

**ТИПОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ
У ПІДСТИЛЦІ ТА ОПАДІ ШТУЧНИХ НАСАДЖЕНЬ
ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО**

Дніпропетровський національний університет

Розглянуто особливості накопичення *Mn*, *Ni*, *Cu* та *Fe* у підстилці й опаді штучних лісових екосистем Присамар'я Дніпровського. Досліджено розподіл та накопичення важких металів у фракційних групах лісових підстилок насаджень у різних умовах існування.

Ключові слова: важкі метали, лісова підстилка, опад, розподіл, інтенсивність накопичення та кругообігу.

M. S. Yakuba

Dnipropetrovsk National University

**FEATURES OF THE HEAVY METALS ACCUMULATION IN A FOREST LITTER,
TREE WASTES OF THE ARTIFICIAL FORESTS
IN PRISAMARYA DNIPROVSKY**

The peculiarities of accumulation *Mn*, *Ni*, *Cu* and *Fe* in the artificial forests litters of ecosystems are examined. The distribution and accumulation of heavy metals in the forests litters fractional groups are investigated.

Key words: heavy metals, forests litter, litter fall, distribution, intensity of accumulation and circulation.

Багаточисленні характеристики лісорослинних умов у різних фізико-географічних зонах свідчать про те, що біологічний кругообіг, притаманний лісовим екосистемам, найбільш типово відбувається в лісовій зоні (Бельгард, 1950, 1971; Карпачевский, 1981; Цветкова, 1992; Белова, 1999; Травлев, 2004, 2006; Якуба, 2003 та ін.). У напрямку до півдня степової зони ліс перебуває в географічній невідповідності з пануючими умовами існування, чим пояснюється явище безлісся степів. З метою послаблення негативного впливу несприятливих життєвих умов та посилення пертинентного впливу деревної рослинності необхідно ретельно досліджувати екотопи, де передбачено створення лісонасаджень, і приділяти особливу увагу підбору деревних порід.

Лісорозведення в степу повинно базуватися на ретельно прорахованому типологічному фундаменті, вдалим втіленням якого є побудована на принципах порівняльної екології, виходячи з конкретних степових обставин і з урахуванням історико-географічних особливостей зони, типологія лісів видатного вченого-лісовода, професора Олександра Люціановича Бельгарда (Бельгард, 1950, 1971). Ця типологія відрізняється повнотою, деталізацією та послідовністю і базується на дотриманні й урахуванні основних принципів, а саме типу лісорослинних умов, типу екологічної структури і типу деревостану

Розробляючи класифікацію лісів, О. Л. Бельгард вказував на необхідність зробити типологічні схеми біогеоценотичними та більш інформативними, що можливе за умов не лише якісної, а й поглибленої кількісної характеристики всіх компонентів та структурних елементів біогеоценозу. Запропоновані типологічні схеми лісів О. Л. Бельгарда слугують основою для здійснення всебічних біогеоценологічних досліджень, які з 1949 року проводяться співробітниками Комплексної експедиції в Присамар'ї Дніпровському. Важливе місце серед цих досліджень належить вивченню мікроелементного складу компонентів лісових угруповань та характеристиці кругообігів органо-мінеральних речовин і окремих хімічних елементів (Дубина, 1975; Цветкова, 1992, 2003; Якуба, 2006 та ін.).

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі визначалися вміст і запаси мангану, феруму, нікелю та купруму в опаді і підстильці та її фракційних групах штучних лісових екосистем на території Присамарського міжнародного біосферного стаціонару (с. Андріївка Новомосковського р-ну Дніпропетровської обл.): насадження білої акації різних типів зволоження на пристіні ПД 202а і ПД 202с, дубове насадження на вододілі ПД 224, гледичієва лісо-смуга ПД 224 Гл-И-2); а також екосистем, що перебувають під антропогенним впливом: полежахисна лісо-смуга з білої акації с. Партизанського Дніпропетровського р-ну ПД 1, що перебуває під постійним антропогенним тиском, і техногенно навантажене паркове насадження м. Дніпродзержинська Дніпропетровської обл. ПД 2, розташоване в безпосередній близькості від коксохімічного заводу (Баглійський р-н).

