

УДК 591.478.7: 598.279.251

## МИКРОСТРУКТУРА МАХОВОГО ПЕРА ОБЫКНОВЕННОЙ СИПУХИ (*TYTO ALBA* (SCOPOLI, 1769))

Е.О. Фадеева<sup>1</sup>, В.Г. Бабенко<sup>2</sup>

Представлены оригинальные результаты сравнительного электронно-микроскопического исследования тонкого строения первостепенного махового пера обыкновенной сипухи (*Tyto alba* (Scopoli, 1769)) с использованием сканирующего электронного микроскопа. Установлено, что у обыкновенной сипухи наряду с характерными для совообразных особенностями тонкого строения контурного пера имеется ряд видоспецифических структурных элементов, важных с точки зрения таксономической диагностики.

**Ключевые слова:** обыкновенная сипуха, электронно-микроскопическое исследование, первостепенное маховое перо, микроструктура пера.

Обыкновенная сипуха (*Tyto alba* (Scopoli, 1769)) – уникальный представитель древнего семейства Сипуховые (Tytonidae) отряда Совообразные (Strigiformes). 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 сердцевидную форму. В последние годы наблюдается повсеместное снижение численности обыкновенной сипухи (Зубков, 2005). Как редкий уменьшающийся в численности вид обыкновенная сипуха во многих странах находится под охраной государства и занесена в Красные книги ряда стран Восточной Европы и в «Голубой список Одюбоновского общества» для птиц с признаками сокращения ареала или численности популяций в США (Птицы России..., 2005).

В настоящее время биология обыкновенной сипухи достаточно подробно исследована (Путкинский, 1977; Зубков, 2005; Durant et al., 2013; Chausson et al., 2014; Mounir et al., 2014). Тем не менее в современных работах, приводящих подробные описания отличительных морфологических признаков в строении тела и оперения обыкновенной сипухи (Koch, Wagner, 2002; Sarradj et al., 2011; Roulin, 2013; Charter et al., 2015), включая исчерпывающее описание основных аэродинамически выгодных макроморфологических характеристик контурного пера этой птицы (Bachmann et al., 2007, 2012), абсолютно отсутствуют сведения об особенностях строения микроструктуры перье-

вого покрова, что объясняется практически полной неизученностью этого вопроса. Вместе с тем изучение видоспецифических особенностей архитектуры пера и выявление основных таксономически важных микроструктурных характеристик позволяют эффективно диагностировать виды по перьям и их фрагментам в целях биологической экспертизы, а также расширяют представления о сложной радиации морфологических и адаптационных изменений микроструктуры пера

Существует большой интерес к таксономически важным элементам морфологии перьевого покрова птиц и, в частности, к тонкому строению дефинитивных перьев. Мы подробно изучили ряд видоспецифических особенностей микроструктуры первостепенного махового пера обыкновенной сипухи – важнейшего функционального элемента крыла птиц – с применением сканирующего электронного микроскопа (SEM). До сих пор подобные исследования в полной мере не проводили.

### Материал и методы исследования

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

Использовали наиболее информативные фрагменты пера – бородки первого порядка (далее – бородки I) и бородки второго порядка (да-

<sup>1</sup>Фадеева Елена Олеговна – ст. науч. сотр. Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН) канд. биол. наук, доцент (alekto@aha.ru); <sup>2</sup>Бабенко Владимир Григорьевич – профессор кафедры зоологии и экологии Московского педагогического государственного университета, докт. биол. наук, профессор (alekto@aha.ru).

лее – бородки II) контурной и пуховой частей опахала первостепенного махового пера.

Препараты бородок были приготовлены стандартным, многократно апробированным нами методом (Фадеева, 2009, 2011; Фадеева, Чернова 2011; Фадеева, 2013, 2014, 2015; Бабенко, Фадеева, 2015), подробное описание которого приводилось ранее (Фадеева, 2015).

Подготовленные препараты обрабатывали методом ионного напыления золотом в условиях вакуума на установке «Edwards S-150A» (Великобритания), просматривали и фотографировали с помощью камеры «SEM JEOL-840A» (Япония), при ускоряющем напряжении 15 кВ. В целом, изготовлены 60 препаратов бородок контурной и пуховой частей опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи, сделаны и проанализированы 162 электронные микрофотографии (электросканограммы).

