

УДК 630.13/233:574.4./5(477.62)

СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ МЕЗОФАУНИ В ЗАХИСНО-ДЕКОРАТИВНИХ НАСАДЖЕННЯХ НА ТЕРИКОНАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНБАСУ

Л. С. Киричок¹, М. М. Ільєнко², О. В. Безкровна²

¹ Національний аграрний університет, вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041 Україна

² Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64, Київ, 01033 Україна
E-mail: bezkrovna@mail.ru

Прийнято 23 січня 2006

Структура сообществ мезофауны в защитно-декоративных насаждениях на терриконах угольных шахт Донбасса. Киричок Л. Г., Ильенко Н. Н., Безкровная Е. В. — Приведены результаты исследования почвенной мезофауны в защитно-декоративных насаждениях на шахтном отвале. Выявлено 20 видов коллембол и представители 10 групп других беспозвоночных животных, плотность популяций которых зависит от развития растительности и эдафотопы, положения участка на катене и экспозиции склона. Наиболее благоприятные условия для развития почвенного зооценоза складываются в насаждениях древесно-кустарникового и древесно-теневого типа с кустарником.

Ключевые слова: террикон, защитно-декоративные насаждения, мезофауна, микроартроподы, ногохвостки, клещи, сукцессия.

The Structure of Mesofauna Community in Protective-Decorative Plantations on Mine-Coal Dumps of the Donetsk Basin. Kirichok L. G., Ilenko M. M., Bezukrovna O. V. — The results of the soil mesofauna investigation in protective-decorative plantations of trees on the mine-coal dump are presented. 20 species of springtails and the representatives of 10 other groups of invertebrate animals were registered. Their population density depends on vegetation development and edaphotope, position of the site on catena and slope exposition. The most suitable conditions for soil zoocenosis development are formed in plantation of tree-bush type and shady tree type with bushes.

Key words: dump, protective-decorative plantations, mesofauna, microarthropods, springtails, mites, succession.

Вступ

На терриконах вугільних шахт рослинність і тваринне населення, а також ґрунти формуються заново на практично безживних глибинних гірських породах, що винесені на земну поверхню. Одними з перших заселяють безживні гірські породи угруповання безхребетних тварин, які беруть участь у процесах ґрунтоутворення як прямі деструктори органіки та каталізатори мікробних процесів розкладу. Безхребетні відіграють роль індикаторів сукцесійних змін, що відбуваються на рекультивованих землях після видобутку копалин. Оскільки тваринний світ ґрунтів повільніше, ніж рослинний покрив змінюється під впливом антропогенних факторів, екологічні показники ґрунтової мезо- і мікрофауни для діагностики ґрунтових умов більш інформативні, ніж показники рослинного покриву. Радикальні зміни ґрунтового зооценозу відображають більш глибокі порушення в екосистемах, ніж зміни рослинного покриву, що дає вагомий підстави використовувати стан ґрунтового зооценозу для характеристики розвитку і формування ґрунтів на порушених землях (Кулик, 2003; Кульбачко, 2003).

Угруповання ногохвісток (*Collembola*) є однією з найважливіших груп населення будь-яких ґрунтів. Чутливо реагуючи на зміни ґрунтового середовища та рослинного покриву, угруповання колембол слугують об'єктами біоіндикації та моніторингу різноманітних зовнішніх впливів. Особливо велике значення ногохвістки як вторинні руйнівники органіки мають там, де первинний розклад здійснюється мікроорганізмами. Нарівні з кліщами колемболи є активними регуляторами швидкості розвитку мікроорганізмів, вони сприяють інкорпорації різноманітної органіки в мінеральний шар гумусу (Чернова, 1977).

