

- Биоразнообразие – от идеи до реализации. Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2007. С. 126-130.
6. Сухарев Е.А., Околелов А.Ю. Фауна и экология птиц антропогенных водоемов в Тамбовской области на примере Хоботовского крахмалопаточного завода // Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием / под ред. С.Н. Спиридонова и др. Саранск: Типография «Прогресс», 2010. С. 166-170.
 7. Шубин А.О. Микробиотическое распределение куликов (Charadriiformes, Charadrii) в местах кормовых скоплений на юго-западном побережье Каспийского моря // Зоол. журн. 1998. Т. 77. № 3. С. 325-336.
 8. Околелов А.Ю., Шубин А.О. Влияние факторов среды на численность и распределение куликов (Charadriiformes, Charadrii) в антропогенных ландшафтах Окско-Донской равнины // Зоол. журн. 2003. Т. 82. № 3. С. 388-401.
 9. Околелов А.Ю., Шубин А.О., Иванов А.П., Митина Г.Н., Сухарев Е.А., Кузнецова Е.М., Черев С.М. Влияние обилия корма на распределение пролетных куликов на озере Эльтон // Достижения в изучении куликов Северной Евразии: материалы 7 совещания по вопросам изучения куликов. Мичуринск: МГПИ, 2008. С. 108-122.
 10. Шубин А.О., Иванов А.П. Экологическая сегрегация пролетных куликов на степных водоемах Европейской России // Зоол. журн. 2005. Т. 84. № 6. С. 707-718.
 11. Quammen M.L. Predation by shorebirds, fish, and crabs on invertebrates in intertidal mudflats- an experimental test // Ecology. 65. 1984. P. 529-537.
 12. Morrison R.I.G. & Myers J.P. Wader migration systems in the New World // Wader Study Group Bull. 1987. V. 49. Suppl. 7. P. 57-69.
 13. Wilson W.H. The effect of migratory shorebird predation on prey abundance at Grays Harbor, Washington // Amer. Zool. 1991. V. 31. № 5. P. 103.
 14. De Goeij P., Piersma T., Davidson N.C. Conservation implications of periods of peak energy demand in the annual cycle of a long-distance migrant, the knot: 21st Int. Ornithol. Congr. Vienna, 20-25 Aug. 1994 // J. Ornithol. 1994. V. 135. № 3. P. 510.
 15. Шубин А.О. Кормовое и агрессивное поведение куликов (Charadriiformes, Charadrii) как свидетельство их конкуренции в местах скопления на юго-западном побережье Каспийского моря // Зоол. журн. 1999. Т. 78. № 3. С. 382-397.
 16. Шубин А.О., Иванов А.П., Касаткина Ю.Н. Предварительный анализ размещения скоплений мигрирующих куликов в Калмыкии // Достижения и проблемы орнитологии Северной Евразии на рубеже веков / отв. ред. Е.Н. Курочкин, И.И. Рахимов. Казань: Магариф, 2001. С. 421-428.
 17. Zwarts L., Esselink P. Versatility of male curlews, *Numenius arquata*, preying upon *Nereis diversicolor*: Deploying contrasting capture modes dependent on prey availability // Marine Ecology Progress Series, 1989. V. 56. P. 255-269.
 18. Zwarts L., Wanink J.H., Ens B.J. Predicting seasonal and annual fluctuations in the local exploitation of different prey by Oystercatchers *Haematopus ostralegus*: A ten-year study in the Wadden Sea // Ardea. 1996. P. 401-440.
 19. Goss-Custard J.D. Intake rates and food supply in migrating and wintering shorebirds // Behaviour of Marine Animals / eds. J. Burger, B.L. Olla. N. Y.: Plenum Press, 1984. V. 6. P. 233-270.
 20. Goudie R., Piatt J.F. Body size and foraging behaviour in birds // Acta 20 Congr. Int. Ornithol., Christchurch, 2-9 Dec., 1990. Wellington, 1991. V. 2. C. 811-816.

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

Sukharev E.A., Okolelov A.Y. INTERACTION MECHANISMS OF MIGRATING WADERS AND THEIR FOOD OBJECTS IN CONDITIONS OF ATHROPOGENIC TRANSFORMED WATER RESERVOIRS OF TAMBOV REGION

It was found out how the distribution of waders migrating through the sewage ponds depends on characteristics of their diet. To understand this we studied the dynamics of waders' distribution, the distribution of their food resources, feeding behavior of birds and the biometrics of food objects including the contents of bird stomachs and gullets. The basis of diet consists of large mass of insect species, mostly of larger ones. The distribution of birds depends on abundance, biomass, taxonomic composition and linear size of food objects.