Анализ полученных электросканограмм позволил подробно исследовать особенности микроструктуры первостепенного махового пера обыкновенной сипухи и сравнить полученные данные с особенностями тонкого строения первостепенных маховых перьев изученных нами ранее других представителей совообразных (Фадеева, 2011, 2014). Употребляемая при описании микроструктуры пера терминология соответствует предложенной нами ранее (Фадеева, 2009, 2011; Фадеева, Чернова 2011; Фадеева, 2013, 2014, 2015; Бабенко, Фадеева, 2015).

За основу описания микроструктуры пера были взяты следующие микроструктурные характеристики:

*в контурной части опахала*

конфигурация поперечного среза бородки I;

строение сердцевины на поперечном и продольном срезах бородки I;

строение кутикулы бородки I (рельеф кутикулярной поверхности, конфигурация кутикулярных клеток);

микроструктура опахальца (структура бородок II проксимального отдела (далее проксимальные бородки II), строение бородок II дистального отдела опахальца (далее дистальные бородки II), в том числе конфигурация свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток дистальных бородок II, формирующих дорсальную поверхность опахала;

*в пуховой части опахала пера*

форма узлов в проксимальном отделе бородок II (далее пуховые бородки):

характер и степень расчлененности апикальной части сегментов, форма зубцов и степень отклонения их от основной оси пуховой бородки.

Эффективность применения перечисленных характеристик тонкого строения первостепенного махового пера с использованием SEM в целях таксономической идентификации видов доказана нами в предыдущих работах (Кириллова и др., 2015; Фадеева, 2013, 2015; Бабенко, Фадеева, 2015).

## Полученные результаты

**Конфигурация поперечного среза.** Форма бородки I, хорошо различимой на поперечном срезе, видоспецифична за счет разнообразия конкретных деталей строения (конфигурации сечения осевой части – стволика бородки I, дорсального и вентрального гребней, их уплощенности, изогнутости). Поперечный срез в подопахальцевой части (место прикрепления данной бородки к стержню пера) имеет удлиненную и достаточно узкую форму за счет сильного уплощения бородки с боковых сторон.

Форма поперечного среза в последующей (базальной) части бородки I по-прежнему удлиненная и сильно уплощенная с боков. В начале базальной части (проксимальный участок) отмечается появление сердцевины во внутренней структуре бородки; четко выражен удлиненный вентральный гребень; дорсальный гребень выражен слабо. В дистальном участке базальной части срез ланцетовидный, расширен сильнее. Вентральный гребень слабо дугообразно изогнут.

Конфигурация поперечного среза вышележащих частей бородки (медиальная и дистальная части) претерпевает значительные изменения: длина уменьшается, а ширина увеличивается, за счет чего бородка в дистальной части на поперечном срезе приобретает более округлую эллипсовидную форму. Вентральный гребень сильно укорочен.

Таким образом, у обыкновенной сипухи конфигурация поперечного среза бородки I варьирует по направлению от основания бородки к ее вершине: от узкой сильно уплощенной формы в подопахальцевой части бородки и уплощенной ланцетовидной формы в базальной части до округлой эллипсовидной формы в верхней дистальной части. Посередине дорсальной и вентральной сторон стволика бородки I проходят по одному гребню – соответственно дорсальному и вентральному. Гребни приподняты над поверхностью стволика бородки, причем с вентральной стороны гребень значительно более высокий, чем с дорсальной, особенно в начале базальной части (проксимальный участок), вследствие чего отмечен сильный изгиб вентрального гребня бородки I в области прикрепления стволика бородки к стержню пера.

**Строение сердцевины бородки I.** На поперечном срезе бородки I сердцевина отсутствует в подпахальцевой части бородки; корковый слой, полностью заполняющий внутреннюю часть бородки, имеет однородную структуру. Появление сердцевины отмечено в области стволика бородки в начале базальной части (проксимальный участок). В последующих вышерасположенных частях бородки сердцевина начинает заметно преобладать во внутренней структуре стволика бородки. При этом в структуре дорсального и вентрального гребней сердцевина отсутствует и внутренняя часть представлена лишь корковым слоем. В целом, у обыкновенной сипухи сердцевина бородки представлена совокупностью плотно упакованных воздухоносных сердцевинных полостей, разделенных тонкими перегородками (стенками полостей).

На поперечном срезе сердцевина однорядная в начале базальной части бородки (проксимальный участок) в последующих частях приобретает одно-двурядное строение. Сердцевинные полости полигональные, уплощенные вытянутые поперек бородки, реже округлые; с неровными очертаниями и крупно волнистым рельефом стенок.

