

КОМПЛЕКСНЕ ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАКАРПАТТЯ

Ужгородський національний університет

Досліджено вплив залізничного транспорту на стан фітоценозів, ґрунтових мікроартропод, мікроорганізмів ґрунту та повітря прилеглих до залізничних шляхів екосистем. На основі отриманих даних зроблено висновки про основні критерії визначення стану навколишнього природного середовища.

Ключові слова: залізничний транспорт, екологічний стан, екосистеми, фітоценози, адвентивні види, ґрунтова мезобіота, ґрунтові мікроорганізми, біологічна активність ґрунту, повітряна мікрофлора.

В. И. Николайчук, М. В. Кривцова, Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко,
А. В. Колесник, О. Б. Колесник

Ужгородский национальный университет

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАКАРПАТЬЯ

Исследовано влияние железнодорожного транспорта на состояние фитоценозов, почвенных микроартропод, микроорганизмов почвы и воздуха примыкающих к железнодорожным путям экосистем. На основе полученных данных сделаны выводы об основных критериях определения состояния окружающей природной среды.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, экологическое состояние, экосистемы, фитоценозы, адвентивные виды, почвенные микроартроподы, почвенные микроорганизмы, биологическая активность почв, микрофлора воздуха.

V. I. Nikolajchuk, M. V. Kryvtsova, L. U. Simochko, V. V. Simochko,
A. V. Kolesnyk, O. B. Kolesnyk

Uzhgorod national university

COMPLEX INVESTIGATION OF THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE ROADSIDE (RAILWAY) ECOSYSTEMS OF CARPATHIAN REGION

Influence of rail transport on a structure of phytocenosis, soil microarthropods, soil microorganisms and air was investigated. The main criteria of definition of a state of the surrounding environment are proposed.

Keywords: rail transport, ecological condition, ecosystems, phytocenosis, adventives species, soil microarthropods, soil microorganisms, biological activity of soils, air microflora.

На сьогоднішній день однією з найбільш гострих екологічних проблем є забруднення навколишнього середовища різного виду транспортом, у тому числі залізничним. Вплив об'єктів залізничного транспорту на природне середовище обумовлений будівництвом залізничних доріг, їх експлуатацією, спалюванням значної кількості палива, забрудненням прилеглих територій викидами, стоками, відходами, які порушують природну рівновагу в екосистемах. Відомо, що залізничний транспорт є джерелом ксенобіотиків різного хімічного складу, які, потрапляючи в атмосферу, ґрунт та водойми, здатні до акумуляції й спричиняють значний пролонгований вплив на функціонування флори, фауни, мікробних ценозів (Маслов, 1996). Кожний елемент системи має як прямі, так і зворотні зв'язки, тому при вивченні впливу залізничних доріг на прилегле природне середовище слід враховувати властивості екосистем, їх стійкість, адаптивний потенціал тощо.

Значна кількість досліджень присвячена вивченню впливу автотранспорту на природне середовище (Симочко, 2007; Деяк, 2000), при цьому дія залізничного

транспорту при довготривалому функціонуванні на екосистеми прилеглих територій залишається малодослідженою. Вивчення закономірностей та особливостей впливу залізничного транспорту на примагістральні території є, безсумнівно, актуальною проблемою для прогнозу стану навколишнього середовища та розробки природоохоронних заходів на цих територіях. При цьому моніторинг стану природного середовища примагістральних залізничних екосистем необхідно проводити комплексно, урахувавши флористичний стан угруповань, показники функціонування мікробних ценозів ґрунту, повітря і води, стану епіфітної мікрофлори тощо.

У зв'язку з вищевикладеним метою роботи було оцінити флористичний стан і рівень антропогенної трансформації рослинних угруповань, чисельність ґрунтових мікроартропод, екологічні показники стану мікробних ценозів ґрунту та повітря на прилеглих до залізниці територіях.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження екосистем у зонах дії залізничного транспорту виконувались у 2009 р. Зокрема, були проведені польові дослідження щодо вивчення фітоценозів, чисельності ґрунтових мікроартропод, мікробного ценозу ґрунту, мікрофлори повітря однієї з вузлових станцій залізничних магістралей Закарпатської області (м. Чоп).

