



РІЗНОМАНІТТЯ ТРАВ'ЯНОЇ РОСЛИННОСТІ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ, ТРАНСФОРМОВАНИХ У НАСАДЖЕННЯ ОРНО-ПОЛЬОВОГО АГРОЛІСІВНИЦТВА, У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

О. М. Тупчій^{1*}

Під час трансформації полезахисних лісових смуг у лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва відбуваються суцесійні зміни фіторізноманіття, прояв яких є найпомітнішим у структурі живого надгрунтового покриву. Видове фіторізноманіття трав'яного ярусу оцінювали за допомогою індексів різноманіття, вирівняності та домінантності. Відзначено, що в лісових смугах непродувної конструкції проективне покриття зменшується, змінюється видовий склад – зникають світлолюбні лучні й степові види. Виявлено домінування сільвантів і рудерантів у ценотичній структурі трав'яного покриву як у класичних, так і в трансформованих лісових смугах. Водночас у класичних полезахисних насадженнях частка сільвантів (39,0–49,4 %) перевершує частку рудерантів (20,3–42,0 %), а у трансформованих смугах чітко виявляється переважання рудеральної рослинності (22,1–41,3 %) над лісовою (17,3–31,7 %). Це є наслідком більшого освітлення вузьких лісових смуг, видування лісової підстилки, порушення лісового середовища й формування ажурної та продувної конструкції. Таким чином, унаслідок трансформації лісових смуг інтенсифікуються суцесійні зміни трав'яного покриву з трендом до десильватизації та зменшення видового багатства, що посилює процеси синантропізації з появою й пристосуванням рудеральної та лучної рослинності.

Ключові слова: десильватизація, проективне покриття, синантропізація, трав'яний ярус, ценотична структура.

Вступ. Для захисту сільськогосподарських угідь від дефляції аграрії зарубіжжя починаючи з 80-х років минулого століття широко використовують інноваційний спосіб господарювання – агролісівництво (Nair, 1985; Mosquera-Losada *et al.*, 2012; Nair and Garrity, 2012). На відмінну від традиційного землеробства агролісівничі системи розвивають так зване змішане землеробство, у якому значну роль відіграє деревна рослинність, що в результаті надає економічні вигоди, сприяє диверсифікації виробництва, поліпшенню стану навколишнього середовища та виконанню різноманітних соціальних та екосистемних послуг (Hladun and Hladun, 2013). Під час вирощування сільськогосподарських культур у світі застосовують системи орно-польового (silvo-arable) та полезахисного (windbreaks) агролісівництва, які певною мірою відповідають вітчизняному полезахисному лісорозведенню, але не тотожні.

Орно-польове агролісівництво передбачає вирощування агрокультур у широких міжряддях алейних одно- та дворядних посадок швидкорослих, фруктових та інших технічно цінних видів дерев. Зазвичай ширина міжрядь становить від 15 до 120 м. І хоча такі насадження не мають всіх елементів лісової екосистеми (через відсутність нижніх ярусів деревної рослинності та лісової підстилки), вони здійснюють ефективний меліоративний вплив на агроландшафт, додатково надають екосистемні послуги, а також є джерелом деревини й продукції побічного користування.

Більше ніж половину агролісомеліоративного фонду України становлять лісові смуги з переважанням дуба звичайного (*Quercus robur* L.), які створювали переважно у 50–60-ті роки минулого століття, тобто нині ці насадження перебувають у віці стиглості (Hladun *et al.*, 2019, Sydorenko *et al.*, 2019). Із віком дерева стають уразливішими до патогенів та стовбурових шкідників, стан насаджень погіршується, а за відсутності лісівничого догляду відбувається захарачення та розростання узлісь на поля, що призводить до збільшення ширини лісових смуг. Такі смуги набувають непродувної конструкції, що призводить до погіршення

¹ Тупчій Ольга Миколаївна, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, Харків, 61002, Україна. Аспірант НУБіП України. Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський. E-mail: olgatypnikola@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0545-1877>

* Адреса для кореспонденції: olgatypnikola@ukr.net

аеродинамічних властивостей насаджень у зв'язку зі збільшенням турбулентності у присмуговій зоні та, як наслідок, зі втратою меліоративної ефективності.

У наявних, або так званих класичних лісових смугах потрібні значні витрати на лісівничі догляди та формування продувної конструкції цих насаджень. Ефективного вітрорегулювання та оптимального снігорозподілу, а також поліпшення захисних властивостей лісових смуг досягають зменшенням їхньої ширини шляхом розчищення узлісних рядів, а в деяких випадках – їхнім повним видаленням, і, таким чином, переведенням до насаджень орно-польового агролісівництва. Більше того, вивільняється площа для агровиробництва та стає можливим ефективне використання присмугових зон. Ідею створення одно- або дворядних лісових смуг із їхнім розміщенням через 100–200 м, що компенсує захист полів широкими смугами, висували вітчизняні агролісомеліоратори ще у 90-х роках минулого століття (Нладун *et al.*, 2019). Нині актуальність цього питання збільшується, оскільки в умовах фермерського господарювання створення нових лісових смуг є проблематичним, а догляд за широкими полезахисними насадженнями для фермерів ускладнює законодавча невизначеність прав власності на них. Тому одним зі шляхів розв'язання цієї проблеми є трансформація наявних лісових смуг у насадження орно-польового агролісівництва.

