

Рабочая группа по журавлям Евразии
Crane Working Group of Eurasia

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Severtsov's Institute of Ecology and Evolution RAS

Евроазиатская Региональная Ассоциация Зоопарков и Аквариумов
Euro-Asian Regional Association Zoos & Aquariums

Проект ПРООН/ГЭФ “Сохранение биоразнообразия
водно-болотных угодий Нижней Волги”

UNDP/GEF Project “Conservation of Wetlands Biodiversity in the Lower Volga”

ЖУРАВЛИ ЕВРАЗИИ

(БИОЛОГИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, МИГРАЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ)

Выпуск 4

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
“ЖУРАВЛИ ПАЛЕАРКТИКИ: БИОЛОГИЯ, ОХРАНА, УПРАВЛЕНИЕ
(ПАМЯТИ АКАДЕМИКА П.С. ПАЛЛАСА)”**

Волгоград, 11-16 ОКТЯБРЯ 2011 г.



CRANES OF EURASIA

(BIOLOGY, DISTRIBUTION, MIGRATIONS, MANAGEMENT)

Issue 4

**PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE
“CRANES OF PALEARCTIC: BIOLOGY, CONSERVATION, MANAGEMENT
(IN MEMORY ACADEMICIAN P.S. PALLAS)”**

VOLGOGRAD, 11-16 OCTOBER, 2011

**Москва
Moscow
2011**

НАЧАЛО ЛОМКИ ГОЛОСА У ПТЕНЦОВ КРАСАВКИ

М.В. Гончарова¹, А.В. Клёнова¹, Т.А. Кашенцева², К.А. Постельных²

¹Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
E-mail: anthropoides-goncharova@mail.ru

²Окский государственный природный биосферный заповедник,
Питомник редких видов журавлей, Рязанская обл., Россия
E-mail: tk.ocbc@mail.ru

Введение

Литературные данные показывают, что развитие звуков у разных видов птиц может происходить принципиально разными способами. У одних видов частотные и временные характеристики звуков меняются постепенно, по мере роста тела и звукопроизводящего аппарата птенца (гусеобразные: Wurdinger, 1970; Костин, Фокин, 1986; ten Thoren & Bergmann, 1986, 1987; Englander, Bergmann, 1990; курообразные: Жарская, Черный, 1979). При таком сценарии происходит синхронный рост всех частей тела вместе с источником звука (сиринксом), а также вокальными мембранами сирикса, что приводит к постепенному снижению частот звуков (Wurdinger, 1970). Чем крупнее становится птица, тем более низкие по частоте звуки она издает. Однако в литературе описан и второй сценарий развития, сопровождающийся ломкой голоса, при котором изменение параметров звуков происходит скачкообразно в определенный период жизни птицы (Cosens, 1981; Radford, 2004; Klenova et al, 2007, 2010). Морфологическая основа такого онтогенеза не изучена, неизвестно также, с какими физиологическими или биологическими стадиями развития птенца может быть связано начало и окончание ломки голоса у различных видов.

Представители семейства журавлей Gruidae уже давно привлекали к себе внимание исследователей, и первое упоминание о необычном вокальном онтогенезе у серого журавля восходит еще к 13-ому веку, когда император Священной Римской Империи Фридрих Второй написал в своей книге об искусстве соколиной охоты про голос молодого журавля, звучащий то как писк, то как трубный крик. С тех пор во многих работах, так или иначе, затрагивается скачкообразный вокальный онтогенез журавлей, однако, подробных исследований сделано было очень мало.

Обобщая данные, полученные при исследованиях стерха (*Grus leucogeranus*) и серого (*G. grus*), канадского (*G. canadensis*) и серого венценосного (*Balearica regulorum gibbericeps*) журавлей замечено, что у всех четырех видов частотные параметры криков птенцов остаются неизменными в течение очень долгого времени – молодые журавли приобретают способность к полету и улетают на места зимовок, все еще сохраняя высокочастотные птенцовые крики. При этом звуки взрослых журавлей обладают гораздо более низкими основными частотами. То есть для всех перечисленных видов характерен скачкообразный способ развития вокальных характеристик звуков (Niemeier, 1979; Gebauer, Kaiser, 1998; Budde, 2001; Худякова, 2002; Брагина, Бёме, 2007).

