

УДК 631.47.502.3 (477.83)

Екологія

О.Б. Вовк

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ УРБОТЕХНОЕКОСИСТЕМ РОЗТОЧЧЯ ТА ОПІЛЛЯ

Вовк О.Б. Оценка экологического состояния почв урботехноэкосистем Расточья и Ополья // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2000. – 15. – С. 139-146.

Проанализированы особенности формирования антропогенного почвенного покрова урботехноэкосистем Расточья и Ополья. В пределах техногенно-урбанизированного ландшафта различают два почвенных блока: естественно-антропогенный и антропогенный. Приведены показатели физико-химического и биологического состояния измененных почв. Установлено, что ведущий фактор современного почвообразования в урботехноэкосистемах - антропогенная нагрузка, определенная через ее тип, направление, интенсивность и продолжительность действия.

Vovk, O. Evaluation of ecological state of soils in urban technogenic ecosystems of Roztochia and Opillja // Proc. of State Nat. Hist. Museum. – L'viv, 2000. – 15. – P. 139-146.

The peculiarities of forming anthropogenic soil covering in urban technogenic ecosystems of Roztochia and Opillja have been analyzed. Within technogenic urban landscape two soil blocks were selected, the natural anthropogenic and the anthropogenic one. The indices of physical-chemical and biological conditions in disturbed soils have been cited. The anthropogenic pressure of different types, trends, intensity and duration has been stated to be the key factor of modern soil-forming in urban ecosystems.

Відповідно до потреб сьогодення, зокрема з причин зростання об'ємів урбанізації, розвивається новий напрямок в науці про ґрунт. Екологія ґрунту, або екологічне ґрунтознавство ставить своєю метою вивчення складу, структури та функціонування нової екологічної системи - антропогенної (техногенної) зміненої (сформованої) едафотопу та його біотичного комплексу.

Антропогенний ґрунт - новий, мало вивчений об'єкт для сучасної ґрунтознавчої науки. Часто новоутворені ґрунти не відповідають основним характеристикам природних ґрунтів, мозаїчніші та генетично не структуровані. Але, водночас, ґрунтоподібні тіла займають в ландшафті те місце, яке переважно належить ґрунтам і, що особливо важливо, виконують функції ґрунту.

Ґрунтові новоутворення не можна назвати ґрунтами в докучаївському їх розумінні, але будь-які ґрунтоподібні тіла, що знаходяться в умовах безпосереднього впливу на них автотрофів, перетворюються на ґрунт, якщо для цього достатньо часу [4]. Вивчаючи функціональні особливості новоутворених ґрунтових субстратів ми маємо можливість відслідковувати хід процесу ґрунтоутворення з його початкового, 0-пункту, що доповнить існуючі знання про генезис зональних та азональних ґрунтів.

Новоутворені ґрунти міст та кар'єрних комплексів в класичному ґрунтознавстві досліджувались фрагментарно. Значну увагу приділяли формуванню та функціонуванню ґрунтів рекультивованих ландшафтів. Основні тенденції та особливості їх розвитку сформульовано в роботах Л.В. Етеревської [6, 7], Л.В. Моторині [11], Н.Т. Масюка [10], М.Л. Реви [15], Р.Н. Панаса [12] та інших. Однак мало наукових праць присвячено функціонуванню ґрунтів або ґрунтових субстратів техногенних комплексів без проведення рекультивативних робіт, коли формування ґрунтового покриву проходить при самовільному заростанні.