Таку трансформацію можна здійснювати реконструктивними рубками або рубками догляду (Yukhnovsky and Yosypenko, 2012). Також існують численні приклади зменшення ширини лісових смуг під впливом сільськогосподарських палів узлісних рядів, природного відмирання дерев, а також унаслідок розширення дорожнього полотна та створення дворядних лінійних насаджень. У трансформованих лісових смугах відбуваються зміни конструкції, компонентів і параметрів. Найбільш визначними вони є в живому надґрунтовому покриві (ЖНП).

Лісові фітоценози, порівнюючи з іншими рослинними угрупованнями, мають складну багатоярусну структуру. Хоча наявність основного компонента лісу, яким є деревостан, характеризує тип лісу та флористичне багатство з найбільшою кількістю функціональних взаємодій, проте фіторізноманіття тісно пов'язане з ЖНП. До нього належить «сукупність мохів, лишайників, трав'яних рослин і напівчагарничків, що вкривають ґрунт під наметом лісу» (Hensiruk, 1999).

Полезахисні лісові смуги є штучно створеними фітоценозами, які відзначаються рівномірністю просторового розміщення деревно-чагарникових рослин на відміну від природних лісостанів. У вертикальній структурі в лісових смугах виділяють такі основні яруси: верхній деревний, підлісковий (чагарники й низькорослі деревні види), трав'яний і приземний ярус, сформований мохами й лишайниками (Lobchenko, 2014, Kovalenko, 2015).

Мета дослідження – оцінити зміни видового й кількісного складу, а також поширеності трав'яного фіторізноманіття в полезахисних лісових смугах, створених за інструктивними вказівками та трансформованих у лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва.

Матеріали й методи. Дослідження здійснювали в північній частині Правобережного Лісостепу в агролісомеліоративному фонді державного підприємства «Спеціалізоване лісогосподарське підприємство «Київоблагроліс», загальна площа якого становить 36 663 га.

Пробні площі (ПП) закладали впродовж 2023–2024 рр. на території Білоцерківського, Фастівського та Обухівського районів Київської області за загальноприйнятими в лісовій таксації і лісівництві методами (*Forest inventory sample plots*, 2007). Проективне покриття – показник, який визначає відносну площу проєкції окремих видів рослин на поверхню ґрунту і є одним із основних показників рясності у фітоценології (Porovych *et al.*, 2017; Yakubenko *et al.*, 2019). Проективне покриття ЖНП під наметом лісових смуг оцінювали з використанням нерівно дистанційної шкали з логарифмічно збільшуваними інтервалами, згідно з якою певному ступеню покриття надано відповідний бал (Mirkin *et al.*, 1989). Отже, за цією шкалою проєктивне покриття відсутнє – 0 балів (до 1 %), дуже слабке – 1 бал (до 5 %), слабке –

2 бали (5–15 %), середнє – 3 бали (15–25 %), високе – 4 бали (25–50 %), дуже високе – 5 балів (50–100 %).

ЖНП оцінювали за видовим складом і ступенем проєктивного покриття для кожної ПП на облікових площадках розміром $1 \times 1 \text{ м}^2$ у 10-разовій повторюваності. Одержані дані опрацьовували статистичними методами з обчисленням середнього значення та його похибки (Paianok and Zadorozhnia, 2020).

Видове фіторізноманіття ЖНП оцінювали за допомогою низки показників, так званих індексів, а саме індексу видового різноманіття Шеннона, індексу вирівняності Пієлу, індексу різноманіття Сімпсона (Prydatko *et al.*, 2008; Grod and Shevchyk, 2022).

Провідним показником взято індекс Шеннона, який дає змогу оцінити різноманіття випадкових вибірок і є найбільш прийнятним для дослідження структури угруповань. Індекс Шеннона (I_{SH}) розраховували за формулою (1):

$$I_{SH} = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i, \quad (1)$$

де p_i – частка кожного i -го виду у вибірці (за проєктивним покриттям);

n – кількість зафіксованих видів у фітоценозі.

Видове фіторізноманіття за індексом Шеннона оцінюють за такими критеріями (Soroka, 2012): низька видова фіторізноманітність – $I_{SH} < 1,8$; достатньо висока видова фіторізноманітність – $1,8 \leq I_{SH} \leq 2,0$; дуже висока видова фіторізноманітність характерна для стійких природних фітоценозів, – $I_{SH} > 2,0$.

Суттєвою перевагою застосування індексу Шеннона є його незалежність від площі ПП. Водночас одночасна залежність цього індексу від чинників багатства фіторізноманіття та його рівномірності розподілу визначає переваги (комплексність) та недоліки, які полягають у неможливості оцінювання за значенням переважання одного з чинників фіторізноманіття, що ускладнює застосування індексу Шеннона. У цьому сенсі для визначення впливу кількості видів рослин Пієлу запропонував використання так званого індексу вирівняності угруповань (I_{II}), який розраховують за формулою (2). Індекс вирівняності Пієлу є по суті нормуванням індексу Шеннона між 0 та 1:

$$I_{II} = \frac{I_{SH}}{\log_2(1/S)}, \quad (2)$$

де I_{SH} – індекс Шеннона;

S – кількість видів, що характеризує видове багатство.

