1. **Лекція №1 Класифікація тварин за рівнем їх адаптованості до антропогенної трансформації середовища**

**Вступ** Однією із досить цікавих особливостей розвитку сучасної фауни України, зокрема і Європи загалом, є неухильно зростаючий рівень синантропізації тваринного населення. Чимало видів, котрі ще порівняно недавно (20–30 років тому) мешкали лише у своїх споконвічних місцях існування, не змінених або дуже мало змінених господарською діяльністю людини, зараз активно освоюють окультурений ландшафт.

 Вони проникають в регіони, що зазнали високого рівня антропогенної трансформації природи і де були відсутні впродовж багатьох сторіч, або ж не мешкали в цих регіонах взагалі. Особливо цікавим і наочним, з точки зору динаміки адаптивно-екологічних і етологічних складових біології сучасних ссавців, може слугувати приклад лісового кота, окремі особини якого, зрідка, періодично, в середньому один раз на 5–7 років трапляються серед здобичі мисливців у центральному Степу України (південь Кіровоградської області), який знаходиться досить далеко від сучасних осередків існування цього виду. Значні зміни відбулися також і у поширенні річкового бобра, окремі осередки існування якого досягли меж степової зони України. У кожного виду тварин процес освоєння окультурених біотопів відбувається з певними особливостями. Одні з них уже тривалий час існують поряд з людиною, завдяки своїм високим здатностям до адаптації, інші проникають в антропогенний ландшафт дуже повільно. В той же час, окремі види взагалі, принаймні поки що, не спроможні зносити навіть незначні прояви антропогенної трансформації своїх споконвічних місць існування і мають обмежене поширення та чисельність (хохуля, бурий ведмідь, рись тощо). Розглядаючи проблему синантропізації диких тварин як складне природне явище, слід підкреслити ще одну його особливість — різний ступінь освоєння тваринами окультурених ценозів. Одні з них далі полів сівозмін, садів, виноградників, ставків, лісосмуг, яружно-балкових насаджень тощо не проникають, інші чудово себе почувають і успішно розмножуються в межах населених пунктів, практично у постійному контакті з людиною, а також з одомашненою фауною, що також не менш істотно у перебігу їх існування у неспецифічному оточенні. Понятійний апарат У сучасному тлумаченні всі ці тварини відносяться до синантропних видів без врахування конкретного рівня їх адаптованості до окультуреного середовища. З нашої точки зору, з метою більш об’єктивного означення рівня адаптованості того чи іншого виду тварин до антропогенної трансформації довкілля доцільно увести в науковий ужиток наступні поняття (Гулай, 1994):

У сучасних умовах глобальний характер впливу людини на біосферу у поєднанні з підвищеним забрудненням окремих регіонів створює особливі умови для існування природних екосистем. У зв’язку з цим виникає необхідність принципово нових підходів до вирішення завдань оцінки стану екосистем і розробки заходів щодо їх охорони.

Актуальною проблемою стає оцінка впливу діяльності людини на окремі екосистеми. Для вирішення цієї задачі одним із перспективних напрямів є розробка критеріїв для використання організмів-біоіндикаторів (біомоніторів), які об’єктивно відбивають вплив антропогенної діяльності на організми, їх популяції та угруповання.

Біоіндикація – це індикація абіотичних і біотичних факторів за допомогою біологічних систем. У теперішній час більшість авторів розуміють під терміном «біоіндикація» вивчення тільки впливу людини на екосистеми. Це пояснюється тим, що відповіді з боку екосистеми на антропогенні фактори подібні змінам, що викликані природними умовами, а також тим, що зараз настільки підсилився вплив людини на екосистеми, що в багатьох випадках важко розділити вплив природних і антропогенних факторів. Біоіндикаторами називають організми, що використовуються для біоіндикації. Вони поділяються на два типи: «індикатори акумуляції» або хімічного складу середовища та «індикатори активного моніторингу» або організми для спостереження за станом навколишнього середовища.

Залежно від реакції організму на фактори середовища можна виділити різні форми біоіндикації: неспецифічну та специфічну. Для неспецифічної біоіндикації характерна реакція організму на комплекс факторів, тоді як у специфічної біоіндикації мова йде тільки про реакцію на один фактор середовища. У природі часто буває невідомим, на який із факторів середовища реагують популяції та угруповання тварин. Разом із тим, цінним є виявлення комплексної біологічної відповіді на вплив навколишнього середовища, який неможливо отримати за допомогою інструментальних методів дослідження.

