

КРИПТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОДЕЛЬНОГО ВИДА *ZOOTOCA VIVIPARA* (LICHTENSTEIN, 1823) В ЕВРОПЕ: СТРУКТУРА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ, ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ (НОВЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ХРОМОСОМНЫЕ И ГЕНОМНЫЕ ДААННЫЕ)

Л.А. КУПРИЯНОВА^{1*}, В. БЕМЕ², Т. КИРШЕЙ³

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; *larissakup@zin.ru, larissakup@mail.ru

²Зоологический исследовательский музей им. Александра Кенига, Бонн, Германия

³Центр по охране природных ресурсов, Берлин, Германия

Cryptic diversity of the model species, *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) in Europe: structure, distribution, questions of conservation, evolutionary rearrangements (new complex chromosomal and genome data)

L. Kupriyanova^{1*}, W. Böhme², T. Kirschey³

¹Zoological Institute of Russian Academy of Sciences; 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab. 1; *larissakup@zin.ru, larissakup@mail.ru

²Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig; 53113 Bonn, Adenauerallee 160, Germany

³NABU (Nature and Biodiversity Conservation Union) Headquarters; 10117 Berlin, Charitéstraße 3, Germany

The paper deals with some characteristics of the model species, *Zootoca vivipara*, with a vast trans-Palearctic distribution. From the cytogenetic, haplotype (mtDNA), and genome characteristics 6–7 different cryptic forms, subspecies and species have been recognized in Europe. All data obtained allow drawing a conclusion that *Z. vivipara* represents a cryptic taxon. There is a correlation between chromosomal and mtDNA data. Presently it is clear that some of the chromosomal forms and haplotypes of the viviparous nominotypic subspecies *Z. v. vivipara* inhabit only small distribution areas. Some are rare and may therefore deserve conservation efforts and even protection. Two chromosomal forms, the «western» form and the «Russian» one, are both widely geographically distributed in Europe. The greatest diversity of different chromosomal forms and subspecies was discovered in the Central Europe, the Carpathian Basin. Chromosomal and genomic investigations of *Z. vivipara* have now been extended in order to shed more light on the questions of the diversity and a possible role played by chromosomal and genomic variation, in particular, by sex chromosomes in the speciation process. New data on some new molecular markers in the genome of the species, namely two different short interspersed elements (SINEs) and transposable elements (TE) together with a complex and ambiguous behavior of the multiple sex chromosomes argue that all they play a role in active speciation process by formation of cryptic taxa.

Кратко рассмотрены некоторые характеристики и особенности модельного вида *Zootoca vivipara*, обладающего транспалеарктическим ареалом. Вид повсеместно распространен в северной половине Евразии. В работе обобщены результаты комплексных цитологических, цитохимических, цитогенетических и молекулярных исследований вида из разных районов Европы. На основании

полученных данных показано, что вид представляет собой «криптическую» группу, включающую виды, подвиды, и «криптические» формы с неясным таксономическим статусом. Приведен современный состав группы, распространение и распределение разных таксонов в Европе. Комплексный анализ позволил дополнить существующие представления о структуре вида, уточнить количество разных форм и подвидов, выяснить их родственные отношения, установить границы их ареалов и вероятные пути их распространения. На основании данных о кариотипах и митохондриальной ДНК в Карпатском бассейне центральной Европы обнаружено наибольшее биологическое разнообразие вида. Некоторые установленные здесь подвиды и «криптические» формы географически остаются редкими и могут рассматриваться как реликтовые. Редкие таксоны и районы их обитания отмечены в разных странах Европы. Иногда они характеризуются мозаичным распределением и нуждаются в охране. В целом биогеографический хромосомный и молекулярный анализы продемонстрировали: а — значение ряда конкретных территорий для поддержания биологического разнообразия герпетофауны, б — необходимость разработки мероприятий по охране природы конкретных регионов Европы. В то же время установлены две наиболее распространенные для Европы формы: так называемая «западная» и «русская» формы. Недавно обе формы были впервые обнаружены Л. А. Куприяновой в Балтийском регионе России. Заселение этого региона и Фенноскандии в целом в постледниковый период происходило, по-видимому, из Карпатского бассейна с востока и юго-востока — особями «русской» формы и с запада и юго-запада особями «западной» формы живородящей ящерицы. Согласно имеющимся молекулярным и хромосомным данным распространение последней на Балканы происходило, по-видимому, из западных и юго-западных территорий Карпатского бассейна. Сопоставление полученных цитогенетических сведений и филогенетического молекулярного древа *Z. vivipara* позволило уточнить шаги и последовательность эволюционных преобразований хромосом при формо-, подвидо- и видообразовании и продемонстрировать значение реорганизации хромосом, в особенности, половых хромосом в этих процессах.

