

О.Ф. Чернова

главный эксперт ЛСПиБЭ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, д.б.н.

О.Л. Силаева

заведующая лабораторией экологии и управления поведением птиц ФГБУН Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, д.б.н.

Т.В. Перфилова

ведущий эксперт ЛСПиБЭ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПЕРА КУРООБРАЗНЫХ ПТИЦ

Сравнивали микроструктуру контурных перьев (маховых и покровных) 9 видов: рябчика, глухаря, белой куропатки, тетерева, перепела, серой куропатки, обыкновенного турача, обыкновенного фазана, домашней курицы. Изучены перья 3–15 особей каждого вида, по одному маховому и покровному перьев каждой особи. Показано, что длина крыла значительно колеблется, положительно коррелируя с размерами птицы. Наличие перьевой пары служит дополнительным диагностическим признаком.

Ключевые слова: контурное перо, бородка первого порядка, бородка второго порядка, световая микроскопия, диагностические признаки.

O. Chernova, DSc (Biology)

Master Forensic Examiner of the Russian Federal Center of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice

O. Silaeva, DSc (Biology)

Head of the Laboratory, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution

T. Perfilova

Lead Forensic Examiner of the Russian Federal Center of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice

THE FEATHER'S DIAGNOSTIC FEATURES OF GALLIFORMES

Microstructure of the contour feathers (remex and covert) of 9 species has been compared: *Bonasa bonasia*, *Tetrao urogallus*, *Lagopus lagopus*, *Lyrurus tetrix*, *Coturnix coturnix*, *Perdix perdix*, *Francolinus francolinus*, *Phasianus colchichus*, *Gallus gallus domesticus*. Feathers (one remige and one covert feather) from 3–15 specimens of each species have been studied. It is shown, that the length of a wing varies considerably, positively correlating with the size of birds.

Keywords: contour feather, barb, barbule, light microscopy, diagnostic features.

Перья птиц или их фрагменты являются обычным объектом судебно-биологических экспертиз. Они часто являются как важным источником информации при расследовании уголовных преступлений, так и при расследовании причин катастроф воздушных судов при столкновениях с птицами.

Необходимым этапом при исследовании перьев птиц в рамках производства судебной экспертизы является их диагностика, то есть установление таксона-носителя. В связи с широким разнообразием видов этот процесс вызывает у экспертов постоянные затруднения, которые обусловлены отсутствием систематических исследований в области макро- и микроморфологии перьев птиц различных систематических отделов.

Сказанное относится, в том числе, и к представителям отряда Курообразные, морфология оперения которых ещё недостаточно изучена, а ее знание актуально, так как многие представители отряда являются одомашненными и часто контактируют с человеком, их перья входят в состав наполнителей различных изделий (предметы одежды, постельные принадлежности и т.д.).

Вот почему, цель настоящего исследования — на основе сравнительно-морфологического анализа определить диагностические признаки микроструктуры перьев некоторых представителей отряда Курообразные (Galliformes).

Материал и методы

Сравнивали микроструктуру контурных перьев (маховых и покровных) 9 видов: рябчика (*Bonasa bonasia*), глухаря (*Tetrao urogallus*), белой куропатки (*Lagopus lagopus*), тетерева (*Lyrurus tetrix*), перепела (*Coturnix coturnix*), серой куропатки (*Perdix perdix*), обыкновенного турача (*Francolinus francolinus*), обыкновенного фазана (*Phasianus colchichus*), домашней курицы (*Gallus gallus domesticus*). Нами создана коллекция перьев и их цветных изображений (на электронном носителе) у исследованных видов (рис. 1)[1]. Отмытые перья наклеивали на лист бумаги в соответствии с птерилогизисом и сканировали в Epson Perfection 4490 Photo NMB-003 (Canada) и HP Scanjet 3670 (США) в масштабе 1:1 при разрешении 600 dpi.