Key words: waders; food parameters; food objects; diet; habitats.

УДК 591.478.7+598.279

ОСОБЕННОСТИ ТОНКОГО СТРОЕНИЯ ДЕФИНИТИВНОГО КОНТУРНОГО ПЕРА СОВООБРАЗНЫХ (STRIGIFORMES)

© Е.О. Фадеева

Ключевые слова: микроструктура; дефинитивное контурное перо; совообразные.

Представлены результаты сравнительного электронно-микроскопического исследования тонкого строения дефинитивных контурных перьев 7 видов совообразных: *Nyctea scandiaca*, *Asio otus*, *Otus sunia*, *Aegolius funereus*, *Athene noctua*, *Strix aluco*, *S. uralensis*. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что у совообразных наряду с традиционными элементами архитектоники пера имеется ряд видоспецифических микроструктурных характеристик, имеющих таксономически важное значение.

Совообразные (Strigiformes) – очень интересная, в теоретическом плане, древняя группа птиц, сочетающая общие с другими хищными птицами черты специализации к специфическому стилю охоты с целым рядом уникальных эколого-поведенческих адаптаций к условиям существования, что закономерно обусловило широко развернувшееся изучение экологии, фауны и населения совообразных. При этом практически неизученным остается строение микроструктуры перьев совообразных, несмотря на то, что исследование в дан-

ном направлении позволяет не только эффективно диагностировать виды по перьям и их фрагментам, но и выявлять специфические элементы пера, возможно имеющие адаптивное значение [1–7].

Учитывая большой интерес к таксономически важным элементам морфологии перьевого покрова птиц и тонкого строения дефинитивных перьев, в частности, мы подробно исследовали ряд видоспецифических особенностей микроструктуры контурного пера врановых с применением сканирующего электронного мик-

роскопа (SEM), что до сих пор в полной мере не проводилось.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе представлены результаты сравнительного электронно-микроскопического исследования тонкого строения дефинитивного контурного пера 7 видов совообразных: белая сова (*Nyctea scandiaca* L., 1758), ушастая сова (*Asio otus* L., 1758), уссурийская совка (*Otus sunia* Hodgson, 1836), мохноногий сыч (*Aegolius funereus* L., 1758), домовый сыч (*Athene noctua* Scopoli, 1769), серая неясыть (*Strux aluco* L., 1758), длиннохвостая неясыть (*Strux uralensis* Pallas, 1771).

Материалом для работы послужили первостепенные маховые перья, любезно предоставленные В.Г. Бабенко (Московский педагогический государственный университет), а также А.Б. Савинецким (ИПЭЭ РАН) из личных орнитологических коллекционных фондов.

Для проведения сравнительного электронно-микроскопического анализа использовали по 10–15 бородок первого порядка (далее бородки I) и бородок второго порядка (далее бородки II) контурной части опахала первостепенных маховых перьев у одной особи каждого вида. Препараты бородок I и бородок II были приготовлены стандартным, многократно апробированным методом [2].

Подготовленные препараты напыляли золотом методом ионного напыления на установке Edwards S-150A (Великобритания), просматривали и фотографировали с применением сканирующего электронного микроскопа SEM JEOL-840A (Япония), при ускоряющем напряжении 10 кВ.

В целом, изготовлено 252 препарата бородок опахала первостепенного махового пера исследованных семи видов совообразных, на основании которых сделано и проанализировано 718 электроннограмм.

В настоящем исследовании за основу описания микроструктуры пера были взяты следующие качественные показатели в строении бородки I контурной части опахала первостепенного махового пера, конфигурация поперечного среза; строение сердцевинки на поперечном и продольном срезах; строение кутикулы: форма кутикулярных клеток и рельеф кутикулярной поверхности; структура опахальца бородки I, строение бородок II дистального и проксимального отделов опахальца, особенности их сцепления, а также конфигурация свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток бородок II, обеспечивающих это сцепление и таким образом способствующих целостности опахала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Форма поперечного среза. У исследуемых представителей Strigiformes конфигурация поперечного среза бородки I значительно варьирует по направлению от основания бородки – места прикрепления данной бородки к стержню пера (подопахальцевая и последующая базальная части) – к ее вершине (дистальная часть). Так, поперечный срез в основании бородки I (подопахальцевая часть) имеет очень узкую удлиненную форму за счет сильного уплощения бородки с бо-

ковых сторон; асимметричность в расположении дистального и проксимального выступов выражена незначительно; сердцевина на поперечном срезе подопахальцевой части бородки отсутствует; корковый слой, полностью заполняющий внутреннюю часть бородки, имеет однородную структуру.

