановлено, що з дуже високим вмістом гумусу у діапазоні понад 5,0% мали ґрунти під 85,7% ПЛС, з підвищеним вмістом гумусу з діапазоном 3,01–4,0% — ґрунти під 14,3% основних ПЛС, що свідчило про високу родючість опідзолених та вилугуваних чорноземів Вінниччини.

Антропогенне навантаження і сільськогосподарський вплив на лісові смуги і агроландшафти Правобережного Лісостепу вивчали О.П. Ткачук, С.О. Панкова [15]. Вчені зазначають, що ґрунти під антропогенним тиском зазнають ерозії, гірше утримують атмосферну вологу, втрачають

родючість і тим самим обмежують ріст і розвиток агрокультур.

Під час досліджень впливу дубових ПЛС на біогенність чорнозему типового С.В. Сидоренко та ін. [13] виокремили особливий режим інтенсивності та спрямованості мікробіологічних процесів у ПЛС порівняно з відкритим полем. Дослідниками встановлено тренд активізації просторової структури мікробного ценозу в напрямку від узлісся смуги і до центру поля. Виявлено сприятливі умови акумуляції органічної речовини за показником мінералізації від лісової смуги на відстань 10Н.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на об'єктах агролісомеліоративного фонду ДП «Спеціалізоване лісогосподарське підприємство «Київоблагроліс» (рис. 1). Об'єкти досліджень підбирали з таким розрахунком, щоб у агролісомеліоративній системі одного господарства були представлені класичні лісові смуги і трансформовані лінійні насадження з їх меліоративним впливом на однакові агрофони. Закладання пробних площ (ПП) здійснювали із загальноприйнятими в лісовій таксації і лісівництві методами [16].

Всього було закладено шість пробних площ попарно у системах Навчально-дослідного господарства Білоцерківського НАУ (ПП 1 і 4, агрофон — соя), Південного агролісгоспу Маловільшаницької ОТГ Білоцерківського р-ну (ПП 2 і 5, агрофон — кукурудза) і Центрального агролісгоспу Глевахівської ОТГ Фастівського р-ну (ПП 3 і 6, агрофон — ріпак) Київської обл.

Всі полезахисні лісові смуги ростуть на сірих лісових ґрунтах суглинистого гранулометричного складу.

Тип лісорослинних умов — свіжа діброва (Д2), а тип лісу — свіжа грабова діброва (Д2ГД). Лісомеліоративні та параметричні показники полезахисних насаджень наведено у *табл. 1*.

Упродовж 2023–2024 рр. здійснено відбір ґрунтових зразків для дослідження агрохімічного складу ґрунтів в КЛС і ТЛС



Рис. 1. Картосхема ДП «Спеціалізоване лісгосподарське підприємство «Київоблагроліс»

Таблиця 1. Лісомеліоративні показники полезахисних лісових смуг за даними пробних площ

Номер ПП	Склад	Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Ширина смуги (м) з урахуванням			Кількість рядів	Конструкція	Повнота	Клас бонітету
					край-ніх рядів	закра-їн	проек-цій крон				
Полезахисні лісові смуги, створені в 50-роках ХХ ст.											
1	4Дчр6Клг	70	24,4	36,4	12,5	15,0	25,0	5	Щільна	0,72	I
2	10Дз+Язл+Кля	67	26,0	37,2	10,0	15,0	24,0	3	Ажурна	0,74	Ia
3	10Дз	73	18,6	34,4	10,0	15,0	26,0	3	Щільна	0,87	II
Полезахисні лісові смуги, трансформовані в лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва											
4	8Дз2Язл	63	23,7	36,5	10,0	12,5	21,0	4	Продувна	0,51	I
5	10Дз+Язл+Брс	62	18,3	34,4	7,5	10,0	16,0	4	Продувна	0,62	II
6	5Клг2Т2Яв1Вб	55	15,9	28,6	3,0	6,0	8,4	2	Продувна	0,57	II

і на прилеглих полях у зоні впливу лінійних насаджень 3Н і 10Н, що відповідає відстаням 50–60 і 150–200 м відповідно. Виконання польових досліджень ґрунтів здійснювали згідно з прийнятими методами, інструкціями і методичними вказів-

ками [7; 16]. Ґрунтові зразки відбиралися з використання відбірника ґрунту [17]. Відбір зразків проводили через кожні 10 см до глибини 40 см (рис. 2).

