

Т. В. Микитин¹, к.б.н., доцент

В. П. Стефурак², д.б.н., професор

¹ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,
Факультет природничих наук, кафедра біології та екології,
вул. Галицька, 201, м. Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: mukutuntanja86@gmail.com

²Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра медичної
біології та медичної генетики, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, Україна

ВПЛИВ ЦЕМЕНТНОГО ПИЛУ НА УГРУПОВАННЯ МУРАХ (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Проведено дослідження впливу цементного пилу в зоні ПрАТ «Івано-Франківськцемент» на угруповання мурах. Під час дослідження не були виявлені мурашки роду *Formica* на територіях, які піддаються антропогенному впливу, зате види родів *Lasius* та *Mutomicra* були поширені.

Зі зменшенням ступеня забруднення частка підземних гнізд збільшується ($r=0,90$ при $p<0,05$), частка купольних гнізд зменшується ($r=-0,94$ при $p<0,05$). Всі гнізда, зареєстровані в найбільш забрудненій зоні, складаються з суміші цементного пилу і землі висотою до 45 см.

Lasius niger є стійким до впливу цементного пилу, що можна пояснити особливостями форми мурашиного гнізда цього виду.

Ключові слова: мурахи; антропогенний вплив; цементний пил; *Lasius*, *Mutomicra*.

Останнім часом все гостріше постає питання про вплив різних видів забруднення на тваринний і рослинний світ. Антропогенний фактор у більшості випадків чинить на тварин лише опосередкований вплив, руйнуючи їх оселища, режим трофіки, перериваючи канали внутрішньо-популяційної і біоценотичної інформації. Відсутність реакції на вплив людини у герпетобіонтів спостерігається рідко. У більшості випадків промислові викиди впливають на збіднення фауни комах не тільки за рахунок зменшення їх видового складу, але й за рахунок зменшення чисельності домінуючих видів [6, 7, 9].

Враховуючи, що в багатьох біогеоценозах серед комах верхнього ґрунтового шару переважають комахи-зоофаги, до складу яких входять мурахи, зрозуміла важливість вивчення відповідних реакцій представників родини Formicidae на різні форми антропогенного впливу [2, 10]. В даний час подібні реакції мурах вивчені недостатньо.

Промислові забруднення, за спостереженнями І. Петаль, призводять до обмеження кількості видів, зменшення щільності гнізд і чисельності особин у них. У районах промислового забруднення відмічаються зміни просторової структури популяцій мурах, збільшення в сім'ях частки личинок і лялечок,

зменшення маси тіла робочих особин; накопичення міді, свинцю, кадмію, цинку, фтору в тілі мурах [4, 11].

Зміни видового складу і чисельності мурах відзначаються і при посиленні рекреаційного пресу. Дослідження лісопарків міст показали, що при слабкому рекреаційному навантаженні відзначено 32 % від числа виявлених видів мурашок у лісопарках, при помірному – 88 %, при сильному – 52 % [2]. При цьому середня щільність гнізд одних і тих самих видів у місті в декілька разів вища, ніж в лісопарковій заміській зоні. Тільки *M. rubra* і *L. niger* можна зустріти на ділянках, які піддаються різним ступеням рекреаційного навантаження. Це види, які на думку ряду авторів, є найбільш стійкими до будь-яких форм антропогенного впливу. Велику стійкість до рекреаційного навантаження в цілому проявляють види роду *Mutilla*, однак, при сильному навантаженні щільність гнізд і частота трапляння *M. rubra* знижується [2, 8]. У той же час, за спостереженнями К. В. Успенського, найбільша щільність гнізд мурашок *M. rubra* спостерігається в зоні з сильним рекреаційним навантаженням [8].