Відбір проб ґрунту, аналіз мікрофлори повітря та польові дослідження з вивчення флори здійснювали в лучній екосистемі та агроекосистемах, де культивувались *Zea mays* та *Solanum tuberosum*. Польові дослідження проводили на різній відстані від залізничного полотна: 0, 50 та 100 м у лучній екосистемі та 20, 50, 100 м в агроекосистемах (рисунок).

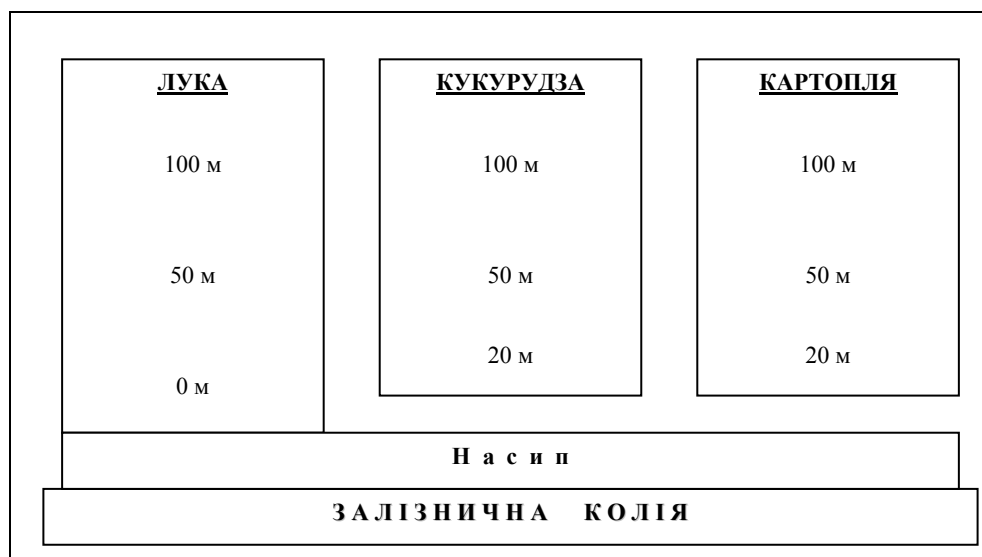


Схема дослідних ділянок та місця відбору проб

Польові дослідження виконували за загальноприйнятими методиками. Матеріалом для створення конспекту флори були власні гербарні збори. При визначенні рослин користувалися «Визначниками ...» (1965, 1977, 1987), а уточнення сучасних назв рослин було здійснено за С. К. Черепановим (1995) та С. Л. Мосякіним, М. М. Федорончуком (1999).

Флористична інтерпретація зібраного матеріалу подається на основі порівняльно-статистичних методів (Шмидт, 1980, 1984). Опрацювання матеріалів проводили із застосуванням персонального комп'ютера (Боровиков, 2001).

Дослідження чисельності ґрунтових мікроартропод проводили методом відбору ґрунтових проб (об'ємом 5×5×5 см) за стандартними методиками (Криволицкий, 1975; Фасулати, 1961). Обробку отриманого матеріалу для оцінки кількісних показ-

ників тварин у зоні дії залізничного транспорту здійснювали шляхом їх вилучення із ґрунтових проб з допомогою модифікованого еклектора Тулгрена та підрахунку під біокуляром.

Мікробіологічні аналізи проводили за загальноприйнятими методиками (Справочник, 1982; Селибер, 1962; Сеги, 1983). Для визначення чисельності мікрофлори повітря в досліджуваних примігстральних екосистемах використовували щільні поживні середовища МПА та Ендо. Мікробіологічний аналіз повітря проводили методом седиментації мікробів за Кохом.