Керівною науковою ідеєю роботи слугували типологічні принципи лісів України О. Л. Бельгарда (1971).

Відбір проб підстилки й опадів та їх обробку проводили за загальноприйнятими методиками (Родин, 1965; Гришина, 1971; Карпачевский, 1981 та ін.) Уміст важких металів у досліджуваних об'єктах визначали методом атомно-абсорбційного аналізу (Хавердов, 1983; Обухов, 1991) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-30 виробництва «Карл Цейс Йена». Підготовка проб для визначення валового вмісту металів включала розчинення проби 1М HNO₃. Отримані результати оброблялися методами варіаційної статистики (Лакин, 1990), коефіцієнт надійності 0,95.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Уміст досліджуваних хімічних елементів у підстильці й опаді штучних лісових насаджень істотно різняться (табл. 1). Так, кількість *Mn* у підстильці коливається від 33,46 (гледичієве насадження) до 160,06 мг/кг абс. сух. реч. (насадження білої акації сухуватого типу зволоження), уміст *Fe* становить від 70,90 (насадження акації білої свіжуватого типу зволоження) до 219,11 мг/кг абс. сух. реч. (гледичієве насадження). Коливання вмісту *Cu* лежить у межах 5,03 (гледичієве насадження) – 9,35 мг/кг абс. сух. реч. (насадження дуба звичайного), відповідні значення для *Ni* становлять від 2,26 (гледичієве насадження) до 4,80 мг/кг абс. сух. реч. (дубове насадження).

Серед досліджуваних штучних лісових насаджень мінімальною кількістю *Mn*, *Fe* та *Ni* характеризується опад гледичієвого насадження, де вміст цих елементів становить 18,64; 52,56 та 1,96 мг/кг абс. сух. реч. відповідно. Мінімальний уміст *Cu* (6,20 мг/кг абс. сух. реч.) відмічено в опаді білоакацієвого насадження свіжуватого типу зволоження. Уміст *Mn* і *Fe* в опаді штучних насаджень білої акації, що перебувають під впливом антропо-техногенного навантаження, не перевищує цей показник для насаджень у фонових умовах. Кількість *Cu* є максимальною серед усіх насаджень в опаді штучної білоакацієвої екосистеми м. Дніпродзержинська, де становить 16,40 мг/кг абс. сух. реч., а максимум *Ni* (30,40 мг/кг абс. сух. реч.) зафіксований в опаді біогеоценозу с. Партизанського.

Співвідношення вмісту важких металів у підстильці й опаді зеленої маси (ОПК) дає можливість характеризувати швидкість обертання елемента в системі ґрунт–рослина (рис. 1). Індекси інтенсивності кругообігу *Mn* коливаються в межах 1,2–4,2 з мінімальним значенням у дубовому насадженні, що свідчить про найшвидші темпи обертання цього елемента в даному біогеоценозі, і максимальним – у насадженні білої акації сухуватого типу зволоження, де цей процес порівняно з іншими насадженнями найуповільненіший. Відмічено, що серед досліджених елементів найменші коливання значень ОПК у штучних лісових екосистемах характерні для *Cu*, вони становлять від 0,4 до 1,3.

Найбільш загальмований кругообіг *Fe* відмічено в гледичієвому та дубовому насадженнях Присамар'я Дніпровського, де значення цих показників дорівнюють 4,2 та 2,8 відповідно. Серед досліджуваних штучних лісових екосистем найбільш інтенсивними темпами кругообігу *Ni* (ОПК = 0,06) характеризується насадження білої акації с. Партизанського, для інших досліджуваних екосистем цей показник не перевищує 1,6.

Таблиця 1

Уміст Mn, Fe, Cu і Ni у підстилці та опаді насаджень Присамар'я Дніпровського, мг/кг абс. сух. реч.