У зв'язку з вищевказаною суперечливою інформацією нами проведені дослідження впливу цементного пилу на мурах Івано-Франківської області.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження впливу цементного пилу на мірмекокомплекси проводили на території с. Ямниця, Тисменицького району, Івано-Франківської області і його околиць, поблизу цементного заводу ПрАТ «Івано-Франківськцемент» в період з 2011 по 2019 роки (весняно-літній польовий сезон). Вивчено луки і широколистяні ліси в межах села Ямниця, які розташовані на різній відстані від джерела цементного пилу (0; 0,5 км; 1 км; 5,5 км) і в 30 км від межі села (контроль): комплексна пам'ятка природи Касова гора (луки контроль) та ліс на території с. Кінашів Галицький район (ліс контроль).

Дослідні ділянки:

1 – луки – 48°58'32.1"N 24°42'32.1"E;

2 – луки контроль – 49°13'17.3"N 24°43'40.2"E;

3 – ліс – 48°58'09.9"N 24°42'46.4"E;

4 – ліс контроль – 49°14'34.5"N 24°44'57.2"E.

Збір матеріалу і його камеральну обробку здійснювали згідно з традиційними методами і методиками. Мурах відбирали вручну, ентомологічним пінцетом, а також закладали ґрунтові пастки. Зібрано та ідентифіковано більше 1000 особин. Для кількісного підрахунку видового складу мурашок роду *Formica* використовували методики К. В. Арнольдї (1979) [1]. Підрахунок гнізд і взяття проб мурашок проводили за методикою Г. М. Длуського (1965) [3]. Мурашники описувалися за стандартною методикою [5]. Облік будівельного матеріалу гнізд проводили візуально, матеріал не відбирався.

Статистичне опрацювання проведене із використанням пакету програм Statistica 7 і додатку Excel 2007 та статистичних методів [3, 4, 5].

Результати дослідження та їх обговорення

Таксономічний і видовий склад мурах на території дослідження

Усього на дослідній території с. Ямниця, і його околиць, виявлено 8 видів мурах, які належать до 4 родів (*Formica*, *Lasius*, *Myrmica*, *Camponotus*), 2 підродин (*Formicinae* та *Myrmicinae*) (рис. 1).

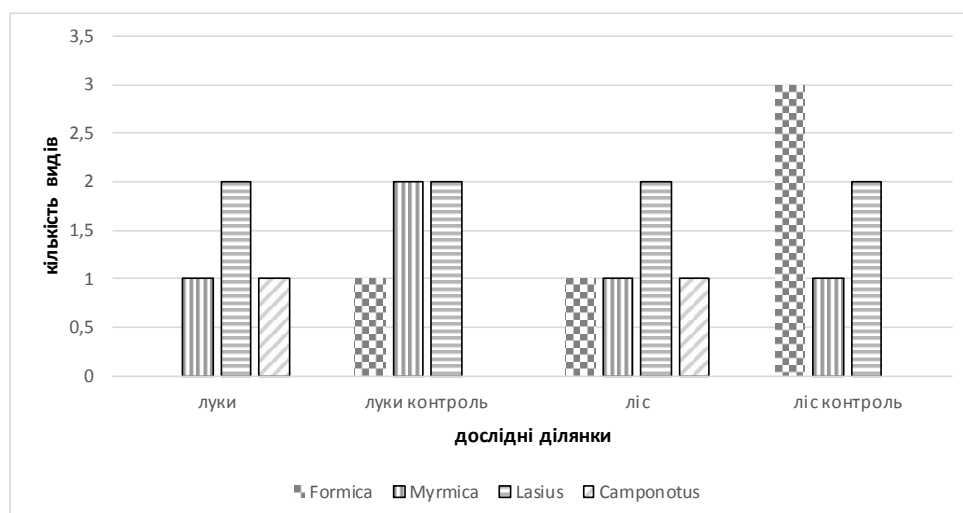


Рис. 1. Представленість мурах на дослідних ділянках

При цьому більшість видів належить до підродини *Formicinae* (6 видів, 75 %). На частку представників підродини *Myrmicinae* припадає 25 % (2 види). При цьому виявлена пряма кореляційна залежність між числом видів *Formicinae* і *Myrmicinae* на дослідних ділянках і відстанню до джерела цементного пилу (відповідно $r=0,85$ і $r=0,51$ при $p<0,05$).