Вагомим узагальненням вивчення мікроартропод техногенних ґрунтів є дослідження буровугільних відвалів Сибіру (Стебаєва, Андриевский, 1997). Було встановлено, що зі збільшенням віку відвалів виявляються загальні тенденції зростання видової різноманітності, щільності, зміни структури домінування угруповань колембол і панцирних кліщів. У цілому чітко простежувалася тенденція чисельного переважання на відвалах видів підстилкового комплексу, слабка представленість підстилково-ґрунтових форм, відсутність або низька щільність еуедафічних форм, типових для природних систем.

У ході дослідження кам'яновугільних відвалів шахт Донбасу були виявлені основні риси формування комплексу колембол в ході відвальної сукцесії (Тимошенко, 1995). Угруповання колембол на відвалах мають спільні риси з угрупованнями колембол інших порушених земель, а спектр їхніх життєвих форм змінюється в ході сукцесії від домінування верхньопідстилкових форм до зростання частки нижньопідстилкових. Підстилково-ґрунтові форми з'являються лише на останніх етапах відновлювальної сукцесії.

При співставленні цих даних з даними інших авторів (Dunger, 1958; Parsons, Parkinson, 1986) виявляються спільне для різних відвалів переважання в угрупованнях колембол підстилкових форм, а з віком екосистеми — зниження ступеня домінування верхньопідстилкових форм зі збільшенням частки еуедафічних форм. Наведені відомості підтверджують, що процес відвальної сукцесії техногенних ґрунтів характеризується закономірними змінами представників мезофауни, які простежуються на різних за походженням та територією розташування шахтних відвалах.

Як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі розглядаються питання видового складу та щільності популяцій окремих видів ґрунтової мезофауни в умовах самозаростання відвалів, але практично відсутні роботи, в яких досліджується ґрунтова мезофауна у штучних насадженнях на відвалах при певному складі дерев і кущів, у той час як саме останні визначають особливості ґрунтової фауни. Про чітку залежність видового складу і щільності населення ґрунтових безхребетних тварин і мікроорганізмів від складу деревостану свідчать дослідження, що стосувалися штучних лісів у дібровах (Гордієнко та ін., 1996, 1999).

Мета даного дослідження полягає у визначенні видового складу, щільності та біоіндикаційних параметрів населення мезофауни, зокрема ногохвісток, як індикаційної групи у різних за типом, складом і видовою захисно-декоративних лісостанах 32-річного віку на териконі шахти № 1/2 у м. Донецьку.

Матеріал і методи

Видовий склад, щільність та інші біоіндикаційні параметри населення мезофауни визначали у зразках підстилки і ґрунту, які були відібрані на териконі шахти № 1/2 у насадженнях, що репрезентовані пробними площами 13—16, а також на безлісовій вершині. Контролем слугували зразки, відібрані у парку ім. Щербакова, де деревостан складається переважно з клена гостролистого *Acer platanoides* L., ясеня ланцетного, акації білої; у підліску переважає горобина звичайна *Sorbus aucuparia* L. з домішкою бирючини звичайної *Ligustrum vulgare* L. та свидини білої *Swida alba* (L.) Oriz, що зростають на чорноземі звичайному малогумусному, сформованому на елювії глинистих сланців.

Зразки відбирали стандартним пробовідбірником з робочою площею 25 см² у 15-разовій повторності. Усього було відібрано 94 зразки, їх експонували у лійках Тульгрена протягом 5 діб. Отриманий матеріал камерально обробляли за загальноприйнятою методикою з виготовленням мікропрепаратів у рідині Фора-Берлезе. Препарати вивчали на мікроскопі МБІ—15 із застосуванням імерсійної оптики і фазово-контрастного пристрою та на мікроскопі Jenaval. Було визначено близько 3,5 тис. екз. колембол за відомими роботами: до роду (Определитель..., 1984), до виду (Gisin, 1960; Fjellberg, 1980). Дані були оброблені за загальними методами біометрії (Лакин, 1984; Плохинский, 1970) та за допомогою пакету програми Statistica 5.0. Класифікацію ногохвісток за екологічними характеристиками подано за А. Ф'ельберг (Fjellberg, 1980). Належність видів до певної групи життєвих форм визначали за класифікацією С. К. Стебаєвої (Стебаєва, 1970).