	Біогеоценози					
	Насадження білої акації сухуватого типу зволоження (ПД 202a)	Насадження білої акації свіжуватого типу зволоження (ПД 202c)	Гледичієве насадження (ПД 224 Гл-И-2)	Дубове насадження на вододілі (ПД 224)	Насадження білої акації с. Партизанського (ПД 1)	Насадження білої акації м. Дніпродзержинська (ПД 2)
Mn						
Підстилка	160,05	138,38	33,46	149,17	90,85	155,65
Опад	34,34	80,10	18,64	123,14	50,54	102,44
Fe						
Підстилка	134,55	70,90	219,11	205,97	100,95	208,68
Опад	194,06	70,38	52,56	72,60	133,53	186,38
Cu						
Підстилка	5,77	5,18	5,03	9,35	6,10	6,65
Опад	7,57	6,20	8,42	7,61	8,37	16,40
Ni						
Підстилка	2,77	3,53	2,26	4,80	2,78	3,22
Опад	3,60	2,67	1,96	2,78	30,40	8,46

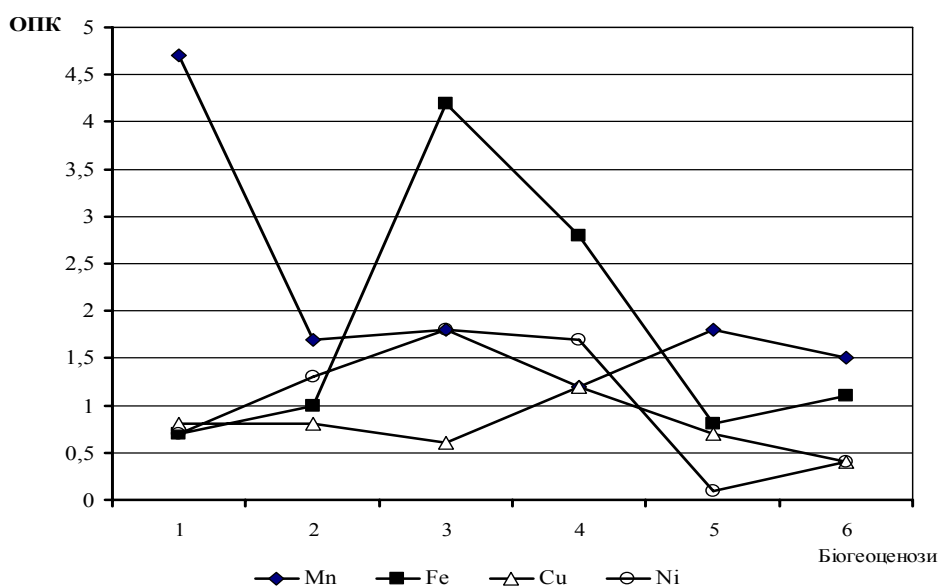


Рис. 1. Індекси інтенсивності кругообігу Mn, Cu, Fe та Ni у штучних лісових насадженнях Присамар'я Дніпровського:

- 1 – насадження білої акації сухуватого типу зволоження;
 2 – насадження білої акації свіжуватого типу зволоження; 3 – гледичієве насадження;
 4 – дубове насадження; 5 – насадження білої акації с. Партизанського;
 6 – насадження білої акації м. Дніпродзержинська

Індекси інтенсивності всіх досліджуваних хімічних елементів у насадженнях м. Дніпродзержинська та с. Партизанського коливаються в межах 0,09–1,8, що свідчить про інтенсивні темпи кругообігів елементів, які наближаються за своїми значеннями до аналогічних показників степових угруповань, і тут є можливим небажане спрямування розвитку екосистем за степовим типом (Цветкова, 1992; Якуба, 2002, 2007).

Окремі частини рослин досить суттєво відрізняються за вмістом хімічних елементів. Як правило, вміст важких металів у листі деревних порід у багато разів перевищує їх кількісний вміст у деревині (Якушевская, 1973; Карпачевский, 1981), тому вміст хімічних елементів у різних компонентах підстилки істотно різниться. З метою з'ясування участі окремих фракційних груп підстилки в накопиченні та акумуляції *Ni*, *Mn*, *Cu* та *Fe* у роботі визначено вміст цих елементів у шести фракціях підстилки штучних лісових біогеоценозів (табл. 2, 3).

