

УДК 911.373

## МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЛЕТНЫХ ВИДОВ КУЛИКОВ И ИХ КОРМОВЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© Е.А. Сухарев, А.Ю. Околелов

*Ключевые слова:* кулики; параметры корма; кормовые объекты; местообитания.

Рассмотрена зависимость распределения пролетных видов куликов с характером их кормовой базы на очистных сооружениях крахмалопаточного завода в Тамбовской области. Для этого были сопоставлены динамика распределения куликов и их пищевых ресурсов, кормовое поведение птиц, а также биометрические параметры кормовых объектов, содержимое желудков и пищеволов куликов. Основу рациона составляли личинки массовых видов насекомых более крупных размеров. Распределение птиц зависело от обилия, биомассы, таксономического состава и размера корма.

### ВВЕДЕНИЕ

Техногенные водоемы как особые ландшафтные компоненты локального уровня созданы человеком в результате хозяйственной деятельности и коренной перестройки природных комплексов [1–2]. Данные водные объекты характеризуются экстремальными экологическими условиями. Однако многие виды животных оказались хорошо приспособленными к этим специфическим местам обитания. Отстойники, биопруды, поля орошения и фильтрации, шламонакопители предприятий, водоемы-охладители, противопожарные водоемы, золоотвалы и другие типы техногенных водоемов в условиях малочисленности естественных водно-болотных местообитаний лесостепной зоны Европейской России приобретают особое значение для птиц [3–6]. В настоящее время техногенные гидросооружения в некоторых регионах, таких как Тамбовская область, часто заменяют многим птицам водно-болотного комплекса, в т. ч. куликам, их естественные местообитания и являются важными местами для остановки на пути миграции.

Условия обитания птиц в этих местах существенно отличаются от естественных водно-болотных угодий Центральной России. Высокая концентрации разлагающейся органики и биогенных элементов обуславливает большое обилие и специфический состав кормовых объектов (в первую очередь личинок и куколок двукрылых *Diptera*), что в свою очередь привлекает сюда большое количество куликов. Обилие корма – важный фактор, регулирующий распределение куликов в местах их миграционных остановок [8–10].

Изучению абиотических и биотических факторов среды, влияющих на экологию мигрирующих куликов, во время остановок на миграционных трассах посвящено немало работ [11–13], которые главным образом охватывают морские пути пролета. В таких местах птицы находят корма и возобновляют жировые запасы для совершения тысячекilометровых беспосадочных перелетов [14].

Известно, что обилие корма – важный фактор, регулирующий распределение куликов в местах их миграционных остановок и размножения [7–10, 15].

В предлагаемой статье мы попытались ответить на вопрос, насколько распределение пролетных куликов на очистных сооружениях крахмало-паточного комбината связано с характером их кормовой базы. Для этого изучали динамику распределения куликов и их пищевых ресурсов, кормовое поведение птиц, а также биометрические параметры кормовых объектов, содержимое желудков и пищеволов куликов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в Первомайском районе Тамбовской области, на очистных сооружениях ОАО «Крахмалопродукт», в весенний и осенний период с 2006–2009 гг. Абсолютный учет птиц ( $n = 57$ ) проводили в трех местах кормовых скоплений куликов – главном отстойнике, полях фильтрации и картах доочистки. Суммарную численность учтенных куликов использовали для оценки видовых предпочтений в выборе мест кормежки.

Для детального изучения распределения куликов на очистных сооружениях выбраны 7 наиболее массовых, пролетных видов, численность которых в период работы оставалась высокой или стабильной: чибис *Vanellus vanellus*, круглоносый плавунчик *Phalaropus lobatus*, кулик-воробей *Calidris minuta*, турухтан *Philomachus pugnax*, фифи *Tringa glareola*, бекас *Golinago golinago* и большой веретенник *Limosa limosa*.