Результати та обговорення

Лісівничо-таксаційна характеристика захисно-декоративних насаджень на пробних площах (ПП), де вивчалася ґрунтова мезофауна, наведена у таблиці 1. ПП 13 і 16 репрезентують насадження, що зростають на схилі південної, а ПП 14 і 15 — північної експозиції. Всі насадження на ПП складаються з панівного та підлеглого ярусів. У панівному ярусі домінує акація біла, за винятком ПП 14, де перший ярус представлений мішаним деревостаном з акації і дуба. Підлеглий ярус утворюють мішані деревостани з перевагою у складі акації білої, за винятком ПП 14, де домінує ясен ланцетний. За контрольний варіант були обрані угруповання парку ім. Щербакова.

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційна характеристика захисно-декоративних насаджень
Table 1. Forestry estimation characteristic of protective and decorative plantation

Склад насаджень	Середнє		Повнота деревостану	Бонітет	На 1 га	
	Висота, м	Діаметр, см			Кількість дерев, шт.	Запас, м ³
ПП13						
І яр: 10Аб+Дз*	9,7	10	0,69	II	1310	61
II яр: 5Аб2Гшз2Яла1Дз	4,8	5	0,84		2390	16
Підлісок: 5Бюз4Скз1Жт+КиБ	1,6	190	—		1030	—
ПП14						
І яр: 6Аб3Дз1Яла	10,1	12	0,68	II	1130	65
II яр: 7Яла2Аб1Дз	4,1	5	0,35		1370	—
Підлісок: 9Скз1Жт+КиБ	1,2	130	—		360	—
ПП15						
І яр: 10Аб	12,8	15	0,65	I	810	69
II яр: 6Аб4Яла	4,9	6	0,39		1200	8
Підріст 10Яла	0,7	—	—		3000	—
ПП16						
І яр: 10Аб	7,9	8	0,88	III	1880	44
II яр: 7Аб3Яла	4,1	4	0,41		2220	6
Підріст10Яла	0,7	—	—		1500	—

* У таблиці наведено загальноприйняті скорочення, що характеризують склад насаджень. Нижче наводимо їхній зміст.

ПП 13 – I ярус повністю складається з насаджень акації білої – *Robinia pseudoacacia* L. з домішкою дуба звичайного – *Quercus robur* L.; II ярус на 50% складається з насаджень акації білої, на 20% із груші звичайної – *Pyrus communis* L., на 20% – із ясена ланцетного – *Fraxinus lanceolata* Vorkh., на 10% – із дуба звичайного; підлісок на 50% складається із бирючини звичайної – *Ligustrum vulgare* L., на 40% – із скумпії звичайної – *Cotinus coggigria* Scop., на 10% – із жимолості татарської – *Lonicera tatarica* L. з домішкою кизильника чорноплідного (блискучого) – *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. et Blytt.

ПП 14 – I ярус на 60% складається із насаджень акації білої, на 30% – із дуба звичайного, на 10% – із ясена ланцетного; II ярус на 70% складається із насаджень ясена ланцетного, на 20% – із акації білої, на 10% – дуба звичайного; підлісок на 90% складається з насаджень скумпії звичайної, на 10% – із жимолості татарської з домішкою кизильника чорноплідного (блискучого).

ПП 15 – I ярус повністю складається з насаджень акації білої; II ярус на 60% складається з насаджень акації білої, на 40% – із ясена ланцетного; підріст повністю складається з насаджень ясена ланцетного.

ПП 16 – I ярус повністю складається з насаджень акації білої; II ярус на 70% складається з насаджень акації білої, на 30% – із ясена ланцетного; підріст повністю складається з насаджень ясена ланцетного.

