

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ХИЖАКІВ НА СИСТЕМНІ КОЛОРИМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОТЕКТУЮЧОГО ЗАБАРВЛЕННЯ РИБ

Ю.Г. Беспалов¹, І.В. Гноєвий², О.Я. Григор'єв³, Т.О. Клочко⁴, І.М. Берешко⁵

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків, Україна

¹ ст. наук. співроб., y.bespalov@karazin.ua

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

² професор, hgzva1810.1965@gmail.com

³ доцент, zookharkov@ukr.net

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна

⁴ доцент, t.klochko@khai.edu

⁵ доцент, i.bereshko@khai.edu

Анотація. Презентовано результати опису зміни системних колориметричних параметрів жертв у захисті від хижака. Гіпотеза деталізується положенням, згідно з яким зміна тиску хижаків на популяцію карася золотого повинна викликати певні, статистично значущі, зміни у значеннях показників різноманітності, вирівняності та зсуву у червоний бік протектуючого забарвлення риб. Йдеться про колориметричні параметри, що можуть бути дистанційно визначені шляхом обробки RGB-моделі цифрового знімку карася золотого.

Мета досліджень – порівняти результати досліджень авторів за показником вирівняності протектуючого забарвлення риб, тим самим визначити вплив риб-хижаків на природне забарвлення розмірно-вікових класів риб.

Практичне значення полягає в розробці високотехнологічних систем прогнозування спалахів чисельності і масових міграцій тварин. Отримані результати можуть стати у нагоді для сфери інтересів фундаментальних досліджень адаптаційних механізмів протектуючого забарвлення тварин.

Результати досліджень. Зміна характеру впливу хижаків на популяцію їхніх жертв може призвести до втрати екологічної стабільності з виникненням певних загроз біобезпеці. Резонансний приклад того маємо у 2023 році у зоні бойових дій в Україні, де втеча хорів, лисиць та сов – хижаків, які стабілізують чисельність популяції домових мишей, призвела до катастрофічного спалаху чисельності цих тварин. Миші здатні за таких умов стати носіями небезпечних інфекцій. Маємо приклади створення різного роду загроз біобезпеці у аналогічних ситуаціях і з іншими видами тварин, зокрема з рибами. Відомий резонансний приклад того з короповими рибами-вселенцями в Австралії. В екстремальних ситуаціях, створених глобальними кліматичними змінами, виникає потреба у експрес-методах діагностики зміни характеру впливу хижаків на популяції певних видів жертв.

Предметом даної роботи є методи, що базуються на комп'ютерному аналізі компонентів RGB – моделі цифрових фото тварин. У нашому випадку – представника карпових, золотого карася (лат. *Carassius carassius*). Йдеться про методи з використанням отриманих таким шляхом системних колориметричних параметрів (СКП), котрі, згідно з даними роботи [1], можуть презентувати зміну, у просторі і часі, станів відомої [2] Маргалефової моделі сукцесії (ММС). У межах даної роботи, шляхом обробки викладених у вільний доступ цифрових фото риб, перевірялася наступна робоча гіпотеза. Згідно з цією гіпотезою зміна характеру, під впливом хижаків, стабілізуючого відбору на популяцію жертв повинна викликати певну зміну СКП жертв за рахунок зміни ролі певних значень певних СКП у захисті жертви від хижака. Згідно з даними робіт [3, 4] слід розглядати у цьому сенсі такі аспекти СКП як різноманітність та вирівняність. В межах даної роботи у якості показника різноманітності використовується статистично значуща ($p < 0.05$) кореляція за Пірсоном між параметрами R/G та $G/(R+G+B)$. У якості показника вирівняності використовується така ж кореляція між параметрами $G/(R+G+B)$ та $R/(R+G+B)$. Також використовується кореляція між параметрами $(G+R)/(R+G+B)$ та $R/(R+G+B)$ як показник

зсуву у червоний бік протекуючого забарвлення риб (ЗЧБ). Вищезгадана робоча гіпотеза деталізується положенням, згідно з яким зміна тиску хижаків на популяцію карася золотого (лат. *Carassius carassius*) повинна викликати певні, статистично значущі, зміни у значеннях наведених показників різноманітності, вирівняності та ЗЧБ його протекуючого забарвлення. Приймалося, що вплив хижаків на більший розмірно-віковий клас риб нижчий за вплив на менший розмірно-віковий клас. Гіпотеза перевірялася шляхом порівняння значення вищезазначених СКП у розмірних класах карася 50-100 мм (K50-100) та 150-200 мм (K150-200). Для того за допомогою програмного пакету, що написаний на мові PYTHON визначалися значення компонентів R, G та B для кожного пікселя цифрових фото карася золотого (лат. *Carassius carassius*). Далі, з використанням стандартних статистичних методів, на основі значень цих компонентів визначалися значення відповідних СКП. У межах даної роботи аналізувалися СКП спинної частини тіла риби. Порівняння показників різноманітності та ЗЧБ для K50-100 та K150-200 не дало виразних результатів. Більш виразні результати дало таке порівняння за показником вирівняності. У вибірці K50-100 відповідний коефіцієнт кореляції лише у 25% випадків має статистично значуще ($p < 0.05$) позитивне значення, у решті 75 % випадків маємо статистично значуще ($p < 0.05$) негативне значення цього показника. У вибірці K150-200 відповідний коефіцієнт кореляції у 100 % випадків має статистично значуще позитивне значення. Цей ефект зміни характеру СКП, що відбиває вирівняність протекуючого забарвлення риби, свідчить про те, що маємо стабілізуючу дію хижаків на популяцію жертви. Адаптаційний сенс якої – стабілізуючий відбір у популяції особин з більшим значенням показника вирівняності протекуючого забарвлення. Тож маємо підхід для розробки засобу реєстрації такої дії хижака на жертву з використанням аналізу характеру певних СКП шляхом обробки цифрових фото. У нашому випадку йдеться про цифрове фото певного виду риб.

Презентований підхід до розробки експрес-методів діагностування впливу хижаків на популяцію жертви потребує подальшого підтвердження на більшому обсязі фактичного матеріалу.

Висновок. Отримані результати можуть стати у нагоді для сфери інтересів фундаментальних досліджень адаптаційних механізмів протекуючого забарвлення тварин. Вони можуть мати також і практичне значення – для розробки високотехнологічних систем прогнозування спалахів чисельності і масових міграцій тварин, для розробки високотехнологічних, наукомістких стратегій збереження навколишнього середовища, ефективного природокористування в умовах глобальних кліматичних та регіональних катастрофічних змін навколишнього середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bepalov Y., Nosov K., Kabalyants P. // bioRxiv. 2017: 161687.
2. Margalef R. // Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 1967. 5: 257-289.
3. Bepalov Yu., Kabalyants P., Zuev S. // bioRxiv. 2021: 05.06.441914.
4. Bepalov Yu., Nosov K., Levchenko O., Grigoriev O., Hnoievyi I., Kabalyants P. // BioRxiv. 2020: 822999.