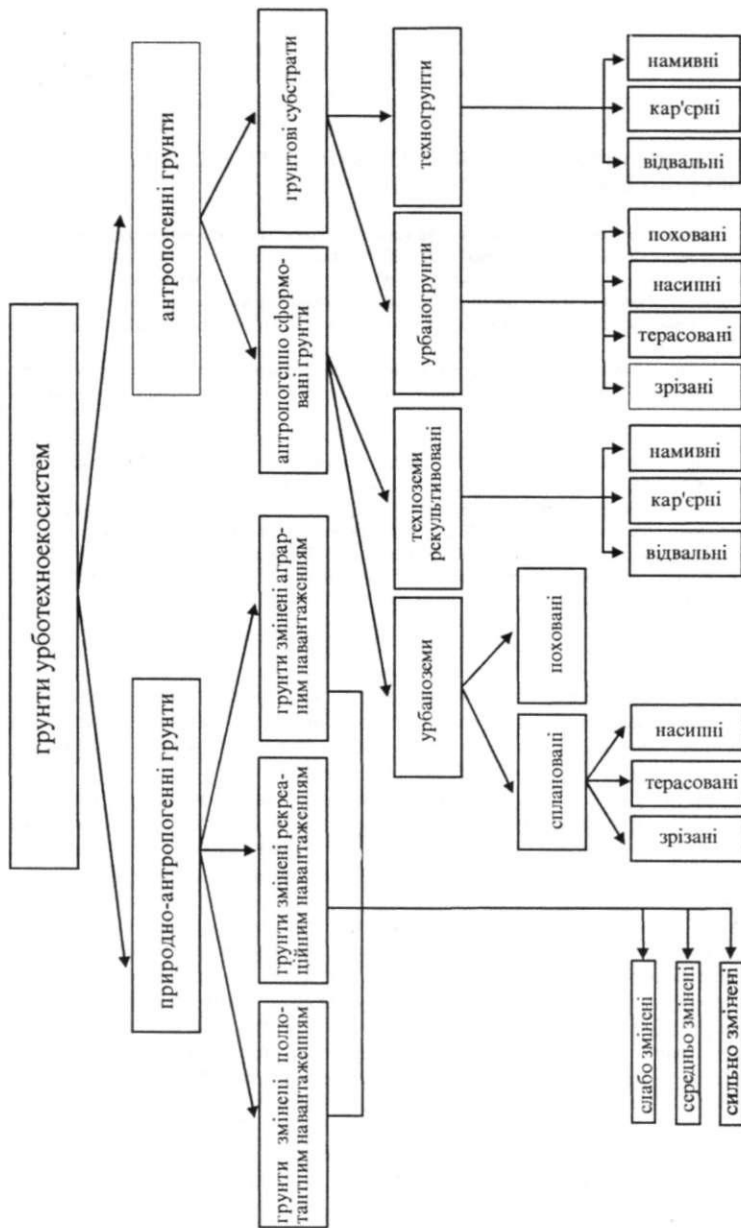


Рис. 1. Структура сучасного ґрунтового покриву урботехноекосистем Розточчя та Опілля (за принципами класифікації І.І.Лебедевої із співавторами, 1993)

Вивчення ґрунтознавцями міських територій - новий напрямок досліджень. За останні десятиріччя екологічний стан природного середовища міста, зокрема його ґрунтового покриву, привертає дедалі більшу увагу науковців. Зважаючи на нестачу фактичного матеріалу лише поодинокі роботи стосуються досліджень охорплене порушених ґрунтів, їхньої класифікації, що є особливо важливо для розвитку нового напрямку досліджень, питань функціонування та морфологічної будови [5, 8, 16, 17]. Найуніверсальнішою на наш час можна вважати класифікацію, розроблену з врахуванням генетико-субстративного підходу [9]. Подана номенклатура охоплює основні типи змінених ґрунтів антропогенізованого середовища, інтенсивність зміни та характеристики новоутворених ґрунтових субстратів. Спираючись на подану класифікацію та на основі власних досліджень розроблена ієрархічна схема порушеного ґрунтового покриву Розточчя-Опілля. Відповідно до обраного поділу та термінології в межах техногенно-урбанізованого ландшафту виділяють два ґрунтових блоки: природно-антропогенний та антропогенний (рис.1).

