

ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ОРНІТОІНДИКАЦІЇ ТЕХНОГЕННО-ПОРУШЕНИХ І ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Я.Є. Штрикало¹, В.М. Случик²

¹Івано-Франківський краєзнавчий музей, e-mail:IFKM@i.ua.

²Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
кафедра біології та екології

На основі попередньо запропонованої концепції вперше експериментально застосований орнітохімікогенетичний метод індикації стану довкілля на території Прикарпатського теплоенергетичного комплексу. Розроблена та апробована методика біоіндикації характеру та ступеня забрудненості оточуючого середовища на регіонально-локальному рівні в умовах посиленого металічного тиску за допомогою орнітофауни, зокрема *Pica pica* L. Доведено, що остання є валідною щодо оцінки якості природних та техногенно-порушених територій. Показано, що зооіндикатори адекватно відображають ступінь трансформованості біосфери, вказуючи на тенденцію зміни екологічних показників популяцій птахів, шляхи міграції пріоритетних поллютантів, їх ефективність до біоконцентрування та хімічну природу мутагенного фону.

Ключові слова: орнітоіндикація, техногенно-трансформовані екосистеми, біоаккумуляція, кластогенні ефекти.

Shtyrkalo Y.Y., Sluchyk V.M. Afety of biodiversity and complex model of ornithoindication technogen-broken and natural ecosystems of Carpathian region. Offered a scientifically in theory substantiated method of bioindication of environmental state from point of view of biodiversity safety and estimation of airtechnogenic contamination caused by Precarpatian heat-energy complex. Developed and approved methods of bioindication of environmental state on regionally local level in conditions of reinforced metallic pressure on the base of ornithofauna, specifically (*Pica pica* L.) is adequate as for quality of technogen-broken territories under influence of industrial activity.

Key words: ornithoindication, technogeny-transformed ecosystems, bioaccumulation, clastogenic effects.

Вступ

Екстенсивне природокористування, нехтування екологічними принципами в господарській діяльності сприяли збільшенню антропогенного і техногенного навантаження на біогеоценози, що призвело до руйнування природних комплексів, зменшення чисельності видів рослин і тварин [1]. Наукова і практична цінність видів тварин визначається тим, що вони є носіями давніх генетичних комбінацій і репрезентують цінний генофонд фауни. Інформація про види (екологічна, цитологічна, генетична і ценотична характеристики, географічне поширення, особливості розмноження і т.п.) має першочергове значення для вивчення генезу природних комплексів, виявлення генетичних та зоогеографічних взаємозв'язків біоти [2]. Тому необхідність охорони тварин поряд з охороною атмосфери, земель і вод відображена в багатьох документах міжнародного співробітництва.

На території Івано-Франківської області зареєстровано 278 видів гніздових, пролітних, зимуючих, залітних та інвазійних птахів. Локальні популяції птахів можна розглядати як модельний об'єкт, що дозволяє вивчати реакції біоти на екстремальні умови середовища. В умовах антропогенного впливу птахи зазнають надмірних техногенних навантажень, внаслідок чого можуть виникати не тільки відхилення фізіологічних та функціональних показників, але й зміни процесів на популяційному рівні [3; 4].

Матеріали і методика досліджень

Основою для вивчення населення птахів були результати обліків, проведених у 2002-2008 р.р. в зоні забруднення Бурштинської ТЕС, Калуської ТЕЦ та ВАТ "Оріана". Облік проводився маршрутним методом [5]. Маршрути пролягали таким чином, щоб охопити усі характерні біотопи. Перерахунок кількості особин на одиницю площі (кв.км) проводили за співвідношенням числа виявлених представників орнітокомплексу до добутку довжини маршруту на ширину смуги обліку. Для кожного виду визначали середній індекс кількості, щільності та біомасу.

При описанні розташування популяцій і угруповань в межах даної географічної області або в даній ділянці використовували індекс подібності – S [6]. Оологічні показники (об'єм, округленість) визначали по Мянду [7]. Для визначення вмісту металів бралась шкаралупа яєць сороки (*Pica pica* L.). Кількісний аналіз

металів проведено на прецизійній системі “Plasmaguant – 110”. Коефіцієнт забруднення біоти (відношення вмісту поллютантів в організмі до вмісту його в зовнішньому середовищі) розраховували за Одумом [6].