Обилие пищевых ресурсов оценивали по данным бентосных проб ( $n = 120$ ), взятых из слоя ила глубиной 3 см с помощью мерного цилиндра диаметром 66 мм. Для изучения содержимого желудков и пищеволов куликов ( $n = 97$ ) производился их отстрел в местах кормежки. Кормовые объекты делили по длине на три размерных класса – крупные объекты более 10 мм, средние – 5–10 мм, и мелкие – менее 5 мм, по массе

каждый последующий объект превышал предыдущий примерно в 2 раза.

Влияние кормовых ресурсов на распределение куликов оценивали путем расчета простых коэффициентов корреляции между суммарным числом учтенных птиц и соответствующими параметрами – обилием и биомассой различных кормовых объектов, так же рассматривали взаимосвязь птиц с площадью местообитаний. Долю разных кормовых объектов в желудках отдельных видов куликов рассчитывали путем деления количества разных видов кормов на суммарную численность корма, обнаруженного в их желудках.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Численность и распределение куликов.** Всего за 57 учетов зарегистрировано 6619 куликов 20 видов, из которых наибольшую долю от общей численности составляли турухтан (42 %), фифи (15 %), чибис (12 %), бекас (6 %), кулик-воробей и большой веретенник (по 3 %).

Наибольшая численность куликов отмечена на полях фильтрации и карте доочистки, хотя численность некоторых видов (напр., кулик-воробей) была выше на главном отстойнике (рис. 1).

Такие виды, как турухтан и чернозобик примерно в равной степени использовали для остановок большой отстойник и карту доочистки, также в значительной степени турухтаны посещали поля фильтрации. Фифи стабильно отмечался на полях фильтрации и карте доочистки, кулик-воробей на главном отстойнике. Большой веретенник предпочитал останавливаться на карте доочистки, а бекас и чибис на полях фильтрации.

#### Пищевые ресурсы

Пищевые ресурсы куликов на очистных сооружениях крахмалопаточного завода характеризуются небольшим видовым разнообразием и высоким обилием

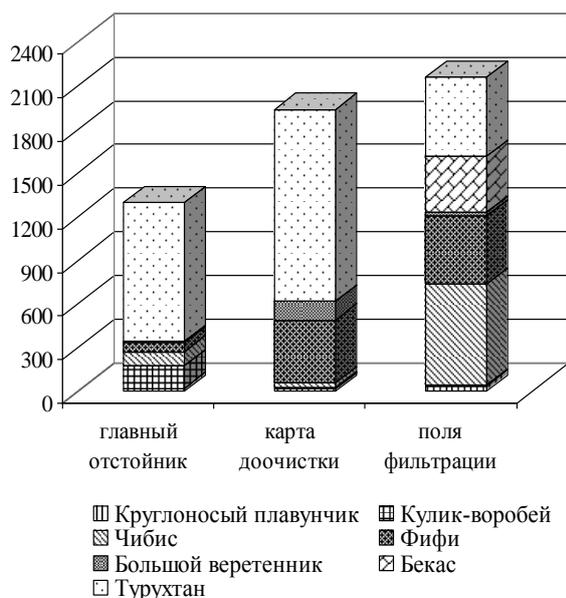


Рис. 1. Суммарная численность учтенных куликов в кормовых местообитаниях очистных сооружений

отдельных видов кормов. В бентосных пробах отмечали личинок и куколок двукрылых *Diptera*. Часть личинок идентифицирована нами как личинки мух ильниц *Eristalis* (личинки мухи-крыски, далее крыски) и личинки бабочниц *Psychodidae*, в большом количестве встречались их куколки и пупарии (рис. 2).

В единичных пробах отмечались личинки водных жуков – жука-плавунца *Dutiscus Lapponicus*, наземных беспозвоночных – личинки мух-львинок *Stratiomyidae*, мошек *Simuliidae*. Обнаружены также имаго жуков *Coleoptera* (жужелицы *Carabidae*, щелкуны *Elateridae*, долгоносики *Curculionidae*), перепончатокрылых *Hemiptera* (наездники *Parasitika*, муравьи *Formicidae*), двукрылых, клопов *Hemiptera*, прямокрылых *Orthoptera* и мелких пауков *Arachnidae*. В последние годы из-за смены гидрологического режима в сторону осушения в карте доочистки в большом количестве появились мотыли *Chironomus* и клопы-гребляки *Corixidae*.