Об'єкти та методика досліджень

Враховуючи актуальність та новизну згаданих проблем, метою нашої роботи було дослідити основні напрямки зміни або формування порушеного ґрунтового покриву та трансформацію екологічного стану ґрунтів Розточчя та Опілля під впливом основних факторів урботехногенезу (на прикладі районів сучасної житлової забудови, ділянок похованого ґрунту, рекреаційних об'єктів м. Львова та кар'єрних комплексів Розточчя та Опілля). Зауважимо, що станом на 1997р. біля 10 % території Розточчя та Опілля змінено процесами урбанізації та техногенезу, які є одними з домінуючих факторів трансформації природного середовища регіону.

Об'єктом дослідження було обрано сучасний ґрунтовий покрив урботехноекосистем Розточчя та Опілля на рівні основних типів природно-антропогенних та антропогенних ґрунтових виділів.

Для охоплення основних типів трансформації ґрунтового покриву дослідної території, в залежності від її тривалості та інтенсивності, закладено стаціонарні дослідні ділянки та трансекти наростання техногенного пресингу.

Екологічний стан ґрунту визначається ходом та оптимальним співвідношенням основних показників його фізико-хімічних та біологічних властивостей, а саме: вмісту гумусу [13], значення рН [1], водно-фізичних показників [14] та значення біотичної активності: продукції CO₂ ґрунтом, значення метаболічного коефіцієнту [18], співвідношення величин підземної та надземної частин фітомаси угруповань [2]. Лабораторні роботи проводили згідно з методиками ґрунтових та біогеоценотичних досліджень, адаптованими до особливостей об'єкту дослідження.

Результати досліджень

В аналізованих техногенних комплексах ґрунотвірний процес проходить на породних відвалах без нанесення на їхню поверхню родючого шару або потенційно родючих порід (лесовидних суглинків та супісків). В даному випадку ми маємо справу виключно з техноґрунтами, що різняться лише за способом формування: відвальні, кар'єрні і намівні (гідровідвальні та сформовані на ділянках підземної виплавки сірки). Фізичні властивості техноґрунтів значною мірою спричинені механічним складом вскришних порід, що беруть участь в їхньому формуванні. Так, середні значення щільності будови ґрунтового субстрату, сформованого на дрібноземі опоки (більша частина глинистих сполук) відповідає фоновим значенням (контрольне значення щільності будови дерново-підзолистих ґрунтів Розточчя -0.9 г·см⁻³) (таблиця). Тоді, як техноґрунти, сформовані на дрібноземі вапняку та пісковіку,

мають щільність будови в середньому $1,3 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$. Хоча їхній функціональний стан на сьогоднішній день однаково незадовільний, в першому випадку процеси самовідновлення проходять швидше. Порівняння просторових змін значень щільності будови техногрунтів свідчить, що найбільше ущільнення верхнього шару спостерігається в днищі кар'єру та на ділянках постійної експлуатації з зародковим ґрунтовим субстратом.

Знаходячись в залежності від фізичних параметрів техногрунтів, запаси вологи зменшуються в напрямку зростання інтенсивності техногенного навантаження (від 18,8 мм на контрольній ділянці до 4,9 мм у днищі кар'єру), що супроводжується формуванням ксерофітних рослинних угруповань. Підземна частина фітомаси таких угруповань значно перевищує надземну, в середньому їх співвідношення становить 1:3. При самовільному заростанні структура рослинних угруповань визначається фізико-хімічними властивостями гірської породи та екологічними умовами середовища, не маючи в основі насінневого потенціалу ґрунту (ґрунт як депо насіння та зачатків). Власне, сучасне функціонування ґрунтових субстратів в оточенні менш порушених ландшафтів і закладає екологічний потенціал майбутнього ґрунту.

