
ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТІВ УРБООКОСИСТЕМ

УДК 631.4(477.83):631.95:502.7

О. Б. Вовк

ЕКОЛОГО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСЬКИХ ПАРКІВ (НА ПРИКЛАДІ М. ЛЬВОВА)

Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів

Наведено результати дослідження просторової структури та біотично-середовищних параметрів ґрунтів паркових комплексів м. Львова. Установлено напрямки змін середовищеформуючих параметрів ґрунтів залежно від інтенсивності рекреаційного навантаження. Показано, що під помірним рекреаційним навантаженням мікробіоценоз ґрунту функціонує стабільно. Зростання навантаження призводить до порушення стійкості ґрунтової екосистеми за рахунок підвищення дихальної активності мікрогрупвань.

Ключові слова: ґрунт, урбанозем, рекреаційне навантаження, мікробіоценоз, мікробіотична активність.

O. B. Vovk

State Museum of Natural History of NAS of Ukraine

ECO-FUNCTIONAL PECULIARITIES OF SOIL COVER IN URBAN PARKS (LVIV CITY AS A MODEL, UKRAINE)

The results of study of dimensional structure and biotical-environmental parameters of parks soils complexes of Lviv were represented. The directions of variations of environmental forming parameters of soils were established, depending on intensity of recreational pressure. It was determined that under moderate recreational pressure soil microbocenosis functions stably. The increase of pressure results in the violation of soil ecosystem's stability at the expense of the increase of microcommunities' respiratory activity.

Key words: soil, urban soils, recreational pressure, microbocenosis, microbiotic activity.

Швидкопрогресуюча урбанізація та збільшення площ, включених до міських поселень, призводять до постійних змін міського середовища під впливом комплексу внутрішніх та зовнішніх природно-антропогенних факторів. У цьому процесі природні екосистеми трансформуються і об'єднуються в поліфункціональну взаємопроникну урбоекосистему певного міста.

Ступінь антропогенних змін компонентів урбоекосистеми, а отже і ґрунтової складової, залежить від типу та інтенсивності використання території та якості її природного середовища. Будь-яке місто можна представити як сукупність взаємопроникних функціональних підсистем або зон, що з'єднані між собою або частково перекриваються та пронизані транспортно-комунікаційною інфраструктурою. Такими зонами є селітебна, рекреаційна та промислова частини міста. Територіально селітебна та рекреаційна функціональні зони міста знаходяться поряд і часто взаємопроникають одна в одну. В урбанізованому ландшафті міста Львова ці дві зони є домінуючими і займають до 70 % території міста (рис. 1).

Серед численних видів антропогенного впливу на ґрунтовий покрив все більш потужним фактором його змін стає наростаюче рекреаційне навантаження. Воно не лише створює специфічні умови для функціонування ґрунтової екосистеми в парках, але й визначає її екологічний потенціал як єдиного в місті центру концентрації, розмноження та розповсюдження біотичного пулу. Індикатором функціональної спроможності ґрунтової біоти, який першим реагує на зміну середовища існування і володіє розширеними механізмами пристосування до змін, є мікробіоценоз ґрунту, оцінений через параметри його життєдіяльності (Ландина, 1986). Дослідження механізмів трансформації ґрунтового покриву парків та прояву реакції-відповіді мікробіоценозу на зміну едафічних умов служить базисом для встановлення здатності окремих типів природно-антропогенних та антропогенних ґрунтів виконувати свої екологічні функції.

© Вовк О. Б., 2004

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Паркові комплекси міста Львова належать до найстаріших в Україні. Закладені ще в XVI–XVII ст., вони і сьогодні виконують функції відпочинково-рекреаційних зон міста (Кучерявий, 1981). Тривалий рекреаційний пресинг в оточенні потужної міської інфраструктури зумовив формування тут специфічних ґрунтово-рослинних комплексів, відмінних від природних, які підпорядковуються антропогенним законам розвитку урбо-екосистеми.

