

исследованного вида Cyanoprokaryota является одним из механизмов его адаптации к воздействию высоких температур.

*Ключевые слова:* температура, c-фикоэритрин, c-фикоцианин, алофикоцианин, Cyanoprokaryota

I.N. Nezbitskaya, A.V. Kureyshevich

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**INFLUENCE OF TEMPERATURE FACTOR ON THE CONTENT OF PHYCOBILIN PIGMENTS IN PHORMIDIUM AUTUMNALE F. UNCINATA (C. AGARDH.) N.V. KONDRAT.**

The effect of different temperature regimes of the culture medium (20, 26, 32 and 38 °C) on the content of c-phycoerythrin, c-phyco cyanin and allophyco cyanin in biomass of *Phormidium autumnale* f. *uncinata* was investigated. It has been found that the changes in the concentrations of phycobiliproteins in the cells of investigated specie of Cyanoprokaryota is one of the mechanisms of its adaptation to the influence of elevated temperatures.

**Keywords:** temperature, c-phycoerythrin, c-phyco cyanin, allophyco cyanin, Cyanoprokaryota

УДК 597.6

О.Д. НЕКРАСОВА

Институт зоологии НАН Украины

ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев, 01601

## **НАПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГА АМФИБИЙ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

---

Предложено несколько оригинальных методических подходов для биомониторинга водно-болотных экосистем. Для проведения исследований представлены примеры использования различных программ (в том числе и компьютерных), которые могут помочь в работе. Разработаны схемы для мониторинга, экспресс-оценки и классификаций аномалий у амфибий.

*Ключевые слова:* мониторинг, амфибии, биоиндикация, окружающая среда

Большинство изменений в окружающей среде связано с влиянием различных факторов антропогенного характера. Причем эти изменения могут иметь негативный характер как для природы в целом, так и для здоровья человека. Так, начиная с середины 90-ых гг. XX ст. во всем мире появились многочисленные сообщения о сокращении численности амфибий и о встречах животных с аномалиями, поскольку они особенно чувствительны к загрязнению окружающей среды. Поэтому эти сообщения в странах Америки и Европы привели к необходимости в создании специальных мониторинговых программ и организаций (Amphibian Research and Monitoring Initiative (ARMI), The North American Amphibian Monitoring Program (NAAMP), The National Wildlife Health Center – Amphibian Malformation and Decline и др.). В связи с этим нашей задачей было разработка универсальных методических подходов для проведения мониторинга амфибий ВБУ Украины.

### **Материал и методы исследований**

На протяжении 15 лет (2000-2014 гг.) нами проводились мониторинговые исследования водно-наземных комплексов животных ВБУ Среднего Приднепровья. Основой для данной работы послужил материал, собранный из 114 локалитетов Среднего Приднепровья – 4708 (генетически идентифицированы 3179) экземпляров зеленых лягушек *Pelophylax esculentus* complex [2].

**Результаты исследований и их обсуждение**

Для создания и проведения мониторинга животных нами предложена следующая общая блок-схема (рис. 1), которая включает 5-6 этапов от планирования мониторинга к предоставлению рекомендаций, как по видам и территориям, так и по проведению мониторинга.



Рис. Схема проведения мониторинговых исследований позвоночных животных.

**1. Подготовительный этап (планирование исследований).**

Сначала разрабатываются стратегические и тактические основы исследования: цель, задачи, подбираются методы. Полевым исследованиям предшествует картографирование территории и предварительное описание. Это возможно с помощью ГИС технологий (Google Earth; NextGIS, OpenStreetMap и др.). Для моделирования элементов гидросистем возможно использование программы SAGA. Предварительное создание формуляров позволяет сделать описание биотопа: абиотических (в т.ч. гидрохимию) и биотических факторов (растения и животные).

**2. Сбор материала и информации.**

Сбор информации и литературы помогает не только сформулировать актуальность проблемы, но и выявить недостающие элементы для исследований и материал для сравнения. Эта информация помогает создавать формуляры прямо в гаджетах на месте исследований, фиксируя: состояние биотопа, объекта, их фотографии, акустические данные, треки (точки) и используя приложения: картографические (OziExplorer, NextGIS); синоптические (виджеты погоды) для ведения протокола.