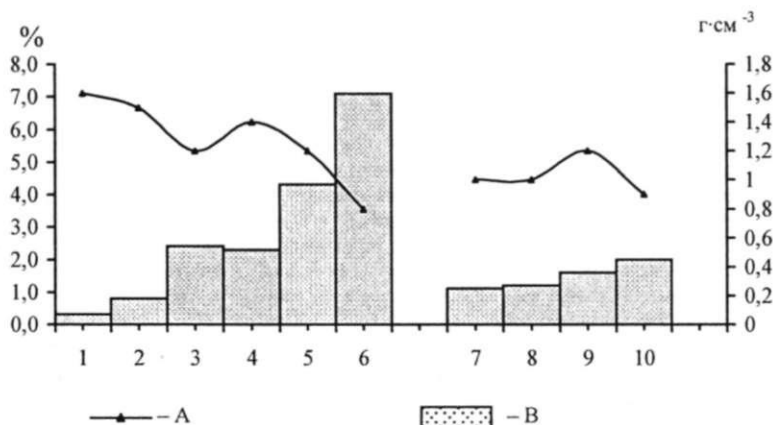


Рис. 2. Хід показників щільності будови та вмісту гумусу ґрунтових субстратів в техногенних рядах кар'єрних комплексів Розточчя та Опілля (червень 1998 р.).

Умовні позначення: А - щільність будови ґрунту, $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$; Б - вміст гумусу, %; 1 - 6 - дослідні ділянки в межах вапняково-мергелевого кар'єру (Опілля); 7 - 10 - дослідні ділянки в межах кар'єру опоки (Розточчя).

Примітка. Послідовність розташування точок відповідає зменшенню інтенсивності техногенного навантаження.

Вміст гумусу в ґрунтових субстратах техногенних комплексів також знаходиться в прямій залежності від інтенсивності навантаження, тобто зростає від ділянки максимального навантаження до умовно контрольної (рис.2). Перші морфологічні ознаки формування гумусового горизонту можна спостерігати на ділянках, що не використовуються протягом хоча б 5-10 років. На відвалах третинних глин сірчанних родовищ процес нагромадження органіки проходить повільніше. Тривалим є процес адаптації гірських порід, які не є ґрунтоутвірними, до процесу ґрунтоутворення, змінюється структура породи, покращуються її водно-фізичні властивості. На ділянках, де знищення ґрунтового покриву супроводжувалось забрудненням субстрату токсичними речовинами (ділянки підземної виплавки сірки та хвостосховищ сірчанних кар'єрів) і рослинний покрив практично відсутній, нагромадження

органіки, а отже і відновлення ґрунту або ґрунтового субстрату, який зміг би виконувати функції ґрунту, можливе лише після проведення докорінної рекультиватії.

Важливим лімітуючим фактором ґрунтового середовища є значення його кислотності. Лужна реакція середовища (значення рН змінюється від 7.0 до 8.0) викликає погіршення сорбційних властивостей ґрунту, а як результат вимивання органічних речовин з його профілю. Малі запаси гумусу, лужне середовище та опосередкований вплив водних показників ґрунту, як лімітуючого фактора, погіршують процес засвоєння поживних речовин та спричиняють пригнічення мікробіотичної активності ґрунту.

В урбоекосистемах напрямки трансформації ґрунтового покриву визначаються функціональним призначенням території та особливостями її ландшафтної структури. Райони сучасної забудови та рекреаційні об'єкти з найбільш трансформованим ґрунтовим покривом становлять біля 60 % від загальної площі міста.

Урбаногрунти та урбаноземи (проведено конструювання ґрунтового профілю) сформовані в районах житлового будівництва шляхом насипання, підірвання та терасування природної поверхні. Для них характерні порушення структури генетичних горизонтів, зміни в гранулометричному складі ґрунту за рахунок включень різномірного будівельного сміття та трансформація водно-фізичних властивостей. Щільність будови ґрунтових субстратів підвищується до 1.5 - 1.7 г·см⁻³, загальна пористість до 50 - 55 % за рахунок відходів будівництва, уламків значного розміру, що впливають на структуру та водно-сорбційні властивості субстрату.