Виявлено, що вміст *Ni* (табл. 2) у фракційній частці листя лежить у межах 1,72–3,57 мг/кг абс. сух. реч.. Максимум вмісту *Ni* у листі зафіксовано в білоакацієвому насадженні свіжуватого типу зволоження, мінімум – у листі білоакацієвого насадження с. Партизанського. Уміст *Ni* у трав'янистих залишках коливається від 1,46 у дубовому насадженні до 4,59 мг/кг абс. сух. реч. у гледичієвому насадженні. У білоакацієвому насадженні сухуватого та свіжуватого типів зволоження аналогічний показник дорівнює 2,04 і 2,49 мг/кг абс. сух. реч. відповідно. У фракційній групі кори вміст *Ni* коливається в межах від 2,69 у білоакацієвому насадженні свіжуватого типу зволоження до 4,25 мг/кг абс. сух. реч. у дубовому насадженні на вододілі. Максимальний вміст *Ni* у фракції плодів зафіксований у дубовому насадженні – 2,73, а мінімальний – у гледичієвому полезахисному насадженні та білоакацієвому насадженні м. Дніпродзержинська – 1,48 мг/кг абс. сух. реч. Аналогічний показник для трухи коливається від 2,54 до 4,25 мг/кг абс. сух. реч. у білоакацієвому насадженні с. Партизанського та білоакацієвому насадженні свіжуватого типу зволоження відповідно.

Найбільший вміст *Cu* серед усіх фракційних груп підстилки виявлено в листі (7,38), плодах (13,39) та гілках (9,26 мг/кг абс. сух. реч.) дубового насадження. Найбільша кількість цього елемента в трав'янистих рештках накопичується в підстилці гледичієвого насадження, де вміст *Cu* становить 12,36 мг/кг абс. сух. реч. Коливання вмісту *Cu* у фракційній групі кори становить від 6,30 (насадження білої акації сухуватого типу зволоження) до 20,16 мг/кг абс. сух. реч. (насадження білої акації свіжуватого типу зволоження) і пояснюється залежністю цих значень від типу лісорослинних умов, а саме від умов зволоження ґрунту та його мікроелементного складу (Якуба, 2005).

Максимуми вмісту *Mn* (табл. 3) у підстилці для насадження білої акації свіжуватого типу зволоження і дубового насадження виявлені у фракції листя і становлять 53,83 та 152,02 мг/кг абс. сух. реч. відповідно. В інших екосистемах найбільші значення вмісту *Mn* припадають на труху (штучне насадження білої акації свіжуватого типу зволоження – 54,33, гледичієве насадження – 75,92 і штучне насадження білої акації м. Дніпродзержинська – 186,63 мг/кг абс. сух. реч.), а в штучному насадженні білої акації с. Партизанського – на гілки, де становить 25,41 мг/кг абс. сух. реч. Найменші показники вмісту *Mn* у фракційних групах підстилки визначено в листі, трав'янистих залишках, плодах та фракції трухи білоакацієвої лісосмуги с. Партизанського, значення цих величин становлять 15,07; 5,89; 4,28 та 19,05 мг/кг абс. сух. реч. відповідно. Мінімальний вміст *Mn* у підстилковій фракції кори (8,25 мг/кг абс. сух. реч.) визначено у гледичієвому насадженні.

З'ясовано, що для всіх досліджених біогеоценозів більший вміст *Mn* припадає на активну групу фракцій підстилки в порівнянні з неактивною. Винятком є лише штучне дубове насадження на вододілі, де значення вмісту в активній і неактивній групах майже однакові і становлять 368,24 і 389,84 мг/кг абс. сух. реч. відповідно.

Максимальний вміст *Fe* у підстилці (табл. 3) штучних екосистем виявлений для фракції трухи, винятком є лише гледичієве насадження, у якому максимум (174,82 мг/кг абс. сух. реч.) припадає на трав'янисті залишки. Мінімальний вміст *Fe* (мг/кг абс. сух. реч.) у фракціях підстилки характерний для штучного насадження білої акації сухуватого типу зволоження (50,94) у трав'янистих залишках; для насадження

білої акації свіжуватого типу зволоження (29,64), гледичієвого насадження (25,90), насаджень білої акації в с. Партизанському і м. Дніпродзержинську (147,79 та 53,82 відповідно) – у плодах; для дубового насадження (32,21) – у гілках. В усіх досліджуваних екосистемах більший уміст *Fe* припадає на активну групу фракцій підстилки.