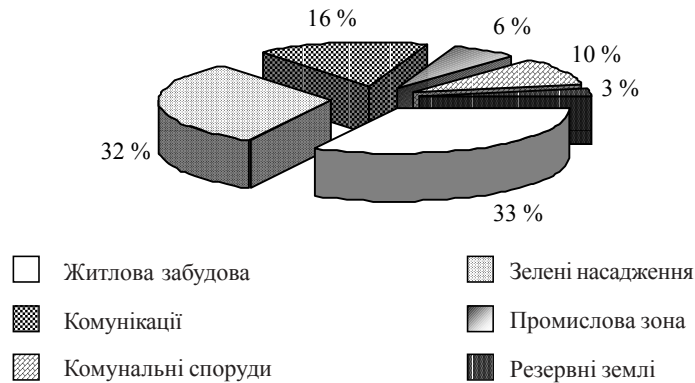


Рис. 1. Частка функціональних зон міста Львова, % від загальної площі

Результатом рекреаційного навантаження на ґрунт є формування сітки прогулянкових доріжок із сильно ущільненою ґрунтовою поверхнею. Обабіч доріжок формується зона впливу рекреації розміром від 1 до 3 м залежно від інтенсивності використання. Відповідно до поставлених завдань у межах обраних парків міста закладено дослідні трансекти, які охоплюють всю зону впливу рекреації від ділянок максимальної трансформації (прогулянкові доріжки) до ділянок помірного рекреаційного навантаження (Карпачевський і др., 1978).

Ґрунтові зразки для аналізу відбирались з глибини біотично активного, гумусово-аккумулятивного шару природних та антропогенних ґрунтів у 5-разовій повторності. Аналітичні роботи проводились згідно з методиками ґрунтових та біогеоценологічних досліджень, адаптованими до особливостей об'єкта досліджень. Визначались водно-фізичні та фізико-хімічні характеристики ґрунтів (Аринушкіна, 1970; Практикум ..., 1964; Практикум ..., 1989). Мікробіотичну активність ґрунту оцінювали за показниками швидкості базального (чистого) дихання ґрунту (V_{basal}) та субстрат-індукованого дихання ґрунту, збагаченого глюкозо-мінеральною сумішшю (V_{sir}), а також за величиною коефіцієнта мікробного дихання (Q_r). Показники V_{basal} і V_{sir} ґрунту визначали в лабораторних умовах, наближених до природних (Методические ..., 1993; Иванникова, 1992; Anderson, Domsch, 1978) із перерахунком на Q_r (Благодатская и др., 1995). Статистичне опрацювання отриманого матеріалу проводили з урахуванням рекомендацій, наведених у книзі «Комп'ютерні методи ...» (2000), за допомогою програмних пакетів Statistica 5.0 та Excel 2000.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Функціональний стан ґрунтів міських парків визначається їх походженням та морфоструктурними особливостями. Залежно від ґрунтово-геоморфологічних та гідрогеологічних умов території парки у Львові здавна розбивали: 1) на природних ґрунтах (природні лісові масиви та лісопарки, збережені на території міста, переважно на його околицях, рідко лісопосадки); 2) на ґрунтових насипах (лісопосадки в межах болотистих та сильнорозчленованих екоотопів або на території колишніх кар'єрних розробок у межах міста). Отже, рекреаційне навантаження може бути первинним для природного ґрунту або вторинним для антропогенно сформованого ґрунту.

Темно-сірі та сірі опідзолени, рідше дерново-підзолисті, природні ґрунти лісопарків зазнають тривалих, але малоінтенсивних антропогенних навантажень. Лише в місцях активного відвідування лісопарків рекреантами щільність будови ґрунту зростає на 20–30 % порівняно з природними аналогами. Зменшується пористість та інфільтраційна здатність ґрунту, що призводить до змін в його водно-повітряному режимі. Через постійне аеральне забруднення викидами промислових підприємств та транспорту змінюється кислотно-лужний баланс ґрунту в сторону лужної реакції (таблиця). Зі зменшенням навантаження до помірного або фрагментарного ґрунту парку повертають собі еколого-функціональний стан, за умов якого вони можуть виконувати більшість екологічних функцій. Нормалізується процес нагромадження вологи та її розподіл по ґрунтовому профілю. Запас вологи у верхніх, біотично активних, шарах ґрунту зростає на 50 % порівняно з вологозабезпеченістю на стежці, але ознак оглеєння не спостерігається. Очевидно, протекторні властивості ґрунту дозволяють поглинути навантаження такої інтенсивності без відбиття їх на функціонуванні ґрунтової системи.