Визначення агрохімічних властивостей ґрунтів робили у сертифікований вимірю-



Рис. 2. Відбір зразків ґрунту в лісовій смузі (а) і у зоні впливу полезахисного насадження (б)

вальної лабораторії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

Органічну речовину (загальний гумус) встановлювали за методом Тюрина у модифікації Сімакова [18]. Рухомі сполуки фосфору і калію виявляли за модифікованим методом Чирикова [19], легкогідролізований азот — методом Корнфілда [20], а гідролітичну кислотність — за ДСТУ 10390:2007 [21].

Математико-статистичне опрацювання результатів досліджень проводили за допомогою програмних пакетів MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За даними лабораторних досліджень було отримано агрохімічні результати ґрунтових зразків, які подані у *табл. 2*.

Гумус — важлива складова ґрунту, яка містить необхідні для живлення рослини

мікроелементи і поживні речовини [2; 8]. Від умісту гумусу в ґрунті залежить його водний, тепловий і повітряний режими, гранулометричний склад, структура та біологічна активність. Він акумулює поживні речовини, що звільняються під час мінералізації органічних решток. Необхідними умовами гумусоутворення є безперервне надходження органічних решток, а також їх мікробіологічна трансформація.

Цінною властивістю гумусу є утримання вологи, що має важливе значення для функціонування рослин під час аридизації територій.

Найбільша частка гумусу зазвичай міститься у верхньому шарі ґрунту і залежно від типу ґрунту його відсотковий вміст варіює від кількох десятків відсотків до 10–15%. Власне нормальне живлення рослин на 80–90% забезпечує гумус. Процес утворення гумусу відбувається розкладанням

Таблиця 2. Агрохімічні показники ґрунту в позахисних лісових смугах і зонах їх впливу на прилеглі угіддя

Місце взяття зразка	Шар ґрунту, см	Гідролітична кислотність, (мг·екв ⁻¹)/100 г ґрунту	Гумус, %	Лужно-гідролізований азот, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
					за Чириковим)	
ПП 1 – КЛС; склад – 4Дчр6Клг; вік – 70 років; конструкція – щільна; агрофон – соя						
У лісовій смузі	0–10	6,47	3,38	156,80	89	90
	10–40	5,47	3,20	120,40	89	56
На відстані 3Н	10–40	5,14	3,02	117,60	89	58
На відстані 10Н	10–40	5,46	3,26	117,6	89	166
ПП 4 – ТЛС; склад – 8Дз2Язл; вік – 63 років; конструкція – продувна; агрофон – соя						
У лісовій смузі	0–10	5,50	3,15	137,20	95	76
	10–40	5,56	3,38	120,40	89	51
На відстані 3Н	10–40	6,98	3,36	128,80	89	57
На відстані 10Н	10–40	7,03	4,15	156,80	89	122
ПП 2 – КЛС; склад – 10Дз+Язл+Кля; вік – 67 років; конструкція – ажурна; агрофон – кукурудза						
У лісовій смузі	0–10	4,93	3,15	114,80	125	76
	10–40	4,97	2,28	98,00	106	36
На відстані 3Н	10–40	6,39	3,85	162,40	106	189
На відстані 10Н	10–40	7,12	4,11	170,40	106	194