Техногенна редукція верхніх ґрунтових горизонтів, без подальшого їх поновлення, викликає дефіцит органічної речовини (загальний вміст гумусу лише 0.5 - 3.0 %) (таблиця). Низька актуальна кислотність (рН біля 8.0) та нестача органічної речовини зумовлюють зміни мікробного комплексу ґрунтової екосистеми. Підтвердженням цього є надзвичайно низьке значення метаболічного коефіцієнту, що свідчить про пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. На поодиноких ділянках, де проведено конструювання ґрунтового профілю, вміст гумусу досягає 4-5 %, а процеси задержування відбуваються набагато швидше.

Динаміка показників водно-фізичного стану похованих техноґрунтів значною мірою залежить від неструктурованості та різномірності субстрату. Прослідковується зменшення значень пористості та повної вологості до глибини 80-90 см і поступове їх зростання глибше 90 см (рис.3). За цією ж схемою змінюється значення актуальної кислотності.

Результатом рекреаційного використання території стає не тільки розгалужена інфраструктура сильно ущільнених доріжок, але й формування обабіч них зони інтенсивного впливу рекреації шириною від 1 - 3 м в залежності від інтенсивності використання. В більшості випадків рекреаційному впливу піддаються природні ґрунти, але трапляються і випадки коли антропогенно змінений ґрунт зазнає повторної трансформації у вигляді рекреаційної дигресії (територія старих парків м. Львова).

У випадку відсутності підстилки і надземного рослинного покриву, пряму механічному впливу піддається верхній гумусовий горизонт ґрунту, що приводить до погіршення показників водно-фізичного стану ґрунту. Так, щільність будови верхнього шару природних ґрунтів контрольної ділянки коливається в межах 0.75-1.06 г·см⁻³, тоді як на прогулянковій стежці цей показник становить 1.7-1.9 г·см⁻³. Відповідно зменшуються пористість та фільтраційні властивості ґрунту, погіршується його водопроникність, що, в свою чергу, призводить до розвитку

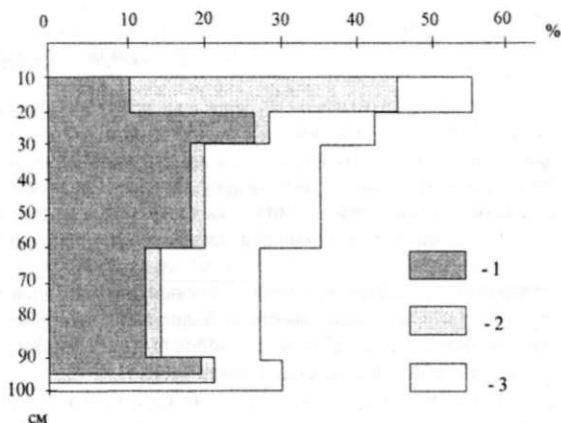


Рис. 3. Зміна показників водно-фізичного стану похованих ґрунтів м. Львова з глибиною. Умовні позначення: 1 – польова вологість; 2 – загальна пористість; 3 – повна вологоємність.

процесів ерозійного розмиву. За умов ущільнення до глибини 0-10 см, знижуються показники дихання ґрунту порівняно з неущільненими ділянками в 1.2 - 2.9 рази.

Порівняльна характеристика властивостей природних, природно-антропогенних та антропогенних ґрунтів Розточчя та Опілля