Аналіз мікробного ценозу ґрунту проводили з використанням диференційно-діагностичних поживних середовищ. Так, амоніфікуючі бактерії враховували на м'ясопептонному агарі (МПА), стрептоміцети і бактерії, що використовують мінеральний азот, – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), азотфіксуючі бактерії – на безазотних середовищах Ешбі та Виноградського, *Azotobacter* – на середовищі Федорова за методом обростання грудочок ґрунту, мікроміцети – на середовищі Чапека, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА).

Біологічну активність ґрунту визначали за методом В. Штатнова (1952). Наважку ґрунту масою 400 г (у розрахунку на абсолютно суху вагу) поміщали в склянку зі щільною кришкою. На поверхні ґрунту встановлювали скляний бюкс з 10 мл 0,1 н розчину NaOH. Склянку щільно закривали кришкою та інкубували 24 год. при температурі 27 °С. Після інкубації розчин лути титрували 0,1 н розчином HCl, попередньо додавши 1–2 краплі 0,1%-ного спиртового розчину фенолфталеїну. Кількість CO₂, що утворилась у процесі дихання ґрунту, розраховували за формулою

$$\text{CO}_2 = (V_1 - V_2) * 2,2 / m * T \text{ (мг/кг за добу)},$$

де V_1 – кількість 0,1 н розчину NaOH (мл); V_2 – кількість 0,1 н розчину HCl (мл), що пішла на титрування; m – маса ґрунту (кг).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У складі флори залізниці і прилеглої до неї смуги території, що тягнеться вздовж полотна (у тому числі й агроекосистеми), нами було виявлено близько 150 видів рослин. Найбільша видова різноманітність характерна для родин *Asteraceae* L., *Poaceae* L., *Brassicaceae* L., *Chenopodiaceae* L., *Fabaceae* L. та ін. Адвентивні рослини становили близько 50 % від загального флористичного різноманіття.

Аналіз вікових спектрів популяцій тих рослин, що становлять фітоценотичне ядро досліджуваної території, виявив, що найчастіше трапляються толерантні та інвазійно-толерантні популяції. Тобто переважають рослини прегенеративного періоду онтогенезу або ж середньовікові генеративні особини. Тільки кілька видів формували толерантно-регресивні популяції. Тут частка молодих генеративних або віргінільних рослин може досягати 60–70 %, іматурних рослин – до 20 %, молодих чи віргінільних особин не більше 10 %. Основу інвазійних популяцій складають молоді ювенільні, іматурні рослини та сходи, а в регресивних – старі генеративні та сенільні й субсенільні рослини. Вікова структура однорічників пов'язана з частотою занесення і надходження насіння. Толерантні популяції є можливими лише за умов постійного й значного надходження насіння протягом усього існування популяції. При недостатньому й непостійному занесенні насіння рослини в популяціях розміщуються окремими одно-тривіковими групами, а при достатньому й постійному – різновіковими рослинами з дифузним розміщенням.

У комплексі адвентивної фракції флори залізниць ми виділили дві групи: тимчасову та постійну. До тимчасової віднесли ті переважно культурні рослини та види, що спостерігаються на залізниці не більше 1–2 вегетаційних періодів і не натуралізуються. Суттєвого впливу на формування місцевої флори і флори залізниць вони не мають. Зовсім інша ситуація з постійним видами, тобто тими, що натуралізувалися на залізницях та прилеглих до них територіях і спричиняють значні зміни природної рослинності регіону. До найбільш пристосованих, поширених і небезпечних в області належать *Ambrosia artemisiifolia* L., *Erigeron canadensis* L., *Xanthium strumarium* L. та ін.

Натуралізація адвентивного субелемента становить значну загрозу аборигенній флорі. Залежно від адаптивних можливостей занесеного виду, екологічних умов та

стримуючих факторів, частоти, регулярності й величини занесення діаспор кожен адвентивний вид досягає певного ступеня натуралізації, тобто такого стану, який притаманний дикорослим видам у природних біогеоценозах (Протопопова, 2002). Наявність особин при цьому спостерігається протягом декількох років. Якщо популяції адвентивних рослин у рослинних угрупованнях не можуть підтримувати себе за відсутності регулярного й достатнього занесення насіння в місця занесення й розселення, то вони будуть інвазійними або регресивними, а ті види, що будуть здатні до самопідтримки за відсутності занесення діаспор, мають толерантні популяції. При цьому не має значення, яким чином досягається толерантність – за рахунок насінневих чи вегетативних особин. Регресивні популяції рано чи пізно випадають з рослинних угруповань, і закріплення адвентивного виду в рослинні угруповання в місцях занесення не відбувається.