В базальной части бородки ширина среза несколько увеличивается. Наибольшая уплощенность среза выражена у *N. scandiaca*, *A. otus*, *A. noctua*. У большинства исследованных нами видов Strigiformes вентральный гребень хорошо развит и отличается слегка изогнутой «серповидной» формой, дорсальный, напротив, выражен незначительно, при этом у *A. funereus* дорсальный гребень имеет утолщенную вершину. Отмечается появление сердцевинки во внутренней структуре бородки.

Конфигурация поперечного среза вышележащих участков бородки I (медиальная и дистальная части) претерпевает значительные изменения. Длина уменьшается, увеличивается ширина, за счет чего у большинства исследованных нами видов Strigiformes бородка в дистальной части на поперечном срезе приобретает более округлую ланцетовидную форму, за исключением *A. funereus*, отличающегося каплевидной формой поперечного среза в дистальной части бородки I.

Сердцевина на поперечном срезе бородки I начиная с базальной части и на всем последующем протяжении хорошо развита, почти полностью заполняя внутреннюю часть бородки. У всех исследованных нами видов Strigiformes сердцевина имеет ячеистую, однорядную в основании базальной части структуру. В последующих медиальной и дистальной частях сердцевина имеет однорядную (*A. otus*), одно-двурядную (*O. sunia*, *A. noctua*, *S. aluco*, *S. uralensis*), двурядную (*A. funereus*) или дву-трехрядную (*N. scandiaca*) структуру. Таким образом, лишь у *A. otus* отмечено единообразие в структуре сердцевинного тяжа на всем протяжении бородки. В базальной части бородки форма сердцевинных ячеек у *N. scandiaca* продолговатая прямоугольная, у остальных исследованных видов – V-образная шестиугольная. В каркасе воздухоносных полостей у *N. scandiaca* и *O. sunia* отмечены тонкие нитчатые выросты, встречающиеся практически на всем протяжении бородки I.

Сердцевина на продольном срезе. Однорядная у всех исследованных видов Strigiformes структура сердцевинного тяжа в основании базальной части в последующих участках приобретает смешанный тип строения: одно-двурядная. Каркас сердцевинных полостей у *N. scandiaca* и *O. sunia*, так же как и на поперечном срезе, характеризуется наличием тонких нитей.

Структура кутикулярной поверхности. Орнамент рельефа кутикулярной поверхности бородки I у всех исследованных нами видов Strigiformes 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.

У всех исследованных нами видов Strigiformes клетки кутикулы имеют удлиненную форму и сглаженный волокнистый рельеф поверхности, при этом у всех,

за исключением *O. sunia*, на кутикулярной поверхности заметны перинуклеарные области: четко выраженные у *N. scandiaca* и *A. otus*, менее выраженные у *A. funereus* и *S. uralensis*, слабо заметные у *A. noctua* и *S. aluco*.

У всех исследованных нами видов Strigiformes, за исключением *A. funereus* и *S. aluco*, границы между клетками хорошо различимы за счет утолщенных краев кутикулярных клеток, что особенно выражено у *N. scandiaca* [7].

Микроструктура опахальца. Опахальце представляет собой совокупность бородок II, отходящих в обе стороны от бородки I и равномерно распределенных по всей ее длине – от места прикрепления бородки I к стержню пера до ее вершины [2].

В результате проведенного нами исследования микроструктуры опахальца бородки I контурной части опахала первостепенного махового пера Strigiformes наряду с типичными чертами строения был выявлен ряд специфических особенностей. Так, типичные черты строения имеют бородки II проксимальной части опахальца (лучи): изогнутый край (карниз) на дорсальной стороне каждой бородки; в верхней части – зубчатый край, ряд уплощенных ороговетших клеток и сильно удлиненные «спицевидные» вершины. Вместе с тем плотно сомкнутые бородки II дистальной части опахальца (дистальные бородки), расположенные в медиальном и дистальном отделах бородки I, наряду с типичными чертами в строении – расширенной базальной частью, наличием волосовидных ресничек в структуре перышка, а также совокупностью крючочков на его нижней стороне – отличаются сильно удлиненным перышком. Совокупность плотно прилегающих к проксимальным бородкам (лучам) и не переплетающихся между собой перышек дистальных бородок с расположенными на них многочисленными ресничками образует в целом ворсистую поверхность опахала.