Кроме того, в результате изучения в геноме *Z. vivipara* семейства относительно коротких диспергированных (распространенных) SINE повторов идентифицированы две последовательности, SINE-Zv 700 и SINE-Zv 300, содержащие сегменты SINE Squam 2, относящиеся к транспозонным элементам (ТЭ). Поскольку эти молекулярные маркеры (SINE повторы) имеют предпочтительные участки встраивания в геном, методом Fish с SINE — *Z. vivipara* пробой изучили расположение этих последовательностей и впервые локализовали их в кариотипе. Полученные факты свидетельствуют о существенной роли ТЭ в эволюционных процессах генома при формировании таксонов криптического комплекса *Z. vivipara*. Несмотря на интенсивный анализ этого модельного

евразийского вида, сведения о кариотипах и геномах живородящих ящериц, населяющих территорию Европы и Азии, часто остаются фрагментарными. Вместе с тем многие общебиологические, а также и практические вопросы, связанные с разнообразием герпетофауны в конкретных районах и его сохранением, остаются до конца невыясненными и требуют дальнейших комплексных исследований.

устный доклад

МИКРОПЛАСТИК В ЛИЧИНКАХ ЗЕМНОВОДНЫХ

В.Н. КУРАНОВА*, Ю.А. РОГАЧЕВА, Ю.А. ФРАНК

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
*kuranova49@mail.ru

Microplastic in amphibian larvae

V.N. Kuranova*, Y.A. Rogacheva, Y.A. Frank

Tomsk State University; 634050 Tomsk, Lenin pr. 36; *kuranova49@mail.ru

This preliminary study investigated the abundance of microplastic particles in *Bufo bufo* L. larvae from the lake in the suburb of Tomsk (Western Siberia). A total of 20 larvae of *B. bufo* were selected, which were combined into 4 groups of 5 individuals, depending on the stage of development (Dabagyan, Sleptsova, 1975): 39–40, 44, 47–48, 51–52. Microplastic particles extracted from larvae were counted microscopically and classified by shapes and sizes. Microscopic analysis indicated the presence of microplastic particles in 100% of the examined specimens. In the samples under study, two types of microplastic particles were found — fibers (84%) and films (14%). Most of the detected microplastic particles were 150–2000 µm in size, with the majority belonging to the 300–1000 µm group. The largest number of microplastic particles was observed during the period of active growth and feeding of tadpoles (stage 44). A low number of microplastic particles and a decrease in their diversity are characteristic of larvae during the period of metamorphosis (stage 51–52) which is most probably connected with the changes in feeding.

Исследования по распространению и количественной оценке содержания микропластика сосредоточены на морских организмах — моллюсках (McNeish et al., 2018; Rochman et al., 2020; Britta et al., 2020), крабах (Waddell et al., 2020), морских видах рыб и млекопитающих (Isaak et al., 2021). Сведения о пластиковом загрязнении наземных и пресноводных экосистем носят фрагментарный характер. В пищеварительной системе и фекалиях взрослых и птенцов рыбоядных и хищных птиц в больших количествах зарегистрированы частицы микропластика (Joseph et al., 2020). У 100% обследованных особей ельца (*Leuciscus leuciscus* L.) из реки Томь в желудочно-кишечном тракте обнаружены частицы микропластика различной формы и размера (Frank et al., 2020). В природе частицы микропластика могут распространяться через комаров, оста-