Механізм занесення, натуралізації та поширення адвентивних рослин можна розподілити на такі етапи:

1. Занесення поодиноких або нечисленних екземплярів адвентивних видів рослин на територію області.
2. Подальше розселення рослин у місцях занесення та природне чи антропохорне розповсюдження із місць занесення.
3. Натуралізація рослин у нових умовах.
4. Утворення колоній або заростей рослин у місцях первинного занесення та розселення.
5. Утворення мікроевгніщ внаслідок злиття колоній та окремих локалітетів.
6. Формування макроевгніщ.
7. Ущільнення ареалу та радіальне активне поширення виду.

Кам'янисті насипи та сухі схили залізниць спричиняють до формування головним чином ксерофітних рослинних угруповань. Нижні частини насипів, навпаки, характеризуються підвищеною вологістю, особливо це стосується дренажних каналів, де тривалий час стоїть вода, що призводить до формування гігрофільних угруповань. Адвентивні рослини мають дуже різноманітну господарську цінність. Більшість рослин адвентивного субелемента флори залізничних шляхів є рудеральними та сеgetальними бур'янами, у тому числі один вид (*A. artemisiifolia*) є карантинним. Найбільш поширеними та шкідливими бур'янами порушених місць зростання є представники родів *Chenopodium* L., *Amaranthus* L. та ін.

Згідно з даними аналізів зразків ґрунту, що відібрані в околицях Чопа, спостерігались певні коливання чисельності різних таксономічних груп мікроартропод (табл. 1).

Загальна кількість представників мікроартропод за найбільшою своєю чисельністю була зафіксована на ділянках, які безпосередньо контактують із залізничним полотном. Так, на відстані 0 м від насипу залізничного полотна було виявлено найбільшу кількість представників підкласу кліщів, а саме в середньому 32,7 екз. на ґрунтову пробу в природній луці. Це майже в 1,5 разу більше, ніж на відстанях 50 і 100 м від залізниці в тій самій екосистемі.

При порівнянні чисельності мікроартропод в агроценозах спостерігався досить вирівняний показник чисельності всіх досліджуваних систематичних груп тварин як на посівах кукурудзи, так і в насадженнях картоплі. Виключення становить кількість кліщів у пробі на відстані 50 та 100 м, де чисельність тварин у ґрунті під картоплею менша за їх чисельність на відстані 20 м від залізниці.

Така ж сама тенденція спостерігалась при визначенні чисельності колембол на різних відстанях від залізничного полотна. Суттєвої варіації в різних екосистемах не виявлено. Найбільшу чисельність було зафіксовано в пробах ґрунту з ділянок, які приближені до залізничної колії. Найвищий показник чисельності безсяжкових (22,8 екз/125 см³ ґрунту) був виявлений в ґрунті під картоплею на відстані 20 м від залізниці. Різниця чисельності на відстанях 50 та 100 м знаходилась у межах похибки і не була суттєвою.

Чисельності особин окремих твердокрилих та перетинчатокрылих при наших дослідженнях в ґрунті була невисокою, що не дало нам можливості провести обґрунтований аналіз цих показників.