Кількісну характеристику співвідношення між чисельністю різних видів надає індекс домінування Сімпсона, який розраховують за формулою (3):

$$I_c = \sum (p_i / N)^2, \quad (3)$$

де p_i – чисельність особин кожного з видів;

N – сумарна чисельність особин усіх аналізованих видів.

Ценотичну структуру живого надґрунтового покриву визначали з використанням системи життєвих форм (екоморф), яка охоплює такі групи: лісові види – сільванти (Sil); степові види – степанти (St); лучні види – пратанти (Pr); бур'яни – рудеранти (Ru) (Hryhora and Solomakha, 2000).

У кожному досліджуваному лінійному насадженні картографували горизонтальну проєкцію крон деревостану. За отриманими результатами визначали зімкненість деревостану як відношення суми площ проєкцій крон до площі досліджуваної ділянки. Ажурність

поздовжньо-вертикального профілю полезахисних насаджень оцінювали фотометричним методом у нижній частині (між стовбурами на висоті до 2 м) і в кронах. На основі фотоматеріалів за часткою просвітів профілю визначали тип конструкції лісових смуг (Yukhnovskiy *et al.*, 2024).

Результати. Результати лісомеліоративних, таксаційних, фітоценологічних досліджень наведено в характеристиці пробних площ (табл. 1). Всі досліджені полезахисні лісові смуги ростуть на сірих лісових ґрунтах суглинистого механічного складу. Тип лісорослинних умов – свіжа діброва (D₂), тип лісу – свіжа грабова діброва (D₂-гД).

Таблиця 1

Лісомеліоративні показники полезахисних лісових смуг на пробних площах

Table 1

Forest melioration indicators of field shelterbelts in the sample plots (SP)

Номер ПП Sample plot number	Координати широта/ довгота Coordinates latitude/ longitude	Склад Composition	Вік, років Age, years	Ширина смуги (м) з урахуванням Shelterbelt width (m) taking into account			Кількість рядів number of rows	Конструкція Design	Відносна повнота Relative density of stocking	Бонітет Pro- ductivity index
				крайні рядів outer rows	закраїн outer rows plus one inter row	про- екцій крон projections				
Полезахисні лісові смуги, створені за інструктивними вказівками (<i>Instructions for the design and cultivation of protective forest plantations, 1979</i>) Field shelterbelts being planted according to instructions (<i>Instructions for the design and cultivation of protective forest plantations, 1979</i>)										
1	49.744670; 30.055882	4Дчр 6КЛГ	70	12,5	15,0	25,0	5	Щільна	0,72	I
2	49.766635; 30.051431	10Дз+ Язл+Кля	67	10,0	15,0	24,0	3	Ажурна	0,74	I ^a
3	50.190241; 30.114139	10Дз	73	10,0	15,0	26,0	3	Щільна	0,87	II
Полезахисні лісові смуги, трансформовані в лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва Field shelterbelts transformed into linear plantings of silvoarable agroforestry system										
4	49.777578; 30.062666	8Дз2Язл	63	10,0	12,5	21,0	4	Продувна	0,51	I
5	49.646715; 30.228320	10Дз+Язл+ Брс	62	7,5	10,0	16,0	4	Продувна	0,62	II
6	50.122429; 30.152891	5КЛГ2Т 2Яв1ВБ	55	3,0	6,0	8,4	2	Продувна	0,57	II

Пробна площа № 1 віком 70 років презентована деревостаном, що має склад 4Дчр6КЛГ. Щільну конструкцію лісової смуги забезпечують підріст дуба червоного (*Quercus rubra* L.) та клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), а також підлісок із бузини чорної (*Sambucus nigra* L.), бруслини європейської (*Euonymus europaeus* L.) та свидини білої (*Swida alba* (L.) Opiz.) Густота природного поновлення дуба червоного та клена ясенелистого (*Acer negundo* L.) становить 28–52 і 4–16 шт.·м⁻² відповідно. Загальне проективне покриття ґрунту ЖНП із переважанням тонконога лучного (*Poa pratensis* L.) (35 %) і пирію середнього (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) (20 %) становить 62 %. Частково трапляються кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), гравілат міський (*Geum urbanum* L.), герань Роберта (*Geranium robertianum* L.), розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* L.), парило звичайне

(*Agrimonia eupatoria* L.), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), м'яточник чорний (*Ballota nigra* L.) і щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott).

Пробну площу № 2 закладено в лісовій смузі ажурної конструкції. Вік – 67 років, склад деревостану – 10Дз+Язл+Кля. Підріст віком 3–15 років і заввишки 1,5–3,0 м презентований головною і супутніми породами в кількості до 300 шт.·га⁻¹. У підліску трапляються бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.), черемха звичайна (*Prunus padus* L.). Загальне проєктивне покриття ґрунту живим надґрунтовим покривом становить 79 %. Домінантними видами є кропива дводомна (*Urtica dioica* L.) та тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), які вкривають 22 і 18 % ґрунтового покриву відповідно. Решту рослин становлять пирій середній (*Thinopyrum intermedium* L.), м'яточник чорний (*Ballota nigra* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), кропива собача (*Leonurus cardiaca* L.).