Изучены перья 3–15 особей каждого вида, по одному маховому и покровному перу каждой особи. Материал собран в при-

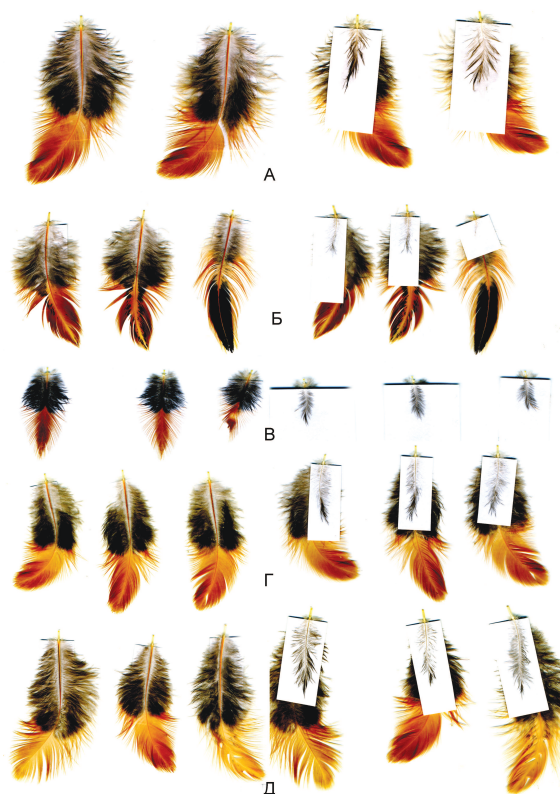


Рис. 1. Перья из разных птерилий взрослой годовалой домашней курицы Орловской породы: А — вентральной стороны шеи; Б — дорсальной стороны шеи; В — затылка; Г — груди; Д — брюха. Скан. в натуральную величину. Перьевую пару при сканировании не разделяли — с вентральной стороны дополнительное перо лежит на листке бумаги

роде, так как на кормовых участках хищники обычно оставляют крылья своих жертв, при этом первостепенные маховые перья (ПМ) повреждаются ими меньше других. При столкновениях с наземным и воздушным транспортом ПМ довольно часто сохраняются. Это позволило получить репрезентативный материал для определения морфологических признаков ПМ и, в частности, их линейных размеров, которые используются для определения таксона птицы. Счёт ПМ (ПМ1, ПМ2, ПМ3.....) вели от наружного края крыла. Вычисляли соотношение длин вершинного ПМ и крыла птицы, так как этот показатель имеет диагностическую ценность. При морфометрии учитывали наличие линьки, поскольку по мере взросления птицы крылья и хвост значительно укорачиваются из-за обнашивания их перьев. Дополнительное перо изучили у домашней курицы, серой куропатки и рябчика. У каждого вида исследовали 30–35 птерилий.

Тотальные препараты предварительно тщательно отмытых перьев изучали с помощью тринокуляра «DMLS» с цифровой видеокамерой (Германия) и светового микроскопа «Ампливал» (VEB Carl Zeiss, Jena), с использованием окуляра $\times 10$ и объективов $\times 2,5$; $\times 10$; $\times 20$; $\times 40$. Измерения проводили с помощью программы Leica QWin.

Применили оригинальную программу PteroMetr2 (разработчик А. Никулин) для измерения площади и длины перьев перьевой пары серой куропатки (60 перьев из 19 птерилий), домашней курицы (53 пера из 18 птерилий) и рябчика (33 пера из 17 птерилий). Перья сканировали с разрешением 600 dpi, не отделяя дополнительное перо от основного (рис. 1). Длину основного пера измеряли от нижнего отверстия, а длину дополнительного пера — от верхнего отверстия, до конца наиболее длинной дистальной бородки. Контур пера обводили вручную.

Ранее нами установлены наиболее важные диагностические признаки бородки второго порядка (бородка II), отходящей от бородки I, в пуховой части опахала покровного пера [3, 4], которая и послужила объектом исследования. Две трети диагностических признаков оригинальные и лишь одна треть — по данным литературы [5, 6], что придает научную новизну нашему исследованию. Мы использовали следующие количественные показатели: плотность расположения узлов - среднее число узлов на 1 мм длины бородки; длину бородки II. Брали по 10 промеров каждого признака от каждой особи.