Таблиця

Водно-фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів, змінених рекреаційним навантаженням, у парках м. Львова

Показники ґрунту	Сірий середньо-суглинковий природний ґрунт (контроль)	Ґрунти парків			
		урбаноземи		П-А*	
		навантаження			
		максимальне	помірне	максимальне	помірне
Польова вологість, %	23,2–38,7	20,7–26,1	16,4–36,5	13,9–16,0	32,1–40,0
Повна вологоємність, %	51,1–74,4	20,8–25,1	22,5–36,5	15,3–16,1	33,3–42,0
Щільність твердої фази, г/см ³	2,42–2,48	2,55–2,98	2,44–2,57	2,59–2,66	2,42–2,46
Щільність будови, г/см ³	0,81–1,09	1,56–1,84	1,29–1,63	1,83–1,89	1,23–1,35
Загальна пористість, %	55,7–64,0	36,9–39,1	36,6–47,1	28,9–29,7	44,9–49,2
pH (водний)	4,3–4,7	7,8–7,9	7,8–7,9	7,4–7,7	7,5–7,7
Загальний гумус, %	3,57–6,34	4,53–7,03	4,21–8,84	1,77–2,39	4,0–5,2
Надземна фітомаси, кг/м ²	0,40–0,65	–	0,79–0,98	–	0,64–0,85
Підземна фітомаси, кг/м ²	0,14–0,40	0,10–0,52	1,17–1,84	0,11–0,25	0,92–1,30

* Сірий легкосуглинковий природно-антропогенний ґрунт.

Ґрунтові насипи – вертикальні утворення з поверхневим насипним шаром торфосуміші (уміст гумусу понад 6 %) та чіткою межею переходу до товщі підстилаючої породи. Дані ґрунтові тіла можна визначити як урбаноземи, що були сформовані 30–200 років тому шляхом перекриття змішаного з будівельним сміттям субстрату гумусомістким матеріалом. Зараз вони розвиваються за домінування рекреаційного навантаження як вторинного ґрунтоутворювального фактора (Вовк, 2000; Чорнобай, Вовк, 2000).

За умов максимального рекреаційного навантаження на поверхню урбанозему, позбавлену підстилки та надземного рослинного покриву (таблиця), спостерігаємо різке погіршення його водно-фізичних властивостей. Збільшення щільності будови до 2 г/см³ забезпечується зустрічною дією щонайменше двох антропогенних чинників. Зверху – це рекреаційне навантаження максимального ступеня, а знизу – залишки фундаменту будівлі, які забезпечують стійкий бар'єр для ґрунтових водно-повітряних потоків. Зменшення пористості та порушення оптимального режиму водопроникності зумовлює перезволоження верхніх шарів урбанозему (таблиця). Змінюється співвідношення аеробних та анаеробних процесів на користь останніх, що сприяє розвитку процесів оглеєння.

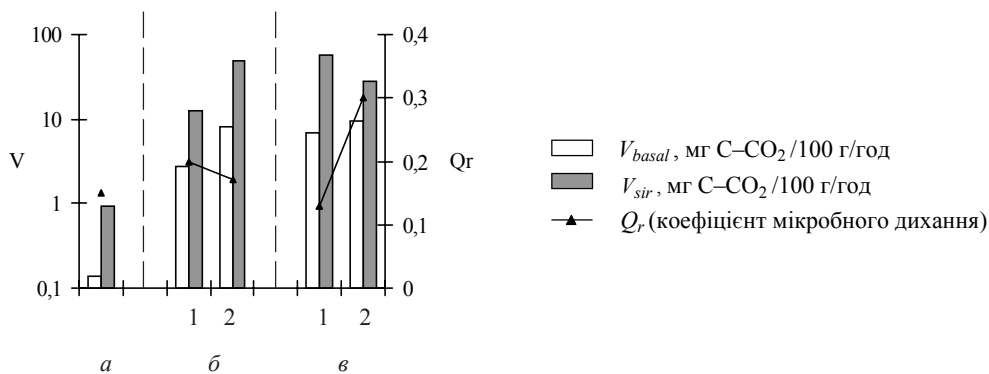
Постійне та інтенсивне рекреаційне навантаження лімітує нагромадження рослинних решток на поверхні і в товщі урбанозему. Запас гумусу, сформований насипним гумусомістким шаром, поступово зменшується за рахунок його механічного руйнування. Поодинокі дрібні корінці, що знаходяться в товщі урбанозему, ніби зацементовані в сильноущільненому блоці і не беруть участі в процесах деструкції. За існуючого кислотнолужного балансу в урбаноземі склались умови домінування мінералізації органічної речовини над гуміфікацією.