Біоіндикаційні дослідження можна проводити на різних рівнях організації матерії: молекулярному, клітинному, організменному та популяційно-ценотичному. Для зоологів найдоступніші останні два рівні.

Біоіндикаційні дослідження – важливий розділ екологічного моніторингу. Інструментальні методи вимірювання забруднення навколишнього середовища не можуть замінити біоіндикації, значення якої полягає не у вимірюванні параметрів середовища, а у вивченні відповіді живих організмів на його вплив.

У літературі накопичена значна кількість даних про зміну параметрів популяцій комах в антропогенно трансформованих екосистемах. Ці дані цікаві в плані використання комах як об’єктів біоіндикації. Комахи, дійсно, є перспективною групою тварин для біоіндикаційних досліджень. Вони відрізняються великими видовою та екологічною різноманітністю, різною стійкістю до антропогенних впливів та різними характерними реакціями на них.

**При визначенні екологічного стану району біоіндикаторне значення мають такі популяційні характеристики комах.**

– Щільність (відносна чисельність) комах. У екосистемах, що зазнали або зазнають антропогенного впливу, щільність одних видів комах зменшується, інших – збільшується, третіх – істотно не змінюється, четвертих – зазнає стрибкоподібних змін (спочатку зменшується, потім збільшується або навпаки). Різна реакція може прослідковуватися у популяціях одного і того самого виду.

– Аналіз фазових портретів комах із різним типом динаміки чисельності (складається шляхом графічної інтерпретації щільності популяції та коефіцієнта розмноження) дозволяє провести імітаційне моделювання багаторічної динаміки окремих видів у популяції.

– Фенотипова структура комах. Мінливість фенотипової структури (співідношення фенотипових форм імаго) може корелювати з рівнем забруднення повітря, наприклад, підвищення частки меланістичних (чорних) особин у популяціях. Але тут треба враховувати й те, що ця мінливість може бути пов’язана із сезонними коливаннями чисельності та річними особливостями клімату, а в деяких видів співвідношення різнозабарвлених особин може бути стабільною ознакою.

– Рівень асиметрії білатеральних морфологічних ознак – різке збільшення рівня асиметрії у популяціях спостерігається у двох випадках: при порушенні генного балансу популяції за рахунок імміграції особин із популяцій, адаптованих до інших умов існування; при впливі незвичайних умов середовища (індустріального забруднення, температури, радіації тощо).

– Статева структура популяцій. На співідношення статей у комах можуть впливати різні фактори. Установити, який фактор вирішальний тут дуже важко, але при детальному дослідженні популяцій модельного виду в екосистемах можна за індексом співвідношення статей встановити ступінь їх антропогенної трансформації.

– Просторовий розподіл комах у біоценозах. На просторовий розподіл комах у біоценозах впливають мікрокліматичні умови, структура ландшафту та антропогенні фактори, зокрема вплив пестицидів, солей важких металів, агро- та лісотехнічні заходи. Вони можуть викликати підвищення активності домінантних видів та їх міграцію в інші біотопи (збільшується кількість видів – *r*-стратегів).

– Сезонна динаміка імаго. Кліматичні фактори, що викликають фотоперіодичні та температурні реакції комах, обумовлюють їх річні цикли. У різних видів вони різні. Співвідношення груп, виділених за типом активності імаго у різних біотопах, їх кількість можна використовувати для визначення ступеня антропогенного впливу на їх угруповання.

– Внутрішньовидові розміри тіла комах. Доведена тенденція збільшення розмірів тіла комах для популяцій у біотопах із посиленим антропогенним навантаженням.

– Спектр життєвих форм. Вивчення спектра життєвих форм імаго населення модельних видів дає змогу охарактеризувати структуру їх угруповань і встановити зміни, що відбуваються під упливом антропогенної діяльності.

– Чисельність екологічних груп в угрупованні комах за біотопічним преферендумом. Об’єктивний показник антропогенної трансформованості біотопів – чисельність екологічних груп за категоріями реліктності в угрупованні, особливо чисельності убіквістних (еврібіонтних) видів, які збільшуються у біотопах із підвищенням антропогенного впливу. Кількість стенобіонтних видів у таких біотопах зменшується.

– Індекс угруповань модельної групи комах. Цей індекс – об’єктивний показник ступеня антропогенного впливу на біотопи. За його допомогою можна визначити ступінь порушення кожного з біотопів без порівняння з контрольним місцезнаходженням. Індекс угруповань збільшується від біотопів із сильним антропогенним впливом до біотопів зі слабкішим впливом людини, найнижчі його показники – у біотопах із найменшим ступенем антропогенної трансформації. Оцінка угруповань модельної групи комах на основі індекса їх угруповань дає змогу виявити найцінніші природні екосистеми, які потребують охорони.