Крім умісту важких металів у підстилці й опаді екосистем Присамар'я Дніпровського в роботі виявлено їх запаси в перерахунку на кг/га (табл. 4, 5). За отриманими даними з метою надання характеристики процесів кругообігу елементів у лісових насадженнях розраховані показники кругообігу хімічних елементів.

Найбільший запас *Ni* та *Cu* (кг/га) у підстилці зафіксований у дубовому насадженні, він складає 1,27 та 2,48; мінімальний – у білоакацієвому насадженні с. Партизанського – 0,12 та 0,26 відповідно. Максимальний запас *Ni* та *Cu* в опаді встановлений у білоакацієвому парковому насадженні с. Партизанського – 0,69 кг/га; мінімальний – у гледичієвій полезахисній смузі – 0,04 та 0,15 кг/га відповідно.

За запасами *Ni* та *Cu* були розраховані індекси кругообігів (ОПК) цих елементів у лісових екосистемах Присамар'я Дніпровського й антропогенно навантажених білоакацієвих насадженнях м. Дніпродзержинська та с. Партизанського. За запасами *Ni* зафіксовано три типи кругообігу: інтенсивний (бал 8) – у білоакацієвому насадженні сухуватого типу зволоження, гледичієвому полезахисному насадженні, білоакацієвому насадженні м. Дніпродзержинська; досить інтенсивний (бал 9) – у білоакацієвому насадженні свіжуватого типу зволоження, штучному дубовому насадженні; сильнозагальмований (бал 5) – у білоакацієвому насадженні с. Партизанського.

Таблиця 4

Запаси *Ni* та *Cu* у лісових біогеоценозах Присамар'я Дніпровського, кг/га, і показники кругообігу важких металів

Біогеоценоз	Ni		Обсяг циклу Ni	ОПК Ni	Cu		Обсяг циклу Cu	ОПК Cu
	Підстилка	Опад			Підстилка	Опад		
Білоакацієве насадження сухуватого типу (ПП 202a)	0,25	0,13	0,38	0,52 (I)*	0,52	0,28	0,80	0,53 (I)*
Білоакацієве насадження свіжуватого типу (ПП 202c)	0,59	0,11	0,70	0,18 (ДІ)	0,87	0,24	1,11	0,27 (ДІ)
Дубове насадження (ПП 224)	1,27	0,07	1,34	0,11 (ДІ)	2,48	0,20	2,68	0,08 (ДІ)
Гледичієве полезахисне насадження (ПД 224 Гл-И-2)	0,18	0,04	0,22	0,22 (I)	0,35	0,15	0,50	0,42 (I)
Білоакацієве паркове насадження м. Дніпродзержинська	0,34	0,16	0,50	0,47 (I)	0,70	0,31	1,10	0,44 (I)
Білоакацієве насадження с. Партизанського	0,12	0,69	0,81	5,75 (СЗ)	0,26	0,19	0,45	0,73 (I)

* Типи кругообігів: I – інтенсивний; ДІ – досить інтенсивний; СЗ – сильнозагальмований.

За запасами *Cu* виділено два типи кругообігу: інтенсивний – у білоакацієвому насадженні с. Партизанського (бал 7) та в білоакацієвому насадженні сухуватого типу зволоження, гледичієвому полезахисному насадженні, білоакацієвому насадженні м. Дніпродзержинська (бал 8); досить інтенсивний – у білоакацієвому насадженні свіжуватого типу зволоження (бал 9) і штучному дубовому насадженні (бал 10) (табл. 4).

Запаси *Mn* у підстилці штучних екосистем (табл. 5) коливаються в межах 0,23-3,95 кг/га з мінімальним значенням у гледичієвому насадженні і максимальним – у дубовому насадженні. Найбільша кількість *Mn* запасється в опаді дубового насадження (0,32 кг/га), а найменша – у гледичієвому насадженні (0,03 кг/га).