Таблиця

Основні показники стану ґрунту	Природні ґрунти	Природно-антропогенні ґрунти	Антропогенні ґрунти	
			Урбаноземі (техноземі)	Урбаногрунти (техногрунти)
Глибина відбору, см	0-10	0-10	0-10	0-10
Польова вологість, %	30.4±1.3	15.4±0.9	15.5±3.1	3.3±1.5
Щільність будови, г·см ⁻³	0.9±0.2	1.9±0.1	1.2±0.04	1.5±0.1
Щільність будови твердої фази, г·см ⁻³	2.5±0.1	2.6±0.1	2.6±0.01	2.7±0.1
Пористість, %	65.6±3.9	29.3±0.8	52.3±1.8	44.7±1.2
Вміст гумусу, %	3.4±1.2	2.1±0.2	3.9±0.3	0.8±0.1
Значення рН	3.9±0.1	7.5±0.1	8.1±0.1	7.2±0.1
Метаболічний коефіцієнт	0.04±0.03	0.4±0.3	0.2±0.3	1.2±0.03
Надземна частина фітомаси, кг·м ⁻³	21.9±1.1	–	4.9±0.8	1.5±0.6
Підземна частина фітомаси, кг·м ⁻³	7.2±1.1	–	5.8±0.8	6.9±3.8

Оцінюючи стан ґрунтового субстрату при зменшенні рекреаційного навантаження, бачимо, що вже на відстані 2 м від полотна основної стежки щільність будови горизонту 0-10 см становить 1.4 г·см⁻³, а пористість зростає до 40 %. Тобто з віддаленням від зони максимального навантаження функціональні властивості ґрунту поступово покращуються.

Подані вище результати дають можливість оцінити ґрунтовий компонент урботехноекосистем з точки зору його придатності для формування та функціонування угруповань ґрунтової біоти. Комплекси ґрунтових тварин, наприклад, угруповання

ногохвісток, чутливо реагують на зміни структури та функціональних показників ґрунтових субстратів. Спроба проведення комплексної оцінки екологічного стану ґрунтових субстратів парку "Знесіння" (м. Львів) на основі проєкції ходу фізико-хімічних показників на особливості формування угруповань ногохвісток виявила їх взаємну обумовленість. Проведені дослідження підтвердили, що зростаюча інтенсивність техногенного навантаження на розглянуті ділянки спричинює найбільшу відносну чисельність компостних, рудеральних та синантропних видів ногохвісток у спектрі екогруп. Водночас, прослідковується тенденція збільшення відносної чисельності ногохвісток верхньо-ґрунтової і глибоко-ґрунтової життєвої форми відповідно до збільшення вмісту гумусу в ґрунтових субстратах, тоді як коливання рівня польової вологості ґрунту впливає на перерозподіл екологічних груп в структурі угруповань ногохвісток (ксерорезистентних, мезофільних та гігрофільних) [3].

Висновки

1. Домінуючими напрямками урботехногенезу природного середовища Розточчя-Опілля виступають техногенне руйнування поверхні внаслідок гірничих розробок відвального та безвідвального виробництва і трансформація ландшафту внаслідок урбанізації території. Аналіз впливу визначених напрямків, поряд із сільськогосподарським використанням, дають цілісну картину антропогенної трансформації території регіону.

2. Ведучим фактором сучасного ґрунтоутворення в урботехносистемах є антропогенне навантаження з огляду на його тип, напрям, інтенсивність та тривалість. В результаті цього формується домінуючий блок антропогенних ґрунтів, а саме ґрунтових субстратів представлених техноґрунтами та урбаногрунтами. Техноземи та урбаноземи - антропогенні ґрунти з шієспрямовано конструйованим ґрунтовим профілем, представлені фрагментарно.

3. Сучасний екологічний стан порушених ґрунтів можна описати рядом закономірностей в ході їх фізико-хімічних та біотичних показників, а саме: зростанням щільності будови та щільності твердої фази ґрунту і, як наслідок, зменшення пористості та водопроникності. Прослідковується тенденція улужнення зміненого середовища, в порівнянні з фоновими значеннями. Оскільки формування гумусових горизонтів ґрунтового профілю знаходиться на зародковому етапі, вміст гумусу рідко перевищує 2%.

4. Погіршення середовищних функцій ґрунту обумовлює зміни в його біотичному комплексі. Змінюється величина насичення ґрунту корінням та співвідношення надземної та підземної частин фітомаси рослинних угруповань. Прослідкована залежність в формуванні угруповань ногохвісток від ходу таких показників, як вміст гумусу, польова вологість, значення рН. Зростання значення метаболічного коефіцієнту, відповідно до наростання інтенсивності антропогенного навантаження, відображає пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів.