– Виявлення основних груп комах за відношенням до фактора антропогенного впливу. За своїм відношенням до антропогенного фактора комах можна поділити на три основні групи: антропофільні, антропоіндиферентні та антропофобні види. Антропофільні види переважають у антропогенних ландшафтах, вони стійкі до антропогенних впливів. Антропо­індиферентні види зустрічаються як у природних, так і в антропогенних ландшафтах, але слабкопорушених. Антропофобні види зустрічаються тільки у природних ландшафтах. У кожній і наведених груп можна виділити дві підгрупи залежно від чисельності даного виду в угрупованнях: види з високою та низькою чисельністю.

Даний метод оцінки реакції видів на антропогенний фактор, заснований із розрахунку індекса угруповань модельної групи комах і кількості досліджуваних видів дозволяє раціональним шляхом визначити реакцію всіх видів модельної групи на вплив людини.

Ступінь антропогенного навантаження на навколишнє середовище можна визначати і за такими показниками: видовий склад і стаціальний розподіл комах; динаміка, структура та спектри домінування видів; характер вертикального розподілу популяцій ґрунтових комах у профілі ґрунтів; характер анатомо-морфологічних, біохімічних, фізіологічних, імунологічних, цитогенетичних, біоритмологічних і поведінкових відхилень під впливом антропогенних стресорів; визначення концентрації хімічних забруднювачів і радіонуклідів у тілі комах тощо.

Враховуючи те, що багато пестицидів і солей важких металів і радіонукліди мають терато- та мутагенний ефект можна застосовувати цитогенетичні методи для їх виявлення (наприклад, тестування хромосомних абберацій у соматичних клітинах).

При доборі комах як модельних об’єктів ентомобіоіндикації керуються загальноприйня­тими вимогами до організмів-біомоніторів – добра вивченість виду та внутрішньовидових таксонів, широкий ареал, низька міграційна активність, антисинантропність, висока індикаційна пластичність виду, простота збирання у природі, достатня кількість для відбирання серії проб.

При виборі району дослідження обґрунтовують критерії чистоти та забрудненості середовища, рівні токсичної активності середовища, шляхи міграції токсикантів у трофічних ланцюгах екосистеми. Для комплексної оцінки стану екосистеми спостереження за ентомобіоіндикаторами повинні проводитися як мінімум за трьома градаціями антропогенного навантаження – слабкій, середній і сильній. При підборі видів-біомоніторів ураховуються природно-географічні умови ландшафту та його біологічні ресурси.

За можливості ентомобіоіндикація забрудненості екосистеми повинна включати три напрями досліджень: підбір видів-біомоніторів прогнозування раннього антропогенного впливу; прогнозування стану окремих біотичних компонентів екосистеми; діагностику стану екосистеми в цілому.

Якщо виходити з положення, що біоіндикатори повинні мати спектр кількісної та якісної різноманітності, то пріоритетними в цьому напрямку будуть комахи-герпетобіонти, які мешкають у верхньому ґрунтовому горизонті – важливій ланці в процесах міграції пестицидів та інших екотоксикантів. Звичайно, що це не виключає використання комах-хортобіонтів, педобіонтів та інших груп. Важливий аспект ентомобіоіндикації – контроль за потенційно небезпечними видами шкідників, які дають спалахи масового розмноження в особливих екологічних ситуаціях, пов’язаних із господарською діяльністю людини.

Перед проведенням еколого-ентомологічного моніторингу проводять детальне вивчення біологічних параметрів майбутніх видів-біоіндикаторів. Потім складається інтегрована програма діагностики екосистеми з використанням методів ентомобіоіндикації. Дана програма повинна включати систему тестів для аналізу стану екосистеми, яка базується на сукупності ентомобіоіндикаторів і особливостях їх реакції відповіді на забруднення середовища. У зв’язку з тим, що можливості використання окремих біологічних параметрів популяцій комах для моніторинга обмежені, виникає необхідність обліку їх сукупності та тривалих (багаторічних) спостережень на стаціонарних площах двох типів (із сильним і слабким антропогенним впливом). Це дає змогу встановити, спрямований або неспрямований характер мають зміни біологічних параметрів популяцій комах, за якими ведуться спостереження.

Спрямована зміна параметрів популяції на експериментальному стаціонарі свідчить про перевищення рівня саморегуляції (гомеостаза) даної популяції та даної екосистеми, порушення фонового стану досліджуваної екосистеми.