Закінчення таблиці 2

Місце взяття зразка	Шар ґрунту, см	Гідролітична кислотність, (мг-екв ⁻¹)/100 г ґрунту	Гумус, %	Лужно-гідролізований азот, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
					за Чириковим)	
ПП 5 – ТЛС; склад – 10Дз+Язл+Брс; вік – 62 роки; конструкція – продувна; агрофон – кукурудза						
У лісовій смузі	0–10	4,52	3,07	101,30	120	64
	10–40	4,64	2,94	80,70	106	48
На відстані 3Н	10–40	6,40	3,16	150,40	106	99
На відстані 10Н	10–40	7,01	3,87	164,10	106	124
ПП 3 – КЛС; склад – 10Дз; вік – 73 роки; конструкція – щільна; агрофон – ріпак						
У лісовій смузі	0–10	5,02	3,77	148,60	90	87
	10–40	5,18	3,44	132,30	90	65
На відстані 3Н	10–40	6,82	3,18	114,40	90	120
На відстані 10Н	10–40	7,10	3,48	143,10	90	144
ПП 6 – ТЛС; склад – 5Клз2Т2Яв1Вб; вік – 55 років; конструкція – продувна; агрофон – ріпак						
У лісовій смузі	0–10	4,67	2,94	128,70	99	68
	10–40	4,72	2,81	120,40	92	50
На відстані 3Н	10–40	5,80	3,13	122,60	92	96
На відстані 10Н	10–40	6,18	3,29	140,50	92	102

відмерлої рослинності анаеробним шляхом, тобто без доступу кисню. Безперечно провідну роль у формуванні гумусу відіграють дощові черв'яки, які не тільки переробляють перегній, а й ефективно розпушують ґрунт. Вони, як правило, концентруються у верхньому шарі ґрунту, особливо під підстилкою лісових насаджень. Окрім того, органічні рештки також перетворюються на гумус за участю мікроорганізмів, бактерій, грибків, які також містяться у живому надґрунтовому покриві, лісовій підстилці і ґрунті.

Саме тому дані *табл. 2* свідчать, що у верхньому шарі лісових смуг кількість гумусу перевищує аналогічний показник відкритих територій. Так, у КЛС на ПП 1 уміст гумусу становив 3,38%, а на відстанях 3Н і 10Н від смуги відповідно 3,02 і 3,26%. Переважання вмісту гумусу в лісовій смузі над ріллею сягає 10,7 і 3,6% відповідно. Підтвердженням такого явища є дослід-

ження С.О. Панкової (2024), проведені в лісосмугах Вінниччини, де середньозважений вміст гумусу в лісових смугах був 5,6% за діапазону значень 3,7–7,8%. Високі показники вмісту гумусу в ґрунтах лісових смуг сприяють успішному росту і розвитку деревної рослинності.

Значно нижчі показники вмісту гумусу зафіксовано у ТЛС, що пояснюється видуванням підстилки і зменшення її товщини. Також частково спостерігається і винесення верхнього не вкритого рослинністю шару ґрунту за межі насадження. У ТЛС смузі на ПП 4 уміст гумусу у верхньому шарі ґрунту становив 3,15%, що менше ніж у КЛС на 6,8%. Водночас на глибині 10–40 см показники гумусу у КЛС і ТЛС збігаються і сягають 3,20%. Особливо наочно зменшення вмісту гумусу простежується у ґрунті дворядної ТЛС, де його вміст на глибинах 0–10 і 10–40 був 2,94 і 2,81% відповідно. Дослідження, здійснені

В.П. Шлапаком і Н.В. Зворською [14] в окремих колективних господарствах на території Уманського р-ну Черкаської обл., показали, що вміст гумусу в лісових смугах різних конструкцій коливається від 2,5 до 3,6% з найбільшим показником у лісовій смузі ажурної конструкції. Одержані дані вказують на зменшення органічної маси в ґрунті у ТЛС, які зазнають сильного освітлення.

Вміст гумусу в ріллі на відстанях 3Н і 10Н загалом відповідає значенням цього показника, виявленого на такій самій глибині у лісових смугах, але у деяких випадках перевищує істотно на ПП 2, 4, 6, що є наслідком внесення органічних добрив у передпосівний період.

У системі живлення рослин провідна роль належить трьом титанам — азоту, фосфору і калію. Вони складають групу макроелементів, які вкрай необхідні для нормального розвитку рослин. Від нестачі в ґрунті одного із цих елементів притупляється ріст і розвиток рослин.

Головним або будівельним елементом, який відповідає за ріст фітомаси рослини, формування коренів, листків, регенеративних органів є азот. Його дефіцит різко змінює колір листків та поступове їх відми-

рання, пружність стебел і гілок, призводить до сповільнення росту цих органів. Уміст азоту в ґрунті у достатній кількості зумовлює продуктивний ріст і розвиток рослин, слугує важливим показником родючості ґрунтів.