Основою мірмекофауни території дослідження є мурахи роду *Lasius* (2 види, 25 %), гнізда яких виявлені на всіх ділянках (рис. 1). Рід *Formica* представлений 3 видами (37,5 %), рід *Myrmica* – 2 види (25 %), рід *Camponotus* – 1 вид (12,5 %). Мурахи *M. rubra* спостерігали на території села і в контролі, *M. ruginodis* відзначені лише на луках в контролі. Мурашники *F. polycetena* зареєстровані на луках і в лісах контрольної зони, а також в лісовій зоні на території села. Представників підроду *Formica s. str.* в зоні впливу цементного пилу не знаходили. Рід *Camponotus* представлений одним видом *C. herculeanus*, гнізда якого виявлені тільки на території села. На дослідних ділянках представники родів розподілені нерівномірно: на луках всього 6 видів мурах, з них на території села – 4, в контролі – 5; в лісах – 7 видів, у тому числі на території села – 5 видів та його околицях (контроль) відзначено 6 видів мурах (табл. 1).

Таблиця 1

Біотопічний розподіл мурах дослідної території

Види\територія	Луки	Контроль луки	Ліс	Контроль ліс
<i>Camponotus herculeanus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–
<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
<i>Myrmica ruginodis</i> (Nylander, 1846)	–	+	–	–
<i>Formica polyctena</i> (Forster, 1850)	–	+	+	+
<i>Formica rufa</i> (Linnaeus, 1761)	–	–	–	+
<i>Formica fusca</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+
<i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
<i>Lasius flavus</i> (Fabricius, 1781)	+	+	+	+
Загальна кількість:	4	5	5	6

У результаті аналізу розподілу родів і видів на дослідних луках нами виявлено пряму кореляційну залежність між числом видів мурах і відстанню від джерела цементного пилу ($r=0,87$ при $p<0,05$). Найбільшу кількість видів мурах в зоні впливу цементного пилу спостерігали з роду *Lasius* (рис. 2). Гнізда мурах роду *Myrmica* трапляються не ближче 1 км від цементного заводу, гнізда *Formica rufa* та *Formica fusca* – тільки в контролі.

Деяко відмінна тенденція спостерігається під час аналізу видового різноманіття мурах на луках, які розміщені на різній відстані від джерела забруднення. Чисельність мурашок роду *Lasius* збільшується при наближенні до джерела за-