Результаты

Общая морфология пера. Опахало полупухового пера и комбинированные бородки состоят из перообразных (в виде вертикальных полос разной ширины и формы) и пуховых участков. На первых бородки обычно располагаются базально, а на вторых - медиально и дистально. Базальные контурные части комбинированных бородок серой куропатки намного длиннее, чем таковые курицы и рябчика. Сочетание этих структур образует своеобразный орнамент, различимый визуалью. Орнамент опахала перьев с аналогичных птерилий может служить маркером этих птерилий и таксономическим признаком. У всех изученных видов на основном пере крыловых птерилий (в частности, на больших и средних верхних кроющих второстепенных маховых (ВМ)), а также на верхних перьях передней

летательной перепонки, в базальных частях опахала обнаружены комбинированные бородки: они контурные - у основания, а пуховые - в дистальных частях. На больших верхних кроющих ПМ перообразные полосы (далее - полосы) расположены неравномерно в проксимальной части: они расширяются в срединной части внутреннего опахала. На покровных перьях полосы узкие (занимают примерно $1/4$ ширины опахала) и обычно тянутся вдоль всей пуховой части опахала. Они симметричны в проксимальной и медиальной части опахала в зависимости от птерилии, которой принадлежит перо. В медиальной части полосы могут переходить в конус. Пуховая часть занимает $1/3$ опахала и более.

Рябчик. Проксимальная часть опахала ВМ и третьестепенных маховых (и частично их кроющих) выглядит как несимметричный конус с расширением в дистальной части. При этом в базальной части внутреннего опахала конус шире и занимает большую площадь. Покровные перья снабжены неширокими чаще всего симметрично расположенными полосами. Пуховой слой толстый, сильно развит и занимает более $1/3$ длины опахала. Отмечена небольшая асимметрия: увеличение конуса внешнего опахала и соответственно небольшое уменьшение пуховой полосы.

Глухарь. Проксимальная часть рулевых перьев (особенно внутреннее опахало) усилена пуховой структурой. В пуховой части опахала к стержню примыкает узкая полоса. ВМ и верхние кроющие перья хвоста с широкими билатерально симметричными полосами в проксимальных частях опахала. Медиальные, а в некоторых перьях и дистальные части, имеют пуховое окаймление.

Тетерев. ПМ почти не имеют пуховых частей, у ВМ эти части развиты сильнее, а у рулевых ещё сильнее. Кроющие перья с билатерально симметричными конусами, вдающимися в пуховую часть, покровные перья снабжены хорошо развитыми пуховыми бородками. Иногда в проксимальной и медиальной части пера имеются очень узкие полосы. Ближе к дистальной части появляются конусы, вдающиеся в медиальную часть опахала.

Перепел. Опахала кроющих перьев ВМ имеют асимметричные пуховые и перообразные части. Конусы отсутствуют, но развито пуховое окаймление разной длины и ширины. У ВМ и ТМ выявляются асимметричные конусы. Покровные перья с хорошо

развитыми пуховыми бородавками. Очень узкие полосы присутствуют в проксимальной и медиальной части опахал. В дистальных частях появляются более или менее симметричные конусы, вдающиеся в медиальную часть опахал.

Серая куропатка. ПМ почти не имеют пуховых частей, у ВМ эти участки очень небольшие. У кроющих перьев ВМ симметричный конус вдаётся в проксимальную пуховую часть. На той же птерилии имеются перья с асимметричными полосами. Пуховые участки лучше развиты во внешнем опахале этих перьев. ТМ с более развитыми пуховыми структурами и вклинивающимися в них перообразными. На рулевых и их кроющих имеются чёткие конусы, окаймлённые пуховыми частями комбинированных бородавок. Покровные перья с симметричными опахалами: в проксимальной и/или медиальной частях они пуховые, в дистальной — контурные. В пуховых частях с обеих сторон

стержня проходят узкие симметричные полосы, т.е. контурные отрезки комбинированных бородавок.

Домашняя курица. ПМ почти не имеют пуховых и комбинированных бородавок, последние появляются у ВМ: проксимальная часть внутреннего опахала опущена узкой пуховой каймой. Наружное опахало в той же части имеет пуховые бородавки, отходящие непосредственно от стержня. На рулевых перьях довольно широкая пуховая часть: длинные пуховые бородавки I с длинными, визуальными различиями бородавки II. Кроющие маховых имеют асимметричный конус с комбинированными бородавками. У курицы по сравнению с другими видами на кроющих перьях значительно более развита пуховая часть. Симметричный конус встречается только на мелких кроющих перьях, например, кроющих карпального пера и перьев верхней летательной перепонки. На некоторых кроющих и покровных перьях,

по обеим сторонам стержня присутствуют узкие полосы, которые почти полностью прикрываются дополнительным опахалом, по крайней мере, по ширине. Покровные перья не имеют конуса из комбинированных бородавок.