На очистных сооружениях, в разных кормовых местах обилие (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (мг/м<sup>2</sup>) кормов сильно варьировали (табл. 1). Самый обильный корм – личинки мухи-крыски встречались только на отстойнике и полях фильтрации, а личинки комаров на опресненной карте доочистки.

**Связь распределения куликов со свойствами кормовых объектов и площадью местообитаний.** Взаимосвязь между численностью куликов и площадью местообитаний была обнаружена только у турухтана ( $r = -0,38; p = 0,042$ ) и фифи ( $r = -0,38; p = 0,044$ ).



Рис. 2. Состав бентосных проб (n = 120): А – суммарное количество кормовых объектов в пробах; Б – встречаемость кормовых объектов в бентосных пробах

Таблица 1

Обилие личинок мух-крысок и мотыля в кормовых местообитаниях (экз./м<sup>2</sup>,  $M \pm SD$ )

Кормовой объект	Размерный класс	Главный отстойник	Карта доочистки	Поля фильтрации
Количество проб		80	40	30
Личинки-крыски	< 5 мм	95,03 ± 309,36072	–	194,9333 ± 356,786582
	5–10 мм	248,54 ± 588,625239	–	380,12 ± 636,823661
	> 10 мм	460,53 ± 669,613557	–	3235,893 ± 4333,00451
Мотыль	< 5 мм	–	131,58 ± 363,741369	–
	≥ 5 мм	–	1462 ± 967,57453	–

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между численностью куликов, параметрами корма и площадью местообитаний на очистных сооружениях (указаны,  $r > 0,3$  и  $p < 0,05$ )

Вид	Фактор	$r$	$p$
Бекас	Обилие крупных крысок	0,83	0,000
	Биомасса крупных крысок /м <sup>2</sup>	0,42	0,021
Большой веретенник	Обилие крупных мотылей	0,46	0,012
	Биомасса крупных мотылей /м <sup>2</sup>	0,41	0,029
Кулик-воробей	Суммарная биомасса кормовых объектов в биотопе	–0,52	0,004
Круглоносый плавунчик	Обилие крупных личинок бабочниц	0,51	0,006
Чибис	Обилие крупных крысок	0,52	0,003
	Суммарное обилие крысок	0,52	0,004
Турухтан	Биомасса крупных мотылей /м <sup>2</sup>	0,39	0,038
	Суммарная биомасса мотыля /м <sup>2</sup>	0,39	0,038
	Биомасса крупных крысок /м <sup>2</sup>	–0,37	0,045
	Площадь биотопа	–0,38	0,042
	Суммарная биомасса кормовых объектов /м <sup>2</sup>	0,42	0,036
Фифи	Обилие мелких мотылей	0,65	0,000
	Обилие крупных мотылей	0,64	0,000
	Биомасса средних крысок /м <sup>2</sup>	–0,57	0,001
	Площадь биотопа	–0,38	0,044

Распределение куликов в большинстве случаев оказалось детерминировано биомассой и обилием личинок мух-крысок и мотыля разного размера (табл. 2). Сильная положительная связь обнаружена у бекаса с обилием крупных крысок ( $r = 0,83$ ;  $p = 0,0005$ ) и у фифи с обилием мелкого ( $r = 0,65$ ;  $p = 0,000$ ) и крупного мотыля ( $r = 0,64$ ;  $p = 0,0005$ ), также у фифи обнаружена отрицательная связь с биомассой крысок ( $r = -0,57$ ;  $p = 0,001$ ). Распределение большого веретенника было связано с обилием ( $r = 0,46$ ;  $p = 0,012$ ) и биомассой ( $r =$