Забезпеченість азотом рослин упродовж вегетаційного періоду характеризує показник гідролізованого азоту. Він визначає запас азоту, доступного для рослин на перспективу. Дані досліджень (див. *табл. 2, рис. 3*) засвідчили істотне переважання легкогідролізованого азоту у верхньому 0–10 см горизонті ґрунту у всіх лісових смугах порівняно з його вмістом у нижче лежачих горизонтах ґрунту. Так, у КЛС на ПП 1 уміст азоту в горизонті 0–10 см становив 156,80 мг/кг ґрунту, тоді як на глибині 10–40 см його вміст у ґрунті був на 23,3% меншим і сягав 120,40 мг/кг. Аналогічна тенденція виявлена і в ТЛС, проте вміст азоту у верхньому шарі ґрунту значно нижчий цього показника в КЛС. Це пояснюється більшою наявністю і активністю ґрунтових мікроорганізмів у КЛС, які відіграють вирішальну роль у динаміці азоту в лісових екосистемах [22; 23]. Також така тенденція зумовлена більшою потужністю лісової підстилки і опадів у КЛС порівня-

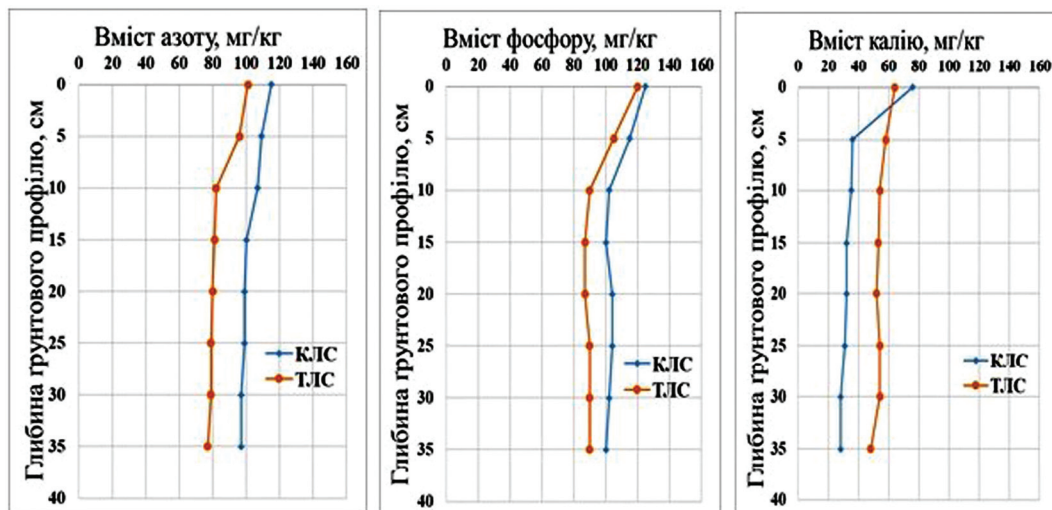


Рис. 3. Розподіл азоту, фосфору й калію в сірих лісових ґрунтах класичних і трансформованих лісових смугах

Примітка: розроблено авторами.

но з ТЛС, у яких відбуваються процеси її видування. У лісових екосистемах ґрунт постійно збагачується деревним опадом, тілами мертвих тварин, відпадом деревини. Деревні породи визначають характер кругообігу та динаміку азоту [24]. Тому, цикл азоту відрізняється від сільськогосподарських ґрунтів разом із чинниками, що впливають на нього [25]. Забезпечення рослин азотом тісно пов'язано із швидкістю мінералізації органічних речовин, про що відмічають дослідники Я.І. Крилов [26], Qin et al. [27].

Аргументацію цієї залежності підтверджують дослідження агрохімічних показників рекультивованих ґрунтів Юрківського буровугільного басейну І.А. Проценко [28]. Ним встановлено найбільший вміст азоту 232 мг/кг у верхньому прошарку ґрунту під наметом сосново-березового насадження. Водночас найменшим вмістом легкогідролізованого азоту характеризуються ґрунти, на яких створено чисті соснові лісові культури.