Абсолютная и относительная длина вершинных первостепенных маховых. У исследованных видов имеется по 10 ПМ. Для измерений нами выбрано ПМ1, которое по размеру не намного отличается от остальных ПМ и выполняет функцию махового. Колебания в абсолютной длине ПМ высоки, за исключением ПМ нескольких видов, например, серой куропатки и тетерева. У первой из 14-ти особей только 2 по данному параметру выпадают из общего ряда (рис. 2, Е), а у второго - из 8 особей выделяются 3 (рис. 2, Д). У глухаря и белой куропатки параметр отличается у 2 групп особей (рис. 2, Б, В), у рябчика и перепела длина ПМ значительно варьирует у разных особей (рис. 2, А, Г). Формула крыла, основанная на соотношении длин ПМ в

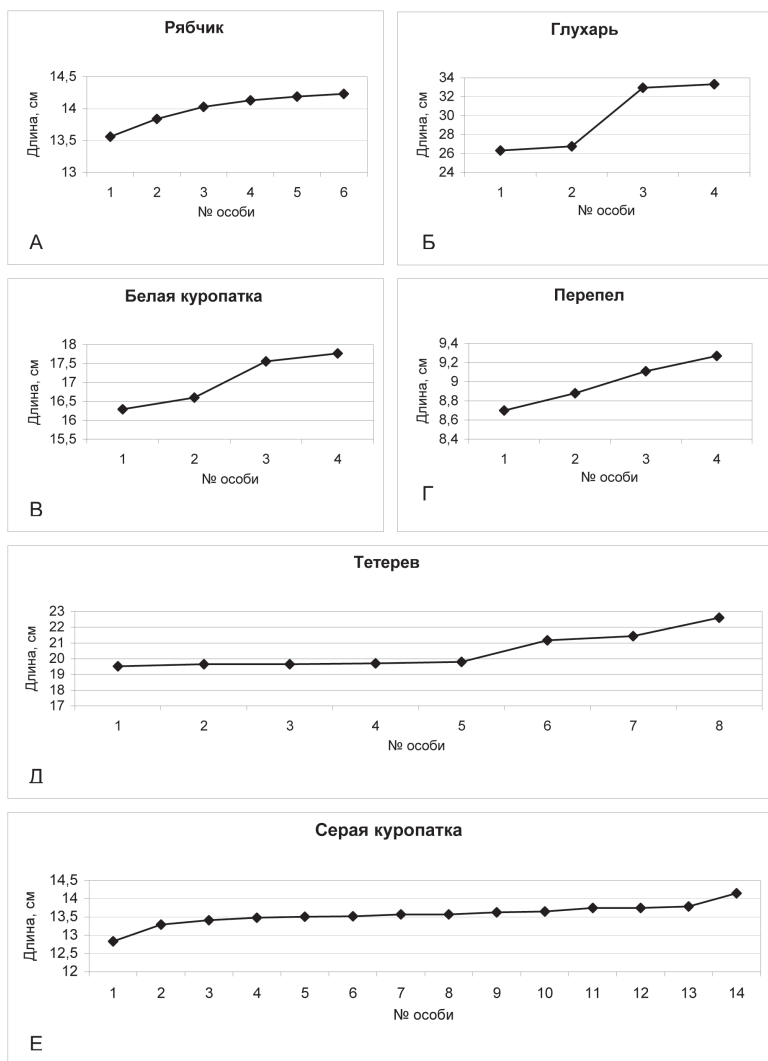


Рис. 2. Вариабельность длины вершинного махового пера у курообразных

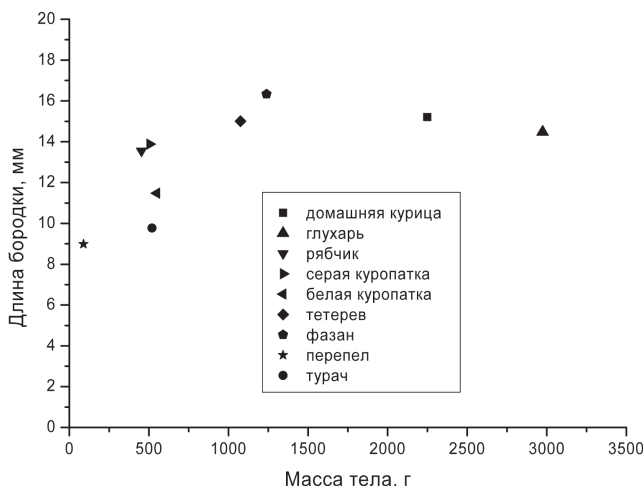


Рис. 3. Зависимость длины бородки базальной части пера от массы тела у курообразных

целом сходна у изученных видов, как и относительная длина ПМ, которая изменяется в пределах от 78,6% у глухаря до 83,3% у рябчика (табл. 1).