Лісові насадження на ПП разом з безлісовою вершиною відображають різні етапи рослинної сукцесії на териконі, за кінцеву фазу якої прийнята стійка природна екосистема на контрольній ділянці. Початковий етап відновлювальної сукцесії має місце на вершині терикону, позбавленій рослинності, де ґрунтоутворення знаходиться на стадії фізичного (особливо термічного) і хімічного вивітрювання відвальної породи. Кінцеві етапи сукцесії мають місце у складних мішаних деревостанах деревно-кущового (ПП—13) і деревно-тіньового типу з кущами (ПП—14), де активно відбувається процес ґрунтоутворення. На проміжних етапах сукцесії знаходяться лісостани на ПП 15 і 16: до 20-річного віку вони являли собою монокультури білої акації, і тільки з появою підросту ясена ланцетного у цих насадженнях сформувалася лісова підстилка і помітно активізувався ґрунтоутвірний процес. Слід відзначити, що швидкість сукцесійних змін вища у насадженнях на схилах північної експозиції (ПП 14, 15), де більш сприятливий гідротермічний режим. Однак і на південних схилах розвинена ярусність насад-

жень, куші, наявність підстилки створюють кращі мікрокліматичні умови і прискорюють сукцесію (ПП 13). Різноманітність лісових фітоценозів та ґрунтових умов дозволили виявити основні риси формування комплексу безхребетних тварин у ході загальної сукцесії на териконі.

Усього на териконі було виявлено 20 видів ногохвісток і представників 10 груп інших безхребетних тварин. У контрольному варіанті було зареєстровано 23 види колембол та представники 11 груп інших безхребетних тварин. На окремих пробних площах видове різноманіття угруповань ґрунтової мезофауни менше і знаходиться у залежності від стадії розвитку едафотопу і рослинності, положення ділянки на катені та експозиції схилу (табл. 2).

Нами було проведено співставлення даних видового різноманіття і загальної чисельності колембол у різних лісостанах (табл. 2). На момент досліджень найкращі умови, придатні для мешкання колембол, сформувалися у більш досконалих з лісівницької точки зору насадженнях на ПП 13 і 14, де були виявлені відповідно 16 і 15 видів. Більш різноманітна рослинність на цих ПП

Таблиця 2. Розподіл видів колембол в насадженнях на териконі
Table 2. Collembolan species distribution in plantations on mine-coal dumps

Вид	Пробні площі				Безлісо- ва вер- шина	Контроль
	13	14	15	16		
I. Поверхнева і верхньопідстильова група						
Атмобіонти						
<i>Orchesella cincta</i> Linnaeus, 1758	—	—	—	—	—	+
Верхньопідстильова форма						
<i>Desoria violacea</i> (Tullberg, 1876)	+	+	+	+	—	+
<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitch, 1863)	+	+	+	—	—	+
<i>S. niger</i> (Lubbock, 1868)	+	—	—	—	—	+
<i>S. trinotatus</i> (Axelson, 1905)	+	+	+	—	—	—
<i>Schoettilla ununguiculata</i> (Tullberg, 1869)	—	+	+	—	+	+
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	+	—	+	—	—	+
<i>Entomobrya nivalis</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	—	—	+
<i>E. multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	—	—	—	—	—	+
II. Напівґрунтова група						
Нижньопідстильова форма						
<i>Pseudosinella octopunctata</i> Вцгнер, 1901	+	+	+	—	—	+
<i>P. sexoculata</i> Schott, 1902	+	—	+	+	+	+
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schaffer, 1896)	+	+	+	—	—	+
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	—	—	—	—	—	+
Підстильово-ґрунтова форма						
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	+	+	+	—	—	+
<i>Folsomia volgensis</i> Martynova, 1967	+	+	+	—	—	+
<i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922	—	+	—	—	—	+
<i>F. marchicus</i> (Frenzel, 1941)	—	+	—	—	—	+
III. Ґрунтова група						
Верхньоґрунтова форма						
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson, 1906)	+	+	—	—	—	+
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	+	+	—	—	—	+
Глибокоґрунтова форма						
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	+	+	+	—	—	+
<i>M. josii</i> (Rusek, 1967)	+	—	+	—	—	+
<i>Willemia scandinavica</i> Stach, 1949	+	—	—	—	—	+
<i>Micranurida pygmaea</i> Börner, 1901; Stach, 1949	+	+	+	—	—	+
IV. Спеціалізована група						
Синекоморфи						
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet, 1842	—	+	—	—	—	+