Результати та обговорення

Реагуючи на присутність та інтенсивність того чи іншого антропогенного фактора, популяції, а також їх структурно-функціональні особливості є адекватними біоіндикаторами стану довкілля. Порушення якісної і вікової структури фітоценозів спричинює зменшення або збільшення щільності гніздування птахів, що в свою чергу впливає на ступінь їх участі у біоценогичних процесах. Наприклад, індекс кількості виду для зяблика (*Fringilla coelebs* L.), вівчарика-ковалика (*Philoscopus collybita* Vieillot), костогриза (*Coccothraustes coccothraustes* L.) зростає із зростанням відстані від Бурштинської ТЕС (з 10,2; 1,6; 1,08 пар/км до 17,2; 5,9; 8,4), але для кропив'янки чорноголової (*Sylvia atricapilla* L.), навпаки зменшується від 4,5 до 3,7 пар/км. Для лісів розташованих у зоні забруднення підприємств “Лукор” (попередня назва “Оріана”) цей показник зменшується по мірі наближення до джерела забруднення з 30 до 8 пар/км, а вівчарика-ковалика відповідно 23 і 7. Тому біоіндикація за видовим дефіцитом приблизна і використовується в окремих випадках [8].

Обрахунки параметрів видової структури угруповань птахів трансформованих біоценозів показують, що видове різноманіття (H) та видове багатство (d) нижчі у лісостанах які розміщені ближче до джерела забруднення (0,2 та 2,2-0,9, 2,4 відповідно). Вирівняність (e), також має значно нижчі показники в більш забрудненій зоні (0,07 до 0,1), а індекс домінування (C) навпаки зменшується з 1 до 0,3 в міру віддалення від забруднення, що вказує на хід сукцесій орнітоценозів. Спираючись на інформаційний підхід до визначення поняття різноманіття, можна стверджувати, що система з низьким показником Шеннона володіє низькою кількістю інформації, тобто є невпорядкованою або нестабільною. Стабілізація угруповань пов'язана з ростом видового різноманіття, ускладненням розгалуження ланцюгів живлення. Більше різноманіття зумовлює довші трофічні зв'язки, що підвищує стабільність цих систем. Збільшення або зменшення популяцій вказує на дію факторів, що її порушують. Зміна кількості видів птахів на гніздуванні, щільності популяцій вказує на якісні зміни в орнітоценозах. Однак слід зауважити, що на орнітокомплекси впливають як природні (абіотичні, біотичні) так і антропогенні (рекреація, забруднення) фактори, які діють синхронно і навіть синергічно. Тому зміни в популяціях слід розглядати як комплексну реакцію.

Вплив поллютантів на популяцію птахів неоднорідний. Одні із них летальні вже у дуже малій концентрації, другі побічно впливають на місця існування, треті викликають сублетальні ефекти різного характеру, є й такі, що не спричиняють ніяких прямих наслідків. Вміст забруднювачів у популяціях птахів відображають локальний, регіональний і глобальний рівні забруднення екосистем.

Територія Передкарпаття та Карпат зазнає постійного як антропогенного так і техногенного тиску, наслідком якого є забруднення атмосфери, вод, ґрунтів та біоти. Основним її забруднювачем є Бурштинська ТЕС, загальні викиди якої складають двооксид сірки, оксиди азоту та попел з широким спектром антропогенних елементів різної токсичності та швидкості нагромадження в компонентах екосистеми [9]. Для оцінки стану екосистем даного регіону вибрали найбільш доступний вид – сороку (*Pica pica* L.). Експрес-реперами слугували оологічні показники, вміст поллютантів в шкаралупі птахів та рівень хромосомних аберацій в різних за ступенем забруднення стаціонарах. Аналізуючи оологічні показники кореляції між лінійними величинами найбільшого діаметра, довжини яйця і зон забруднення не спостерігалось. Маса і об'єм спочатку зростає, а потім зменшується. Округлість яєць навпаки, зменшується із віддаленням від джерела забруднення. На відстані 4 км від Бурштинської ТЕС маса яйця (M) дорівнює 8,77 г, об'єм (V) – 9,286 см³, округлість (Sph) – 72,67 %; на відстані 9 км – M=9,66 г, V = 9,898 см³, Sph = 68,65 %, а на відстані 14 км – M = 9,66 г, V = 9,22 см³, Sph = 67,98 % (рис.1). Коефіцієнти біоаккумуляції окремих поллютантів в шкаралупі сороки в районі впливу Бурштинської ТЕС становлять: Cu – 769, Pb – 809, Cr – 1014, Fe – 22, Mn – 27, Cu – 515, Zn – 391, Ba – 1262, Sr – 1152 разів, що симбатно корелюють з попередніми дослідженнями. Визначено відповідний ряд ефективності біоконцентрування антропогенних стресорів шляхом їх аеротехногенної абсорбції та трансформації у зооб'єктах по відношенню до верхнього шару ґрунту від 0 до 5 см на конкретному екостаціонарі: Fe < Mn < Zn < Cu < Cd < Pb < Cr < Sr < Ba. Максимальне орнітоконцентрування порядку в 1200 разів характерне для легких металів (Ba, Sr) які є антагоністами іонів кальцію та особливо техногенно-токсичних для біоти важких металів (Cr, Pb, Cd) – у 800-1000 разів, причому максимальне перевищення в 20-40 разів регіональної концентрації техногенно-небезпечних барієво-хромових стресорів спостерігається на відстані 12 км від основного джерела атмосферного забруднення [10].