Високий вміст азоту також зафіксовано на прилеглих агрофонах у зоні впливу 3 і 10Н. Тут кореляції вмісту азоту в ґрунті із конструктивними особливостями КЛС і ТЛС не відзначено. Очевидно це є наслідком внесення мінеральних добрив, а також постійним обробитком ґрунту на глибину зяблевої оранки.

Фосфор є складовою багатьох органічних сполук, які визначають життєдіяльність організмів. Рослини засвоюють фосфор із ґрунту, де він існує у формі іонів. Фосфор, який у найбільшій кількості споживається рослинами, акумулюється у верхніх шарах ґрунту — місцях поширення фізіологічно активного коріння. У ґрунтах вміст фосфору знаходиться в незначних межах — від 0,1 до 0,25%. Слабокисла реакція ґрунтового розчину ($\text{pH} = 6\text{--}6,5$) є найсприятливішим середовищем для засвоєння фосфат-іонів рослинами [29].

Результати досліджень вмісту та запасів рухомого фосфору у КЛС і ТЛС зображено на *рис. 3*. Найбільше накопичення фосфору виявлено у КЛС у верхньому 0–10 см шарі ґрунту, де його запас становив

156,80 мг/кг. Такий запас фосфору зумовлений слабокислою реакцією ґрунту ($\text{pH} = 6,47$) і наявністю високої концентрації органічної речовини і мікоризних грибів, які створюють середовище для поглинання фосфорних іонів коренями рослин. У ТЛС вміст фосфору у верхньому шарі ґрунту у всіх випадках на 11,4–14,5% менше порівняно з аналогічним показником КЛС. Концентрація фосфору зменшується з глибиною як у КЛС, так і в ТЛС. До того ж у ТЛС запаси фосфору в 10–40 см шарі ґрунту коливаються в межах 80,70–120,40 мг/кг, що фактично не відрізняється від вмісту фосфору в ґрунті на такій самій глибині у КЛС — 98,00–132,30 мг/кг. У дослідженнях В.П. Шлапака (2023) спостерігалася ширша амплітуда коливання вмісту P_2O_5 у нижньому шарі ґрунту від 62,1 мг/кг до 142,0 мг/кг.

Значне накопичення фосфору зафіксовано в орному шарі ґрунту на відстанях 3 і 10 висот від лісових смуг, де його вміст варіював від 117,60 до 170,40 мг/кг. Такі запаси пояснюються нейтральною кислотністю ґрунту та його обробитком. Зазначимо, що на агрофоні бобової, соєвої культури і ріпаку запаси фосфору були меншими, ніж під посівами кукурудзи.

Калій є не тільки елементом живлення, потрібним для росту і розвитку рослин, а й також підвищує стійкість до посухи, що робить його особливо цінним елементом в умовах кліматичних змін. Він також регулює водний режим ґрунту, поліпшує розвиток кореневої системи рослин. Основна частка калію міститься у ґрунті в малодоступній для рослин формі. Для рослин важливим джерелом є обмінний калій. На відміну від азоту і фосфору наявність калію в ґрунті лісових смуг набуває менших значень. Це чітко простежується закономірність зменшення запасів калію з глибиною ґрунту. До того ж вміст калію у верхньому шарі ґрунту КЛС переважає аналогічний показник ТЛС на 18,4–29,8%, що відповідно перебуває в межах від 64 мг/кг (ТЛС, ПП 6) до 90 мг/кг (КЛС, ПП 1). З глибиною ґрунту запаси калію набувають меншого коливання і знаходяться

в межах 36–65 мг/кг на ПП 2 і ПП 3 відповідно.

Запаси калію в орному шарі ґрунту різняться на відстанях 3 і 10 висот від лісової смуги. Якщо біля лісової смуги у зоні 3 висот запаси калію майже збігаються із його вмістом у верхньому горизонті ґрунту лісових смуг, то на віддалених локаціях (10Н) запаси калію у 2,2–5,4 раза перевищували аналогічний показник лісових смуг. Це особливо помітно на агрофонах сої і кукурудзи як наслідок внесення мінеральних добрив.