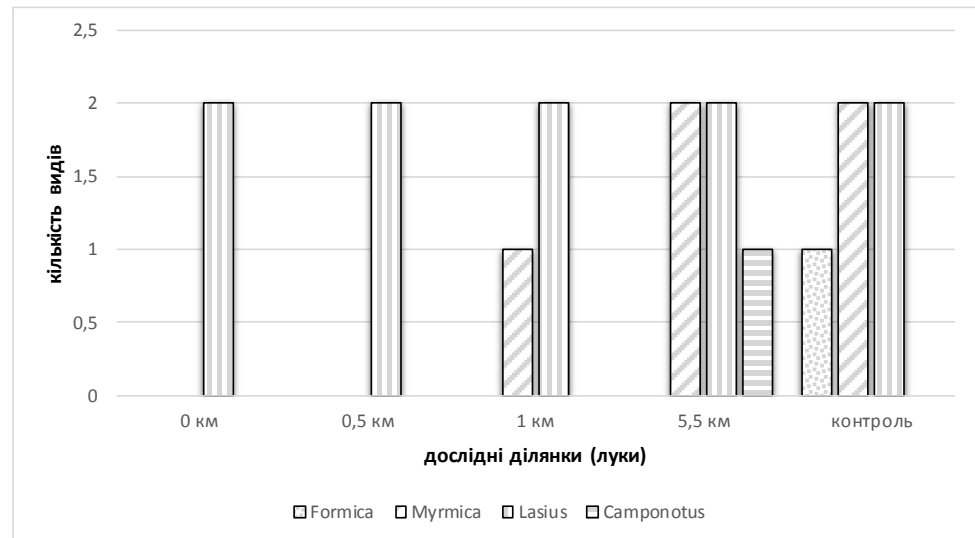


Рис. 2. Видове багатство мурах на території лук на різних відстанях від джерела забруднення

бруднення: мінімальне значення відзначено в контролі, а поблизу джерела цементного пилу відзначали тільки мурах з роду *Lasius*. Для мурах роду *Murgisica* відмічений зворотній розподіл: максимальне різноманіття – на відстані 5,5 км від цементного заводу та у контролі, мінімальне – поблизу джерела цементного пилу та на відстані 1 км від заводу. Видове різноманіття мурашок роду *Formica* в контролі становить 43 % від загальної кількості видів.

У цілому дослідні ділянки території широколистяних лісів характеризуються високим ступенем подібності видів (індекс подібності Жаккара – 57,2): виявлено 4 спільних види (*M. rubra*, *F. polystena*, *L. flavus*, *L. niger*). Гнізда мурашок роду *Camponotus* в умовах впливу цементного пилу зареєстровані тільки в широколистяному лісі та лузі на території села. Мурахи підроду *Serviformica* відзначені лише в контролі. Гнізда мурах підроду *Formica* s. str. відзначені на обох модельних ділянках.

У широколистяному лісі, який піддається впливу цементного заводу, відзначені гнізда мурах чотирьох родів, у контролі – трьох. Мурахи роду *Camponotus* зареєстровані тільки на території села (видове різноманіття 20 % від загальної кількості). Видове різноманіття *Formica* вище в контролі (50 %) порівняно з видовим різноманіттям на території села (20 %), для родів *Murgisica* і *Lasius* видове різноманіття в зоні впливу цементного пилу й у контролі істотно не відрізняється.

Щільність гнізд мурашок

Під впливом цементного пилу на біотопи мурахи проявляють неадаптивну реакцію. Щільність їхніх поселень максимальна на контрольних ділянках (луки $4,2 \pm 0,01$ гн./25 м²; ліс $3,2 \pm 0,01$ гн./25 м²) і зменшується з наближенням до джерела забруднення.

Мінімальна щільність гнізд зареєстрована на найбільш забруднених ділянках (луки $1,35 \pm 0,05$ гн./25 м²; ліс $2,3 \pm 0,15$ гн./25 м²). Проведений аналіз зміни щільності поселення окремих родів показав, що на луках, розташованих поблизу джерела цементного пилу, щільність гнізд усіх родів мінімальна (рис. 3).

З віддаленням від джерела забруднення щільність поселень мурашок достовірно зростає ($r=0,97$ при $p<0,05$). Поселення роду *Lasius* поблизу цементного заводу становлять $1,4$ гн./25 м², в 5,5 км – $2,1$ гн./25 м², у контролі – $3,8$ гн./25 м². Така ж тенденція виявлена і для мурашок роду *Murgisica*: в 1 км від заводу щільність їх гнізд – $0,1$ гн./25 м², в контролі – $0,4$ гн./25 м². Поселення мурах роду *Formica* (*F. fusca*) зареєстровані тільки в контролі, щільність поселень досягає $1,5 \pm 1,1$ гн./25 м².

Деяко відмінні тенденції відзначені при аналізі щільності поселень мурах у широколистяних лісах. Щільність гнізд мурашок роду *Lasius* вища в контролі в 1,8 рази ($3,1$ гн./25 м²), ніж у селі ($1,75$ гн./25 м²). Для інших родів (*Camponotus*, *Murgisica* і *Formica*) зареєстрована протилежна реакція. Однак щільність мурашників *F. fusca*, які трапляються лише в контролі, сягає $2,5 \pm 1,1$ гн./25 м².