Рівень антропогенного впливу, при якому відбулася зміна параметрів популяції на експериментальному стаціонарі, слід уважати пороговим (гранично допустимим) екологічним навантаженням для екосистеми на контрольному стаціонарі.

Циклічні зміни щільності (відносної чисельності) та інших параметрів популяції на контрольному стаціонарі показують можливості саморегуляції (гомеостаза) даної популяції та екосистеми, можливості збереження угрупованням фонового (стабільного) стану при відносній відсутності антропогенного впливу.

Отже, теоретичне обґрунтування ентомобіоіндикації, що пропонується, може сприяти ширшому використанню комах у біоіндикаційних дослідженнях і швидкому виявленню за допомогою них негативних змін у екосистемах, викликаних антропогенними чинниками. Застосування ентомобіоіндикації у системі комплексного екологічного моніторингу допоможе зберегти біологічну різноманітність екосистем.

**Терміни**

Антропофоби — тварини, котрі існують лише в своїх споконвічних місцях існування, які не змінені чи дуже мало змінені діяльністю людини; Синантропи — тварини, що заселяють ценози, які докорінно змінені людиною — поля сівозмін, луки, пасовища, штучні багаторічні та агролісомеліоративні насадження, сади, виноградники, ставки, водосховища, канали тощо і у населені пункти на розмноження не проникають. Оскільки до цієї групи відноситься широке коло видів, котрі до того ж мають неоднаковий рівень адаптованості до окультуреного середовища, пропонується їх відносити до трьох підрівнів, а саме напівсинантропів, синантропів та суперсинантропів. Критерії віднесення тварин до вказаних підрівнів наводяться у таблиці.

Біоіндикація – це індикація абіотичних і біотичних факторів за допомогою біологічних систем. У теперішній час більшість авторів розуміють під терміном «біоіндикація» вивчення тільки впливу людини на екосистеми