Основною властивістю ґрунтів, від якої повною мірою залежить активність елементів живлення та їхнє засвоєння рослинами, є кислотність ґрунтів. Знання останнього дають змогу для проведення оптимального вибору асортименту деревної рослинності, а застосування заходів з оптимізації показників кислотності до вирощування рослин, підвищує їхню продуктивність. Загалом кислотність ґрунту зумовлена наявністю в ґрунтового розчину катіонів водню (H^+) і залежно від концентрації водневих іонів ґрунти розподіляються на кислі ($pH < 7$), нейтральні pH — близько 7 і лужні ($pH > 7$).

З отриманих даних (див. *табл. 2*) видно, що кислотність досліджуваних ґрунтів коливається в межах 4,67–7,12. Це свідчить про переважання кислої реакції ґрунтового розчину. Загалом ґрунти під лісовими смугами характеризуються кислою реакцією ґрунтового розчину, де pH набуває значень від 4,64 до 5,50, що властиво деревним видам рослин. Виняток становить кислотність верхнього шару ґрунту на ПП 1, насадження якої представлено деревостаном з участю дуба червоного. Цей феномен знаходить пояснення в тому, що тривалий період розкладення підстилки дуба червоного через відсутність мікоризоутворювальних грибів уповільнює підкислювання ґрунту. Реакція ґрунтового розчину в цьому горизонті близька до нейтральної ($pH = 6,47$). Ґрунт нижніх горизонтів лісових смуг визначається меншою кислотністю ніж верхніх шарів ґрунту. Це пояснюється прискореною мінералізацією органічної речовини. Дані

свідчать, що у всіх випадках кислотність ґрунту ТЛС істотно відрізняється від такої КЛС із трендом пониження.

Аналогічні показники кислотності ґрунту виявлені у лісових смугах Правобережного Лісостепу [14], де рівень кислотності pH в 0–20 см шарі ґрунту коливався від 5,87 в ажурно-продувній лісовій смузі до 7,3 одиниць у непродувній, що є певною особливістю для ТЛС і КЛС досліджуваних полезахисних насаджень.

Ґрунти орного шару на різних відстанях від лісових смуг характеризуються кислотністю близької до нейтральної, яка коливається в межах 6,18–7,12. Виняток також становлять ґрунти із соєвим агрофоном, які примикають до КЛС зі складом 4Дч6Клг.

Неабияке значення у ґрунтоутворювальному процесі належить формуванню агрохімічних властивостей ґрунту, які визначають оптимальне живлення агрокультур. У цьому сенсі оптимальною вважається $pH = 6,5$ (6,6–6,9), за якої основні поживні речовини доступні рослинам і знаходяться у ґрунтового розчині. Тому дані досліджень стверджують позитивний вплив як класичних, так і трансформованих лісових смуг на прилеглі орні території.

ВИСНОВКИ

Агрохімічний аналіз ґрунтів полезахисних лісових смуг показав, що запаси гумусу у лісових смугах перевищують аналогічних показник орних земель на 10,7 і 3,4% на віддаль 3Н і 10Н відповідно. Високі показники вмісту гумусу в ґрунтах лісових смуг сприяють успішному росту і розвитку деревної рослинності. Нижчі показники вмісту гумусу зафіксовано у трансформованих лісових смугах, що пояснюється зменшенням товщини підстилки, а деінде її повною втраатою.

Вміст гумусу в ріллі на відстанях 3Н і 10Н загалом відповідає значенням цього показника, визначеного на такій самій глибині у лісових смугах, але у деяких випадках перевищує істотно на ПП 2, 4, 6, що є наслідком внесення органічних добрив у

передпосівний період на конкретних агрофонах.

Виявлено істотне переважання легко-гідролізованого азоту у верхньому 0–10 см горизонті ґрунту у всіх лісових смугах порівняно з його вмістом у глибших горизонтах. Відмічено значно нижчий вміст азоту у верхньому шарі ґрунту трансформованих лісових смуг порівняно із класичними смугами. Цей феномен пояснюється більшою наявністю і активністю ґрунтових мікроорганізмів у класичних лісових смугах, пов'язаної з більшою потужністю лісової підстилки і опадів у класичних лісових смугах.