Принято считать, что рассученный край опахала, характерный для представителей Strigiformes, образован за счет отсутствия бородок II на дистальном участке бородки I. Однако в ходе проведенного нами исследования микроструктуры пера у представителей Strigiformes отмечено наличие бородок II по всей длине бородки I, включая верхний дистальный участок. Кроме того, нами было выявлено, что рассученный край опахала на большем своем протяжении образован рядом своеобразных «косиц», сформированных за счет прилегания или даже плотного смыкания сильно удлиненных бородок II между собой и апикальным участком бородки I. При этом степень «рассученности» края опахала у *N. scandiaca* менее выражена по сравнению с другими исследованными нами видами Strigiformes [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных нами данных о тонком строении пера своеобразных свидетельствует, что выявленные характеристики достаточно информативны в аспекте таксономической диагностики. Так, сама конфигурация бородки I специфична на уровне не только отряда, но и вида и безусловно имеет диагностическое значение. Представление о ней можно легко составить по конфигурации поперечного среза основания бородки I. Информативно строение кутикулы бородок I, прежде всего, орнамент поверхности кутикулы: форма

и рельеф кутикулярных клеток. Сравнение сердцевин бородки I контурной части первостепенного махового пера своеобразных выявило четкие видовые различия в конфигурации воздухоносных полостей на поперечном и продольном срезах бородки I, что может служить значимым диагностическим признаком. Совокупность сильно удлиненных и не переплетающихся между собой перышек дистальных бородок с расположенными на них многочисленными ресничками образует в целом уникальную ворсистую поверхность опахала пера своеобразных. Выявленные нами специфические образования («косицы»), сформированные за счет плотного смыкания сильно удлиненных бородок II между собой и апикальным участком бородки I и образующие в целом рассученный край опахала, являются характерным диагностическим признаком своеобразных.

Представленные результаты проведенного нами сравнительного электронно-микроскопического исследования особенностей микроструктуры дефинитивного контурного пера Strigiformes могут использоваться для определения вида птиц, что существенно расширяет, при создании соответствующей базы данных, потенциальные возможности диагностики пера на основе его микроструктуры для целей биологической экспертизы.

Предложенный подход сравнительного электронно-микроскопического исследования особенностей микроструктуры контурного пера позволяет не только эффективно диагностировать виды по перьям и их фрагментам, но и выявлять в будущем специфические черты, на формирование которых оказал влияние комплекс эколого-морфологических адаптаций компенсаторного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фадеева Е.О.* Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера черного стрижа (*Apus apus*) // Вестн. МГПУ. Серия Естественные науки. 2009. № 2 (4). С. 48-55.
2. *Чернова О.Ф., Ильищенко 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.
3. *Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Фадеева Е.О., Целикова Т.Н.* Атлас микроструктуры перьев птиц (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2009. 173 с.
4. *Dove C.J.* A descriptive and phylogenetic analysis of plumulaceous feather characters in charadriiformes // Ornithol. Monographs. 2000. V. 51. P. 1-163.
5. *Stettenheim P.R.* Structural adaptations in feathers // Proc. 16th Int. Ornithol. Congr. 1976. P. 385-401.
6. *Stettenheim P.R.* The integumentary morphology of Modern birds. An overview // Amer. Zool. 2000. V. 40. P. 461-477.
7. *Фадеева Е.О.* Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера полярной совы (*Nyctea scandiaca*) // Вестн. МГПУ. Серия Естественные науки. 2011. № 2 (8). С. 52-59.

БЛАГОДАРНОСТИ: Автор выражает благодарность В.Г. Бабенко, а также А.Б. Савинецкому за предоставление материалов из личных орнитологических коллекционных фондов.

Поступила в редакцию 12 сентября 2012 г.

Fadeyeva E.O. PECULIARITIES OF DEFINITIVE CONTOUR FEATHER FINE STRUCTURE OF OWLS (STRIGIFORMES)

Results on the scanning of electron microscope's comparative investigation of the Owls (Strigiformes) definitive contour feathers fine structure are reported. 7 Owls species were under this investi-