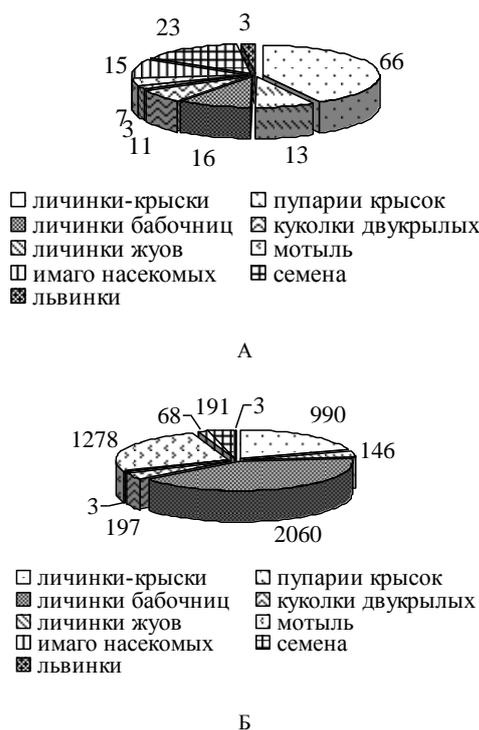
$= 0,41$ ;  $p = 0,029$ ) крупного мотыля. Численность круглоносого плавунчика положительно коррелировала с обилием крупных личинок бабочниц ( $r = 0,51$ ;  $p = 0,006$ ). С обилием крупных крысок ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,003$ ) и суммарным обилием крысок разного размера ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,004$ ) было связано распределение чибиса. Распределение турухтана в равной мере было связано с обилием ( $r = 0,39$ ;  $p = 0,038$ ) и биомассой ( $r = 0,39$ ;  $p = 0,038$ ) крупного мотыля, также обнаружена значимая связь с суммарной биомассой всех кормовых объектов ( $r = 0,32$ ;  $p = 0,036$ ) и отрицательная с биомассой крупных крысок ( $r = 0,37$ ;  $p = 0,045$ ). Отрицательная взаимосвязь обнаружена у кулика-воробья с суммарной биомассой всех кормовых объектов ( $r = -0,52$ ;  $p = 0,004$ ).

**Содержимое желудков и пищеволов куликов.** В желудках добытых куликов содержалось от нескольких десятков до нескольких сотен кормовых объектов, иногда встречались пустые желудки. Основу рациона птиц, кормящихся на главном отстойнике и полях фильтрации, составляли крыски, кроме кулика-воробья и круглоносого плавунчика для которых в большей степени было характерно потребление более мелких личинок бабочниц. Кулики, кормившиеся на карте доочистки, поедали исключительно мотыля. Доля личинок бабочниц у кулика-воробья и круглоносого плавунчика составляла 75 и 97 %, остальная доля кормов у этих птиц принадлежала крыскам. Рацион бекаса на 100 %, фифи и чибиса более чем на 90 % также состоял из крысок. У турухтана доля крысок составляла 57 %, мотыля 32 %. Содержимое желудков больших веретенников со 100 % долей состояло из мотыля.

Также в желудках куликов в небольшом количестве были обнаружены объекты, не отмеченные в бентосных пробах (рис. 3) – личинки, куколки и имаго различных насекомых (не комаров и мух), пауки, личинки клопов-гребляков, семена растений. Эти объекты кулики добывали из толщи и поверхности воды или ила (рис. 3).

Наибольшим видовым разнообразием состава потребляемых кормов характеризовались турухтан (9 видов корма), фифи (6 видов) и кулик-воробей (5 видов), в желудках этих видов больше всего обнаружено имаго насекомых и семян. Остальные кулики потребляли не более 2-х видов кормов, за исключением круглоносого плавунчика (4 вида).

**Потребление куликами кормовых объектов разного размера.** Сравнение обилия корма в желудках и бентосных пробах позволяет выявить предпочтения птиц по отношению как к крупным, так и мелким кормовым объектам. На очистных сооружениях у разных



**Рис. 3.** Содержимое желудков куликов ( $n = 97$ ): А – частота встречаемости кормовых объектов в желудках куликов; Б – суммарное количество кормовых объектов в желудках