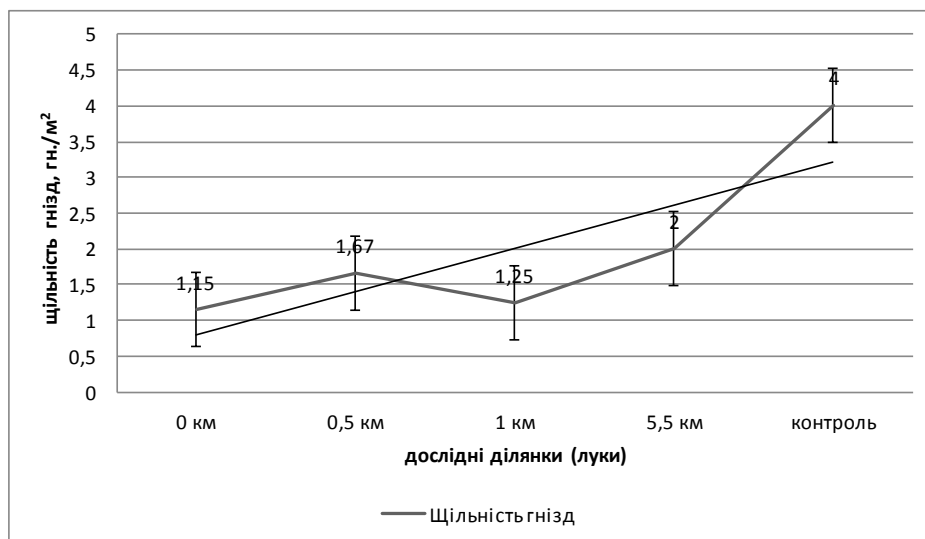


Рис. 3. Середня щільність гнізд мурах лук, які розміщені на різних відстанях від джерела цементного пилу

Типи гнізд

На дослідній території знайдено чотири типи гнізд мурашок: підземні, купольні, у вигляді земляних і рослинних горбків, в деревині. Аналіз розподілу типів гнізд мурах у зоні впливу цементного заводу виявив кореляційні залежності числа переважальних типів гнізд від відстані до джерела цементного пилу (рис. 4).

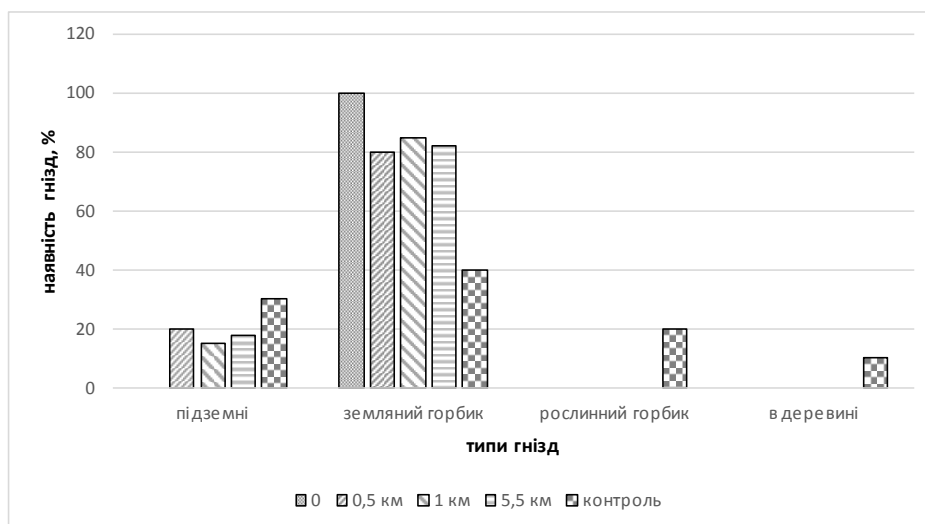


Рис. 4. Розподіл типів гнізд мурашок на луках на різній відстані до джерела цементного пилу, %

Із зменшенням ступеня забруднення частка підземних гнізд мурах збільшується ($r=0,90$ при $p<0,05$), частка купольних гнізд мурашок зменшується ($r=-0,94$ при $p<0,05$). При цьому розміри купола в середньому зменшуються при віддаленні від джерела забруднення.