Пробну площу № 3 закладено в трирядній гніздовій лісовій смузі Боярської ОТГ зі складом насадження 10Дз. Полезахисна лісова смуга продувної конструкції з шириною між крайніми рядами 10 м, а за проєкціями крон – 26 м. У віці 73 років підріст у насадженні відсутній, а в підліску росте бузина червона (*Sambucus racemosa* L.), слива розлога (*Prunus cerasifera* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) у кількості 5 тис. шт.·га⁻¹. Проєктивне покриття трав'яного покриву становить 81 % із доміантними злаковими рослинами, які становлять 55 %. Серед інших видів трапляються молочай звичайний (*Euphorbia agraria* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), медунка темна (*Pulmonaria obscura* L.), розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora* L.), герань Роберта (*Geranium robertianum* L.).

Деревостан на ПП 4 має склад 8Дз2Ясз (рис. 1). Вік насадження – 63 роки. Проєктна ширина лісової смуги з урахуванням закраїн 15,0 м, а за проєкціями крон – 25,0 м. За період функціонування лісової смуги її ширина між узлісними рядами зменшилася місцями до 6–8 м. Це пов'язане з проведенням рубок і санітарних заходів, загибеллю узлісних дерев від впливу ґрунтообробних знарядь тощо. Густина природного поновлення ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.) становила 4–6, 6–12 і 0–2 шт.·м⁻² відповідно. У підліску переважає аморфа чагарникова (*Amorpha fruticosa* L.), а бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) і бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.) трапляються зрідка.

Загальне проєктивне покриття ґрунту живим надґрунтовим покривом становить 96 %, що є ознакою сильно освітленого деревостану. Загалом лісова смуга відповідає європейським стандартам орно-польового агролісівництва. Домінантним трав'яним видом є тонконіг лучний (25 %). Інші рослини, частка яких становить від 1 до 12 %, презентовані такими видами, як кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), гравілат міський (*Geum urbanum* L.), герань Роберта (*Geranium robertianum* L.), пирій середній (*Thinopyrum intermedium* L.), розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora* L.), чистотіл звичайний (*Chelidonium majus* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), самосил звичайний (*Teucrium chamaedrys* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), м'яточник чорний (*Ballota nigra* L.) і підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.).

Пробна площа № 5 характеризує рядову чотирирядну дубову лісову смугу, пройдену рубкою третьої черги, в результаті якої сформовано продувну конструкцію (рис. 2). Насадження 62-річного віку має склад 10Дз+Язл+Брс. У підліску росте бузина чорна, а трав'яна рослинність із проєктивним покриттям 87 % презентована тонконогом лучним (*Poa pratensis* L.), подорожником великим (*Plantago major* L.), буркуном лікарським (*Melilotus officinalis* L.), пирієм звичайним (*Elytrigia repens* L.), кропивою дводомною (*Urtica dioica* L.).

Пробну площу № 6 закладено в рядовій 55-річній лісовій смузі продувної конструкції. Смуга складається з двох рядів і створена за схемою змішування Клг-Яв,Тч,Вб із розміщенням садивних місць 3,0 × 3,0 м. Фактично це – насадження системи орно-польового агролісівництва, оскільки його ширина за проєкціями крон становить 8,4 м. У підрослі трапляються клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і клен явір (*Acer pseudoplatanus* L.) заввишки 0,5–1,0 м у кількості 0,2 тис. шт.·га⁻¹. Підлісок презентований бузиною чорною

у кількості 0,2 тис. шт.·га⁻¹. Лісова підстилка майже відсутня. Її потужність в окремих осередках становить 0,5–1 см. У живому надґрунтовому покриві з проєктним покриттям 54 % домінує тонконіг лучний з осередками пирію звичайного (*Elymus repens* L.) та кропиви дводомної.



Рис. 1 – ПП 4. Смуга продувної конструкції
 Fig. 1 – Sample plot 4. Shelterbelt of dense design



Рис. 2 – ПП 5. Смуга, трансформована в насадження орно-польового агролісівництва
 Fig. 2 – Sample plot 5. Shelterbelt transformed into planting of silvoarable agroforestry

Результати аналізу даних у таблиці 2 доводять, що найбільше видове різноманіття ЖНП виявляється на ПП 4 у лісовій смузі продувної конструкції, трансформованій у лінійне насадження системи орно-польового агролісівництва.

Таблиця 2

Оцінка фіторізноманіття живого надґрунтового покриву

Table 2

Assessment of phytodiversity of living aboveground cover

Номер ПП Sample plot number	Проективне покриття трав'яного покриву, % Projective grass cover, %	Індекс Шеннона Shannon's index	Індекс Симпсона Simpson's index	Індекс Пієлу Pielu's index
	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$
1	62 ± 3,2	1,70 ± 0,362	0,12 ± 0,017	0,47 ± 0,054
2	96 ± 5,8	1,62 ± 0,414	0,14 ± 0,012	0,53 ± 0,062
3	79 ± 4,8	1,36 ± 0,296	0,36 ± 0,034	0,50 ± 0,055
4	81 ± 5,0	2,55 ± 0,561	0,09 ± 0,021	0,62 ± 0,071
5	87 ± 6,3	2,29 ± 0,220	0,50 ± 0,012	0,65 ± 0,069
6	54 ± 29	0,79 ± 0,147	0,27 ± 0,034	0,50 ± 0,048

Про це свідчить індекс Шеннона, значення якого становить 2,55. Підтвердженням того, що зі зменшенням ширини лісової смуги і набуттям продувної конструкції видове різноманіття ЖНП збільшується, є також високий індекс Шеннона на ПП 5, який становить 2,29. Про це свідчить також високе значення проєктивного покриття ЖНП, яке на ПП 4 і 5 становить 81 і 87 % відповідно. У лісових смугах алейного типу із одного або двох рядів (ПП 6) видове різноманіття ЖНП є збідненим, про що свідчить низький