забезпечує формування потужної підстилки і створює сприятливі умови для розвитку ґрунтової мезофауни. У чистих деревостанах акації з підростом ясена видове різноманіття колембол у насадженні на північному схилі представлене 13 видами (ПП 15), тоді як на південному схилі виявлено лише 2 види (ПП 16), як і на безлісовій вершині терикону.

Значні відмінності видового багатства колембол на досліджених пробних площах, певно, пояснюються також вагомим впливом абіотичних чинників на ґрунтове населення.

Щільність населення колембол на дослідних об'єктах менша, ніж на контрольній ділянці, і майже відповідає видовій різноманітності, але різні гідротермічні умови, що складаються на схилах різних експозицій, вносять свої корективи, тому на південних схилах вона менша, ніж на північних (табл. 3). Крім того, щільність колембол залежить від положення ділянки на катені. Так, на елювіальній позиції ПП 14 щільність угруповань колембол становить 6500 екз/м², на транзитній – 3000 екз/м², а на алювіальній 7000 екз/м². Очевидно, на верхній частині схилу і біля підніжжя терикону має місце більша стабілізація едафічних умов, що пов'язано з більшою стійкістю поверхні порівняно з серединою схилу.

Таким чином, видовий склад і щільність угруповань колембол відображає стан рослинності і ґрунту і може служити біоіндикатором сукцесійних змін в процесі заліснення териконів.

Аналіз угруповань колембол за співвідношенням життєвих форм виявив присутність представників поверхневої і верхньопідстилкової груп на всіх пробних площах і на вершині терикону, причому їх частка у спектрі життєвих форм залишається постійно високою, як і у контрольному варіанті. Найбільш поширеним видом цієї групи є *Desoria violacea*.

Нижньопідстилкові види (геміедафобіонти) також виявлені на всіх дослідних об'єктах. Разом з верхньопідстилковими видами вони складають 50% і більше всього різноманіття колембол, а на початкових етапах сукцесії – 100%. Переважання цих двох життєвих форм колембол можна пояснити їхньою резистентністю до висушування і перегрівання поверхні відвалів. Домінуючим нижньопідстилковим видом у насадженнях є *Pseudosinella octopunctata*. Саме цей

Таблиця 3. Склад та щільність груп безхребетних тварин в насадженнях на териконі, екз/м
Table 3. Composition and density of invertebrate animals groups in plantation on the mine-coal dump, spec/m

Видовий склад	Пробні площі				Безлісова вершина	Конт- роль
	13	14	15	16		
Ногохвістки (<i>Collembola</i>)	3500	5500	3200	1000	6000	11 800
Панцирні кліщі-орібатеї <i>Oribatei</i>	5560	8840	520	440	3906	360
Акароїдні кліщі	7760	7292	9608	8888	729	4108
Ряд <i>Acariformes</i>						
Надродина <i>Acarioidea</i>						
Гамазові кліщі (<i>Parasitiformes, Gamasoidea</i>)	240	214	714	185	—	615
Круглі черви (<i>Nematoda</i>)	—	27	—	—	—	—
Малощетинкові черви (<i>Oligochaeta</i>)	264	595	150	67	—	57
Багатоніжки (<i>Myriapoda</i>)	—	—	16	16	5	2
Двохвістки (<i>Diplura</i>)	—	3	—	—	12	2
Сіноїди (<i>Psocoptera</i>)	—	—	—	—	17	3
Твердокрилі (<i>Coleoptera</i>)	—	—	—	—	—	4
Двокрилі (<i>Diptera</i>)	80	27	—	—	—	—
Личинки решти комах	8	2	—	—	4	12
Інші безхребетні	125	374	54	51	233	56

вид відзначали також як домінуючий у піонерних угрупованнях колембол на молодих і середнього віку шахтних відвалах у Кузбасі (Стебаєва, 1987).