 Урбофіли (урбанофіли) — тварини, що мешкають і розмножуються в межах населених пунктів. До цієї групи ми пропонуємо відносити не тільки види, які мешкають у межах міст, але й тварин, що утворюють осередки існування в межах селищ міського типу та сіл. Підставою для такої пропозиції є той незаперечний факт, що умови існування диких тварин в межах населених пунктів різного статусу, загалом хоч і відрізняються, проте не настільки, щоб окремо виділяти фауну сіл, селищ міського типу, малих міст, великих міст та мегаполісів. На аргументацію правомірності такого підходу можна навести у якості доказу той факт, що сучасна теріофауна вказаних населених пунктів, принаймні у своєму якісному вимірі мало чим відрізняється. За рівнем адаптованості до урбосередовища тварин доцільно відносити до наступних підрівнів — напівурбофіли, урбофіли та суперурбофіли, за критеріями, які наводяться у таблиці. Антропофіли — тварини, що постійно живуть в оселях і господарських приміщеннях людини. Критерії ранжирування рівнів синантропізації Розглядаючи питання синантропізації тварин, доцільно приділити увагу розгляду головних критеріїв, за якими ті чи інші види тварин можуть бути віднесені до конкретного рівня адаптованості, до існування в окультуреному середовищі. На сьогодні таким критерієм є присутність тварин і частота їх зустрічей в певних окультурених біотопах, порівняно із природними стаціями. 16 Стосовно цієї проблеми опублікована низка праць, серед яких слід відмітити публікації Ю. Ісакова (Исаков, 1969) та К. Татаринова (1969). Ю. Ісаков (1969) пропонував поділяти тварин за рівнем їх синантропізації на п’ять груп, позначаючи кожну з них відповідною римською цифрою. Віддаючи належне запропонованій цим дослідником системі, ми вважаємо, що вона має недоліки, головним з яких є позначення відповідних груп тварин цифровими індексами. Значно зручнішою є класифікація, що базуються на відповідних термінах, і пропонується автором (табл. 1). Окрім цього, з нашої точки зору, кращим критерієм, котрий може бути прийнятий за основу для класифікації тварин за ступенем адаптованості до антропогенної трансформації середовища, може бути не присутність видів у тих чи інших окультурених біотопах, а їх частота розмноження, порівняно з природними стаціями, адже саме розмноження тварини, в тому чи іншому місці оселення, є найбільш надійним і переконливим доказом того, що наявні умови цілком сприятливі для існування видів. Таблиця 1. Класифікація деяких ссавців України за рівнем їх адаптованості до антропогенної трансформації середовища Рівні синантропізації Підрівні синантропізації Головні ознаки підрівнів синантропізації Найбільш характерні представники Антропофоби Антропофоби Мешкають і розмножуються лише у своїх споконвічних природних стаціях, незмінених чи мало змінених діяльністю людини Хохуля, земляний заєць великий, перегузня, норка європейська, рись, кіт лісовий, ведмідь бурий. Номінальні екотипи решти ссавців Напівсинантропи Мешкають і розмножуються в окультурених стаціях рідше, ніж у природних біотопах. Бабак, миша лісова, ліскулька звичайна, вовчок садовий, сліпак звичайний, ховрах крапчастий, кріль дикий, тхір степовий, куниця лісова, собака єнотоподібний, вовк, лось, олень благородний, олень плямистий, зубр, муфлон Синантропи Заселяють і розмножуються в окультурених та своїх споконвічних біотопах однаково часто Ондатра, полівка водяна, хом’як звичайний, кріт європейський, заєць русак, ласиця, горностай, лисиця, кабан, борсук, видра. Синантропні екотипи інших ссавців Синантропи Суперсинантропи Мешкають і розмножуються в окультурених угіддях частіше ніж у властивих природних біотопах. У населені пункти на розмноження не проникають Полівка польова , миша польова Напівурбофіли (Напівурбанофіли) Мешкають і розмножуються в природних та окультурених угіддях частіше, ніж в межах населених пунктів Білка звичайна, їжак білогрудий Урбофіли (Урбанофіли) Мешкають і розмножуються в населених пунктах та окультурених біотопах однаково часто Тхір лісовий Урбофіли (Урбанофіли) Суперурбофіли (Суперурбанофіли) Розмножуються у населених пунктах частіше, ніж у природних і окультурених стаціях. У помешканнях людей не розмножуються. Куниця кам’яна Антропофіли Антропофіли Мешкають і розмножуються переважно в житлових і господарських приміщеннях людей Миша хатня, пацюк сірий 17 На користь застосування саме такого підходу свідчить велика кількість фактичного матеріалу про розмноження диких тварин в окультурених угіддях та населених пунктах, що стало вже скоріше правилом, аніж винятком. Починаючи зі своїх споконвічних, незмінених чи мало змінених діяльністю людини біотопів і закінчуючи центральними частинами міст мегаполісів (наприклад куниця кам’яна), переважна більшість видів тварин зустрічається одночасно у різних за рівнем антропогенної трансформації угіддях. При цьому, види утворюють досить стійкі осередки існування (мікропопуляції). Таким чином, цілком очевидною є необхідність їх означення відповідним термінами. У цьому відношенні найбільш прийнятним ми вважаємо поняття "екологічного типу" (життєвої форми), а саме, наявності чи відсутності у різних життєвих форм (екотипів) морфологічних особливостей чи відмінностей, що розглядав Ю. Одум (1986). На основі поняття "екологічний тип" (життєва форма), нижче запропоновано термінологію, що стосується життєвих форм, котрі мешкають одночасно у різних за рівнем окультурення ценозах: 1) тварини номінального екотипу — представлені частинами популяцій, особини яких мешкають і розмножуються лише у своїх споконвічних стаціях, незмінених чи мало змінених діяльністю людини; 2) тварини синантропного екотипу — це частини популяцій, що заселяють і успішно розмножуються в окультурених ценозах, але на розмноження в населені пункти не проникають; 3) тварини урбофільного (урбанофільного) екотипу — це частини популяцій, що мешкають і успішно розмножуються в межах населених пунктів, при цьому на розмноження в оселі людини не проникають. На підставі викладених підходів, у якості прикладу, пропонується наступна схема класифікації ссавців України за рівнем їх адаптованості до антропогенної трансформації середовища (див. табл. 1). Небхідно зазначити, що рівні адаптованості диких тварин до антропогенної трансформації середовища можуть носити регіональні особливості, що слід мати на увазі при проведенні подібних еколого-фауністичних та етологічних досліджень.

Література

Гулай В. И. Современные охотничье-промысловые животные Украины: Автореф. дис … докт. хабилитат биол. наук. — Кишинев, 1994. — 53 с.

 Исаков Ю. А. Процесс синантропизации: его следствия и перспективы // Материалы к совещанию 19–20 ноября 1969 г. — Москва, 1969. — С. 3–5. Одум Ю. Экология. — Москва: «Наука», 1986. — Том 2. — 360 с.

 Татаринов К. А. К формированию синантропного образа жизни у некоторых птиц и млекопитающих на западе Украины // Синантропизация и доместикация животного населения. — Москва: Изд-во МОИП, 1969. — С. 74–75.