індекс Шеннона – 0,79. Висока освітленість лінійних насаджень сприяла появі степових і рудеральних видів рослин і зменшенню або зникненню сільвантів (рис. 3)

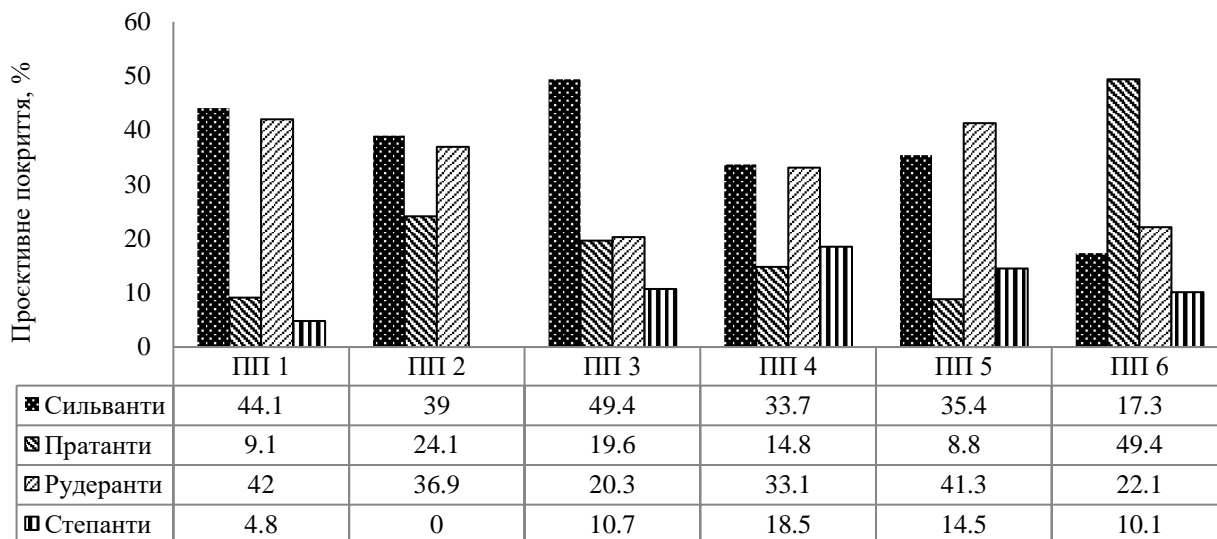


Рис. 3 – Ценотична структура трав'яного покриву у полезахисних лісових смугах (ПП1–ПП3 – класичні лісові смуги; ПП4–ПП6 – Трансформовані лісові смуги)

Fig. 3 – Coenotic structure of the grass cover in shelterbelts (SP1–SP3 – classical shelterbelts; SP4–SP6 – transformed shelterbelts)

У лісових смугах, створених за інструктивними вказівками (*Instructions for the design and cultivation of protective forest plantations*, 1979), видове різноманіття залежало від освітленості та конструктивних особливостей лісових смуг. Проте в усіх випадках воно було значно нижчим, ніж у насадженнях, трансформованих у насадження системи орно-польового агролісівництва. Індекс Шеннона на ПП 1–3 набував стабільних значень у межах 1,36–1,70.

Індекс Симпсона в класичних лісових смугах становив 0,12–0,36, що свідчить про домінування сільвантів над іншими видами угруповань у трав'яному фітоценозі. Водночас індекс Симпсона у трансформованих лісових смугах (0,09–0,27) свідчить про значну домінантність рудеральної рослинності й тим самим – про зменшення частки сільвантів.

Індекс вирівняності Пієлу становив 0,47–0,53, що характеризує більш рівномірний розподіл частки різних видів у проективному покритті класичних лісових смуг. У трансформованих лісових смугах розподіл рослинних ценотипів є нерівномірним, а індекс Пієлу набуває значень від 0,50 до 0,65.

Обговорення. Трансформація лісових смуг у лінійні насадження вузької ширини (до 7,5 м) призводить до зміни фіторізноманіття, мінливість якого найбільше виявляється в живому надґрунтовому покритті (трав'яному ярусі).

Верхній деревний ярус практично не змінюється у разі трансформації, оскільки він презентований одним домінантним видом і зазвичай розміщується всередині смуги, тоді як зменшення ширини лісових смуг відбувається зазвичай унаслідок вирубування узлісних рядів.

Сукцесійні зміни відбуваються в підліску та живому надґрунтовому покритті, на різноманіття якого впливає склад насадження, повнота, ажурність і мікрокліматичні умови, які сформувалися за весь період життєдіяльності самого насадження (Yukhnovskiy *et al.*, 2013; Krasnov *et al.*, 2014). Оскільки вищеперераховані показники є різними, видове фіторізноманіття живого надґрунтового покриття, підліску та підросту розглядаємо за конструктивними особливостями лісових смуг.

Архівні дані свідчать, що лісові смуги створювали зазвичай із головних деревних видів, без уведення підліску. Тому наявність підліску, особливо з плодкових видів, свідчить про їхнє зоохорне походження. Доречно зазначити наявність природного поновлення як головних, так і супутніх видів під наметом полезахисних насаджень.

