

Е.О. Фадеева

## Особенности микроструктуры первостепенного махового пера галки (*Corvus monedula*)

В статье приводятся данные электронно-микроскопического исследования тонкого строения первостепенного махового пера галки (*Corvus monedula*) с использованием сканирующего электронного микроскопа. Представлены оригинальные результаты, позволяющие сделать вывод о том, что у галки, наряду с традиционными элементами архитектоники пера, имеется ряд видоспецифических микроструктурных характеристик, имеющих таксономически важное значение.

*Ключевые слова:* галка; электронно-микроскопическое исследование; первостепенное маховое перо; микроструктура пера.

**Г**алка (*Corvus monedula* L., 1758) является представителем центрального и самого обширного рода вороны (*Corvus*), включающего самых крупных, преимущественно черной или черно-серой окраски, представителей семейства врановые (*Corvidae*), отряда воробьинообразных (*Passeriformes*), населяющих самые различные природные зоны Евразии. Как и многие синантропные виды врановых, галка положительно реагирует на антропогенные изменения ландшафта ростом численности и пространственной экспансией, являясь наиболее массовым представителем основного звена орнитофауны урбанизированных территорий. В городах в качестве мест гнездования галка использует всевозможные ниши и пустоты в каменных строениях, располагается на балках и перекрытиях в цехах промышленных предприятий, на чердаках зданий, под крупными мостами.

В настоящее время биология галки как широко распространенного синантропного вида врановых достаточно подробно исследована. Тем не менее в современных работах, приводящих подробные описания отличительных морфологических признаков в строении тела и оперения галки, абсолютно отсутствуют сведения об особенностях строения микроструктуры перьевого покрова, что объясняется практически полной неизученностью данного вопроса. Вместе с тем изучение видоспецифических особенностей архитектоники 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 галки.

В настоящем исследовании впервые проведен качественный сравнительный электронно-микроскопический анализ тонкого строения первостепенного махового пера галки с целью выявления основных видоспецифических характеристик микроструктуры дефинитивного контурного пера, а также ряда элементов, возможно, имеющих важное таксономическое значение. Использовали наиболее информативные фрагменты пера — бородки первого порядка (далее бородки I) и бородки второго порядка (далее бородки II) контурной и пуховой частей опахала первостепенного махового пера.

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

В целом изготовлено 36 препаратов бородок контурной и пуховой частей опахала первостепенного махового пера галки, на основании которых сделаны и проанализированы 162 электронные микрофотографии.

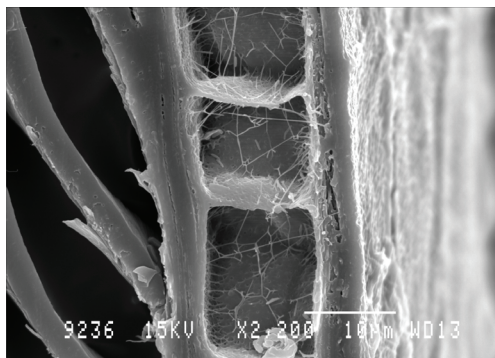
С целью выявления отличительных характеристик микроструктуры пера галки использованы оригинальные данные о тонком строении перьев других изученных нами представителей рода *Corvus*, опубликованные ранее [1–4].

**Конфигурация поперечного среза.** Форма поперечного среза нижней трети бородки I контурной части опахала пера у галки, как у большинства других представителей рода *Corvus*, уплощенная. Вентральный и дорсальный гребни слабо выражены.

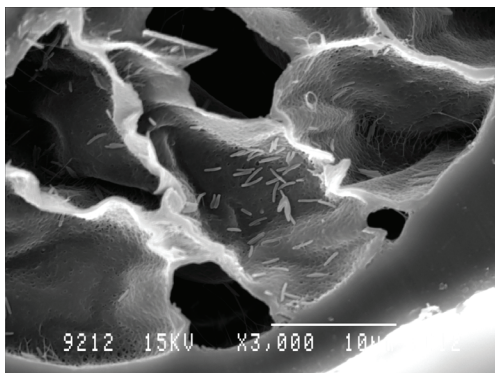
**Строение сердцевинной бородки I.** На поперечном срезе сердцевина однодвухрядная, при этом конфигурация и размеры полостей отличаются достаточным разнообразием: стенки сердцевинных ячеек волнистые, ряд полостей на поперечном срезе имеют овальную форму, что отличает галку от других изученных нами представителей рода *Corvus*, имеющих полигональную форму сердцевинных полостей. На продольном срезе сердцевина также представлена совокупностью полостей разной формы и размера, при этом, в отличие от поперечного среза, на продольном срезе полости исключительно полигональные — четырехугольные, с относительно ровными очертаниями.