Всі гнізда мурах, зареєстровані в найбільш забрудненій зоні, складаються з суміші цементного пилу і землі висотою до 45 см. Близько 75 % всіх знайдених гнізд мурашок були сильно зарослими. При розкопуванні гнізда розкриваються пошарово, купол був ніби зацементований.

При віддаленні від цементного заводу ПрАТ «Івано-Франківськцемент» на 0,5–1 км цементний пил був знайдений на гніздах, переважно на верхівці купола. При подальшому віддаленні від заводу (5,5 км) нами не було знайдено явних ознак присутності цементного пилу на гніздах мурах.

Адаптація мурах до впливу цементного пилу відрізняється від інших видів впливу, які були нами досліджені та описані, а саме: рекреаційного, техногенного навантаження від викидів ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» [4]. Виражається вона в тому, що під впливом цементного пилу гнізда мають частіше куполоподібну форму, менший діаметр і значно вищі, ніж ті, які розташовані з віддаленням від джерела впливу та у контрольній зоні. Можемо пояснити це тим, що ґрунт поблизу цементного заводу покритий шаром вапняного пилу, що сягає до 5 см.

Велика частина зареєстрованих поселень мурах у контрольній зоні представлена гніздами із земляними горбиками або з горбками з рослинних залишків. Середня висота купольних гнізд досягає 45 см з діаметром вала близько 58 см.

Число гнізд у деревині залежить тільки від числа повалених дерев на дослідній території та спостерігали тільки на ділянці Контроль ліс.

Висновки

На дослідній території с. Ямниця і його околиць, виявлено 8 видів мурах, які належать до 4 родів, 2 підродин. Під дією викидів від ПрАТ «Івано-Франківськцемент» щільність гнізд мурашок роду *Formica* сильно зменшується і переважають мурахи родів *Lasius* і *Mutrica*. Щільність поселень мурашок максимальна на контрольних ділянках і зменшується з наближенням до джерела забруднення. Висота земляного горбика гнізд *L. niger* обернено пропорційна відстані до джерела промислових викидів. У зоні впливу цементного пилу найчастіше спостерігали земляні гнізда, куполоподібні, розміри купола в середньому зменшувались при віддаленні від джерела забруднення.