Аналіз ценотичної структури ЖНП досліджуваних полезахисних насаджень свідчить про домінування сільвантів і рудерантів як у класичних, так і в трансформованих лісових смугах. Водночас якщо в класичних полезахисних насадженнях частка сільвантів переважає частку рудерантів, то в трансформованих лісових смугах вже чітко простежуємо тенденцію до переважання рудеральної рослинності. Це є наслідком збільшення освітленості вузьких лісових смуг, видування лісової підстилки, втрати лісового середовища і сформованої ажурної та продувної конструкції трансформованих насаджень.

За результатами досліджень виявлено, що під наметом класичних лісових смуг переважання сільвантів за наявності високого проєктивного покриття створює стабільне мікрокліматичне середовище, високе різноманіття, що є результатом наближеного до лісових фітоценозів середовища.

Водночас у трансформованих лісових смугах лучні та рудеральні види посідають місце лісових рослин і утворюють агробіоценотичні угруповання. Таким чином, у лісових смугах старших вікових груп різного видового складу відбувається процес антропогенної сукцесії лісового біоценозу до агролісового, що супроводжується відповідними ценотичними змінами.

Досліджуючи ценотичну структуру живого надґрунтового покриву полезахисних лісових смуг агроландшафтів Київщини, Г.О. Лобченко (Lobchenko, 2015) виявила, що поширення сільвантів у лінійних насадженнях IV–V класів віку варіювало в межах 50,6–100 %. У досліджуваних насадженнях на ценотип сільвантів припадало 39,0–49,4 % загальної кількості рослин у класичних лісових смугах і 17,3–35,4 % – у трансформованих насадженнях. У зв'язку із тим, що досліджувані лісові смуги VI–VII класів віку характеризувалися високою освітлюваністю ЖНП, відбувалося зменшення поширення сільвантів і збільшення поширення рудеральної та лучної рослинності. Особливо помітним це є в трансформованих лісових смугах, де частка рудерантів і пратантів становила 35,1 і 49,4 відповідно. У цих же насадженнях збільшувалася частка степових трав'яних видів, яка становила 10,1–14,5 %, чого не виявлено в середньовікових лісових смугах Київщини (Lobchenko, 2015).

Про вплив освітлення на флористичний склад ЖНП після проведення суцільних рубок головного користування в дубових насадженнях Українського Полісся повідомляють І.Д. Іванюк і Я.Д. Фучило (Ivanyuk and Fuchylo, 2020). Зокрема, дослідники зазначають, що повне освітлення поверхні ґрунту сприяло розвитку світлолюбних узлісних видів, частка яких становила 8,6 %. Унаслідок цього частка сільвантів зменшилася до 26,4 %, а частка світлолюбних рудеральних і лучних видів збільшилася до 32,1 і 24,5 % відповідно. Саме таку тенденцію відмічено під час трансформації полезахисних лісових смуг у лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва. Аналогічну закономірність переважання рудеральних видів на освітлених лісових ділянках відзначають також деякі зарубіжні дослідники (McCarthy, 2003; Gilliam, 2007).

Унаслідок набуття лісовими смугами непродувної конструкції проєктивне покриття ЖНП зменшується, змінюється також видовий склад зі зникненням світлолюбних лучних і степових видів, що простежується на ПП 1. Аналогічну тенденцію виявлено в мішаних дубово-соснових молодняках, де після змикання лісових культур проєктивне покриття трав'яно-чагарникового ярусу зменшується до 60 % (Ivanyuk *et al.*, 2022). Водночас у цьому випадку в масивних насадженнях зникають рудеральні види, чого не зафіксовано в лінійних насадженнях. Тут рудеранти конкурують із сільвантами, а їхні частки становлять 42,0 і 44,1 % відповідно.

Зазначимо, що вікова структура насаджень також впливає на фіторізноманіття ЖНП, його чисельність і поширеність. Якщо в перестійних 130–140-річних дубняках проєктивний покрив становить 70–80 %, то у середньовікових 50–60-річних культурах – 65–70 % (Ivanyuk *et al.*, 2024). Під час наших досліджень проєктивне покриття в насадженнях старших вікових груп (ПП 2–4) становило 81–96 %, а в 55-річній лісовій смузі (ПП 6) – 4 %. Подібну тенденцію виявлено також у лісових смугах Вінниччини IV–V класів віку, досліджуваних Г.О. Лобченко (Lobchenko, 2015).

Фіторізноманіття ЖНП також залежить від повноти насаджень. Так, збільшення відносної повноти насаджень сприяє зменшенню освітлюваності ґрунтової поверхні та підтриманню високої зімкненості намету, що стримує розвиток живого надґрунтового покриву. Зокрема, під наметом насаджень 20–50-річного віку в стадії жердняку знизилося проєктивне покриття трав на 27 % (до 155 шт.·м⁻²) через зменшення освітленості та вологозабезпеченості рослин (Andrushchenko *et al.*, 2018), що узгоджується з нашими даними у трансформованих полезахисних лісових смугах на ПП 4–6.

Отже, полезахисні лісові екосистеми в результаті трансформації в насадження системи орно-польового агролісівництва реагують на зміну світлового режиму збільшенням у складі ЖНП часток рудеральної та лучної рослинності, а також появою степових видів. Для виявлення особливостей росту та продуктивності трансформованих лісових смуг необхідні подальші дослідження, оскільки за високої освітленості деревостану може уповільнюватися ріст головних деревних видів, що призведе до втрати продуктивності насаджень.