На продольном срезе структура сердцевинного тяжа на всем протяжении бородки I представлена одно-двурядной, реже трехрядной совокупностью в основном продольно удлиненных крупно складчатых полиморфных сердцевинных полостей с ровными или плавно изогнутыми, реже волнистыми краями (рис. 1).

**Структура кутикулярной поверхности.** Орнамент рельефа кутикулярной поверхности бородки I у обыкновенной сипухи, как и у всех исследованных нами ранее других видов птиц, претерпевает заметные изменения по направлению от основания бородки к ее вершине (Фадеева, 2009, 2011;

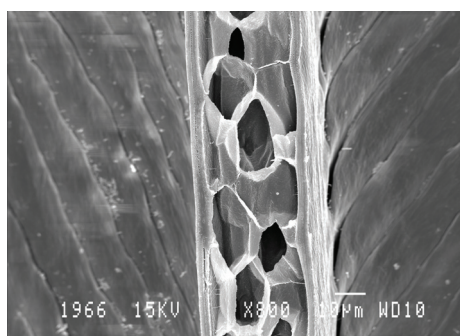


Рис. 1. Электросканограмма сердцевины на продольном срезе базальной части бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes). Сканирующий электронный микроскоп («JEOL-840A»),  $\times 800$ . Масштаб 10 мкм

Фадеева, Чернова 2011; Фадеева, 2013, 2014, 2015; Бабенко, Фадеева, 2015). Кроме того, отмечены различия в конфигурации кутикулярных клеток каждой латеральной поверхности стволика бородки (дистальной и проксимальной) (Фадеева, 2013). Для сравнительного анализа нами был выбран конкретный участок кутикулярной поверхности – дистальная латеральная поверхность вентральной стороны стволика базальной части бородки I.

Клетки кутикулы у обыкновенной сипухи имеют удлиненную форму и сглаженный волокнистый рельеф поверхности; перинуклеарные области на кутикулярной поверхности заметны слабо; границы между клетками различимы слабо. Отчетливо выражены сплетения отдельных крупных волокон на фоне плотной волокнистой кутикулярной поверхности.

**Микроструктура опахальца.** Опахальце представляет собой совокупность бородок II, отходящих в обе стороны от стволика бородки I контурной части опахала пера. Бородки II проксимальной части опахальца (лучи) имеют в своем строении черты, типичные для всех исследованных нами ранее других видов птиц: расширенное основание с характерным изогнутым краем (карнизом) на дорсальной стороне и сильно удлиненная спицеобразная вершина. Лучи плотно примыкают друг к другу в базальном и медиальном отделах бородки I и рыхло расположены в дистальном.

В структуре дистальных бородок II у обыкновенной сипухи типичными для других исследованных нами видов птиц (Фадеева, 2009, 2011, 2014) являются расширенная базальная часть и последующее перышко – тонкая удлиненная часть дистальной бородки II с комплексом свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток: крючочки в основании перышка на его нижней (вентральной) стороне, а также дорсальные и вентральные тонкие выросты (реснички) на всем протяжении, включая апикальную часть перышка.

Специфической чертой в структуре бородок II дистальной части опахальца у обыкновенной сипухи является сильно удлиненное перышко с расположенными на нем многочисленными хорошо развитыми волосовидными ресничками (рис. 2), создающими густую ворсистую структуру дорсальной поверхности опахала всего пера.

Наличие бородок II в микроструктуре опахальца у обыкновенной сипухи сохраняется по всей длине бородки I, включая ее верхний апикальный участок дистальной части. За счет плотного прилегания или сильно удлиненных бородок II между собой и апикальным участком бородки I формируется ряд своеобразных «косиц», образу-

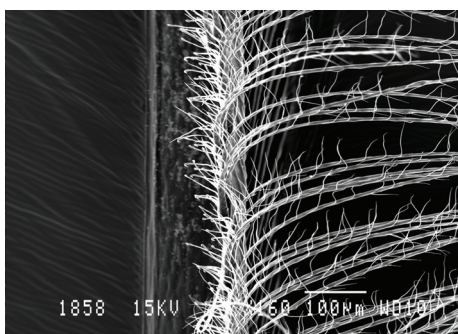


Рис. 2. Электросканограмма тонкого строения контурной части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes): дистальные бородки второго порядка с расположенными на них многочисленными ресничками, образующие ворсистую поверхность опахала пера. Сканирующий электронный микроскоп («JEOL-840A»),  $\times 160$ . Масштаб 100 мкм

