

В.Г. Бабенко,
Е.О. Фадеева

Особенности тонкого строения пера курообразных (*Galliformes*) в контексте проблемы таксономической идентификации птиц

В работе представлены результаты сравнительного электронно-микроскопического исследования тонкого строения контурных перьев восьми видов курообразных: белой куропатки (*Lagopus lagopus* L., 1758), тетерева (*Lururus tetrix* L., 1758), глухаря (*Tetrao urogallus* L., 1758), рябчика (*Tetrastes bonasia* L., 1758), серой куропатки (*Perdix perdix* L., 1758), бородатой куропатки (*Perdix daurica* Pallas, 1811), перепела (*Coturnix coturnix* L., 1758), фазана (*Phasianus colchicus* L., 1758). Был выявлен ряд видоспецифических микроструктурных характеристик, информативных в аспекте таксономической диагностики при комплексном анализе микроструктуры пера. Представленные характеристики могут быть использованы для определения вида птиц, что существенно расширяет потенциальные возможности диагностики пера на основе его микроструктуры при проведении биологической экспертизы.

Ключевые слова: курообразные; электронно-микроскопическое исследование; перовоемное маховое перо; микроструктура пера; таксономическая идентификация.

В настоящее время, в целях охраны, поддержания воспроизводительных возможностей и рационального использования естественных запасов популяций ценных видов животных, отнесенных к объектам охоты, особую актуальность приобретают исследования, проводимые на основе принципов научного управления популяциями и сохранения видового разнообразия охотничьей фауны, имеющие особое значение для восстановления и последующего поддержания экологического баланса природных комплексов особо охраняемых природных территорий или их компонентов, являющихся естественной средой обитания ценных охотничьих видов животных.

Охотничье-промысловые виды курообразных (*Galliformes*) являются широко распространенным и популярным объектом охоты. Однако возможности

их воспроизводства не безграничны. Для выявления степени распространенности того или иного вида важнейшее значение имеет его правильная таксономическая идентификация.

Вид птицы определить легко, если провести сравнительный анализ размеров, строения и окраски перьев птицы. Если же в распоряжении имеются лишь отдельные перья или их фрагменты, то задача идентификации вида значительно усложняется, особенно для таких симпатрических видов курообразных, как белая куропатка и тундряная куропатка, глухарь и каменный глухарь, дикуша и рябчик, перепел и немой перепел. В этом случае требуется выявление видоспецифических особенностей тонкого строения пера, т. е. его микроструктуры. И здесь ведущая роль отводится сравнительному электронно-микроскопическому анализу с применением сканирующего электронного микроскопа (SEM), с помощью которого детали микроструктуры пера становятся хорошо различимыми.

С целью выявления основных видоспецифических характеристик тонкого строения пера, имеющих важное таксономическое значение, нами впервые проведено сравнительное электронно-микроскопическое исследование тонкого строения дефинитивных контурных перьев восьми охотничье-промысловых видов курообразных: белой куропатки (*Lagopus lagopus* L., 1758), тетерева (*Lururus tetrrix* L., 1758), глухаря (*Tetrao urogallus* L., 1758), рябчика (*Tetrastes bonasia* L., 1758), серой куропатки (*Perdix perdix* L., 1758), бородастой куропатки (*Perdix daurica* Pallas, 1811), перепела (*Coturnix coturnix* L., 1758), фазана (*Phasianus colchicus* L., 1758). Материалом для работы послужили первостепенные маховые перья курообразных, любезно предоставленные А.Б. Савинецким (ИПЭЭ РАН) из личного орнитологического коллекционного фонда.