Висновки. Трансформація класичних лісових смуг у лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва призводить до зміни фіторізноманіття, мінливість якого найбільшою мірою виявляється в живому надґрунтовому покриві (трав'яному ярусі). У класичних лісових смугах видове різноманіття залежить від їхніх конструктивних особливостей та освітлення, причому в усіх випадках видове різноманіття є значно нижчим, ніж у насадженнях, трансформованих у систему орно-польового агролісівництва.

Аналіз ценотичної структури живого надґрунтового покриву виявив переважання сільвантів і рудерантів як у класичних, так і в трансформованих лісових смугах. Водночас у класичних полезахисних насадженнях частка сільвантів є більшою за частку рудерантів, а в трансформованих лісових смугах переважає рудеральна рослинність. Це є наслідком збільшення освітленості вузьких лісових смуг, видування лісової підстилки, втрати лісового середовища та сформованої ажурної й продувної конструкції трансформованих насаджень.

У результаті трансформації лісових смуг у лінійні насадження системи орно-польового агролісівництва інтенсифіковано сукцесійні зміни живого надґрунтового покриву з ознаками десильватизації трав'яної рослинності та зменшенням видового різноманіття. Таким чином, у трансформованих лісових смугах посилюються процеси синантропізації з появою та пристосуванням більшості частки рудеральної й лучної рослинності.

Подяка. Авторка вдячна співробітникам кафедри лісового господарства Білоцерківського національного аграрного університету за допомогу в проведенні польових досліджень у лісових смугах навчально-дослідного господарства Білоцерківського національного аграрного університету.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено автором у межах виконання дисертаційних досліджень на тему «Трансформація систем полезахисних лісових смуг Північно-Західного Степу в контексті адаптації до змін клімату» за власні кошти.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Andrushchenko, O.P., Rumiantsev, M.H. and Bondar, O.B. (2018) 'Living aboveground cover in natural oak stands of the Southeastern Forest-Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 133, pp. 3–9 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.3>
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006.* (2007). Valid from May 1, 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine (in Ukrainian).

- Gilliam, F.S. (2007) 'The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems', *BioScience*, 57, pp. 845–856. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199837656.001.0001>
- Grod, I.M. and Shevchyk, L.O. (2022) 'Application of informative indices for assessing ecosystem biodiversity', *Ternopil National University of Science and Technology*, 5, pp. 112–114 (in Ukrainian).
- Hensiruk, S.A. (ed.) (1999) *Ukrainian Forestry Encyclopedia*. Lviv: UNFU, Vol. 1 (in Ukrainian).
- Hladun, H.B. and Hladun, Yu.H. (2013) 'Prospects for the development of agroforestry in Ukraine', *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev Seria "Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil"*, 2, 165–170 (in Ukrainian)
- Hladun, H.B., Yukhnovskiy, V.Yu., Suska, A.A., Horoshko, V.V. and Sydorenko, S.V. (2019) 'Forest amelioration in Ukraine: origins, current state, challenges and prospects' in *Forest restoration and forest amelioration in Ukraine: origins, current state, challenges and prospects in anthropogenic conditions*. Kyiv: Publ. Centre of NULES of Ukraine, pp. 249–268 (in Ukrainian).
- Hryhora, I.M. and Solomakha, V.A. (2000) *Fundamentals of phytocoenology*. Kyiv: Phytosociocenter (in Ukrainian).
- Instruction for the design and cultivation of protective forest plantations on the lands of agricultural enterprises of the Ukrainian SSR* (1979). Kyiv: Ministry of Agriculture (in Ukrainian)
- Ivanyuk, I. and Fuchylo, Y. (2020) 'Vegetation succession after clear cutting in oak forest stands in the conditions of the Western and Central Polissya of Ukraine', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, pp. 39–49 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412024>
- Ivanyuk, I.D., Fuchylo, Ya.D. and Landin, V.P. (2022) 'Dynamics of the species composition of the living aboveground cover of unclosed forest cultures of common oak in fresh conglomerates of Zhytomyr Polissya', *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(2), pp. 19–26 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40320203>
- Ivanyuk, I.D., Ivanyuk, T.M., Krasnov, V.P. and Zhukovskiy, O.V. (2024) 'Plant composition of the herbaceous-shrub layer of perennial stands and middle-aged cultures of common oak in fresh conglomerates of Zhytomyr Polissya', *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(4), pp. 13–19 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40340402>
- Kovalenko, I.M. (2015) 'Grass and subshrub layer as a structural component of forest communities in the North-East of Ukraine', *Chornomorskyi Botanical Journal*, 11 (2), pp. 146–155 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.112/2>
- Krasnov, V.P., Shelest, Z.M. and Davydova, I.V. (2014) *Phytoecology with the basics of forestry*. Kherson: OLDI-PLUS (in Ukrainian)
- Lobchenko, G. (2014) 'Windbreaks strips as a forest biocenosis', *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(10), pp. 59–65 (in Ukrainian).
- Lobchenko, G. (2015) 'Coenotic structure of the herbaceous layer of the phytocenosis of windbreaks', *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(1), pp. 130–136. Available at: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/804> (Accessed: 22 October 2024) (in Ukrainian).
- McCarthy, B.C. (2003) 'The Herbaceous Layer of Eastern Old-Growth Deciduous. The Herbaceous Layer in forests of Eastern North America' in Gilliam, F.S. and Roberts, M.R. (eds) *The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America* (New York, NY, 2003; online edn, Oxford Academic, 31 Oct. 2023), pp. 163–176. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195140880.003.0006>
- Mirkin, B.M., Rosenberg G.S. and Naumova, L.G. (1989) *A comprehensive dictionary of modern phytocenology terms*. Moscow: Nauka (in Russian).
- Mosquera-Losada, M.R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J.H., Papanastris, V. and Burgess, P.J. (2012) 'Past, Present and Future of Agroforestry Systems in Europe' in Nair, P. and Garrity, D. (eds) *Agroforestry – The Future of Global Land Use*. Advances in Agroforestry, vol. 9. Dordrecht: Springer, pp. 285–312. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4676-3_16
- Nair, P.R. and Garrity, D. (2012) *Agroforestry – The Future of Global Land Use*. Dordrecht: Springer.
- Nair, P.K.R. (1985) 'Classification of agroforestry systems', *Agroforestry Systems*, 3, pp. 97–128 <http://dx.doi.org/10.1007/BF00122638>
- Paianok, T. and Zadorozhnia, T. (2020) *Statistical data analysis*. Irpin: University of the State Fiscal Service of Ukraine (in Ukrainian).
- Popovych, S., Yakubenko, B., Ustymenko, P., Dubyna, D. and Churilov, A. (2017) *Geobotany: methodological aspects of research*. Kyiv: Lira-K (in Ukrainian).
- Prydatko, V.I., Kolomytsev, R.I., Burda, R.I. and Chumachenko, S.M. (2008) *Landscape Ecology: A teaching and methodological guide to biodiversity modeling and consideration of impacts on it* Kyiv: Publ. House of the National Agrarian University (in Ukrainian).
- Soroka, M.I. (2012) 'Ecological prerequisites for the formation and differentiation of Roztochia's vegetation', *Scientific Bulletin of UNFU*, 22.6, pp. 8–13 (in Ukrainian).
- Sydorenko, S.V., Pasternak, V.P., Sydorenko, S.H. and Hladun, H.B. (2019) 'Peculiarities of the formation of phytomass and deadmass reserves in oak windbreaks of the Forest-Steppe part of the Kharkiv region', *Forestry and Forest Melioration*, 134, pp. 104–116. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.104>
- Yakubenko, B.E., Popovych, S.Yu. and Ustymenko, P.M. (2019) *Geobotany*. 2nd edn'. Kyiv: Lira-K (in Ukrainian).