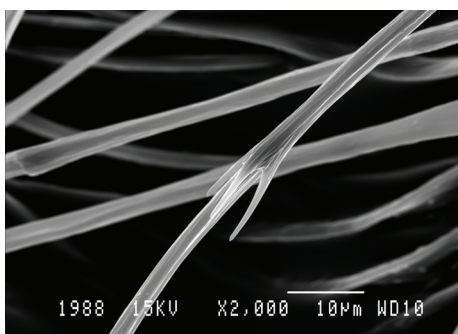


Рис. 3. Электросканограмма тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи *Tyto alba* (Tytonidae, Strigiformes): конфигурация апикального края сегмента в проксимальном отделе пуховых бородок – узлы имеют три игловидных зубца. Сканирующий электронный микроскоп («JEOL-840A»),  $\times 2000$ . Масштаб 10 мкм

щих рассученный край опахала, хорошо выраженный у обыкновенной сипухи.

**Структура пуховых бородок.** В пуховой части опахала первостепенного махового пера обыкновенной сипухи пуховые бородки, отходящие по обе стороны от стволика бородки I, имеют строение, типичное для пуховых бородок других изученных нами видов птиц (Фадеева, Чернова, 2011; Бабенко, Фадеева, 2015): расширенная веретеновидная базальная часть и перышко – удлиненный сегментированный отдел, сформированный чередующимися узлами и междуузлиями.

При сопоставлении конфигурации узлов в проксимальном отделе пуховых бородок у обыкновенной сипухи был выявлен ряд следующих специфических характеристик: апикальная часть сегмента слабо расширена, междуузлие плавно переходит в

узел; узлы в проксимальной части пуховых бородок имеют по три игловидных зубца, незначительно отклоняющихся в стороны от продольной оси бородки (рис. 3).

### Обсуждение результатов

Полученные данные позволяют сравнить микроструктуру пера обыкновенной сипухи с особенностями тонкого строения контурного пера изученных нами ранее других представителей совообразных (Фадеева, 2011, 2014).

Так, у обыкновенной сипухи, как и у других видов совообразных, поперечный срез в базальной части бородки I имеет удлиненную, уплощенную с боковых сторон форму. При этом у обыкновенной сипухи форма поперечного среза более широкая – ланцетовидная, что отличает этот вид от большинства исследованных нами совообразных (белая сова – *Nyctea scandiaca* (L., 1758); филин – *Bubo bubo* (L., 1758); ушастая сова – *Asio otus* (L., 1758); домовый сыч – *Athene noctua* (Scopoli, 1769)), имеющих значительно удлиненную и зауженную форму поперечного среза за счет сильного уплощения бородки с латеральных сторон и высокого вентрального гребня (Фадеева, 2011, 2014).

Округлая эллипсоидная форма поперечного среза в дистальной части бородки I отличает обыкновенную сипуху от других видов совообразных, имеющих ланцетовидную форму (домовый сыч, серая неясыть – *Strix aluco* (L., 1758)) или каплевидную (мохноногий сыч – *Aegolius funereus* (L., 1758); ястребиная сова – *Surnia ulula* (L., 1758)), однако эта особенность выявлена также у белой совы, филина, ушастой совы, сплюшки – *Otus scops* (L., 1758); уссурийской совки – *O. sunia* (Hodgson, 1836); воробьиного сыча – *Glaucidium passerinum* (L., 1758); длиннохвостой неясыти – *Strix uralensis* Pallas, 1771; бородатой неясыти – *S. nebulosa* J.R. Forster, 1772 (Фадеева, 2011, 2014).

Сравнение строения у обыкновенной сипухи сердцевинны на поперечном срезе бородки I с таковой у других изученных нами видов совообразных выявило черты сходства между ними. Выявленная у обыкновенной сипухи ячеистая, однорядная структура сердцевинны в основании базальной части бородки I характерна для всех других видов совообразных. Одно-двухрядная конфигурация сердцевинного тяжа в последующих частях бородки I, характерная для обыкновенной сипухи, отмечена также и у большинства исследованных видов совообразных – филин, уссурийская совка, домовый сыч, серая неясыть, длиннохвостая неясыть, за исключением ушастой совы (однорядная), мох-

ноногого сыча (двухрядная) и белой совы (двух-трехрядную) структура (Фадеева, 2011, 2014).

