

Dove C. J. 2002. The identification of bird strike remains Flying Safety. Vol. 58, No. 9: 5–8.

Dove C., Koch S. 2010. Microscopy of feathers: A practical guide for forensic feather identification Jastee¹. Vol. 1, Issue 1: 15–61.

Laybourne R. C., Dove C. 1994. Preparation of bird strikes remains for identification. – Bird Strike Comm. Europe, Vol. 22: 531–534.

Lee J., Sarre S. D., Joseph L., Robertson J. 2016. Microscopic characteristics of the plumulaceous feathers of Australian birds: a preliminary analysis of taxonomic discrimination for forensic purposes. Australian Journal of Forensic Sciences. Vol. 48, No. 4: 421–444.

Lucas A. M., Stettenheim P. R. 1972. Avian anatomy. Integument. Parts 1, 2. Washington, US Dept. Agricult: 1–750.

Nitzsch Ch. L. 1840. System der Pterylographie. Halle: Eduard Anton: 1–226.

Pap P. L., Osváth G., Daubner T., Nord A., Vincze O. 2020. Down feather morphology reflects adaptation to habitat and thermal conditions across the avian phylogeny. – Evolution, Vol. 74, No. 10: 2365–2376.

Prast W., Shamoun J., Bierhuizen B. Roselaar C., Schalk P., Wattel J., Los W., Leshem Y., Yom-Tov Y. 1996. BRIS: A computer based bird remains identification system. Further developments. – Birds of Europe. CD-ROM, Amsterdam: ETI.

Rijke A. M., Jesser W. A., Schaal St. F. K. 2013. Can the substructure of fossil feathers provide taxonomic information? – Journal of Ornithology, Vol. 154: 663–670.

Shamoun-Baranes J. 2003. Expanding the Bird Remains Identification System: An Innovative Tool for Identifying Feather Remains [electronic resource, URL: <https://www.researchgate.net/publication/267226498>]. Date of request 31.10.2021.

М. Д. Симаков

НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ПОПУЛЯЦИЙ ПТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРА КАК ИСТОЧНИКА ОБРАЗЦОВ ДНК

Резюме

Цель данной работы – рассмотреть эффективность изучения генетического разнообразия популяций при помощи неинвазивных методов. В тексте представлены данные о количестве собранных образцов и анализируемых проб. Рассмотрены разные методики выделения ДНК из пера, а также зависимость числа выделенных проб от сохранности образцов.

¹ The Journal of the American Society of Trace Evidence Examiners (JASTEE).

**NONINVASIVE METHODS OF STUDYING POLYMORPHISM
OF BIRD POPULATIONS USING A FEATHER AS A SOURCE
OF DNA SAMPLES. PENZA STATE UNIVERSITY, PENZA**

Summary

The purpose of this work is to consider the effectiveness of studying the genetic diversity of populations using non-invasive methods. The text provides data on the number of collected samples and analyzed samples. Different methods of DNA extraction from a feather are considered, as well as the dependence of the number of isolated samples on the preservation of samples.

Исследования генетического разнообразия животных с использованием метапопуляционной модели является одним из актуальных направлений в экологии. Совокупность генетических и экологических факторов даёт представление о полиморфизме популяций, что, в свою очередь, является передовым, но методически мало разработанным научным направлением. Особый интерес проблема разнообразия популяций представляет для природоохранной отрасли, при помощи метапопуляционных моделей становится возможным описание структуры популяций, находящихся в изоляции и под сильным антропогенным влиянием. В результате анализ полученных данных позволяет выявить наиболее важные факторы, влияющие на сохранения популяций и метапопуляций в целом. Изучение перьевого покрова птиц играет важную роль в данном направлении науки: линька перьевого покрова даёт возможность изучения редких видов неинвазивными методами.

В настоящее время проводится большое количество исследований, касающихся особенностей морфологического и генетического полиморфизма популяций хищных птиц. Актуальность этих исследований возрастает при использовании современных молекулярно-генетических методов с применением широкого набора генетических маркёров.

Выделением ДНК из перьев наша лаборатория занимается около 6 лет, за этот период мы опробовали методику работы с перьями разной сохранности. Среди них были образцы из коллекционных сборов и материалы, полученные в полевых условиях. Перья, собранные для генетических исследований в полевых условиях, мы сохраняли разными способами: упаковывали их в конверты или файлы, либо, отрезав очин

пера, помещали его в пронумерованную пробирку с 96-процентным спиртом. При анализе получившихся образцов не была установлена разница в способах их хранения: бывало, что нужные нам фрагменты ДНК синтезировались из пера, хранившегося в коллекции 5 лет, и не синтезировались из пера, взятого от живого птенца. Для выделения материала из очина мы использовали только кровяное депо.