Найбільше накопичення фосфору помічено у класичних лісових смугах у верхньому 0–10 см шарі ґрунту, де його запас становив 156,80 мг/кг. Такий запас фосфору зумовлений слабоекислою реакцією ґрунту ($\text{pH} = 6,47$) і наявністю високої концентрації органічної речовини і мікоризних грибів, які створюють середовище для поглинання фосфорних іонів коренями рослин. У трансформованих лісових смугах вміст фосфору у верхньому шарі ґрунту у всіх випадках на 11,4–14,5% менше порівняно з аналогічним показником класичних лісових смуг. Значне накопичення фосфору зафіксовано в орному шарі ґрунту на відстанях 3 і 10 висот від лісових смуг, де його вміст коливався від 117,60 до 170,40 мг/кг. Такі запаси пояснюються

нейтральною кислотністю ґрунту та його інтенсивним обробітком.

Встановлено закономірність зменшення запасів калію з глибиною ґрунту. До того ж вміст калію у верхньому шарі ґрунту класичних лісових смуг переважає аналогічний показник трансформованих смуг 18,4–29,8%, що відповідно коливається у межах 6490 мг/кг. З глибиною ґрунту запаси калію набувають меншого коливання і знаходяться в межах 36–65 мг/кг. Запаси калію в орному шарі ґрунту перевищували аналогічний показник лісових смуг у 2,2–5,4 раза. Це особливо помітно на агрофонах сої і кукурудзи, як наслідок внесення мінеральних добрив.

Ґрунти під лісовими смугами характеризуються кислою реакцією ґрунтового розчину, де pH набуває значень від 4,64 до 5,50. Ґрунт нижніх горизонтів лісових смуг визначається меншою кислотністю, ніж верхніх шарів ґрунту. Це пояснюється прискореною мінералізацією органічної речовини. Кислотність ґрунту трансформованих лісових смуг істотно відрізняється від кислотності ґрунтів класичних лісових смуг із трендом її пониження. Загалом дані досліджень підтверджують позитивний вплив як класичних, так і трансформованих лісових смуг на прилегли орні території, оскільки їхні агрохімічні показники забезпечують оптимальне живлення агрокультур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фурдичко, О. І., & Стадник, А. П. (2012). *Основи управління агроландшафтами України*. Київ: Аграрна наука.
2. Докучаєв, В. В. (1979). *Наші степи колись і тепер*. Харків: Держ. вид-во с.-г. літ.
3. Mosquera-Losada, M. R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J. H., Papanastiris, V., & Burgess, P. J. (2012). *Agroforestry — the future of land use*. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4676-3_16.
4. Nair, P. R., & Garrity, D. (2012). *Agroforestry — The Future of Global Land Use*. Springer Dordrecht Publisher.
5. Shibu, J. (2012). *Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits*. Springer Dordrecht. URL: <https://link.springer.com/book/9789048133222>.
6. Гладун, Н. В., & Гладун, Ю. Г. (2013). Перспективи розвитку агролісівництва в Україні. *Вісник Харківського НАУ*, 2, 165–170.
7. Юхновський, В. Ю., Малюга, В. М., Дударець, С. М., Йосипенко, В. В., Войчик, М. І., & Хрик, В. М. (2012). *Настанови з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу*. Київ: Компрінт.
8. Земельний кодекс України. Законодавство України: станом на 01 жовтня 2024 р. Вид-во Паливода А. В., 2024.123 с.
9. Лохматов, Н. А., & Гладун, Г. Б. (2004). *Лесные мелиорации в Украине: история, состояние, перспективы*. Харків.
10. Фурдичко, О. І., Гладун, Г. Б., & Лавров, В. В. (2006). *Ліс у Степу: основи сталого розвитку*. Київ: Основа.
11. Пилипенко, О. І., Юхновський, В. Ю., Дударець, С. М., Малюга, В. М., & Соваков, О. В. (2022). *Лісові меліорації: підруч.* Київ: РВВ НУБіП України.