Зменшення рекреаційного навантаження на урбанозем до помірного не супроводжується покращенням його еколого-функціонального стану. У випадку одночасного впливу на ґрунтоутворювальний процес двох антропогенних факторів (селітебного та рекреаційного) домінує той, що завдає докорінних механічних трансформацій, охоплюючи всю товщу ґрунтового профілю, тобто селітебний. За таких умов рекреаційне навантаження є вторинним і відіграє лише корегуюче значення під час формування властивостей урбанозему.

Зміна тих чи інших компонентів ґрунту та умов їх функціонування супроводжується перебудовою всього комплексу взаємозв'язаних елементів ґрунтової екосистеми. Різноманітність едафотопів у місті розширює спектр ґрунтово-екологічних умов для розвитку та функціонування різноманітних груп біоти. Найчутливішим до змін водно-фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту в результаті рекреаційного навантаження виявився мікробіоценоз ґрунту.

Рекреаційне навантаження на міські ґрунти є тривалим, але найменш радикальним способом трансформації едафічного середовища в місті. Відповідно мікробне угруповання ґрунтів, змінених рекреаційним навантаженням, встигає частково перебудуватись та адаптуватись до нових ґрунтових умов. Адаптаційні механізми мікробних угруповань прослідковуються в співвідношенні їх реальної та потенційної біогенності.

За умов помірного рекреаційного навантаження на природний ґрунт його мікробіоценоз функціонує стабільно. Найменшою дихальною активністю характеризується мікробне угруповання прогулянкової доріжки, хоча вона на порядок вища за відповідні показники для контролю (за рахунок різкого зменшення кислотності ґрунту) (рис. 2). З віддаленням від прогулянкової доріжки в зоні помірного рекреаційного впливу інтенсивність виділення CO_2 зростає втричі. Відмічено розширення меж коливань параметрів дихальної



а – сірий середньосуглинковий ґрунт (контроль); б – сірий легкосуглинковий ґрунт; в – насипний урбанозем; рекреаційне навантаження: 1 – максимальне; 2 – помірне

Рис. 2. Мікробіотична активність ґрунтів (V) паркових комплексів м. Львова

активності мікроорганізмів на ділянках максимальної дигресії. Значення потенційної біогенності природних ґрунтів парків, розраховане за допомогою показника субстрат-індукованого дихання мікроорганізмів, перевищує реальну дихальну активність у 2–5 разів і також зростає для ґрунтів помірного рекреаційного використання. Для природних ґрунтів парків залежно від інтенсивності впливу рекреації коефіцієнт мікробного дихання знаходиться в межах 0,15–0,2, що відповідає параметрам стабільного функціонування ґрунтової

екосистеми. Отже, після обмеження антропогенного навантаження на ґрунт він зможе відновити рівноважний стан і забезпечити доступність поживного ресурсу для ґрунтової біоти.

Функціонування мікробних угруповань урбанозему, незважаючи на накладання двох типів антропогенного навантаження, є досить збалансованим. Значення чистого дихання коливаються в межах від 6,7 до 9,8 мг С-СО₂/100 г/год і найменшим є в межах прогулянкової доріжки, де спостерігається і максимальне ущільнення урбанозему. Отже, порівняно з селітебним рекреаційним тип використання урбанозему створив стадію спокою для мікробних угруповань, які, незважаючи на несприятливі фізико-хімічні властивості, збалансували свою життєдіяльність. Значення субстрат-індукованого дихання урбанозему зростає в 3–9 разів, порівняно з чистим диханням, і найбільшого значення набуває в зоні помірного рекреаційного навантаження. Загалом мікробне угруповання урбанозему, зміненого рекреаційним навантаженням, демонструє зростання його реальної дихальної активності в 2 рази, а потенційної – в 4 рази порівняно з угрупованням природного ґрунту. Високі значення потенційної біогенності та широкі межі коливань значень коефіцієнта мікробного дихання ($Q_r = 0,1-0,3$) свідчать про значно більші затрати внутрішнього ресурсу мікроугруповань урбанозему для підтримання рівноважного стану в екосистемі.