Основные образцы были представлены перьями дневных и ночных хищных птиц: чёрного коршуна (*Milvus migrans*), филина (*Bubo bubo*) и орла-могильника (*Aquila heliaca*). При выделении ДНК использовали фенольно-хлороформный метод, так как в самом начале работы нам переслали образцы проб ДНК, выделенных на силиконовых колонках с помощью набора Gene Jet. По итогу выделения таким способом мы получили 30 проб ДНК орла-могильника из 71 пера, собранного за полевой сезон; выход составил 42 %. Далее, используя фенольно-хлороформный метод при выделении ДНК из 17 перьев орла-могильника мы получили 13 проб (выход 77 %).

Затем мы опробовали этот метод выделения ДНК на других видах птиц. В течение всего периода исследований число собранных перьев чёрного коршуна составило 47 штук, из которых удалось выделить 29 проб ДНК. Только у этого вида были использованы и перья, собранные при прошлогодней линьке, и перья, собранные с разлагающихся умерших особей. Процент выделенных проб от всей выборки коршуна составил 62 %.

Процент выделения ДНК из перьев филина был выше и составил около 95 %: из 162 собранных образцов удалось выделить 155 проб ДНК. Этому есть логическое объяснение: примерно половина всех проб были собраны коллегами с птенцов в гнезде, а процент проб ДНК, выделенных из линных перьев, составил около 80 %.

Сами мы не пробовали выделение на силиконовых колонках, однако перевыделяли 11 образцов из остатков этих же перьев, и 10 из этих попыток оказались удачными.

По достижении результата выделения мы продолжали работу непосредственно с пробами ДНК. После всех процессов ПЦР, электрофорезов и сиквенирования число образцов ДНК, которые вошли в анализ, сократилось. Связано это с тем, что ДНК, содержащаяся в биоматериале, разрушается. Это происходит фрагментарно и хаотично, и при проведении ПЦР праймер попросту не может найти себе нужное место для прикрепления. Это усложняет анализ популяций: например, по четырём микросателлитным системам, подобранным для чёрного

коршуна, из 47 перьев были получены 29 проб ДНК, а в анализ вошли только 22 (табл. 1)

Таблица 1

Результаты успешного выделения ДНК и генетического анализа

Вид	Собрано проб	Выделено ДНК	Анализ D-loop	Анализ Msat
<i>Milvus migrans</i>	47	29	12	22
<i>Aquila heliaca</i>	102	47	24	47
<i>Bubo bubo</i>	162	155	68	~140

Н. С. Суханова

**ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗМЕРОВ ОПАХАЛА
ПЕРВОСТЕПЕННЫХ МАХОВЫХ ПЕРЬЕВ
У САМЦОВ ГЛУХАРЯ**

Резюме

Отобраны первостепенные перья самцов глухаря (*Tetrao urogallus*) в возрасте от 4 месяцев до 8 лет ($n = 13$) из Кировской области. Их измерили с помощью сканера и программы CorelDRAW. Максимальная ширина внутреннего опахала достигает наибольшей корреляции ($r = 0,85$) с возрастом на шестом первостепенном маховом перье. Отмечена сильная положительная корреляция ($r \geq 0,7$) четвёртого первостепенного махового пера с возрастом по 5 признакам. На длину опахала влияет износ кончика пера, особенно на дистальных перьях крыла с 5-го по 10-е.

N. S. Sukhanova

**AGE-RELATED VARIABILITY OF THE VANE OF PRIMARY
FEATHERS IN THE MALES OF WOOD GROUSE**

Summary

The primaries of males of Wood Grouse (*Tetrao urogallus*) aged from 4 months to 8 years ($n = 13$) from the Kirov region were investigated. We measured feathers by a scanner and CorelDRAW software. The maximum width of the inner vane of the sixth primary feather has the highest correlation ($r = 0,85$) with age. There is a strong positive correlation ($r \geq 0,7$) of the fourth primary with the age according to 5 signs. The vane length is affected by feather tip wear, especially on distal wing feathers 5th to 10th.