Таблиця 5

Запаси Mn і Fe у лісових біогеоценозах Присамар'я Дніпровського, кг/га, і показники кругообігу важких металів

Біогеоценоз	Mn		Обсяг циклу Mn	ОПК Mn	Fe		Обсяг циклу Fe	ОПК Fe
	Підстилка	Опад			Підстилка	Опад		
Білоакацієве насадження сухуватого типу (ПП 202a)	1,44	0,13	1,57	11,1 (СЗ)*	1,21	0,71	1,92	1,7 (3)*
Білоакацієве насадження свіжуватого типу (ПП 202c)	2,32	0,31	2,63	7,50 (СЗ)	1,17	0,28	1,45	4,2 (3)
Дубове насадження (ПП 224)	3,95	0,32	4,27	12,3 (СЗ)	2,67	0,35	2,62	7,6 (СЗ)
Гледичієве полезахисне насадження (ПД 224 Гл-И-2)	0,23	0,03	0,26	7,70 (СЗ)	1,51	0,10	1,61	15,1 (СЗ)
Білоакацієве паркове насадження м. Дніпродзержинська	1,64	0,23	1,87	7,1 (СЗ)	2,20	0,42	3,02	5,20 (3)
Білоакацієве насадження с. Партизанського	0,38	0,10	0,48	3,81 (3)	0,87	0,14	1,01	6,2 (СЗ)

* Типи кругообігів: З – загальмований; СЗ – сильнозагальмований.

Максимальні запаси *Fe* у підстилці біогеоценозів (табл. 5.5) визначені в дубовому насадженні (2,67 кг/га), а мінімальні – у білоакацієвому насадженні с. Партизанського (0,87 кг/га). Запаси *Fe* в опаді екосистем коливаються від 0,10 у гледичієвому насадженні до 0,71 кг/га у білоакацієвому насадженні сухуватого типу зволоження.

У роботі розраховано обсяги циклів хімічних елементів, що являють собою суму запасів досліджуваного елемента в лісовій підстилці та опаді зеленої маси. Цей показник введений В. П. Корневим (1966) з метою демонстрації ролі лісової підстилки та опадів в біологічному кругообігу речовин. Згідно з отриманими результатами максимальне значення обсягу циклу для *Mn* виявлене в дубовому (4,27 кг/га), а мінімальне – у гледичієвому насадженнях (0,26 кг/га). Установлено, що обсяг циклу *Ni* коливається в межах від 0,22 кг/га до 1,34 кг/га. Обсяг циклу *Cu* лежить у межах 0,45–2,68 кг/га. З отриманих даних видно, що дубове насадження характеризується найбільшим запасом, обсягом циклу *Ni* та *Cu*, а мінімальні аналогічні показники зафіксовані в білоакацієвому насадженні с. Партизанського (табл. 4).

За значеннями ОПК у біогеоценозах виявлено два типи біокругообігу *Mn*: 1) загальмований – у штучному насадженні білої акації с. Партизанського; 2) сильнозагальмований – у білоакацієвих насадженнях обох типів зволоження, дубовій і гледичієвій штучних екосистемах та в насадженні білої акації м. Дніпродзержинська.

За показниками ОПК в екосистемах виявлено два типи біокругообігу *Fe*: загальмований – у насадженнях білої акації обох типів зволоження та білоакацієвому насадженні м. Дніпродзержинська (1,7; 4,2; 5,2 відповідно); сильнозагальмований – для

гледичієвого насадження, білоакацієвого насадження с. Партизанського і дубового насадження на вододілі (15,1; 6,2; 7,6 відповідно). Найбільше значення обсягів циклу для *Fe* припадає на дубове насадження на вододілі (3,02 кг/га), а найменше – на білоакацієве насадження с. Партизанського (1,01 кг/га).

ВИСНОВКИ

З метою вивчення закономірностей кругообігу *Mn*, *Ni*, *Cu* та *Fe* у штучних лісових екосистемах Присамар'я Дніпровського в роботі визначено запаси підстилки й опаду в фонових біогеоценозах (насадження білої акації сухуватого і свіжуватого типів зволоження, дубове і гледичієве насадження) та в екосистемах з антропогенним навантаженням (білоакацієві насадження с. Партизанського і м. Дніпродзержинська). Індекси інтенсивності усіх досліджуваних хімічних елементів у насадженнях м. Дніпродзержинська та с. Партизанського коливаються в межах 0,09–1,80, що свідчить про більш інтенсивні темпи кругообігів елементів порівняно з лісовими насадженнями Присамар'я Дніпровського, де ОПК досліджених елементів становлять від 0,11 до 15,10 і розвиток цих насаджень спрямований у бік силватизації.