Детальное исследование процесса ломки голоса было проведено только для одного из самых крупных представителей семейства – японского журавля (*G. japonensis*) (Klenova et al, 2007, 2010). Для данного вида показано, что во время ломки голоса в звуках молодых журавлей одновременно присутствуют две основные частоты, соответствующие высокой «птенцовой» и низкой «взрослой» частотам. В дальнейшем верхняя «птенцовая» частота постепенно деградирует и в звуках остается лишь низкочастотная составляющая, не отличающаяся достоверно от основной частоты взрослых птиц. При этом, начало ломки голоса

у японского журавля приходится в среднем на 7-ми месячный возраст и соответствует времени окончания роста и набора массы молодыми журавлями (Klenova et al, 2010). Однако, остается неизвестным, действительно ли начало ломки голоса связано с окончанием роста тела у журавлей или это совпадение по срокам случайно. Для проверки этого предположения было предпринято представленное здесь исследование вокального онтогенеза еще одного вида журавлей – красавки (*Anthropoides virgo*). Данный вид принципиально отличается от японского журавля своими размерами: масса взрослого японского журавля составляет $9,09 \pm 0,8$ кг (Klenova et al, 2010), тогда как взрослой красавки – около 2,5 кг (Флинт, 1987). Птенцы красавки растут существенно быстрее, приобретают способность к полету уже в возрасте 1,5 месяцев (японские журавли – в 3 месяца) и заканчивают набирать массу в 2 месяца (японские журавли – в 7 месяцев) (Флинт, 1987, Klenova et al, 2010, наши неопубликованные данные). Целью настоящей работы стало определение сроков начала ломки голоса у птенцов журавля-красавки и оценка зависимости между окончанием физического роста птенцов журавлей и сроками начала ломки их голоса.

Материал и методы

Сбор и анализ акустических данных

Объектами исследования были 6 птенцов красавки (2 самца и 4 самки), содержащихся в Питомнике редких видов журавлей Окского государственного природного биосферного заповедника (ОГПБЗ) в 2004 и в 2006 гг. Все птенцы выращены людьми ручным методом (о методах выращивания см. Кашенцева, Роздина, 2002; Постельных, 2005). Первые недели жизни птенцов содержали в индивидуальных вольерах. В возрасте 1 - 1,5 месяцев птенцов объединяли в одну группу и далее содержали в одной вольере. Пол птенцов определен методом ПЦР-амплификации ДНК (Griffiths et al., 1998) независимо в двух лабораториях, которые подтвердили результаты друг друга.

Звуки записаны в мае - июле 2004 и 2006 гг., в 10 возрастах: 3, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59 и 66 дней. Звуки записывали утром или вечером, во время наибольшей активности журавлей, во время прогулок и кормежек, а также в вольерах в различных ситуациях; каждая запись продолжалась 15 - 40 мин. Расстояние до птенцов варьировало от 1 до 3 м. Для сравнения со звуками птенцов и подростков в 2004 - 2006 гг. в Питомнике записаны звуки двух взрослых красавок (самца и самки), чей возраст превышал 6 лет. Звуки взрослых птиц также записывали утром или вечером, расстояние до них при этом варьировало от 5 до 20 м.

Для записи звуков использовали профессиональный кассетный магнитофон Marantz PMD-222 и конденсаторный направленный микрофон Sennheizer K6-ME67. Оцифровка звуков (с частотой дискретизации 22,05 кГц) и спектрографический анализ проведены с помощью программы Avisoft SASLab Pro v. 4.2 (© R. Specht), затем, частота дискретизации была снижена до 11,025 кГц. Для построения спектрограмм использовали окно Хэмминга; длину быстрого преобразования Фурье (БПФ) 512 точек; перекрытие по частотной оси 50%; и перекрытие по временной оси 96,87%. Соответственно, ширина частотного фильтра составила 56 Гц, разрешение по времени 1,45 мс и по частоте 21 Гц.

Классифицировали крики птенцов и взрослых красавок в зависимости от присутствия или отсутствия ритмической пульсации на свистовые и трелевые (рис. 1). Как правило, звуки этих типов содержались в записях всех птенцов в сопоставимых пропорциях. Для оценки начала ломки голоса в каждой записи для каждого птенца просматривали по 100 первых звуков хорошего качества и по внешнему виду спектрограмм, осциллограмм и частотных спектров, отмечали присутствие или отсутствие характерных признаков, сопровождающих начало ломки голоса. Вслед за исследованием, посвященном японскому журавлю (Klenova