Для проведения сравнительного электронно-микроскопического анализа использовали по 10–15 бородок первого порядка (бородки I) и бородок второго порядка (бородки II) контурной и пуховой частей опахала пера у одной особи каждого вида. Препараты бородок I и бородок II были приготовлены стандартным, многократно апробированным методом [5]. Подготовленные препараты напыляли золотом методом ионного напыления на установке Edwards S-150A (Великобритания), просматривали и фотографировали с применением сканирующего электронного микроскопа JEOL-840A (Япония) при ускоряющем напряжении 10 кВ. В целом изготовлено 184 препарата бородок опахала первостепенных маховых перьев 8 видов курообразных, на основании которых сделано и проанализировано 572 электронных микрофотографии. За основу описания микроструктуры пера были взяты следующие качественные показатели: конфигурация поперечного среза бородки I; строение сердцевины на поперечном и продольном срезах бородки I; рельеф кутикулярной поверхности бородки I; строение бородок II дистального отдела опахальца (дистальные бородки II); конфигурация свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток дистальных бородок II, формирующих дорсальную поверхность

опахала; форма узлов в проксимальном отделе бородок II пуховой части опахала (пуховые бородки); характер и степень расчлененности апикальной части сегментов, форма зубцов и степень отклонения их от основной оси пуховой бородки. На уровне SEM доказаны возможности применения перечисленных качественных паттернов в целях таксономической идентификации видов [1–6], однако подробных комплексных исследований видоспецифических особенностей микроструктуры пера представленных видов курообразных до сих пор в полной мере не проводилось.

В результате исследования были выявлены характеристики достаточно информативные в аспекте таксономической диагностики при комплексном анализе микроструктуры пера. Так, конфигурация поперечного среза бородки I специфична на уровне не только отряда, но и вида, и, безусловно, имеет диагностическое значение. Например, у белой куропатки поперечный срез дистальной части бородки I, в области сердцевинки, отличается овальной формой, значительно удлиненным и сильно уплощенным с боков вентральным гребнем (рис. 1); у тетерева — вентральный гребень практически не выражен, форма среза каплевидная (рис. 2); у рябчика — форма среза ланцетовидная с сильным латеральным уплощением в дорсальной области (рис. 3). Диагностическим признаком может служить и архитектура сердцевинки, о которой можно судить, сопоставив структуру сердцевинного тяжа, форму и специфику каркаса сердцевинных полостей на поперечном и продольном срезах бородки I. Например, на продольном срезе медиальной части бородки I у рябчика сердцевинный тяж отличается однорядной совокупностью полиморфных полостей с мелко перфорированными волнистыми стенками и редкими вкраплениями пигментных гранул; у серой куропатки — двух-трехрядной совокупностью округлых пятиугольных сердцевинных полостей с крупнопористыми стенками, без пигментных гранул, но с редкими короткими нитями в каркасе полостей (рис. 4); у бородачатой куропатки — двурядной совокупностью уплощенных пятиугольных сердцевинных полостей, с мелкопористыми стенками и изредка встречающимися короткими нитями в каркасе воздухоносных полостей. Диагностическое значение имеет структура кутикулярной поверхности. В частности, у перепела, в отличие от других исследованных нами видов курообразных, рельеф поверхности кутикулярных клеток ворсистый, образованный мелкими, густо расположенными многочисленными кутикулярными выростами, равномерно покрывающими поверхность клеток. В структуре пуховых бородок диагностическим признаком является прежде всего конфигурация апикального края сегмента. Например, у тетерева (рис. 5) и перепела не выявлены узлы кольцеобразной формы, характерные для медиального участка пуховых бородок большинства исследованных нами видов курообразных (рис. 6).