Підстилково-грунтові види геміедафобіонти і типово ґрунтові форми колембол виявлені у насадженнях на ПП 13, 14 і 15, що свідчить про перехід у них ґрунтоутворювального процесу до більш пізнього етапу, який характеризується більш м'яким гідротермічним режимом. При цьому за відсотком типово ґрунтової групи у спектрі життєвих форм колембол угруповання насаджень не поступаються, а на ПП 13 перевищують значення контрольних показників (рис. 1).

Серед представників інших безхребетних тварин на териконі зафіксовано велику кількість кліщів (табл. 3), щільність населення яких переважає таку на контрольній ділянці. Найбільшою є щільність населення акароїдних кліщів, дещо менша щільність орибатид і гамазових кліщів. Малоцетинкові черви не виявлені на безлісовій вершині, але в насадженнях їхня щільність вища, ніж на контрольній ділянці, особливо на ПП 14, де різноманіття рослинності поєднується з більш сприятливими мікрокліматичними умовами (і тільки там, де крім малоцетинкових виявлені круглі черви). Слід відзначити, що багата рослинність сприяє поселенню малоцетинкових червів, як і інших представників ґрунтової фауни, навіть на ксеротермній позиції терикону, що видно на прикладі ПП 13, де їхня щільність майже у 5 разів перевищує контрольну.

Що стосується багатоніжок, двохвісток, сіноїдів, двокрилих, твердокрилих, личинок комах та представників інших безхребетних тварин, то щільність їх населення значно менша, ніж зазначених вище представників ґрунтового зооценозу, що зумовлює їхню незначну роль у ґрунтоутворенні на позиціях досліджуваних нами відвалів. У цілому значення показників мезофауни, що наведені у таблиці 3, підтверджують попередні висновки, які були зроблені на основі аналізу синекологічних параметрів колембол – найчисельнішої і найрізноманітнішої групи мікроартропод.

Підсумовуючи викладене, слід відзначити: угруповання колембол, що формуються на териконах, характеризуються загальними рисами угруповань порушених територій, що виявляється у відносній бідності видового складу при високому ступені домінування окремих видів (Стебаєва, Андриевский, 1997).

Спектр життєвих форм колембол у ході сукцесії змінюється від переважання верхньо- і нижньопідстилкових форм до зростання частки підстилково-ґрунтових та типово ґрунтових форм.

Усього на досліджених територіях виявлено 23 види колембол та представники 11 груп інших безхребетних тварин. У ґрунтах окремих насаджень видове

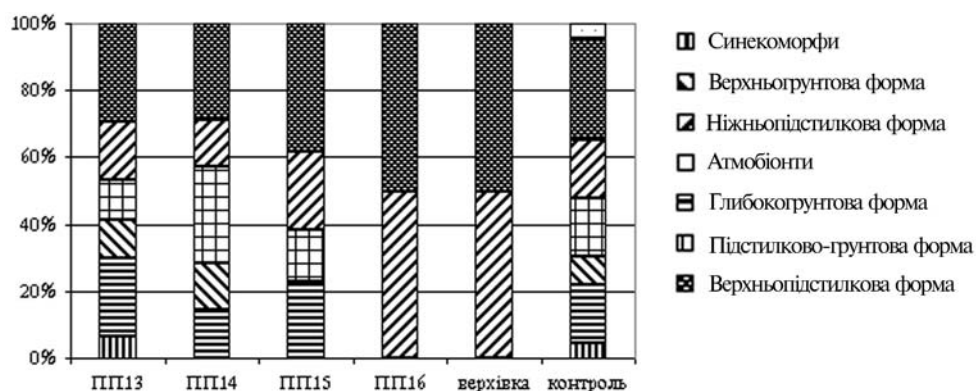


Рис. 1. Співвідношення життєвих форм колембол на дослідних об'єктах.