Длина и плотность бородок II проксимальной части покровного пера. Разница в длине бородок II не обнаружена у представителей семейств тетеревиных и фазановых. Наименьшая длина бородки II у перепела - самой мелкой птицы из изученных видов; короткие бородки II у турача, а у остальных видов они очень длинные (рис. 3). Соотношение длины бородки II и массы птицы демонстрирует прямую корреляцию

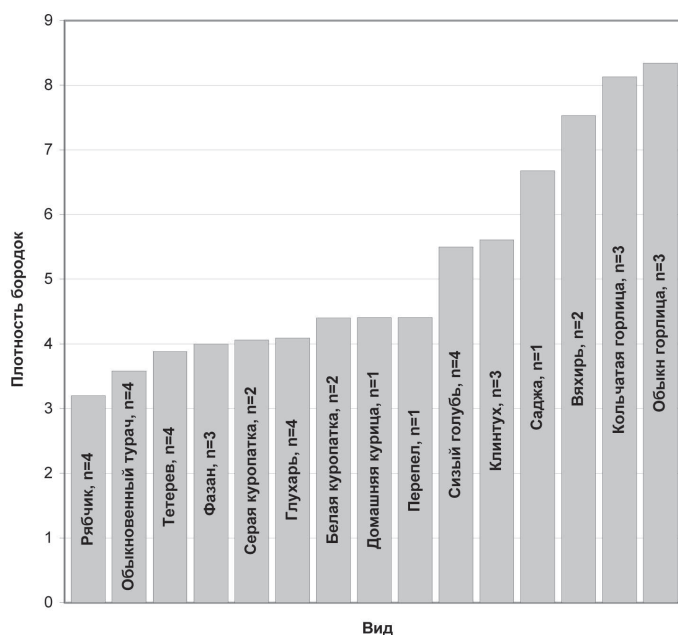


Рис. 4. Плотность бородок второго порядка (по 10 измерениям для каждой особи) изученных видов курообразных, в сравнение с голубеобразными и рябкообразными. Плотность бородок – количество бородок II на 1 мм бородки I

у видов со средней массой тела. Крупные виды, такие как глухарь и домашняя курица, выпадают из общей схемы. У них длина бородок II примерно сходна и изменяется незначительно.

Самая большая плотность бородок II характерна для перепела при наименьшей длине бородки II (рис. 4). У серой куропатки она заметно выше в базальных частях: 3,4 шт./мм во внутреннем опахале и 3,8 шт./мм – в наружном. В медиальных частях она несколько ниже: соответственно, 2,9 и 3,2 шт./мм. Самая низкая плотность в апикальных контурных частях опахал — 2,1 и 1,9 шт./мм соответственно.

Особенности строения узлов пуховой бородки II. Рябчик.

Форма узлов изменяется вдоль бородки от колокольчатой и округлой до промежуточной. Первые и третьи присутствуют в базальной части опахальца. Большинство колокольчатых узлов с хорошо выраженными зубцами. На узлах промежуточной формы зубцы сглажены, а округлые узлы имеют форму тора-кольца или бублика, иногда сдвоенные.

Глухарь. Узлы округлые и колокольчатые треугольные с 3–4 зубцами. Вторые имеют форму тупого треугольника со слегка вытянутым основанием (рис. 5, А). Округлые узлы короткие и, так же как у других видов, преобладают лишь на одном из опахальцев бородки. В медиальной части ближе к дистальному концу треугольные узлы вытягиваются и уменьшаются, а на самых дистальных концах - мелкие с единичным зубцом. Узлы промежуточной формы со сглаженными зубцами и закруглениями. На другой стороне опахальца почти все узлы базальной и медиальной частей бородки в разной степени закругленные, иногда соединены по три.

Белая куропатка. Узлы очень мелкие, присутствуют множественные (до 4–5 скользящих колец) округлые узлы, наряду с которыми имеются и колокольчатые треугольные с 3 зубцами.