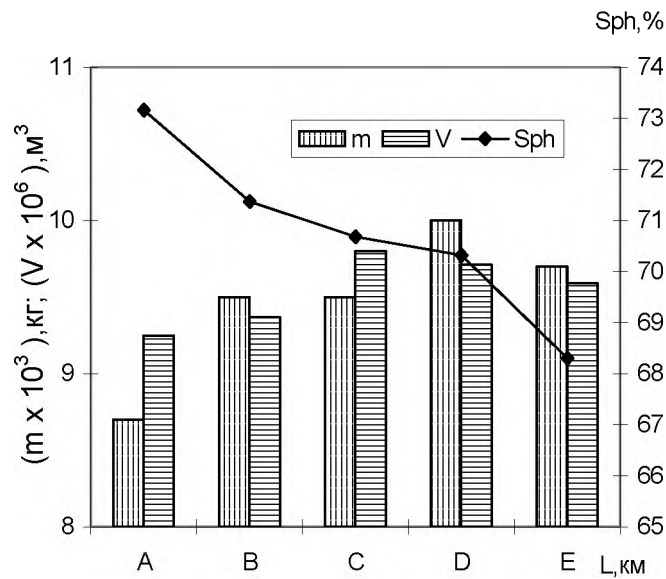


Рис. 1. Динаміка зміни оологічних показників (m - маси, V - об'єму та Sph - округленості яєць сороки) в залежності від відстані до джерела забруднення: А - 4 км, В - 7 км, С - 9 км, D - 12 км, Е - 15 км.

Для підтвердження генетичної небезпеки металічного тиску в районі господарської діяльності Бурштинської ТЕС застосували тест на хромосомні аберації в клітинах пульпи пера сороки. Необхідність використання цього методу викликано тим, що серед промислових викидів згаданого підприємства є сполуки металів, які володіють мутагенними властивостями (Pb, Cr та Ni). Окремі компоненти орнітофауни уже давно пропонувались для проведення подібних досліджень [11; 12]. Крім того, *P. pica* відповідає необхідним вимогам щодо об'єктів для проведення тестів на мутагенність і канцерогенність [13].

Встановлено, що статистично достовірне ($P < 0.05$) перевищення відсотка аберантних ана-телофаз, у порівнянні з контролем (1.07 ± 0.19), спостерігалось у тварин, які знаходились на відстані 9-23 км від джерела забруднення. Максимальний кластогенний ефект спостерігався у птахів які перебувають в межах 10-12 км від джерела забруднення (найбільший відсоток ана-телофаз з перебудовами) - 5.78 ± 0.94 (для 10-ти км). Зазначений показник перевищував прийнятий спонтанний рівень у 5.4 рази. Крім того, зростали і такі характеристики як кількість аберацій на одну досліджену та аберантну ана-телофазу [14]. Спектр хромосомних перебудов із зростанням їх кількості зміщується у бік хроматидних аберацій, що особливо чітко спостерігалось у особин з 10-14 км зони (рис.2). Останнє є ще одним підтвердженням хімічної природи мутагенного фону, існуючого на досліджуваних територіях.

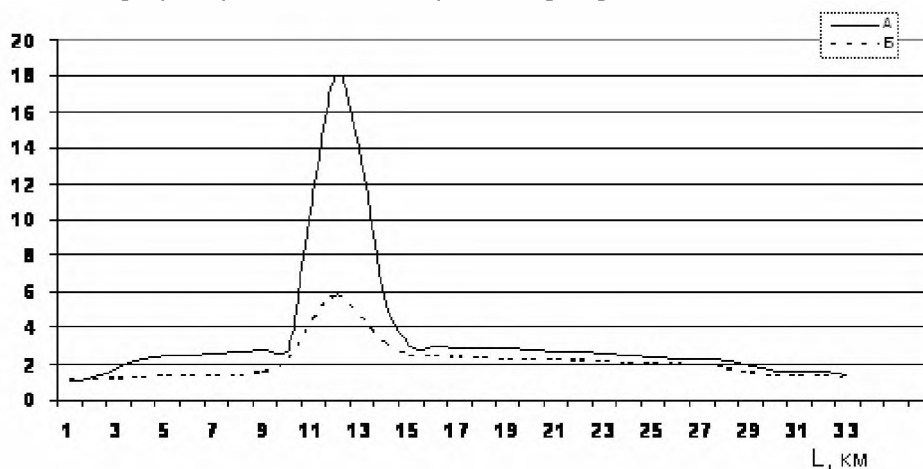


Рис. 2 Сумарне перевищення (N) фонових концентрацій генетично-активних металів (Pb,Cr,Ni) у шаралупі яєць (А - в ум.од) та кількість аберантних ана-телофаз у клітинах пульпи пера (Б - в %) сороки (*P.pica*) в залежності від відстані (L) до джерела забруднення

