

Е.О. Фадеева

Видоспецифические особенности тонкого строения дефинитивного контурного пера обыкновенной сипухи (*Tyto alba Scopoli*, 1769)

В статье представлены оригинальные результаты сравнительного электронно-микроскопического исследования тонкого строения первостепенного махового пера обыкновенной сипухи (*Tyto alba Scopoli*, 1769) с использованием сканирующего электронного микроскопа. На основании проведенного исследования установлено, что у обыкновенной сипухи наряду с характерными для совообразных компартментами тонкого строения контурного пера имеется ряд видоспецифических паттернов, важных с точки зрения таксономической диагностики.

Ключевые слова: обыкновенная сипуха; электронно-микроскопическое исследование; дефинитивное первостепенное маховое перо; микроструктура пера.

Обыкновенная сипуха (*Tyto alba Scopoli*, 1769) — уникальный представитель древнего семейства Сипуховых (*Tytonidae*) отряда Совообразных (*Strigiformes*). Обитает обыкновенная сипуха в Европе, Африке, на Ближнем Востоке, в тропической Азии, Австралии, на островах Индийского океана (Мадагаскар и другие). В России гнездится только в Калининградской области.

От других представителей совообразных — настоящих сов — обыкновенная сипуха отличается прежде всего более стройным телом, длинными ногами, наличием зазубрин по внутреннему краю когтя среднего пальца, а также хорошо развитым лицевым диском, резко суживающимся книзу и имеющим сердцеобразную форму (рис. 1).

В настоящее время в современных работах, приводящих подробные описания отличительных морфологических признаков в строении тела и оперения обыкновенной сипухи, абсолютно отсутствуют сведения об особенностях строения микроструктуры перьевого покрова, что объясняется практически полной неизученностью данного вопроса.

С целью выявления основных видоспецифических характеристик архитектоники пера обыкновенной сипухи нами впервые с применением сканирующего электронного микроскопа (SEM) подробно исследованы особенности микроструктуры дефинитивного контурного пера данного представителя совообразных.



Рис. 1. Обыкновенная сипуха *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes)

Фото В.Г. Бабенко

Материалом для исследования послужили первостепенные маховые перья обыкновенной сипухи, содержащейся в питомнике хищных птиц государственного природного заповедника Галичья Гора (Липецкая область). Данный материал любезно предоставлен научным сотрудником заповедника, заведующим питомником П.И. Дудиным.

Исследование микроструктуры контурного пера обыкновенной сипухи проводилось на основе неоднократно апробированного нами метода качественного сравнительного электронно-микроскопического анализа наиболее информативных элементов в строении бородок первого порядка (далее бородки I) и бородок второго порядка (далее бородки II) контурной (внутреннее опахало) и пуховой частей опахала первостепенного махового пера [1–4]. Подготовка препаратов для исследования в сканирующем электронном микроскопе состояла из следующих этапов. Бородки тщательно промывали в дистиллированной воде, затем проводили по восходящему ряду спиртов до ацетона, высушивали на воздухе и размещали на плате, в основании бинокулярного стереоскопического микроскопа МС-2 ZOOM, предназначенного для тонких препаравальных работ. Отпрепарированные бородки, в том числе поперечные и продольные срезы, переносили на предметные алюминиевые

столики и фиксировали электропроводящим клеем. Подготовленные препараты напыляли золотом толщиной 100–200 ангстрем методом ионного напыления в условиях вакуума на установке Edwards S-150A (Великобритания), просматривали и фотографировали с применением сканирующего электронного микроскопа JEOL-840A (Япония), при ускоряющем напряжении 15 кВ.

В целом изготовлено 60 препаратов бородок контурной и пуховой частей опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи, на основании которых сделано и проанализировано 162 электронных микрофотографии (электросканограммы).

Анализ полученных электросканограмм позволил подробно исследовать особенности микроструктуры контурного пера обыкновенной сипухи и сравнить полученные данные с особенностями тонкого строения контурных перьев изученных нами ранее других представителей совообразных [2; 4].

Так, у обыкновенной сипухи конфигурация поперечного среза бородки I сходна с таковой у большинства других исследованных нами представителей отряда. В базальной части бородки поперечный срез имеет узкую удлиненную форму за счет сильного уплощения бородки с боковых сторон; вентральный гребень хорошо развит и отличается слегка изогнутой «серповидной» формой (рис. 2). Конфигурация поперечного среза вышележащих участков бородки (медиальная и дистальная части) претерпевает значительные изменения: длина уменьшается, увеличивается ширина, за счет чего бородка в дистальной части на поперечном срезе приобретает более округлую ланцетовидную форму (рис. 3).