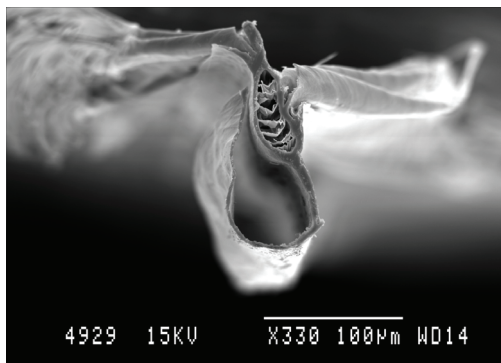


Рис. 1. Поперечный срез дистальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера белой куропатки *Lagopus lagopus* (*Tetraonidae*, *Galliformes*). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 330$



Рис. 2. Поперечный срез дистальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера тетерева *Lururus tetrax* (*Tetraonidae*, *Galliformes*). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 500$

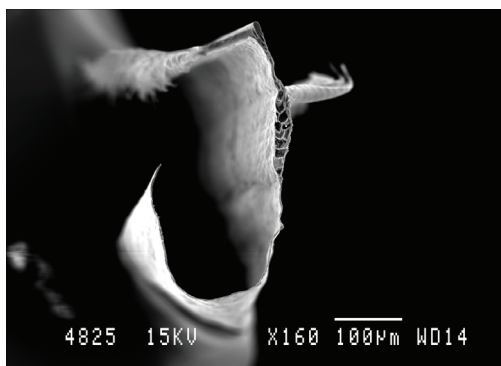


Рис. 3. Поперечный срез дистальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера рябчика *Tetrastes bonasia* (*Tetraonidae*, *Galliformes*). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 160$

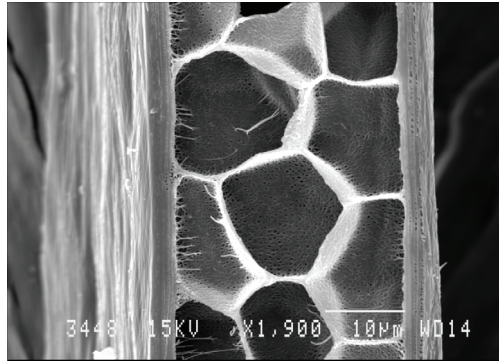


Рис. 4. Сердцевина на продольном срезе медиальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера серой куропатки *Perdix perdix* (*Phasianidae*, *Galliformes*).
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 190$

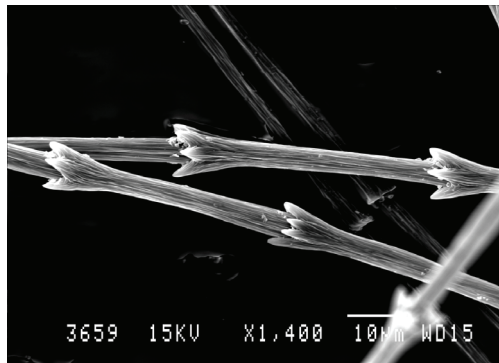


Рис. 5. Элементы тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера тетерева *Lururus tetrax* (*Tetraonidae*, *Galliformes*): конфигурация апикального края сегмента в проксимальном отделе пуховых бородок — узлы зубчатой формы.
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 1400$

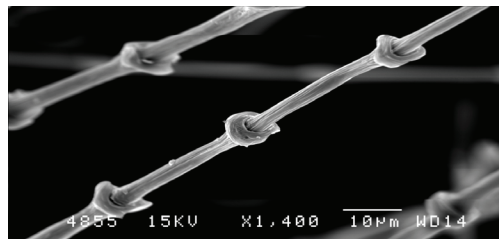


Рис. 6. Элементы тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера рябчика *Tetrastes bonasia* (*Tetraonidae*, *Galliformes*): конфигурация апикального края сегмента в проксимальном отделе пуховых бородок — узлы кольцеобразной формы.
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. $\times 1400$

Таким образом, в результате проведенного нами исследования микроструктуры дефинитивных контурных перьев охотничье-промысловых видов курообразных выявлены характеристики, в комплексе своем достаточно информативные с точки зрения таксономической диагностики и позволяющие эффективно определять виды птиц по перьям и их фрагментам, что существенно расширяет потенциальные возможности диагностики пера на основе его микроструктуры для целей биологической экспертизы.