Fig. 1. Ratio of the life-forms of springtails on investigated objects.

різноманіття і щільність населення колембол знаходяться у залежності від стадії розвитку рослинності й едафотопу, положення ділянки на катені та експозиції схилу.

За кількістю видів, щільністю і співвідношенням життєвих форм колембол найбільш вдалими можна вважати насадження деревно-кущового та деревно-тіньового типу з кущами, де представлені усі життєві форми, з відсотком типово ґрунтових форм більшим, ніж на контрольній ділянці. Ці типи насаджень відрізняються також найбільшою щільністю населення кліщів та малощетинкових червів.

Загалом захисно-декоративні насадження на териконі являють собою стійкі лісові біогеоценози з адекватною місцевим умовам деревною і кущовою рослинністю та ґрунтами, що підтверджується станом ґрунтової мезофауни як біоіндикатора суцесійних змін.

- Гордієнко М. І., Гойчук А. Ф., Гордієнко Н. М., Леонтяк Г. П. Ясени в Україні. — К. : Сільгоспосвіта, 1996. — 392 с.
- Гордієнко М. І., Гойчук А. Ф., Гордієнко Н. М. Штучні ліси в дібровах. — Житомир : Полісся, 1999. — 592 с.
- Кулик А. Ф. Микробиологический мониторинг экологического состояния почвогрунтов лесных насаждений на рекультивированных землях Западного Донбасса // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивация, охорона» (Дніпропетровськ—Орджонікідзе, червень 2003 р.). — Дніпропетровськ, 2003. — С. 151—153.
- Кульбачко Ю. Л. Почвенно-подстилочные беспозвоночные как индикатор становления рекультивируемых техногенных ландшафтов // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивация, охорона» (Дніпропетровськ—Орджонікідзе, черв. 2003 р.). — Дніпропетровськ, 2003. — С. 163—164.
- Лакін Г. Ф. Биометрия. — М. : Наука, 1984. — 216 с.
- Определитель колембол фауны СССР. — М. : Наука, 1984. — 216 с.
- Плохинский Н. А. Биометрия. — М. : Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.
- Стебаева С. К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola) // Зоол. журн. — 1970. — 49, вып. 10. — С. 1437—1455.
- Стебаева С. К. Структура сообществ колембол при разных типах рекультивации в Кузбассе и на КАТЭКе // Почв. фауна и почвенное плодородие : Тр. IX Междунар. коллокви. по почв. зоол. — М. : Наука, 1987. — С. 710—713.
- Стебаева С. К., Андриевский В. С. Ногохвостки (Collembola) и панцирные клещи (Oribatei) на бурогольных отвалах Сибири // Зоол. журн. — 1997. — 76, № 9. — С. 1004—1015.
- Тимошенко Л. А. Формирование видовых группировок ногохвосток (Collembola, Entognatha) на поджродных отвалах угольных шахт Донбасса // Вестн. зоологии. — 1995. — № 4. — С. 37—41.
- Чернова Н. М. Экологические сукцессии при разложении растительных остатков. — М. : Наука, 1977. — 200 с.
- Dunger W. Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues // Abh. und Ber. Naturkundmus. — 1958. — 43, H. 2. — S. 1—256.
- Fjellberg A. Identification keys to Norwegian Collembola. — Oslo : Norsk Entomologisk Forening, 1980. — 152 p.
- Gisin H. Collembolenfauna Europas. — Geneve : Mus. Histoire Nat., 1960. — 312 S.
- Parsons W. F., Parkinson D. Species composition, distribution and abundance of Collembola colonised reclaimed main spoil in Alberta // Pedobiologia. — 1986. — 29. — P. 33—45.