Структура сердцевинного тяжа бородки I у обыкновенной сипухи заметно отличается от сердцевины у других исследованных нами видов совообразных особенно на продольном срезе бородки I, где сердцевина на всем протяжении бородки, представлена совокупностью продольно удлиненных крупно складчатых полиморфных сердцевинных полостей (рис. 4).

Орнамент рельефа кутикулярной поверхности бородки I у обыкновенной сипухи, как и у всех исследованных нами других видов совообразных, претерпевает заметные изменения по направлению от основания бородки к ее вершине. Кроме того, отмечены различия в конфигурации кутикулярных клеток каждой боковой поверхности вентрального гребня (дистальной и проксимальной). Вследствие вышеизложенного для сравнительного анализа нами был выбран конкретный участок кутикулярной поверхности — дистальная сторона базальной части бородки I. Клетки кутикулы у обыкновенной сипухи имеют характерную для совообразных удлиненную форму и сглаженный волокнистый рельеф поверхности; перинуклеарные области на кутикулярной поверхности слабо заметны; границы между клетками, как и у большинства исследуемых нами представителей отряда, слабо различимы. Отличительной чертой в рельефе кутикулярной поверхности бородки I у обыкновенной сипухи являются выявленные нами отчетливо выраженные сплетения отдельных крупных волокон на фоне плотной волокнистой кутикулярной поверхности.

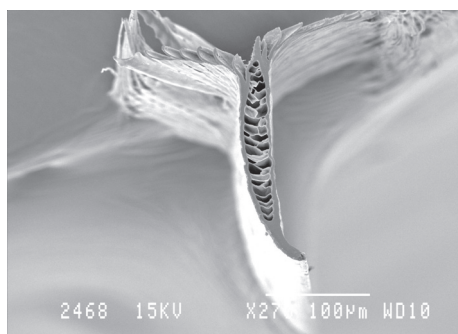


Рис. 2. Электросканограмма поперечного среза базального участка бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes)
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. × 270

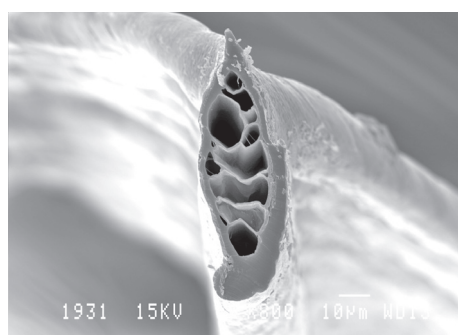


Рис. 3. Электросканограмма поперечного среза медиального участка бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes)
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. × 800

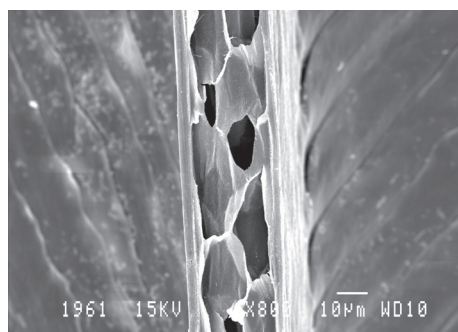


Рис. 4. Электросканограмма сердцевины на продольном срезе базальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes)
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. × 800

Результаты, полученные нами в ходе исследования микроструктуры опахальца бородки I контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи, полностью согласуются с результатами исследований, проведенных нами ранее [2; 4].

Во-первых, специфической чертой строения микроструктуры опахальца бородки I контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи, как и других представителей совообразных, является структура бородок II дистальной части опахальца: сильно удлиненное перышко с расположенными на нем многочисленными хорошо развитыми ресничками (рис. 5), что в целом обуславливает ворсистую поверхность опахала всего пера.

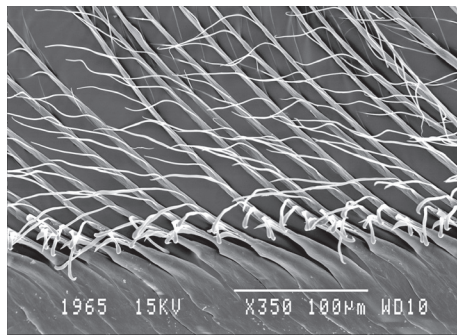


Рис. 5. Электросканограмма тонкого строения контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes): дистальные бородки второго порядка с расположенными на них многочисленными ресничками, образующие в целом ворсистую поверхность опахала всего пера
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. × 350

Во-вторых, у обыкновенной сипухи *наличие* бородок II сохраняется по всей длине бородки I, включая верхний дистальный участок, что впервые было отмечено нами у других видов совообразных. Данный факт вносит существенные коррективы в широко распространенное суждение об отсутствии бородок II в структуре опахальца на дистальном участке бородки I контурной части опахала первостепенного махового пера совообразных.