Таблиця 1

Чисельність представників основних таксономічних груп мікроартропод в ґрунті природної луки поблизу вузлової станції Чоп

Дослідна ділянка	Відстань до залізниці, м	Тип Членистоногі (Arthropoda)				Усього
		Клас Павукоподібні (Arachnoidae), п/клас Кліщі (Acarinae)	Клас Комахи (Insecta)			
			Ряд Бессяжкові (Protura)	Ряд Твердокрилі (Coleoptera)	Ряд Перетинчастокрилі (Hymenoptera)	
Природна лука	0	32,7	19,2	0	0,8	52,7
	50	24,8	14,1	0	0,4	39,3
	100	21,4	15,2	0	0	33,6
	<i>НІР₀₅</i>	2,8	1,7	0	0,1	4,8
Кукурудза	20	25,6	19,4	1,6	0	48,6
	50	18,5	18,2	0,4	0,4	42,7
	100	22,3	19,8	0	0,2	42,3
	<i>НІР₀₅</i>	2,5	1,9	0,08	0,1	2,1
Картопля	20	23,4	22,8	0	0,2	51,4
	50	14,3	18,2	0,1	0,1	30,7
	100	15,8	16,9	0	0	29,7
	<i>НІР₀₅</i>	0,8	2,1	0,01	0,07	4,3

Загалом, підсумовуючи результати досліджень визначення чисельності окремих мікроартропод, можна зауважити, що дана група тварин не зазнає суттєвого впливу в межах діяльності залізничного транспорту. Підвищена чисельність мікроартропод у різних ценозах при безпосередньому контакті із залізничними коліями пояснюється, очевидно, більш різноманітним видовим складом рослинних угруповань, де значну кількість видів представляють заносні рослини, які поширюються залізничним транспортом. Серед цих рослин великий відсоток складають адвентивні види. Таким чином, ґрунтові мікроартроподи не є сенсабільними реагентами на вплив залізничного транспорту в примагістральних біогеоценозах.

Дослідження інтегрального показника – дихання ґрунту, який характеризує інтенсивність перебігу мікробіологічних процесів в едафотопі, показав, що найвищий рівень біологічної активності ґрунту у всіх досліджуваних екосистемах був зафіксований на максимальній відстані від залізниці (табл. 2). Причому слід зазначити, що інтенсивність виділення вуглекислого газу з ґрунту агроекосистем була вищою в середньому на 20 % порівняно з лучною екосистемою, що обумовлено додатковим надходженням органічної речовини, і становила відповідно: $78,45 \pm 1,03$ (мг $\text{CO}_2/\text{кг}$ ґрунту/добу) та $85,34 \pm 1,89$ (мг $\text{CO}_2/\text{кг}$ ґрунту/добу). Зі зменшенням відстані до залізниці спостерігалось поступове уповільнення мікробіологічних процесів у ґрунті примагістральних біогеоценозів, що свідчить про негативний вплив залізничного транспорту на функціональні характеристики ґрунтової мікрофлори. Найнижчий рівень

біологічної активності ґрунту ($40,31 \pm 1,09$ мг CO_2 /кг ґрунту/добу) був зафіксований у лучній екосистемі на відстані 0 м від залізничного полотна, що на 70 % менше, ніж «дыхання ґрунту» в тій же екосистемі на відстані 100 м. Аналіз зразків ґрунту, відібраних з агроекосистем, де вирощувались картопля та кукурудза на відстані 20 м від залізниці, показав таку ж тенденцію змін інтенсивності виділення вуглекислого газу з едафотопу.

Рівень біологічної активності ґрунту в цих агробіогеоценозах зменшився відповідно на 37 та 25 %, що вказує на погіршення екологічного стану ґрунту в цих екосистемах, які використовуються для одержання первинної сільськогосподарської продукції.

Таблиця 2

Біологічна активність ґрунту примагістральних екосистем

№ п/п	Відстань від залізниці, м	мг CO_2 /кг ґрунту/добу
1	0 (лука)	$40,31 \pm 1,09$
2	50 (лука)	$56,77 \pm 1,12$
3	100 (лука)	$68,23 \pm 0,97$
4	20 (кукурудза)	$55,87 \pm 2,12$
5	50 (кукурудза)	$69,09 \pm 1,34$
6	100 (кукурудза)	$78,45 \pm 1,03$
7	20 (картопля)	$62,06 \pm 1,56$
8	50 (картопля)	$73,43 \pm 1,43$
9	100 (картопля)	$85,34 \pm 1,89$

Результати вивчення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ґрунту, відібраного в зоні дії залізничного транспорту, показали, що досліджувані показники суттєво змінювались з відстанню від колії (табл. 3).