**3. Формирование Баз Данных (БД) и коллекций.**

Все собранные данные и протоколы необходимо конвертировать или записывать в базу данных, которую можно создавать в универсальных программах (Excel, Access) и в ГИС

программах (реляционные базы данных - OziExplorer и др.). При этом возможно формировать электронные коллекции фотоматериалов и отбор материала для генетических исследований (ДНК анализа и электрофореза) для изучения животных прижизненно.

#### 4. Обработка данных, моделирование и прогноз.

В зависимости от цели исследований собранные данные подлежат статистической обработке (программы STATISTICA, SPSS, PAST, R, MorphoJ, ImageJ, Vidana). Пространственные данные используют для ГИС анализа, визуализации пространственных проектов-моделей и моделирования (MapInfo, DivaGis, QGIS, MAXENT, DivaGis [8]).

#### 5. Рекомендации.

Практическим результатом исследований являются рекомендации, которые помогут сохранить животных и их местообитания, предвидеть последствия при изменении климата, состояния окружающей среды.

Мониторинговые исследования имеют три основных составляющих: наблюдение, оценку и прогноз. Все мониторинговые программы можно разделить на те, что [5]:

1. Связаны с инвентаризацией всех видов животных и их состоянием, например: полная инвентаризация видов («начало отсчета - 0»).

2. Направлены на решение специфических, наиболее актуальных мониторинговых заданий.

К последним, например, относятся исследование приоритетных видов: мониторинг редких видов, для выяснения причин их сокращения; мониторинг состояния популяций животных, где были обнаружены аномалии (биоиндикация) и др.

Мониторинговые программы могут проводиться на разных уровнях организации экосистем по структурно-функциональным биологическим признакам («учет изменений»). Поэтому их используют для изучения влияния состояния окружающей среды на структурные элементы биосистем. Патологические и абномальные проявления у животных на молекулярно-генетическом, тканевом (метод морфо-физиологических индикаторов), индивидуальном (нарушения во время онтогенеза) и популяционном уровнях у амфибий были описаны нами ранее [6].

Самым оптимальным, с нашей точки зрения, является оценка состояния конкретных ландшафтов не только за счет его биоразнообразия и численности редких видов батрахофауны, но и благодаря состоянию и изменению основных структурных показателей популяций фоновых видов животных. Наиболее чувствительные виды, которые проводят большую часть своего времени в воде – это представители зеленых лягушек *Pelophylax esculentus* complex: *Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae* и их гибриды - *P. kl. esculentus* [2-3]. Численность, возрастной состав и соотношение полов представителей этого комплекса является хорошим показателем состояния водных биотопов. Так, отсутствие личинок, или небольшое количество молодняка может свидетельствовать о плохом состоянии биотопа. Но самым оптимальным является использование для биоиндикации окружающей среды морфологических методов и подходов. Снижение эффективности гомеостаза приводит к появлению отклонений от нормального строения различных морфологических признаков, обусловленных нарушением развития [1].

Нами разработан в соответствии с мировой практикой и опубликован ключ классификации аномалий у амфибий [4]. Он включает в себя аномалии: головы, конечностей, позвоночника, кожи, внутренних органов у животных. У зеленых лягушек *Pelophylax esculentus* complex из 114 локалитетов (ВБУ) Киева и области [2; 3; 4] зарегистрировано следующие типы морфологических аномалий (n = 1302): аномалии конечностей (около 2,2±0,4%), внутренних органов, прежде всего органов размножения (1,3±0,3%), головы (в т.ч. органов зрения; 0,3±0,2%) и кожи (0,7±0,3%). Впервые, для территории Украины было выявлено случай массовой полимелии у сеголеток озерной лягушки с изолированной популяции Киева (ур. Кинь Грусть). В 2001 г. найдено до 35% из 65 исследованных озерных лягушек [7].