Тетерев. Колокольчатые узлы в виде тупого треугольника

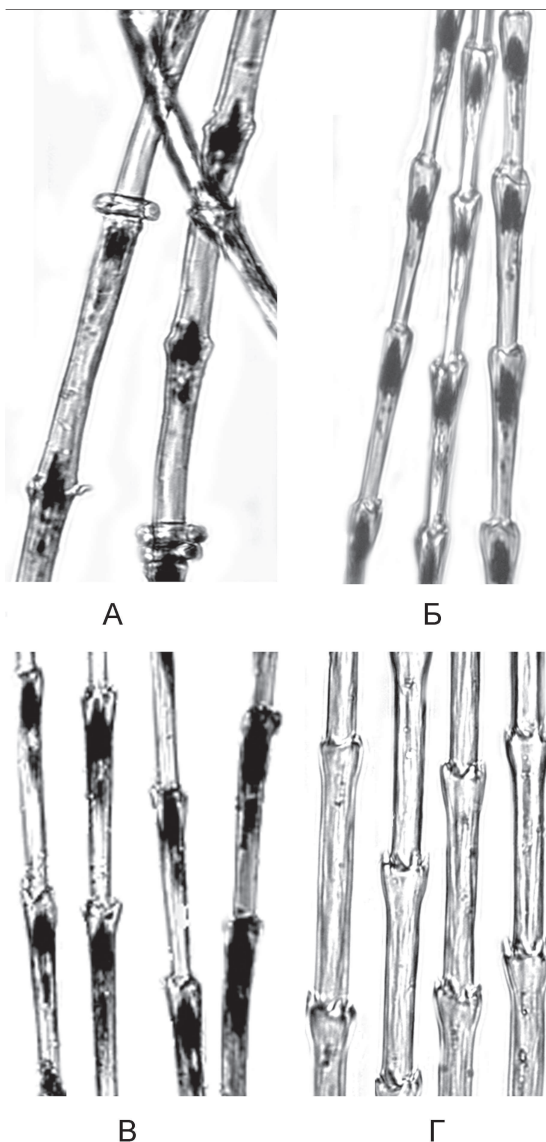


Рис. 5. Строение узлов боронок второго порядка пуховой части покровного пера: А — кольцевидные одиночные и двойные узлы глухаря; Б — колокольчатые сглаженные узлы серой куропатки; В — колокольчатые зубчатые и сглаженные узлы глухаря; Г — треугольные зубчатые и сглаженные узлы домашней курицы. Микрофото. Об. х40; ок. х10.

со слегка вытянутым основанием (рис. 5, В). Округлые узлы короткие, преобладают лишь на одном из опахальцев. В медиальной части ближе к дистальному концу бородки узлы вытягиваются и уменьшаются. На дистальном участке бородки узлы еще мельче с одиночным зубцом. Узлы промежуточной формы со сглаженными зубцами и неширокими кольцами. На другой стороне опахальца почти все узлы базальной и медиальной частей округлые с разной степенью развития тора, иногда сползшие вдоль бородки, но не более 3 в одной части бородки.

Перепел. Округлые узлы короткие в виде широкого тора; колокольчатые - компактные, с нечёткими зубцами, имеются узлы промежуточной формы.

Серая куропатка. В базальной части бородки узлы колокольчатой формы, в медиальной части - зубцы сглаживаются и узлы приобретают вазообразную форму (рис. 5, Б), но присутствуют и колокольчатые узлы с острыми, направленными вдоль междоузлий зубцами. Округлых узлов немного, а узлы из двойных колец единичны.

Обыкновенный турач. Треугольные узлы с 3–4 зубцами. Присутствуют округлые узлы, но сползших колец не обнаружено.

Обыкновенный фазан. В базальной части бородки узлы короткие округлые, в медиальной части - колокольчатые с 3–4 зубцами, которые ближе к дистальной части становятся короче, со слабо выраженными зубцами. В дистальной части зубцы удлиняются; междоузлия укорачиваются, и мелкие узлы почти сливаются с ними. Соскользнувших колец не более 2 в одном месте бородки. На другом опахальце узлы округлые или промежуточной формы. Только на самом дистальном конце развито 2–3 колокольчатых узла.

Домашняя курица. Узлы мелкие, округлые и треугольные с 3–4 зубцами (рис. 5, Г). Имеются узлы промежуточной формы. Из множественных узлов - только двойные.