Сердцевина на продольном срезе бородки I у обыкновенной сипухи, так же как и у других видов совообразных, однорядная в основании базальной части и одно-двухрядная в последующих частях бородки I по направлению к вершине.

При этом у обыкновенной сипухи конфигурация сердцевинных полостей (полиморфных, продольно удлинённых, с крупно складчатыми стенками) заметно отличает ее от других видов совообразных, у которых сердцевина бородки I на продольном срезе представлена совокупностью чередующихся округлых и продолговатых, поперечно расположенных сердцевинных полостей с гладкими или крупно волнистыми стенками. Кроме того, отсутствие тонких кератиновых нитей в каркасе сердцевинных полостей на продольном срезе бородки у обыкновенной сипухи отличает ее от белой совы, уссурийской совки, сплюшки, филина и ястребиной совы (Фадеева, 2011, 2014).

Выявленные особенности орнамента кутикулы бородки I обыкновенной сипухи также в разной степени отмечены и у других исследованных нами видов совообразных. Клетки кутикулы у обыкновенной сипухи имеют характерную для совообразных удлинённую форму и сглаженный волокнистый рельеф поверхности. Перинуклеарные области на кутикулярной поверхности, отмеченные у всех видов совообразных, за исключением уссурийской совки, выражены в разной степени: особенно четко у белой и ушастой совы, менее четко – у мохноногого сыча и длиннохвостой неясыти, слабо заметны, помимо обыкновенной сипухи, у филина, домового сыча и серой неясыти.

Слабая выраженность границ между кутикулярными клетками отличает обыкновенную сипуху от большинства других видов совообразных, у которых границы между клетками хорошо различимы за счет утолщённых краев кутикулярных клеток, особенно выраженных у белой совы (Фадеева, 2011). Исключение составляют мохноногий сыч и серая неясыть, у которых границы между клетками, как и у обыкновенной сипухи, слабо различимы.

Отдельные сплетения крупных волокон, отчетливо выраженные у обыкновенной сипухи на фоне плотной волокнистой кутикулярной поверхности, являются отличительной чертой в рельефе кутикулярной поверхности бородки I данного вида, поскольку не выявлены у других представителей совообразных.

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 (Фадеева, 2011, 2014).

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 удлинённое перышко с расположенными на нем многочисленными хорошо развитыми волосовидными ресничками, что в целом обуславливает ворсистую дорсальную поверхность опахала всего пера.

Во-вторых, у обыкновенной сипухи наличие бородок II (проксимальных и дистальных) сохраняется по всей длине бородки I, включая ее верхний апикальный участок в дистальной части, 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 в дистальной части бородки I, как было принято считать, а рядом своеобразных «косиц», сформированных за счет прилегания или даже плотного смыкания сильно удлинённых бородок II между собой и с апикальным участком бородки I. При этом у обыкновенной сипухи степень рассученности края опахала достаточно хорошо выражена, что также согласуется с результатами исследований, проведенных нами ранее (Фадеева, 2011, 2014).

Сравнение особенностей тонкого строения пуховых бородок первостепенного махового пера обыкновенной сипухи с таковыми у других, изученных нами представителей совообразных показало, что большинство выявленных у обыкновенной сипухи черт являются типичными для всей группы (например, расширенная веретеновидная базальная часть, последующий удлинённый сегментированный отдел, в структуре которого четко выделяются чередующиеся узлы и междоузлия).

Вместе с тем выявленные у сипухи особенности строения апикальной части сегмента в прокси-

мальном отделе пуховых бородок, прежде всего конфигурация узла (три игловидных зубца, незначительно отклоняющихся в стороны от продольной оси бородки), отличают данный вид от других исследованных нами представителей совообразных. Например, иное строение узлов (конические зубцы, значительно отклоняющиеся от продольной оси бородки) отмечены у белой совы (четыре зубца), филина (четыре-пять зубцов), ястребиной совы (три коротких зубца), ушастой совы (три-четыре зубца, сильно расширенные в основании).