#### Выводы

Таким образом, мониторинговые исследования амфибий природных и антропогенных территорий могут быть направлены, не только на изучение биоразнообразия животного мира,

но и на выявления патологических изменений в окружающей среде (биоиндикацию). Так, самыми результативными для экспресс-оценки окружающей среды могут быть следующие методы и подходы: учет численности амфибий разных возрастных групп лягушек, соотношение полов; морфологический подход – флуктуирующая асимметрия (бальные или числовые оценки), проявление дорсально-медиальной полосы, появление особей с аномалиями. Применение биоиндикационных методов позволяет выявить информацию, которую невозможно получить традиционными инструментальными средствами.

1. *Здоровье среды: методика оценки (Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников)* / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов, А. В. Валецкий [др.]. – М.: Центр экологической политики России. Центр здоровья среды, 2000. – 68 с.
2. *Некрасова О. Д.* Структура популяцій та гібридизація зелених жаб *Rana esculenta* complex урбанізованих територій Середнього Придніпров'я : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спеціальність 03.00.08 – Зоологія / О. Д. Некрасова. – Київ, 2002. – 21 с.
3. *Некрасова О. Д.* Оцінка стану навколишнього середовища за допомогою видів-біоіндикаторів на прикладі амфібій / О. Д. Некрасова // Сучасні проблеми біології, екології та хімії : міжнар. науч.-техн. конф. (3-5 окт. 2007 г.) : тези докл. – Запоріжжя, 2007. – С. 184–186.
4. *Некрасова О. Д.* Классификация аномалий бесхвостых амфибий / О. Д. Некрасова // Праці Українського Герпетологічного товариства. – К.: Зоомузей НАН України, 2008. – № 1. – С. 55–58.
5. *Некрасова О. Д.* Основные этапы и программы мониторинговых исследований на примере амфибий и рептилий / О. Д. Некрасова // Зоологічна наука у сучасному суспільстві : мат. всеукр. наук. конф. 175-рр. (15-18 вер. 2009 р.). – Київ-Канів, 2009. – С. 334–338.
6. *Некрасова О. Д.* Структурно-функциональные изменения у животных (*Amphibia*) на различных уровнях организации в трансформированных экосистемах / О. Д. Некрасова, Ю. М. Сытник, Н. М. Акуленко, С. Ю. Морозов-Леонов // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах : IV міжнар. науч.-техн. конф. (9-12 жовт. 2007 р.) : тез. докл. – Днепропетровск, 2007 – С. 389–390.
7. *Некрасова О. Д.* Случай массовой полимелии у озерных лягушек (*Rana ridibunda* Pall., 1771) Киева / О. Д. Некрасова, С. В. Межжерин, С. Ю. Морозов-Леонов, Ю. М. Сытник // Наук. вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2007. – Вип. 21. – С. 92–95.
8. *Титар В. М.* Аналіз ареалів у видів: підхід, заснований на моделюванні екологічної ніші / В. М. Титар // Вестник зоологи. – 2011. – № 25. – 96 с.
9. **Measuring and monitoring biological diversity**-Standard methods for amphibians / W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek and M. S. Foster, eds. – Washington: D. C. Smithsonian Institution Press, 1994. – 364 p.
10. **Weir L. A.** Modeling anuran etection and site occupancy on North American Amphibian Monitoring Program (NAAMP) routes in Maryland / L. A. Weir, J. A. Royle, P. Nanjappa, R. E. Jung // J. Herpetology. – 2005. – Vol. 39, № 4. – P. 627–639.

*О.Д. Некрасова*

Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена НАН України, Київ

#### НАПРЯМИ МОНІТОРИНГУ АМФІБІЙ ВОДНО-БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ

Запропоновано декілька оригінальних методичних підходів для біомоніторингу водно-болотних екосистем. Для проведення досліджень наводяться приклади використання різних програм (у тому числі комп'ютерних), які можуть допомогти в роботі. Розроблено схеми для моніторингу, експрес-оцінки та класифікації аномалій у амфібій.

*Ключові слова:* моніторинг, амфібії, біоіндикація, навколишнє середовище

**O.D. Nekrasova**

I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine, Kyiv

#### DIRECTIONS FOR MONITORING WETLAND ECOSYSTEMS, AS EXEMPLIFIED BY AMPHIBIANS

Several original methodological approaches have been proposed for biomonitoring aquatic systems. For research purposes examples are given of the use of various programs (including computer software) that can helpful.