Враховуючи те, що шкідливі викиди промислових підприємств держав Центральної Європи з масами

повітря переносяться через Карпатський хребет і переважно осідають на території Західної України, орнітологічні об'єкти, зокрема компактно проживаючі види, згідно розробленої концепції можуть виступати реперними індикаторами якості довкілля при оцінці транскордонного аеротехногенного впливу на регіональному рівні екологічно порушених екосистем [11]. Отримані параметри дадуть можливість оцінити ступінь аеротехногенного навантаження на екосистеми, відстежити шляхи міграції забруднення в межах регіону.

Література

1. *Стефурак В. П.* Біологічна індикація стану наземних екосистем Українських Карпат і Прикарпаття в умовах антропогенного впливу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. біол. наук.: спец. 03.00.16 «Екологія» / *В. П. Стефурак*. – Дніпропетровськ, 1997. – 32 с.
2. *Лебедева Н.В.* Экоотоксикология и биогеохимия географических популяций птиц / *Н.В.Лебедева*. – М.: Наука, 1999. – 199с.
3. *Штирко Я.* Орнітоценози трансформованих екосистем / *Я. Штирко* // Наукові записки Івано-Франківського краєзнавчого музею. – 2002. – Вип. 5-6. – Івано-Франківськ: Місто-НВ. – С. 154 -173.
4. *Книстаутас А.* Основные выявленные эффекты влияния промышленного загрязнения на популяцию лесных птиц / *А. Книстаутас* // Экологическое исследование и охрана птиц Прибалтийских республик. – Каунас, 1982. – С.151-153.
5. *Приедниекс Я.* Рекомендации к орнитологическому мониторингу в Прибалтике / *Я. Приедниекс, А. Курасоо, К. Курвилавичюс*. – Рига, 1986. – С. 47 - 49.
6. *Одум Ю.* Экология / *Ю. Одум*. – М. : Мир, 1986. – 328 с.
7. *Мянд Р.* Внутрипопуляционная изменчивость кладок птиц / *Р. Мянд*. – Рига, 1988. – 138с.
8. *Штирко Я.* Орнітофауна лісових масивів забруднених промисловими викидами Бурштинської ДРЕС та концерном “Хлорвініл” / *Я. Штирко, М. Приходько* // Наукові записки Івано-Франківського краєзнавчого музею. – 1993. – Вип. 2. – Галич. – С. 83 -91.
9. Організація локального орнітомоніторингу забруднення довкілля в районі басейну середнього Дністра та Бурштинського водосховища [*І. Смоленський, М. Приходько, Я. Штирко, В. Кімакович*] // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. – К.: Манускрипт. 1996. – С.189 -192.
10. *Смоленський І.М.* Екогенитичні аспекти орнітоіндикації стану довкілля / *І.М. Смоленський, В.М. Случик, Я.С. Штирко* // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К.: ВЦТЗ України. 2001. – № 2. – С. 86 - 88.
11. *Смоленський І.* Проблеми екологічної безпеки та методологічні основи орнітохімічного моніторингу антропогенного забруднення на прикладі Бурштинської ДРЕС / *І. Смоленський, Н. Котошко, Я. Штирко* // “Розвідка нафтових і газових родовищ” : Мат. міжнар. форуму-конференції Євро регіонів “Мир та безпека”. – Івано-Франківськ, 2000, Вип. 37 (Том 9). – С.78 - 81.
12. *Штирко Я.* Орнітоіндикаційний метод контролю хімічного забруднення навколишнього середовища. / *Я. Штирко* // Екологічні аспекти охорони птахів : Матеріали VII наради орнітологів Західної України. – м. Івано-Франківськ, 4-7 лютого 1999р. – Львів. 1999. – С.106 -108.
13. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 51. Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ: Пер. с англ. – (Женева: ВОЗ) М.: Медицина, 1989. – 212 с.
14. *Смоленський І.М.* Орнітоіндикація техногенно-порушених і природних екосистем прикарпатського регіону / *І.М. Смоленський, Я.С. Штирко, В.М. Случик* // Доповіді НАН України. Серія природничі науки. – 2003. – №10. – С. 194 - 200.

Стаття поступила до редакції 10.09.2012 р.; прийнята до друку 24.09.2012. р.