Каркас сердцевинных полостей бородки I, образованный тонкими роговыми нитями, по-разному выглядит на поперечном и продольном срезах: мало нитей встречается на поперечном срезе, и обилие нитей — на продольном (рис. 1). Кроме того, на стенках полостей сердцевинной, на поперечном и продольном срезах, отмечены редкие вкрапления пигментных гранул (рис. 2).

**Структура кутикулярной поверхности бородки I** отчетливо различима на латеральных сторонах дорсального и вентрального гребней, но поскольку орнамент кутикулярной поверхности у галки, как и у других изученных видов птиц, значительно меняется в разных участках бородки, для сравнительного анализа был выбран конкретный участок кутикулярной поверхности, а именно основание бородки I. Орнамент поверхности здесь

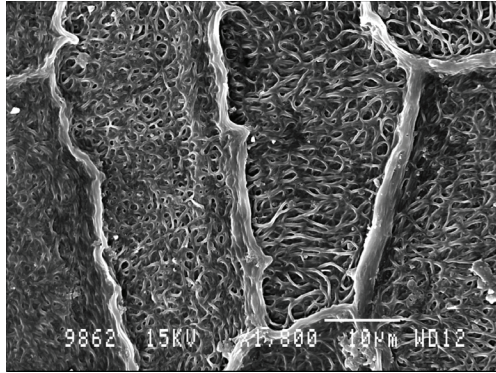


**Рис. 1.** Тонкие роговые нити в каркасе сердцевинных полостей на продольном срезе базального участка бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (*Corvidae, asseriformes*). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 2,200$



**Рис. 2.** Пигментные гранулы в сердцевинной полости на поперечном срезе медиального участка бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (*Corvidae, Passeriformes*). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 3,000$

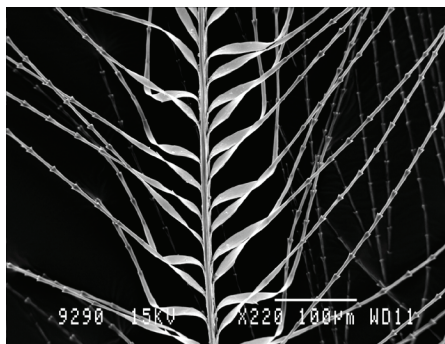
мозаичный (мостовидный), т. е. кутикулярные клетки располагаются встык. Пяти-, шестиугольные клетки, ориентированные вдоль продольной оси бородки I, имеют округлую форму, что достаточно редко встречается среди врановых. Практически у всех исследованных нами ранее представителей рода *Corvus* края кутикулярных клеток утолщенные и валиковидные, вследствие чего границы между клетками хорошо различимы. У галки особенно высокие края клеток, формирующие характерный бортик по периферии клетки, при этом края клеток извитые. Поверхность клеток кутикулы у галки имеет сглаженный волокнистый рельеф, в структуре которого наблюдается относительно рыхлое переплетение волокон, ориентированных поперек основной продольной оси кутикулярной клетки (рис. 3).



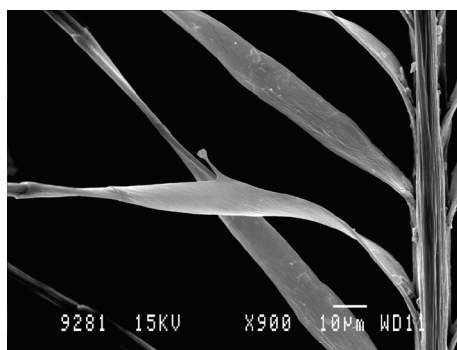
**Рис. 3.** Клетки кутикулярной поверхности вентрального гребня бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (Corvidae, Passeriformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 1,800$

**Структура бородок II пуховой части опахала (пуховых бородок).** В пуховой части опахала первостепенного махового пера галки пуховые бородки, отходящие по обе стороны от бородки I, имеют расширенное основание, состоящее из удлиненной ремневидной базальной клетки, и сегментированный отдел — перышко, сформированный чередующимися узлами и междуузлиями (рис. 4). Поверхность кутикулы сегментированного отдела (узлов и междуузлий) пуховых бородок покрыта слабо выраженной фибриллярной исчерченностью. У галки, так же как и у других изученных нами представителей рода *Corvus*, базальные клетки пуховых бородок контурных перьев могут иметь виллисы — специфические выросты-ворсинки (рис. 5). В целом, при сравнении тонкого строения пуховых бородок первостепенного махового пера галки с таковыми у других изученных нами представителей рода *Corvus*, было выявлено определенное сходство микроструктурных особенностей. Вместе с тем при сопоставлении конфигурации узлов в проксимальном отделе пуховых бородок у галки был выявлен ряд следующих специфических характеристик: апикальная часть сегмента слабо расширена, и междузлие плавно переходит в узел; узлы имеют четыре-пять конических, незаостренных зубцов свободного края; зубцы отклоняются в стороны от продольной оси пуховой бородки под углом  $30^\circ$  (рис. 6).