Литература

1. *Фадеева Е.О.* Особенности микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*) // Вестник МГПИУ. Серия «Естественные науки». 2013. № 2(12). С. 28–36.
2. *Фадеева Е.О., Чернова О.Ф.* Особенности микроструктуры контурного пера врановых (Corvidae) // Известия РАН. Серия Биологическая. 2011. № 4. С. 436–446.
3. *Чернова О.Ф., Фадеева Е.О.* Возможности диагностики воробьинообразных птиц по фрагментам перьев // Проблемы авиационной орнитологии. М.: ИПЭЭ РАН, 2009. С. 108–116.
4. *Чернова О.Ф., Фадеева Е.О., Перфилова Т.В.* Качественные и диагностические признаки фрагментов контурного пера некоторых представителей врановых Corvidae // Теория и практика судебной экспертизы. 2012. № 4 (28). С. 89–99.
5. *Чернова О.Ф., Ильяшенко В.Ю., Перфилова Т.В.* Архитектоника перьев и ее диагностическое значение: теоретические основы современных методов экспертного исследования (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2006. 98 с.
6. *Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Фадеева Е.О., Целикова Т.Н.* Атлас микроструктуры перьев птиц (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2009. 173 с.

Literatura

1. *Fadeeva E.O.* Osobennosti mikrostruktury' pervostepennogo maxovogo pera orlana-beloxvosta (*Haliaeetus albicilla*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2013. № 2(12). S. 28–36.
2. *Fadeeva E.O., Chernova O.F.* Osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera vranovy'x (Corvidae) // Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya. 2011. № 4. S. 436–446.
3. *Chernova O.F., Fadeeva E.O.* Vozmozhnosti diagnostiki vorob'inoobrazny'x pticz po fragmentam per'ev // Problemy' aviacionnoj ornitologii. M.: IPE'E' RAN, 2009. S. 108–116.
4. *Chernova O.F., Fadeeva E.O., Perfilova T.V.* Kachestvenny'e i diagnosticheskie priznaki fragmentov konturnogo pera nekotory'x predstavitelej vranovy'x Corvidae // Teoriya i praktika sudebnoj e'kspertizy'. 2012. № 4 (28). S. 89–99.
5. *Chernova O.F., Il'yashenko V.Yu., Perfilova T.V.* Arxitektonika per'ev i ee diagnosticheskoe znachenie: teoreticheskie osnovy' sovremenny'x metodov e'kspertnogo issledovaniya (Biblioteka sudebnogo e'ksperta). M.: Nauka, 2006. 98 s.
6. *Chernova O.F., Perfilova T.V., Fadeeva E.O., Celikova T.N.* Atlas mikrostruktury' per'ev pticz (Biblioteka sudebnogo e'ksperta). M.: Nauka, 2009. 173 s.

V.G. Babenko,
E.O. Fadeeva

**Peculiarities of the Fine Structure of the Feather in Fowl-Like Birds (*Galliformes*)
in the Context of the Taxonomic Identification of Birds**

In the paper the authors present results of the comparative electron microscope investigation of the fine structure of contour feathers of eight Fowl-like birds: willow ptarmigan (*Lagopus lagopus* L., 1758), black grouse (*Lururus tetrrix* L., 1758), the capercaillie (*Tetrao urogallus* L., 1758), hazel (*Tetrastes bonasia* L., 1758), gray partridge (*Perdix perdix* L., 1758), bearded partridge (*Perdix daurica* Pallas, 1811), quail (*Coturnix coturnix* L., 1758), pheasant (*Phasianus colchicus* L., 1758).. The study revealed several specific microstructural characteristics quite informative in terms of the taxonomic identification at the complex analysis of microstructure of feather. Presented characteristics can be used to determine the species of birds which significantly expands potential possibilities of diagnostic of the feather based on its microstructure at carrying out the biological expertise.

Keywords: fowl-like birds; electron microscopic investigation; primary remex; microstructure of the feather; taxonomic identification.