Таким образом, в результате проведенных нами исследований особенностей микроструктуры первостепенного махового пера обыкновенной сипухи и сравнения полученных данных с особенностями тонкого строения контурных перьев других представителей совообразных установлено, что наряду с традиционными для представителей совообразных элементами архитектоники пера у обыкновенной сипухи имеется ряд видоспецифических характеристик тонкого строения первостепенного махового пера. К ним относятся ланцетовидная форма поперечного среза в дистальной части бородки

I; четко выраженная специфика конфигурации сердцевинных полостей на продольном срезе бородки – полиморфных, в основном продольно удлинённых, с крупно складчатыми стенками; отсутствие нитей в структуре сердцевинных полостей на продольном срезе бородки; слабая выраженность границ между кутикулярными клетками и наличие отдельных сплетений крупных волокон, отчетливо выраженных на фоне плотной волокнистой кутикулярной поверхности; в структуре проксимального отдела пуховых бородок три игловидных зубца свободного края апикальной части сегмента незначительно отклоняются в стороны от продольной оси бородки.

Полученные нами результаты свидетельствуют, что выявленные основные видоспецифические характеристики тонкого строения дефинитивно контурного пера обыкновенной сипухи имеют важное таксономическое значение в контексте проблемы диагностики пера на основе его микроструктуры в целях биологической экспертизы, а также могут быть использованы для исследования направленности и динамики сложной радиации морфологических и адаптационных изменений микроструктуры пера в филогенезе птиц.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

- Бабенко В.Г., Фадеева Е.О. Особенности тонкого строения пера курообразных (Galliformes) в контексте проблемы таксономической идентификации птиц // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2015. № 1 (17). С. 40–46 [Babenko V.G., Fadeeva E.O. Osobennosti tonkogo stroeniya pera kuroobraznykh (Galliformes) v kontekste problemy taksonomicheskoy identifikatsii ptits // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2015. № 1 (17). S. 40–46].
- Зубков Н.И. Сипуха *Tyto alba* (Scopoli, 1769) // Птицы России и сопредельных регионов: Собообразные, Козодоеобразные, Стрижеобразные, Ракшеобразные, Удодообразные, Дятлообразные / С.Г. Приклонский, В.П. Иванчев, В.А. Зубакин. М. 2005. 487 с. [Zubkov N.I. Sipukha *Tyto alba* (Scopoli, 1769) // Ptitsy Rossii i sopredel'nykh regionov: Sovoobraznyye, Kozodoeobraznyye, Strizheobraznyye, Raksheobraznyye, Udodooobraznyye, Dyatloobraznyye / S.G. Prikloonskiy, V.P. Ivanchev, V.A. Zubakin. M. 2005. 487 s.].
- Кириллова И.В., Котов А.А., Трофимова С.С., Занина О.Г., Лаптева Е.Г., Зиновьев Е.В., Чернова О.Ф., Фадеева Е.О., Жаров А.А., Шидловский Ф.К. Ископаемая шерсть как новый источник данных о ледниковой биоте // Докл. АН. 2015. Т. 460. № 5. С. 613–616 [Kirillova I.V., Kotov A.A., Trofimova S.S., Zanina O.G., Lapteva E.G., Zinov'ev E.V., Chernova O.F., Fadeeva E.O., Zharov A.A., Shidlovskiy F.K. Iskopaemaya sherst' kak novyy istochnik dannykh o lednikovoy biote // Dokl. AN. 2015. T. 460. № 5. S. 613–616].
- Пукинский Ю.Б. Жизнь сов. Серия: Жизнь наших птиц и зверей. Вып. 1. Л., 1977. 240 с. [Pukinskij Yu.B. Zhizn' sov. Seriya: Zhizn' nashikh ptits i zverej. Vyp. 1. L., 1977. 240 s.].
- Фадеева Е.О. Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера черного стрижа (*Apus apus*) // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2009. № 2 (4). С. 48–55 [Fadeeva E.O. Adaptivnyye osobennosti mikrostruktury konturnogo pera chernogo strizha (*Apus apus*) // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2009. № 2 (4). S. 48–55].
- Фадеева Е.О. Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера полярной совы (*Nyctea scandiaca*) // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 2 (8). С. 52–59 [Fadeeva E.O. Adaptivnyye osobennosti mikrostruktury konturnogo pera polyarnoj sovy (*Nyctea scandiaca*) // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2011. № 2 (8). S. 52–59].
- Фадеева Е.О. Особенности тонкого строения первостепенных маховых перьев соколиных (Falconidae) // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2013. № 1 (11). С. 40–46 [Fadeeva E.O. Osobennosti tonkogo stroeniya pervostepennykh mahovykh per'ev sokolinykh (Falconidae) // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2013. № 1(11). S. 40–46].
- Фадеева Е.О. Особенности тонкого строения маховых перьев совообразных (Strigiformes), обусловленные спецификой полета // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2014. № 4 (16). С. 32–38 [Fadeeva E.O. Osoben-