В-третьих, у обыкновенной сипухи, как и у других исследованных нами ранее представителей отряда, выявлено, что рассученный край опахала, характерный для совообразных, образован не за счет отсутствия бородок II на дистальном участке бородки I, как было принято считать, а рядом своеобразных «косиц», сформированных за счет прилегания или даже плотного смыкания сильно удлиненных бородок II между собой и апикальным участком бородки I. При этом у обыкновенной сипухи степень «ассученности» края опахала достаточно хорошо выражена, что также согласуется с результатами исследований, проведенных нами ранее [2; 4].

В пуховой части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи пуховые бородки, отходящие по обе стороны от бородки I, наряду с микроструктурными особенностями, типичными для других, изученных нами представителей совообразных (например, расширенная веретеновидная базальная часть, удлинённый сегментированный отдел, т. е. перышко, сформированный чередующимися узлами и междуузлиями), имеют ряд следующих специфических характеристик: апикальная часть сегмента слабо расширена, и междуузлие плавно переходит в узел; узлы в проксимальной части пуховых бородок имеют три игловидных зубца, незначительно отклоняющихся в стороны от продольной оси бородки (рис. 6).

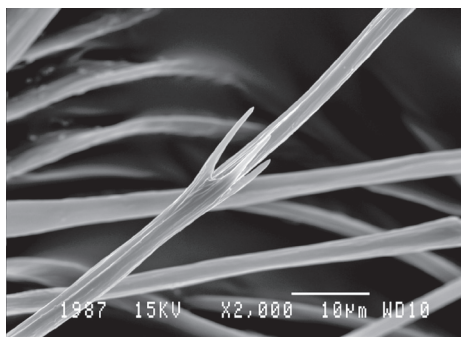


Рис. 6. Электросканограмма тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes): конфигурация апикального края сегмента в проксимальном отделе пуховых бородок — узлы имеют три игловидных зубца
Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув. × 2000

Таким образом, в результате проведенного нами исследования микроструктуры контурного пера обыкновенной сипухи впервые выявлены качественные паттерны, в комплексе своем достаточно информативные с точки зрения таксономической диагностики. Установлено, что наряду с характерными для совообразных элементами архитектоники пера имеется ряд видоспецифических компартиментов, возможно, отражающих комплекс эколого-морфологических адаптаций и расширяющих представление о сложной радиации морфологических и адаптационных изменений микроструктуры пера в филогенезе птиц.

Литература

1. *Фадеева Е.О.* Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера черного стрижа (*Apus apus*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2009. № 2 (4). С. 48–55.
2. *Фадеева Е.О.* Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера полярной совы (*Nyctea scandiaca*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2 (8). С. 52–59.
3. *Фадеева Е.О.* Особенности тонкого строения первостепенных маховых перьев соколиных (*Falconidae*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2013.

№ 1 (11). С. 40–46.

4. *Фадеева Е.О.* Особенности тонкого строения маховых перьев совообразных (*Strigiformes*), обусловленные спецификой полета // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 4 (16). С. 32–38.

Literatura

1. *Fadeeva E.O.* Adaptivny'e osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera chernogo strizha (*Apus apus*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2009. № 2 (4). S. 48–55.

2. *Fadeeva E.O.* Adaptivny'e osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera polyarnoj sovy' (*Nyctea scandiaca*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 2 (8). S. 52–59.

3. *Fadeeva E.O.* Osobennosti tonkogo stroeniya pervostepenny'x maxovy'x per'ev sokoliny'x (*Falconidae*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2013. № 1 (11). S. 40–46.

4. *Fadeeva E.O.* Osobennosti tonkogo stroeniya maxovy'x per'ev sovoobrazny'x (*Strigiformes*), obuslovlenny'e specifikoj poleta // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 4 (16). S. 32–38.

E.O. Fadeeva

Species-specific Peculiarities of Fine Structure of the Definitive Contour Feather of the Common Barn Owl (*Tyto alba Scopoli, 1769*)

In the article the author represents original results on the comparative electron microscopic study of fine structure of primary remex of the common barn owl (*Tyto alba Scopoli, 1769*) with the use of a scanning electron microscope. Based on carried out research it was found that the common barn owl besides typical for strigiformes compartments of fine structure of contour feather has several species-specific patterns important from the point of view of taxonomic diagnostics.

Keywords: common barn owl; electron microscopic study; definitive primary remex; microstructure of feather.