Стаття надійшла до редакції 26.01.2020

Список використаної літератури

1. Арнольди К. В. Изучение экологии муравьев / К. В. Арнольди, В. И. Гримальский, А. В. Демченко, В. К. Дмитриенко, А. А. Захаров, и др. // Муравьи и защита леса. – Тарту, 1979. – С. 156–171.
2. Бугрова Н. М. Оценка устойчивости к рекреационному воздействию различных видов муравьев / Н. М. Бугрова // Проблемы устойчивости биологических систем. – Харьков, 1990. – С. 275–276.
3. Длусский Г. М. Методы количественного учета почвообитающих муравьев / Г. М. Длусский // Зоол. журн, 1965. – Т. 44, № 5. – С. 716–727.
4. Микитин Т. В. Антропогенний вплив на мірмекофауну техногенно-трансформованих околиць ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» / Т. В. Микитин // Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки». – 2014. – Вип. 36. – С. 67–74. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchUB_2014_36_12
5. Пермитин Д. В. Математические методы обработки зоологических данных / Д. В. Пермитин, В. Б. Ильяшенко. – Кузбассвузиздат: Кемерово, 1996. – 41 с.
6. Писарски Б. Фауна беспозвоночных урбанизированных районов Варшавы / Б. Писарски // Биоиндикация в городах и пригородных зонах. – М., 1993. – С. 43–48.
7. Селиховкин А. В. Ответные реакции насекомых-дендрофагов на промышленное загрязнение воздуха / А. В. Селиховкин. – Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2013. – Т. 5, № 1. – С. 47–70.
8. Успенский К. В. Система лесопатологического мониторинга дубрав зеленой зоны Воронежа / К. В. Успенский // автореф. дисс. канд. биол. наук. – М., 1999. – 24 с.
9. Федорова В. Г. Влияние промышленных выбросов Новгородского химкомбината (АО «Акронт») на фауну и численность насекомых / В. Г. Федорова // Сборник научных трудов 9 съезда РЭО «Проблемы энтомологии в России». Зоол. интРАН. – Санкт-Петербург, 1998. – С. 182–183.
10. Царик І. Й. Formicidae як індикатор змін біотичних і абіотичних компонентів екосистем / І. Й. Царик // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2012. – Вип. 59. – С. 3–11.
11. Blüthgen N. Food and Shelter: How Resources Influence Ant Ecology / N. Blüthgen, H. Feldhaar // ANT ECOLOGY, 2009. – pp. 116–136.

T. V. Mykytyn¹, V. P. Stefurak²

¹Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Faculty of Natural Science, Department of Biology and Ecology, 201 Galytska St., Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail: mukutuntanja86@gmail.com

²Ivano-Frankivsk National Medical University, Department of Medical Biology and Medical Genetics, 2 Galytska St., Ivano-Frankivsk, Ukraine

INFLUENCE OF THE CEMENT DUST ON ANTS GROUPING (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Abstract

Introduction. Industrial emissions affect the impoverishment of insect fauna not only by reducing their species composition but also by reducing the abundance of dominant species.

Aim. Therefore, the goal of the research was to investigate how the cement dust affects species diversity of ants, density and types of anthills.

Methods. Investigation of the effect of cement dust on mirmecofauna was carried out on the territory of village Yamnytsia, Tysmenytsia district, Ivano-Frankivsk region and its vicinity, near the cement plant of PJSC «Ivano-Frankivskcement». Meadows and deciduous forests were studied within the village of Yamnytsia, which are located at different distances from the source of cement dust (0; 0.5 km; 1 km; 5.5 km) and 30 km from the village boundary (control). To quantify the species composition of Formica ants, the methods of K. V. Arnoldi were used. Counting of anthills and sampling of ants was performed according to the method of G. M. Dlussky. Anthills were described by the standard method, the account of the building material of the nests was carried out visually, the material was not selected.

Results. Analyzing the distribution of ants genera and species on the experimental meadows, we found a direct correlation between the number of ants and the distance from the sources of cement dust ($r=0.87$ at $p<0.05$). The largest number of the ant species was observed in the area of influence from the genus Lasius. Myrmica nests are found not closer than 1 km from PJSC «Ivano-Frankivskcement», Formica nests are only in the control. With a decrease in the pollution degree, the proportion of underground nests increases ($r=0.90$ at $p<0.05$), the proportion of the dome nests decreases ($r=-0.94$ at $p<0.05$). At the same time, the size of dome on average decreases when the distance from the source of pollution grows. All anthills registered in the most polluted zone consist of a mixture of cement dust and earth up to 45 cm high. About 75 % of all nests found were heavily overgrown. Adaptation of the ants to the influence of cement dust differs from other types of impact and is expressed in the fact that in technogenic territories anthills are more often dome-shaped, of smaller diameter and considerably higher than those located in the control zone. This is because the soil near PJSC «Ivano-Frankivskcement» is covered with a layer of the lime dust which reaches 5 cm. *Lasius niger* is resistant to various forms of the anthropogenic influence, which can be explained by the adaptive features of the anthill forms.