12. Панкова, С. О. (2024). *Біоіндикаційна оцінка стійкості полезахисних лісосмуг в умовах інтенсивного землеробства Лісостепу правобережного*. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Вінницький національний аграрний університет, 174. URL: <https://vsau.org/assets/images/general/pauka/razovi-radu/Dysertatsiia-Pankovoii%CC%88-S.O.pdf>.
13. Сидоренко, С. В., Старченко, О. І., Гладун, Г. Б., & Сидоренко, С. Г. (2019). Вплив лінійних дубових полезахисних насаджень на біогенність чорнозему типового агрогенного використання. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(8), 60–65. DOI: <https://doi.org/10.36930/40290809>.
14. Шлапак, В. П., & Зворська, Н. В. (2023). Вплив полезахисних лісових смуг різних конструкцій на родючість та вологозабезпеченість ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу. *Наук. доповіді НУБіП України*, 1/107, 1–16. DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovid1.1\(107\).2024.024](https://doi.org/10.31548/dopovid1.1(107).2024.024).
15. Ткачук, О. П., & Панкова, С. О. (2023). Сільськогосподарські чинники впливу на екологічний стан полезахисних лісосмуг Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*, 1 (28), 183–194. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-13>.
16. СОУ 02.02-37-476: 2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. [Чинний від. 2007]. Київ: Мінагрополітики України. 2006. 32 с.
17. Патент 88990 Україна, МПК G01N/04; A01 B1/04. Пристрій для відбору проб ґрунту / Малюга В. М., Юхновський В. Ю., Дудареш С. М., Міндер В. В., Проценко І. А., Крилов Я. І.; заявник патентовласник НУБіП України № 11083; заявка 10.10.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7.
18. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини (2005). [Чинний від 2004-05-30]. Київ: Держспоживстандарт України.
19. Національний стандарт ДСТУ 4115–2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. (2001). [Чинний від 2003–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України.
20. ДСТУ 7863:2015. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. Якість ґрунту. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/7863/5-1-0-1777>.
21. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН (62879). (2012). [Чинний від 2016–07–01]. Київ: Держспоживстандарт України.
22. Yokobe, T., Hyodo, F., & Tokuchi, N. (2018). Seasonal effects on microbial community structure and nitrogen dynamics in temperate forest soil. *Forests*, 9, 153. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9030153>.
23. Tahmasbian, I., Xu, Z., Nguyen, T.T.N., Che, R., Omidvar, N., & Lambert, G. (2019). Short-term carbon and nitrogen dynamics in soil, litterfall and canopy of a suburban native forest subjected to prescribed burning in subtropical Australia. *J. Soils Sediments*, 19, 3969–3981. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02430-3>.
24. Mushinski, R. M., Payne, Z. C., Raff, J. D., Craig, M. E., Pusede, S. E., & Rusch, D. B. (2021). Nitrogen cycling microbiomes are structured by plant mycorrhizal associations with consequences for nitrogen oxide fluxes in forests. *Glob. Change Biol.*, 27, 1068–1082. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15439>.
25. Tang, Y., Yu, G., Zhang, X., Wang, Q., Ge, J., & Liu, S. (2018). Changes in nitrogen-cycling microbial communities with depth in temperate and subtropical forest soils. *Appl. Soil. Ecol.*, 124, 218–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.029>.
26. Крилов, Я.І. (2014). Агрохімічні властивості ґрунтів протиерозійних насаджень дуба звичайного. *Науковий вісник НУБіП України*, 198(2), 173–182.
27. Qin, H., Xing, X., Tang, Y., Hou, H., Yang, J., & Shen, R. (2019). Linking soil N₂O emissions with soil microbial community abundance and structure related to nitrogen cycle in two acid forest soils. *Plant Soil.*, 435, 95–109. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3863-7>.
28. Проценко, І. А. (2018). Вміст поживних речовин у ґрунтах рекультивованих ландшафтів Юрківського буровугільного басейну. *Науковий вісник НУБіП України*, 288, 107–116.
29. Позняк, С. П. (2010). *Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підруч.* (Ч. 1. с. 270).

Стаття надійшла до редакції журналу 22.12.2024