Результати досліджень можуть бути використані для діагностики й прогнозування розвитку лісових екосистем та створення штучних лісових насаджень різного призначення в умовах степової зони України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Д.: ДГУ, 1999. – 348 с.
- Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: КГУ, 1950. – 263 с.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение – теоретическая основа лесоводства и лесной мелиорации земель / А. Л. Бельгард, А. П. Травлеев, В. М. Бойко // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1996. – С. 4-18.
- Гришина Л. А.** Учёт биомассы и химический анализ растений / Л. А. Гришина, Е. М. Самойлова. – М.: МГУ, 1971. – 99 с.
- Дубина А. А.** Сезонная динамика накопления и разложения подстилки в различных типах лесных биогеоценозов Присамарского стационара // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 32-37.
- Карпачевский Л. О.** Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 264 с.
- Корнев В. П.** Лесная подстилка, её строение, формирование и роль в биологическом круговороте зольного питания и азота в сосняках центральной части подзоны широколиственных лесов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1966. – 32 с.
- Лакин Г.Ф.** Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
- Обухов А. И.** Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях / А. И. Обухов, И. О. Плеханова. – М.: МГУ, 1991. – 184 с.
- Родин Л. Е.** Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – М.; Л.: Наука, 1965. – 168 с.
- Травлеев А. П.** Типология естественных лесов в степи (К 100-летию со дня рождения А. Л. Бельгарда) / А. П. Травлеев, Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2003. – Вип. 7. – С. 5-14.
- Травлеев А. П.** Типология степных лесов и лесное почвообразование (К 55-летию Комплексной экспедиции ДНУ) / А. П. Травлеев, Н. А. Белова, Л. П. Травлеев // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2004. – Вип. 8. – С. 4-13.
- Травлеев А. П.** Лесная типология и лесные почвы в степи / А. П. Травлеев, Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2006. – Вип. 10. – С. 3-11.
- Травлеев Л. П.** Гидрологические основы типологии искусственных лесов степной зоны А. Л. Бельгарда // Биогеоэкологические исследования степных лесов, их охрана и рациональное использование. – Д.: ДГУ, 1982. – Вып. 13. – С. 36-65.
- Хавердов И.** Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавердов, Д. Цалев. – Л., 1983. – 144 с.
- Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины. – Д.: ДГУ, 1992. – 236 с.
- Цветкова Н. Н.** Миграция тяжёлых металлов в чернозёмах Присамарья Днепропетровского // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2003. – Вип. 7. – С. 34-39.

Якуба М. С. Запасы лесной подстилки как показатель устойчивости естественных лесов Степного Приднпровья / М. С. Якуба, Н. Н. Цветкова, А. А. Дубина // Эколого-біологічні дослідження на природних та антропогенно-зміненіх територіях: Тези наук конф. – Кривий Ріг, 2002. – С. 473-475.

Якуба М. С. Характер та амплітуда біологічного кругообігу органо-мінеральних речовин у штучних лісових біогеоценозах степу // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2003. – Вип. 7. – С. 99-105.

Якуба М. С. Розподіл марганцю та свинцю у білоакацієвих насадженнях Присамар'я Дніпровського // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – Вип. 9. – С. 76-86.

Якуба М. С. Вміст металів у опаді та підстилці як важлива ланка кругообігу речовин у лісових насадженнях степу / М. С. Якуба, Н. М. Цветкова // Сучасні наукові дослідження – 2006: Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. – Т. 18: Екологія – Д.: Наука і освіта, 2006. – С. 48-50.

Якуба М. С. Фракційний склад підстилки як показник функціонування природних лісових екосистем Присамар'я Дніпровського // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. до 80-річчя професора Л. Г. Долгової. – Д.: ДНУ, 2007. – С. 146-147.

Якушевская И. В. Микроэлементы в природных ландшафтах. – М.: МГУ, 1973. – 99 с.

Надійшла до редколегії 05.09.08