Зокрема, реєстрували суттєве зниження відсотку бактерій роду *Azotobacter* у ґрунті лучної екосистеми на відстані 0 м від залізничного полотна: у 2 рази порівняно з точкою відбору ґрунту 50 м та в 2,5 разу – 100 м. Зниження відсотку бактерій роду *Azotobacter* у пробах ґрунту, відібраних на відстані 20 м від колії, було характерним і для агроценозів. При цьому з відстанню від залізничної колії відсоток азотобактеру в ґрунті поступово підвищувався. Оскільки бактерії роду *Azotobacter* є чутливим реагентом на вплив екзогенних факторів антропогенного походження, виявлена закономірність свідчить про підвищення дії техногенного навантаження на бактерії даної групи при наближенні до залізничного полотна.

У точках відбору проб, наближених до залізничної дороги, як лучної екосистеми, так і агроекосистем, виявлено високий уміст ентеробактерій, кількість яких з відстанню поступово знижувалась. Динаміка чисельності ентеробактерій у пробах ґрунту, відібраних на різній відстані, свідчить про зниження здатності ґрунту до самоочищення від бактерій групи кишкової палички на відстані 0–50 м від залізничного полотна. Отримані результати узгоджуються з роботами інших авторів. Зокрема, показано, що під дією поверхнево-активних речовин у ґрунті затримувалось самоочищення від кишкової палички (Ерусалимская, 1993).

Аналіз кількості оліготрофів показав, що їх чисельність підвищувалась на відстані 0 м від залізної дороги та поступово знижувалась у точках 50 та 100 м лучної екосистеми. У ґрунтах агроекосистем кількість мікроорганізмів даної групи не знижувалась з відстанню від залізничного полотна. Високий уміст оліготрофів свідчить про створення екологічно несприятливих умов для розвитку інших конкурентноспроможних груп ґрунтових мікроорганізмів, таких як амоніфікатори та азотфіксатори.

Кількість амоніфікаторів у зразках ґрунту, відібраних на відстані 0 м від залізниці лучної екосистеми та 20 м від агроекосистеми, де вирощувалась кукурудза, сут-

тево знижувалась. Збільшення чисельності мікроорганізмів даної групи в 2 рази реєстрували тільки на відстані 100 м від залізничної колії. Водночас у ґрунтах, де вирощували картоплю, кількість амоніфікаторів не знижувалась.

Таблиця 3

Співвідношення різних еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів на примігстральних територіях м. Чоп (КУО на 1 г абс. сух. ґрунту)

№ п/п	Відстань від залізниці, м	Амоніфікатори	Мікроміцети	Ентеробактерії	Стрептоміцети і бактерії, що використовують мінеральний азот	Оліготрофи	Azotobacter, %
1	0 (лука)	5,20±0,45	0,27±0,15	7,28±0,87	2,37±0,31	10,40±1,0	12,48±0,96
2	50 (лука)	1,07±0,20	0,40±0,20	5,35±0,73	1,98±0,23	4,55±0,76	24,61±1,45
3	100 (лука)	10,90±1,02	0,35±0,24	2,18±0,12	1,83±0,18	2,78±0,33	31,61±2,00
4	20 (кукурудза)	6,71±0,37	0,92±0,21	7,93±0,76	2,81±0,22	12,20±0,88	17,69±1,24
5	50 (кукурудза)	5,04±0,34	0,53±0,05	6,30±0,84	1,29±0,17	12,73±0,98	24,57±1,65
6	100 (кукурудза)	12,4±0,85	0,62±0,10	3,72±0,77	1,04±0,20	12,28±0,90	29,7±1,78
7	20 (картопля)	10,53±0,78	3,51±0,36	4,64±0,22	2,40±0,17	11,60±1,00	16,82±1,56
8	50 (картопля)	16,66±1,05	3,20±0,40	2,34±0,14	1,33±0,10	9,07±0,76	22,23±1,23
9	100 (картопля)	19,65±0,96	2,85±0,32	1,31±0,12	1,23±0,12	9,17±0,65	34,85±1,38

Уміст стрептоміцетів і бактерій, що використовують мінеральний азот, у ґрунті лучної екосистеми суттєво не змінювався, водночас чисельність мікроорганізмів даної групи знижувалась з відстанню від залізничної дороги в ґрунтах агроекосистем.