- nosti tonkogo stroeniya mahovykh per'ev sovoobraznykh (Strigiformes), obuslovlennye specifikoj poleta // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2014. №4 (16). S. 32–38].
- Фадеева Е.О. Диагностические возможности контурного пера птиц на основе его микроструктуры // Вестн. МГПУ. Сер. Естественные науки. 2015. № 4 (20). С. 67–77 [Fadееva E.O. Diagnosticheskie vozmozhnosti konturnogo pera ptits na osnove ego mikrostruktury // Vestn. MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2015. № 4 (20). S. 67–77].
- Фадеева Е.О., Чернова О.Ф. Особенности микроструктуры контурного пера врановых (Corvidae) // Изв. РАН. Сер. биол. 2011. № 4. С. 436–446 [Fadееva E.O., Chernova O.F. Osobennosti mikrostruktury konturnogo pera vranovykh (Corvidae) // Izv. RAN. Ser. Biol. 2011. № 4. S. 436–446].
- Bachmann T., Emmerlich J., Baumgartner W., Schneider J. M., Wagner H. Flexural stiffness of feather shafts: geometry rules over material properties // The Journal of Experimental Biology. 2012. Vol. 215. P. 405–415.
- Bachmann T., Klän S., Baumgartner W., Klaas M., Schröder W., Wagner H. Morphometric characterization of wing feathers of the barn owl *Tyto alba pratincola* and the pigeon *Columba livia* // Frontiers in Zool. 2007. N 21. P. 4–23.
- Charter M., Leshem Y., Izhaki I., Roulin A. Pheomelanin-based colouration is correlated with indices of flying strategies in the Barn Owl // J. Ornithol. 2015. Vol. 156. N 1. P. 309–312.
- Chausson A., Henry I., Almasi B., Roulin A. Barn Owl (*Tyto alba*) breeding biology in relation to breeding season climate // J. Ornithol. 2014. Vol. 155. N 1. P. 273–281.
- Durant J.M., Hjermand D.Ø., Handrich Y. Diel feeding strategy during breeding in male Barn Owls (*Tyto alba*) // J. Ornithol. 2013. Vol. 154. N 3. P. 863–869.
- Koch U.R., Wagner H. Morphometry of auricular feathers of barn owls (*Tyto alba*) // Europ. J. Morphol. 2002. Vol. 40. N 1. P. 15–21.
- Mounir R.A., Adwan H.S., Zuhair S.A. Diet of the Barn Owl (*Tyto alba*) from Chaddra-Akkar, Northern Lebanon // Jordan J. Biol. Scien. 2014. Vol. 7. N 2. P. 109–112.
- Roulin A. Ring recoveries of dead birds confirm that darker pheomelanic Barn Owls disperse longer distances // J. Ornithol. 2013. Vol. 154. N 3. P. 871–874.
- Sarradj E., Fritzsche C., Geyer T. Silent Owl Flight: Bird Flyover Noise Measurements // AIAA J. 2011. Vol. 49. N 4. P. 769–779.

Поступила в редакцию / Received 15.09.2016

Принята к публикации / Accepted 10.11.2016

## MICROSTRUCTURE OF THE COMMON BARN OWL (*TYTO ALBA* (SCOPOLI, 1769)) REMEX

E.O. Fadееva<sup>1</sup>, V.G. Babenko<sup>2</sup>

Original results on the scanning electron microscope comparative investigation of the Common Barn Owl (*Tyto alba* (Scopoli, 1769)) primary remex fine structure are represented. The conclusion is made that the Common Barn Owl on a level with typical Owls contour feathers fine structure compartments has several specific primary remex microstructural taxonomic importance patterns.

**Key words:** Common Barn Owl, electron microscopic investigation, primary remex, feather microstructure.

<sup>1</sup> Fadееva Elena Olegovna, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution A.N. of the RAS, Moscow (alekto@aha.ru); <sup>2</sup> Babenko Vladimir Grigorevich, Department of Zoology and Ecology, Moscow State Pedagogical University (alekto@aha.ru).