Техногенез природного середовища викликає незворотні зміни ландшафтів та заміну їх антропогенними. Динамічної рівноваги в урботехноекосистемі можна досягти лише шляхом шієспрямованого управління природно-соціальними процесами, орієнтованого на чітке врахування екологічних чинників. Проведені дослідження дають можливість всебічно оцінити механізм формування та функціонування новоутворених ґрунтів міста. Досліджені природно-антропогенні комплекси Розточчя та Опілля становлять натуральні модельні об'єкти щодо природних процесів поновлення екологічних функцій ґрунтів і тому заслуговують на подальше поглиблене вивчення з метою пошуку шляхів регенерації порушеного біогеоценотичного покриву.

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 487 с.
2. Быстрый В.А. О методах изучения корневых систем растений // Почвоведение, 1974. - №4. - С. 155-158.
3. Вовк О.Б., Шрубевич Ю.Ю. Оцінка екологічного стану техногрунтів парку «Знесіння» (м. Львів) // Вісник ЛДУ, серія географічна. - Львів, 1999. - Вип. 25. - С. 95-96.
4. Дмитриев Е.Ф. Почва и почвоподобные тела // Почвоведение, 1996. - № 3. - С. 310-319.
5. Геннадиев А.Н., Солнцева Н.П., Герасимова М.И. О принципах группировки и номенклатуры техногенно-измененных почв // Почвоведение, 1992. - № 2. - С. 49-60.
6. Етеревская Л.В., Михновская А.Д., Угарова В.А. Общее направление почвенных и агрохимических исследований при решении задач биологической рекультивации // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. - М.: Наука, 1978. - С. 105-113.
7. Етеревская Л.В., Угарова В.А. Процессы почвообразования в техногенных ландшафтах степи УССР // Почвообразование в техногенных ландшафтах. - Новосибирск: Наука, 1979. - С. 140-156.
8. Келеберда Т.Н., Другов А.Г. О систематике и классификации почв, образованных в процессе техногенеза // Почвоведение, 1983. - № 11. - С. 17-21.
9. Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Шишов Л.А., Суханов П.А., Перцович А.Ю. Антропогенно-преобразованные почвы: эволюция и систематика // Почвоведение, 1996. - № 3. - С. 351-358.
10. Масюк Н.Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах произведенной добычи полезных ископаемых // Рекультивация земель. - Днепропетровск: СХИ, 1974. - С. 62-105.
11. Моторина Л.В. Рекультивация земель в общей системе оптимизации природно-техногенных ландшафтов // Рекультивация земель. - Тарту, 1975. - С.3-5.
12. Панас Р.М. Рекультивация порушенных земель у заходному регіоні України: стан, досвід і проблеми // Агрохімія і ґрунтознавство. - Харків, 1998. - С. 105-106.
13. Практикум по агрохимии /Под ред. В.Г. Минеева/. - М.: Из-во МГУ, 1989. - 304 с.
14. Практикум по почвоведению /Под ред. И.П. Гречина/. - М.: Колос, 1964. - 423 с.
15. Рева М.Л. Антропогенные ландшафты Донбасса // Географ. исслед. в Донбассе. - Донецк, 1975. - С. 62-65.
16. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение, 1997. - № 1. - С.96-101.
17. Тонконогов В.Д., Шишов Л.Л. О классификации антропогенно-преобразованных почв // Почвоведение, 1990. - № 1. - С. 72-79.
18. Beck T., Joergensen R.G., Kandeler E., Makeshin F., Nuss E., Oberholzer H.R., Scheu S. An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass C // Soil Biol. Biochem.. - 1997. - Vol. 29, N.7. - P. 1023-1032.

Державний природознавчий музей НАН України, Львів.