Зростаюче антропогенне навантаження провокує активізацію діяльності мікробного угруповання з метою повернення стабільності в ґрунтову екосистему. Оскільки в умовах міста практично відсутнє зовнішнє джерело енергії для підсилення їх діяльності, мікроорганізми змушені активно реалізувати свій внутрішній потенціал. Виявлене надмірне зростання потенційної біогенності мікробних угруповань порівняно з реальною засвідчує порушення стабільності в ґрунтовій екосистемі і водночас демонструє її прихований потенціал, який може бути реалізований для відновлення рівноваги.

Неоднорідність еколого-функціональних умов територій парків, які знаходяться під рекреаційним навантаженням різного ступеня, підтверджується результатами багатофакторного регресійного аналізу. Проаналізовано закономірності дихальної активності різних ґрунтів, які зазнали помірного рекреаційного навантаження, і ґрунтів під постійним та інтенсивним навантаженням. Мікробіотична активність природних ґрунтів та урбаноземів, які знаходяться під помірним рекреаційним навантаженням, у першу чергу залежить від кислотно-лужного балансу ґрунту (рис. 3).

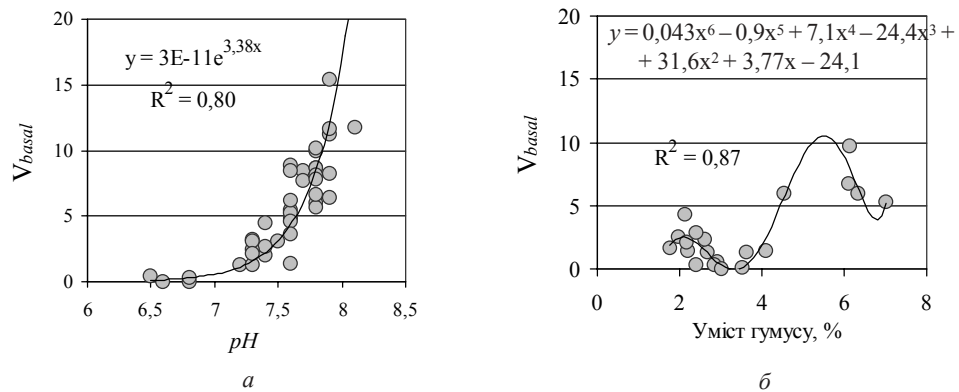


Рис. 3. Вплив умісту гумуса та pH ґрунтового середовища на мікробіотичну активність ґрунту, не збагаченого поживним субстратом (V_{basal} , мг С-СО₂/100 г/год): а – помірне рекреаційне навантаження; б – максимальне рекреаційне навантаження

Вклад решти проаналізованих факторів ґрунтового середовища у дисперсію дихальної активності мікробіоти значно менший, що показано у рівняннях регресії:

$$V_{basal} = 76 \% pH + 5 \% \text{Щ. б.} + 4 \% Hu \quad (R^2 = 85 \%)$$

$$V_{sir} = 60 \% pH + 2 \% \text{Щ. б.} + 1 \% Hu \quad (R^2 = 63 \%)$$

де % – внесок незалежної змінної у дисперсію залежної змінної; pH – актуальна кислотність ґрунту; Щ. б. – щільність будови; Hu – загальний уміст гумусу; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Для урбанозему, зміненого максимальним рекреаційним навантаженням, значущість впливу аналізованих факторів на інтенсивність мікробного дихання розподіляється по-іншому. Відчутно послаблюється вплив актуальної кислотності як на V_{basal} , так і на V_{sir} . Одночасно зростає роль фізичних факторів, а саме щільності будови урбанозему та вмісту гумусу (рис. 3). Так, значення V_{basal} на 88 % залежить від показників вмісту гумусу та щільності будови і лише на 5 % – від реакції ґрунтового середовища. Рівняння регресії для урбанозему склалися таким чином:

$$V_{basal} = 88 \% (Hu + \text{Щ. б.}) + 5 \% pH (R^2 = 93 \%);$$

$$V_{sir} = 44 \% Hu + 15 \% pH + 2 \% \text{Щ. б.} (R^2 = 61 \%).$$

Значимо, що під час аналізу одного фактора на значення V_{basal} та V_{sir} , а саме величини pH , нами виявлено відповідно експоненційну та поліноміальну достовірну їх залежність. Отже, вплив реакції середовища все-таки досить істотний, хоча у випадку зростання впливу вмісту гумусу роль pH стрімко слабне.