- Yukhnovskiy, V.Yu., Dudarets, S.M., Maliuha, V.M. and Sovakov, O.V. (2024) *Agroforestry*. Kyiv: Publ. Centre of NUBIP (in Ukrainian).
- Yukhnovskiy, V.Yu., Levandovska, S.M. and Khryk, V.M. (2013) *Atlas of phytoindicators of forest-vegetation condition types of the Forest-Steppe of Ukraine*. Bila Tserkva: Bila Tserkva Publ. House (in Ukrainian).
- Yukhnovsky, V. and Yosypenko, V. (eds.) (2012) *Guidelines on forest reclamation and arrangement of protective forest plantations of linear type*. Kyiv: Komprint (in Ukrainian).

DIVERSITY OF GRASS VEGETATION IN FIELD SHELTERBELTS TRANSFORMED INTO SILVOARABLE AGROFORESTRY PLANTINGS IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Tupchii O.M.^{1*}

During the transformation of field shelterbelts into linear plantings of the silvoarable agroforestry system, successional changes in phytodiversity occur, the manifestation of which is most noticeable in the structure of the aboveground cover. Therefore, the aim of the research was to analyse the dynamics of the coenotic structure of grass phytodiversity. The species phytodiversity of the grass layer was assessed using the following indices: diversity, evenness, and dominance. The projective cover of the grass layer decreases, the species composition changes with the loss of light-loving meadow and steppe species in the shelterbelts of dense design. In the coenotic structure of the aboveground cover, the dominance of sylvans and ruderals was revealed both in classical and transformed shelterbelts. However, in classical shelterbelts, the proportion of sylvans (39.0–49.4%) prevails over the percentage of ruderals (20.3–42.0%), and in transformed windbreaks, the predominance of ruderal vegetation (22.1–41.3%) over sylvans (17.3–31.7%) is clearly observed. This is a consequence of the illumination of narrow shelterbelts, blowing of forest litter, loss of the forest environment and the formed sieve-looked and blown designs. Transformation of shelterbelts intensifies successional changes in the grass cover with a trend of desilvatization and a decrease in species richness, which intensifies the processes of synanthropization with the appearance and adaptation of a larger proportion of ruderal and meadow vegetation.

Key words: desilvatization, projective cover, synanthropization, grass layer, coenotic structure.

Одержано редколегією 01.11.2024

¹ Tupchii Olga, State Biotechnology University, Alchevskikh Street 44, Kharkiv, 61002, Ukraine. Postgraduate Student, NULES of Ukraine. Scientific supervisor – Professor V. Yu. Yukhnovsky, Dr. habil. (Agricultural Sciences). E-mail: olgatypnikola@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0545-1877>

* Correspondence: olgatypnikola@ukr.net