Кількість мікроміцетів у ґрунті лучної екосистеми з відстанню суттєво не змінювалась, водночас реєстрували тенденцію до зниження мікроскопічних грибів в агроекосистемах на відстані 50 та 100 м від залізниці. Слід відзначити, що кількість мікроміцетів у ґрунті ділянки, де вирощували картоплю, була значно вищою, ніж у зразках ґрунтів лучної екосистеми і ділянки, де вирощували кукурудзу.

Отже, залізничний транспорт негативно впливає на екологічний стан ґрунту примігстральних екосистем, значно порушуючи функціональні характеристики мікробного ценозу ґрунту та його біологічну активність, що в кінцевому випадку може призвести не тільки до зниження родючості ґрунтового покриву, а й до його деградації.

Результати вивчення мікрофлори атмосферного повітря в зоні дії залізничного транспорту показали, що чисельність повітряної мікрофлори лучної екосистеми зменшувалась зі збільшенням відстані від залізничної колії. Зокрема, загальне мікробне число в тощі 0 м від залізничної колії становило 11,50±0,56 тис. КУО /1 м³, з відстанню цей показник знижувався до 7,80±0,39 тис. КУО /1 м³ (50 м) та 2,60±0,25 тис. КУО /1 м³ (100 м). Тобто повітря на відстані 0 та 50 м від залізничної колії оцінюється-

ся як «брудне», 100 м – «сумнівне». При цьому слід відмітити, що на відстані 0 м видовий склад мікрофлори повітря був представлений в основному цвільовими грибами, бактеріями роду *Proteus*, *Escherichia*. Кількість ентеробактерій з відстанню від залізничного полотна знижувалась, а видовий склад мікрофлори повітря був представлений мікрококами, сарцинами, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. cereus*, актиноміцетами, мікроскопічними грибами. Повітря над агроекосистемами, де культивувались *Zea mays* та *Solanum tuberosum*, за показником ЗМЧ в 1 м³ було оцінене як «сумнівне» та містило ентеробактерії, кількість яких знижувалась з відстанню від залізничної колії. Чіткої залежності між кількістю мікроорганізмів в 1 м³ атмосферного повітря над агроекосистемами та віддаленістю від залізничного полотна виявлено не було.

Таким чином, проведені дослідження вказують на значний негативний вплив залізничного транспорту на стан фітоценозів, ґрунтових мікроартропод, мікроорганізмів ґрунту та повітря прилеглих до залізничних шляхів екосистем.

ВИСНОВКИ

1. На досліджуваній території сформувалися флористичні угруповання з переважно адвентивними видами рослин, звідки останні мігрують у прилеглі фітоценози і збагачують аборигенну флору. Найбільша видова різноманітність характерна для представників родин *Asteraceae* L., *Poaceae* L., *Brassicaceae* L., *Chenopodiaceae* L., *Fabaceae* L.

2. Комплекс адвентивної фракції становить близько 50 % від загальної видової різноманітності флори залізниць. Найбільш істотний вплив на формування флори залізниць мають ті види, які здатні до натуралізації.

3. Прямого негативного впливу діяльності залізничного транспорту на чисельність ґрунтової мезофауни не відмічено. Чисельність основних таксономічних груп ґрунтових мікроартропод більше залежить від ступеня антропогенної трансформованості фітоценозів.

4. Коливання чисельності мікроартропод у ґрунті залежить від видового різноманіття фітоценозу. Із збільшенням флористичного різноманіття прилеглих до залізничної території (за рахунок видів-адвентів) збільшується чисельність ґрунтової мезобіоти.