Проаналізовані дані дозволяють зауважити, що мікробні угруповання в ґрунтах парків зазнають різноспрямованого та різностороннього антропогенного впливу. З одного боку, це зміни ґрунтового середовища їх існування залежно від походження ґрунтового субстрату (природний чи антропогенний) та його властивостей у відповідь на інтенсивність рекреаційного навантаження (помірне чи максимальне). Середовищні зміни провокують перебудову структури та життєдіяльності мікрогруповань за рахунок використання внутрішнього ресурсу. Надмірне вичерпання внутрішнього потенціалу мікрогруповання супроводжується їх виснаженням, що проявляється у різкому падінні значень дихальної активності.

ВИСНОВКИ

1. Структуру ґрунтового покриву парків м. Львова утворюють гетерогенні та територіально неоднорідні блоки природних та антропогенних ґрунтів, що первинно або вторинно змінені рекреаційним навантаженням. Серед антропогенних ґрунтів переважають урбаноземи.

2. За умов, коли рекреаційне навантаження є домінуючим антропогенним фактором, ступінь трансформації ґрунту залежить від його морфоструктурних особливостей та інтенсивності рекреаційного впливу. Максимальне рекреаційне навантаження провокує погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту (у порівнянні з помірним використанням) та умов нагромадження і розкладу органічних речовин як у природних, так і в антропогенних ґрунтах.

3. За умов природного походження та помірного рекреаційного навантаження мікробценоз ґрунту функціонує не надто активно, але стабільно. Відхилення одного з середовищних факторів у напрямку погіршення спричиняє зміни в функціонуванні мікробних угруповань – або через прояв флуктуаційних стрибків активності, або через повне пригнічення їх життєдіяльності, що супроводжується порушенням стабільності екосистеми, а відтак і функціональної спроможності ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
- Благодатская Е. В., Ананьева Н. Д., Мякшина Т. Н. Характеристика состояния микробного сообщества почв по величине метаболического коэффициента // Почвоведение. – 1995. – № 2. – С. 205-210.
- Вовк О. Б. Оцінка екологічного стану ґрунтів урботехноекосистем Розточчя та Опілля // Наук. зап. Державного природознавчого музею. – Л., 2000. – Т. 15. – С. 139-146.
- Иванникова Л. А. Применение абсорбционного метода для определения естественного потока CO_2 из почвы // Почвоведение. – 1992. – № 6. – С. 133-139.

Карпачевский Л. О., Морозова Г. В., Зубкова Т. А. Структура почвенного покрова в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. – М.: Наука, 1978. – С. 47-52.

Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. – Суми: Університет. книга, 2000. – 203 с.

Кучерявый В. А. Зеленая зона города. – К.: Наук. думка, 1981. – 245 с.

Ландина М. М. Физические свойства и биологическая активность почв. – Новосибирск: Наука, 1986. – 142 с.

Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов / Н. Д. Ананьева, Е. В. Благодатская, Д. Б. Орлинский, Т. Н. Мякшина // Почвоведение. – 1993. – № 11. – С. 72-77.

Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.

Практикум по почвоведению / Под ред. И. П. Гречина. – М.: Колос, 1964. – 423 с.

Чорнобай Ю., Вовк О. Еколого-функціональна категоризація урбанізованих ґрунтів // Проблеми природокористування Карпатського регіону. – Коломия: ІУПР, 2000. – С. 148-150.

Anderson J. H. T., Domsch R. Y. A physiological method the quantitative measurement of microbial biomass in soil // Soil Biol. Biochem. – 1978. – Vol. 2. – P. 219-221.

Надійшла до редколегії 17.01.04