Дополнительное перо (ДП) имеется не на всех птерилиях; соседствующие перья с ДП и без него чередуются. Общее количество птерилий, имеющих перьевые пары, примерно одинаково у всех исследованных видов. Лишь у рябчика ДП не выявлены у рулевых и маховых, подмышечных, голенных перьев и почти у всех кроющих крыла, за исключением малых и средних кроющих ВМ. ДП обладают контурные и полупуховые перья, в меньшей степени - пуховые. ДП состоит из стержня и отходящих от него с каждой стороны боронок, образующих билатерально симметричные опахала. Стержень ДП располагается как медианная проекция стержня основного пера. В отличие от основного пера, выходящего из очина, ДП прикрепляется к краевому ободу верхнего отверстия на вентральной стороне на границе между очинком и стержнем основного пера. ДП полностью пуховая структура у всех перьев, за исключением ушных. Тем не менее у рябчика дистальные части ДП могут быть контурными, но при этом бородки не скреплены. ДП тёмно серые на всех перьях,

за исключением некоторых ДП нижних кроющих хвоста рябчика, дистальные бородки которых почти полностью рыжего цвета. Длина ДП у серой куропатки составляет в среднем 67% длины основного пера, площадь ДП – примерно 33% площади основного пера. У домашней курицы эти данные соответствуют 36% и примерно 12%. У рябчика – 68% и 36%. У кур Орловской породы относительная длина ДП составляет не более 40%.

Выводы

1. У курообразных длина крыла значительно колеблется, положительно коррелируя с размерами птицы. Крыло несет 10 первостепенных маховых перьев, самым длинным из которых бывает ПМ5, ПМ4 и лишь у обыкновенного фазана — ПМ6. Относительная длина ПМ (к длине крыла) всегда больше 78%, но меньше 83%.

2. Опахало пера с видоспецифичным орнаментом (в виде полос и/или конусов) — совокупностью комбинированных бородок, состоящих из перьевого и пухового участков. Орнамент служит не только диагностическим признаком, но и маркером птерилии.

3. Разница в длине бородок II не обнаружена у представителей семейств тетеревиных и фазановых. Имеется прямая корреляция между длиной бородки и массой птицы у видов со средней массой тела.

4. У перепела короткие бородки II лежат очень плотно. У серой куропатки плотность расположения бородок повышается в проксимальном направлении.

5. Узлы бородок треугольной и колокольчатой формы, сглаженные или с 3–4 зубцами, округлые кольцевидные уплощенные в виде тора, который может скользить вдоль бородки, образуя множественные (чаще всего двойные) скопления.

6. Наличие перьевого пара служит дополнительным диагностическим призна-

ком. Используя данные вариативных размеров, можно с определенной степенью достоверности выявить птерилию, с которой взято перо.

7. Перечисленные морфологические признаки представляют ценность для диагностики курообразных птиц, перья которых часто служат объектами судебно-биологической экспертизы.

Литература

1. Силаева О.Л., Ильичев В.Д., Чернова О.Ф., Вараксин А.Н. Определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряды: Курообразные (Galliformes), Голубеобразные (Columbiformes), Рябкообразные (Pterocletiformes). – М.: ИПЭЭ РАН, 2013. – 120 с. + CD-ROM.

2. Lucas A.M., Stettenheim P.R. Avian anatomy. Integument. – Washington: US Dept. Agricult., 1972. Parts 1, 2. – 750 p.

3. Силаева О.Л., Ильичёв В.Д., Чернова О.Ф., Фадеева Е.О. Мультимедийный определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряд Воробьинообразные (Passeriformes). Семейство Врановые (Corvidae). – М.: ИПЭЭ РАН, 2010. CD-ROM.

4. Силаева О.Л., Ильичёв В.Д., Чернова О.Ф. Определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряд Воробьинообразные (Passeriformes) Семейство Врановые (Corvidae). – Berlin: Lambert Academic Publishing, 2011. – 306 с.

5. Brom T.G. Microscopic identification of feathers and feather fragments of Palearctic birds – // Bijdragen tot de Dierkunde. 1986. V. 56. –P. 181–204.

6. Prast W., Shamoun J., Bierhuizen B. BRIS: A computer based bird remains identification system. Further developments – Birds of Europe. Amsterdam: ETI, 1996. CD ROM.

7. Ильичёв В.Д., Флинт В.Е. – Птицы СССР. Курообразные, Журавлеобразные. – Л.: Наука, 1987. – 528 с.