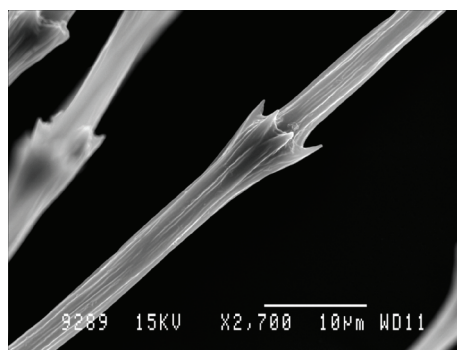
Представленные результаты проведенного электронно-микроскопического исследования свидетельствуют, что полученные нами данные о тонком строении пера галки достаточно информативны в аспекте таксономической диагностики. Кроме того, сравнительный анализ тонкого строения определенного набора компартментов дефинитивных перьев галки существенно расширяет потенциальные возможности диагностики пера для целей биологической экспертизы, а также дополняет представление о сложной радиации морфологических изменений микроструктуры пера, внося вклад в современный ряд филогенетических реконструкций.



**Рис. 4.** Элементы тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (Corvidae, Passeriformes): бородка первого порядка и отходящие от нее в обе стороны бородки второго порядка. Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 220$



**Рис. 5.** Элементы тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (Corvidae, Passeriformes): базальная клетка пуховой бородки со специфическим выростом — виллисом. Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 900$



**Рис. 6.** Элементы тонкого строения пуховой части опахала первостепенного махового пера галки *Corvus monedula* (Corvidae, Passeriformes): конфигурация апикального края сегмента в проксимальном отделе пуховых бородок — узлы зубчатой формы. Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 2,700$

### *Литература*

1. *Фадеева Е.О.* Особенности тонкого строения дефинитивного контурного пера врановых (*Corvidae*) // Экология, эволюция и систематика животных. Рязань: Голос губернии, 2012. С. 383–384.
2. *Фадеева Е.О., Бабенко В.Г.* Архитектоника дефинитивного контурного пера врановых (*Corvidae*) // Врановые птицы Северной Евразии. Омск: Полиграфический центр, 2010. С. 143–146.
3. *Фадеева Е.О., Бабенко В.Г.* Особенности тонкого строения дефинитивного контурного пера клушицы (*Pyrhacorax pyrhacorax*), черной вороны (*Corvus corone*) и саксаульной сойки (*Podoces panderi*) // Животный мир Казахстана и сопредельных территорий. Алматы, 2012. С. 324–325.
4. *Фадеева Е.О., Чернова О.Ф.* Особенности микроструктуры контурного пера врановых (*Corvidae*) // Известия РАН. Серия Биологическая. 2011. № 4. С. 436–446.

### *Literatura*

1. *Fadeeva E.O.* Osobennosti tonkogo stroeniya definitivnogo konturnogo pera vranovy'x (*Corvidae*) // E'kologiya, evolyuciya i sistematika zhivotn'x. Ryazan': Golos gubernii, 2012. S. 383–384.
2. *Fadeeva E.O., Babenko V.G.* Arxitektonika definitivnogo konturnogo pera vranovy'x (*Corvidae*) // Vranovy'e pticzy' Severnoj Evrazii. Omsk: Poligraficheskij centr, 2010. S. 143–146.
3. *Fadeeva E.O., Babenko V.G.* Osobennosti tonkogo stroeniya definitivnogo konturnogo pera klyushiczy' (*Pyrhacorax pyrhacorax*), chernoj vorony' (*Corvus corone*) i saksaul'noj sojki (*Podoces panderi*) // Zhivotny'j mir Kazaxstana i sopredel'ny'x terri-torij. Almaty', 2012. S. 324–325.
4. *Fadeeva E.O., Chernova O.F.* Osobennosti mikrostruktury' konturnogo pera vranovy'x (*Corvidae*) // Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya. 2011. № 4. S. 436–446.

### *E.O. Fadeeva*

#### **Peculiarities of Microstructure of the Primary Remex of Jackdaw (*Corvus Monedula*)**

In the article the author presents data of carried out electron microscope investigation of fine structure of primary remex of the Jackdaw (*Corvus monedula*) with the use of scanning electron microscope. The author presents original results which enables to make a conclusion that at the Jackdaw together with traditional elements of architectonics of feather there are several species-specific microstructural characteristics which have taxonomic importance.

*Keywords:* Jackdaw; electron microscopic investigation; primary remex; microstructure of feather.