5. Функціональні характеристики мікробного ценозу ґрунту примагістральних екосистем залежать від інтенсивності впливу залізничного транспорту на педосферу. Рівень біологічної активності ґрунту підвищувався зі збільшенням відстані від залізничного полотна. На відстані 100 м від залізничної біологічна активність ґрунту в агробіогеоценозах була в середньому на 45 % вищою порівняно з диханням ґрунту в тих же екосистемах на відстані 20 м, що обов'язково слід урахувати при сільськогосподарському використанні прилеглих до залізничної території.

6. Високий уміст представників мікрофлори розсіювання в ґрунті примагістральних екосистем свідчить про створення екологічно несприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів, що обумовлено надходженням ксенобіотиків у педосферу.

7. Мікробіологічні дослідження ґрунту примагістральних екосистем показали, що вміст амоніфікаторів від нульового забору до 100 м збільшувався в середньому вдвічі. Це свідчить про перебудову мікробного ценозу ґрунту та вказує на наявність алохтонної мікрофлори, що обумовлено не тільки фізичними та хімічними забрудненнями, але й надходженням біогенних контамінантів.

8. Атмосферне повітря в зоні дії залізничного транспорту за показником загального мікробного числа оцінювалось як сумнівне та брудне. З наближенням до залізничної колії в атмосферному повітрі збільшувалась кількість ентеробактерій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Боровиков В.** STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
- Визначник рослин України.** – К.: Наук. думка, 1965. – 878 с.
- Визначник рослин Українських Карпат.** – К.: Наук. думка, 1977. – 435 с.
- Деяк І. І.** Стан забруднення урболандшафту міста Ужгород (Україна) важкими металами / І. І. Деяк, В. В. Любушко, С. А. Йовсай та ін. // Наук. вісник УжНУ. Сер. Біологія. – 2000. – № 7. – С. 144-146.

- Ерусалимская Л. Ф.** Эколого-гигиеническая оценка микробиологических процессов в почве при загрязнении сульфолом и свинцом / Л. Ф. Ерусалимская, И. В. Мудрый, Л. В. Григорьева и др. // Микробиол. журн. – 1993. – Т. 55, № 5. – С. 13-21.
- Криволюцкий Д. А.** Методика комплексного обследования почв на заселенность микроартроподами / Д. А. Криволюцкий // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 44-48.
- Маслов Н. Н.** Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте / Н. Н. Маслов, Ю. И. Коробов. – М., 1996. – 240 с.
- Определитель** высших растений Украины. – К.: Наук. думка, 1987.– 548 с.
- Протопопова В. В.** Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан та завдання на майбутнє / В. В. Протопопова, С. Л. Мосякін, М. В. Шевера. – К.: Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2002. – 28 с.
- Сеги Й.** Методы почвенной микробиологии / Й. Сеги. – М.: Колос, 1983. – 230 с.
- Селибер Г. Л.** Большой практикум по микробиологии / Г. Л. Селибер. – М.: Высш. шк., 1962. – 491 с.
- Симочко Л. Ю.** Інтегрованість мікробного ценозу ґрунту при антропогенному навантаженні / Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко // Наук. зап. Держ. природознавчого музею. – 2007. – Вип. 23. – С. 111 -118.
- Справочник** по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / Под ред. М. О. Биргера. – М.: Медицина, 1982. – 464 с.
- Фасулати К. К.** Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – М.: Высш. шк., 1961. – 303 с.
- Черепанов С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
- Шмидт В. М.** Математические методы в ботанике: Уч. пособие / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984.– 288 с.
- Шмидт В. М.** Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 176 с.
- Штатнов В. И.** К методике определения биологической активности почвы / В. И. Штатнов // Докл. ВАСХНИЛ. – 1952. – Вып. 6. – С. 27-33.
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M.** Vascular plants of Ukraine: A Nomenclatural Checklist. – Kiev, 1999. – 346 pp.

Надійшла до редколегії 17.11.09