видов куликов, кормящихся в одной кормовой ситуации (в одних и тех же кормовых местах), наблюдалась кормовая избирательность. Так, в желудках турухтана на главном отстойнике преобладали кормовые объекты более крупных размерных классов, с общей долей 98 %, также обнаружены пупарии крысок крупного размера, которые турухтаны потребляли скорее всего избирательно, т. к. в бентосных пробах эти кормовые объекты не отмечались. Кулик-воробей и круглоносый плавунчик потребляли кормовые объекты более мелких линейных размеров. У этих видов основу рациона составляли личинки бабочниц, которые имели значительные доли – 50 и 83 %, доли более крупных личинок бабочниц были в разы меньше. У кулика-воробья прослеживается избирательность в сторону мелких кормовых объектов, его рацион на 74 % состоял из мелких личинок бабочниц. Чибис потреблял кормовые объекты большего размера, доля крупных крысок в его рационе составляла более 90 %, что можно объяснить кормовым поведением этих птиц, т. к. виды, отыскивающие добычу с помощью зрения, предпочитают более крупную добычу.

Рацион куликов, кормившихся на полях фильтрации, характеризовался потреблением крупных кормовых объектов. Турухтан, бекас и фифи потребляли больших крысок, их доля в желудках составляла по 100 %, в бентосных пробах также доминировали крупные крыски.

Карта доочистки характеризуется абсолютно иным набором кормов по сравнению с вышеописанными кормовыми местообитаниями. Кормившиеся в этих условиях турухтаны и большие веретенники потребляли исключительно крупного мотыля. Потребление

больших мотылей в данном месте, скорее всего, связано с их общим обилием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Корреляционный анализ показал, что на очистных сооружениях обилие и биомасса корма являются ключевыми факторами, влияющими на распределение большинства видов куликов. Этот факт подтверждает и более ранние исследования, проведенные в крупнейших местах остановок на морских побережьях, степных и лесостепных водоемах [7–8, 10–16].

Установлено, что птицы потребляют достаточно широкий спектр кормов, включающий в себя животные и растительные корма разных таксономических и размерных групп, но основу рациона составляют наиболее обильные корма – личинки мухи-крыски, мотыль и личинки бабочниц. Кроме того, кулики часто потребляли корм, который не был обнаружен в бентосных пробах – имаго наземных и водных насекомых, семена растений.

Обилие личинок мух-крысок в значительной мере определяло распределение сравнительно крупных и (или) специализированных к визуальному обнаружению корма куликов – чибиса и фифи. Потребление крупных кормов на очистных сооружениях турухтаном, бекасом и большим веретенником связано с обилием этих кормов в кормовых местообитаниях. Роль мелких кормовых объектов в меньшей степени оказывает влияние на их выбор крупными птицами [17–19].

Такие виды, как кулик-воробей и круглоносый плавунчик предпочитали потреблять более мелких личинок мух. Возможно, это связано с размерами самих птиц. Поскольку метаболизм небольших птиц интенсивнее, чем у крупных, они должны питаться более регулярно или высококалорийным кормом. Поэтому роль мелких объектов как универсального источника пополнения жировых запасов может быть очень велика [20].

Результаты корреляционного анализа хорошо согласуются с результатами изучения содержимого желудков и пищеводов птиц. Привлекательность для большинства куликов на очистных сооружениях личинок мух-крысок и мотыля понятна: средняя масса этих личинок в несколько раз больше, чем таковая любого другого кормового объекта, что в свою очередь позволяет быстро пополнять жировые запасы во время миграционных остановок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко Н.С. Классификация антропогенных водоемов по уровню технического обустройства (технизированности). М.: Мелиорация и водное хозяйство, 1999. 61 с.
2. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах. М.: Мысль, 1978. 86 с.
3. Спиридонов С.Н. Фауна, население и экология птиц техногенных водоемов лесостепной зоны Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 16 с.
4. Спиридонов С.Н., Сарычев В.С., Константинов В.М., Околенов А.Ю., Исаков Г.Н., Сухарев Е.А. Сравнительный анализ населения гнездящихся видов птиц техногенных водоемов лесостепной зоны Европейской России // 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. 157-156.
5. Сухарев Е.А., Околенов А.Ю., Шубин А.О. Орнитокомплекс очистных сооружений Хоботовского предприятия «Крахмалопродукт» //

- 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-