Conclusion. Under the influence of emissions from PJSC «Ivano-Frankivskcement», the anthill density of Formica genera is greatly reduced and is dominated by ants of the genera Lasius and Myrmica. The height of the *L. niger* anthill is inversely proportional to the distance to the source of industrial emissions, and the frequency of occurrence of underground nests of most species is directly proportional to the degree of anthropogenic impact.

Keywords: ants; anthropogenic influence; cement dust; Lasius; Myrmica.

References

1. Arnoldi K. V. (1979) *Studying the ecology of ants* [Izuchenie ecologii murav'ev]. Murav'i I zashchita lesa. Tartu, pp 156–171.
2. Bugrova N. M. (1990) *Assessment of resistance to the recreational effects of various species of ants* [Ocenka ustojchivosti k rekreacionnomu vozdejstviyu razlichnyh vidov murav'ev]. Problemy ustojchivosti biologicheskikh sistem. Har'kov, pp 275–276. (In Russian).
3. Dlusskij G. M. (1965) *Methods for the quantification of soil ants* [Metody kolichestvennogo ucheta pochvoobitajushchih murav'ev]. Zool. zhurn., №44, 5, pp 716–727. (In Russian).
4. Mykytyn T. V. (2014) *Antropogenic influence on myrmecofauna on the technological transformed environs OJSC «Naftokhimik Carpathians»* [Antropogennyj vplyv na mirmekofaunu tehnogenno-transformovanyh okolyc' VAT «Naftohimik Prykarpattja»]. Visnyk Cherkas'kogo univer-

- sytetu. Serija «Biologichni nauky»*, №36, pp 67–74. (In Ukrainian) http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchuB_2014_36_12
5. Permitin D. V. Il'jashenko V. B. (1996) *Mathematical methods for processing zoological data* [Matematicheskie metody obrabotki zoologicheskikh dannyh]. Kuzbassvuzizdat: Kemerovo, 41 p. (In Russian).
 6. Pisarski B. (1993) *Invertebrate fauna of the Warsaw Urban Areas* [Fauna bespozvonochnyh urbanizirovannyh rajonov Varshavy]. Bioindikacija v gorodah i prigorodnyh zonah. M., pp 43–48. (In Russian).
 7. Selykhovkyn A.V. (2013) *Dendrophage insect responses to industrial air pollution* [Otvetnie reaktsyy nasekomikh-dendrofahov na promishlennoe zahriaznenye vozdukha]. *Mezhdystsyply-narnii nauchnii y prykladnoi zhurnal «Byosfera»*. T. 5, № 1. pp. 47–70. (In Russian).
 8. Uspenskij K. V. (1999) *The system of the oak forest pathological monitoring of Voronezh green zone* [Sistema lesopatologicheskogo monitoringa dubrav zelenoj zony Voronezha]: avtoref. diss. kand. biol. nauk. M., 24 p. (In Russian).
 9. Fedorova V. G. (1998) *The impact of industrial emissions of the Novgorod Chemical Plant (JSC Akront) on the fauna and number of insects* [Vlijanie promyshlennyh vybrosov Novgorodskogo himkombinata (AO «Akront») na faunu i chislennost' nasekomyh]. Sbornik nauchnyh trudov 9 sezda RJeO «Problemy jentomologii v Rossii». Zool. intRAN: Sankt-Peterburg; pp 182–183. (In Russian).
 10. Tsaryk I. Ji. (2012) *Formicidae as an indicator of changes in biotic and abiotic components of ecosystems* [Formicidae iak indyktor zmin biotychnykh i abiotychnykh komponentiv ekosystem]. *Visnyk L'vivs'kogo universytetu. Serija biologichna*. 59. pp. 3–11. (In Ukrainian).
 11. Blüthgen N. (2009) *Food and Shelter: How Resources Influence Ant Ecology*. *Ant Ecology*, pp. 116–136. (In English).