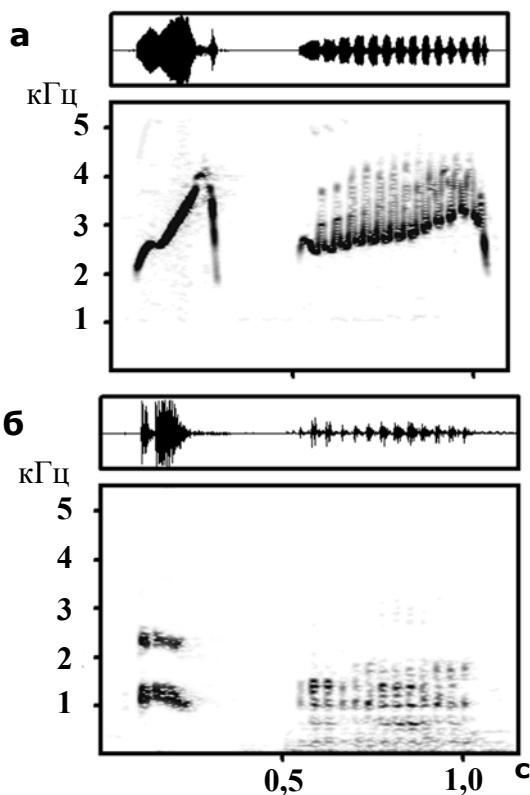


Рис. 1. Спектрограммы и осциллограммы свистовых и трелевых криков 5-и дневного птенца (а) и взрослой (б) красавки

Fig. 1. Spectrograms and wave spectrum of chirps and trills of 5-day-old chick (a) and adult (b) Demoiselle Crane

et al., 2010), считали, что ломка голоса началась, если хотя бы один из 100 просмотренных звуков помимо высокой «птенцовой» основной частоты (2-5 кГц), содержал также низкую основную частоту, соответствующую основной частоте криков взрослых красавок (0,1 - 1,0 кГц). Всего просмотрено более 6000 криков от 6 особей.

Сбор и анализ морфометрических данных

Взвешивания 16 птенцов красавки (8 самцов и 8 самок) проводили в 2003 – 2007 гг. сразу после вылупления, а также в возрасте 30, 60, 90, 120 и 180 дней. С 1980 по 2007 гг. взвешено 20 содержащихся в различные годы взрослых красавок (возраст 1,5 года и более). Массу взрослых птиц определяли осенью, в октябре - ноябре, во время плановых зоотехнических процедур. Взвешивания проводили с точностью до 10 г с помощью электронных весов.

Результаты

Сроки начала ломки голоса у птенцов красавки

Следуя результатам исследований ломки голоса у японского журавля (Klenova et al., 2010) мы считали ломкой голоса период жизни птенца, в который среди его вокализаций наряду с прочими звуками встречались также бифонические звуки, содержащие высокую («птенцовую») и низкую («взрослую») основные частоты (рис. 2). Возраст начала ломки голоса сильно различался у разных птенцов и варьировал между 24 и 70 днями (среднее \pm SD - $42 \pm 17,6$). Никаких достоверных половых различий в сроках начала ломки голоса не обнаружено (самцы – среднее \pm SD - $48 \pm 9,9$, самки – среднее \pm SD - $39 \pm 21,2$).

Связь между началом ломки голоса и набором массы у птенцов красавки

Во время вылупления масса тела птенцов составляла $0,076 \pm 0,007$ кг, затем она резко увеличивалась до двухмесячного возраста и достигала $2,11 \pm 0,13$ кг, после чего продолжала расти очень медленно до возраста 6-ти месяцев (рис. 3). Не смотря на то, что масса тела птенцов продолжала слабо увеличиваться до 6-ти месячного возраста (однофакторная ANOVA, $F_{6,96} = 425,3$; $p < 0,001$), мы не обнаружили достоверных различий в массе тела

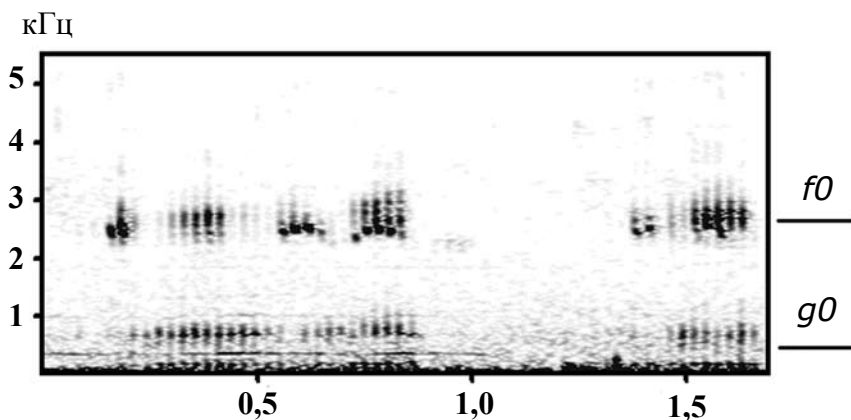


Рис. 2. Спектрограммы бифонических трелевых криков птенца красавки в возрасте 35 дней и содержащих как высокую «птенцовую» (f_0), так и низкую «взрослую» (g_0) основные частоты
 Fig.2. Spectrograms of two-frequency trills of Demoiselle Crane fledgling, recorded at the age of 35 days, which contain both high juvenile (f_0) and low adult (g_0) fundamental frequencies

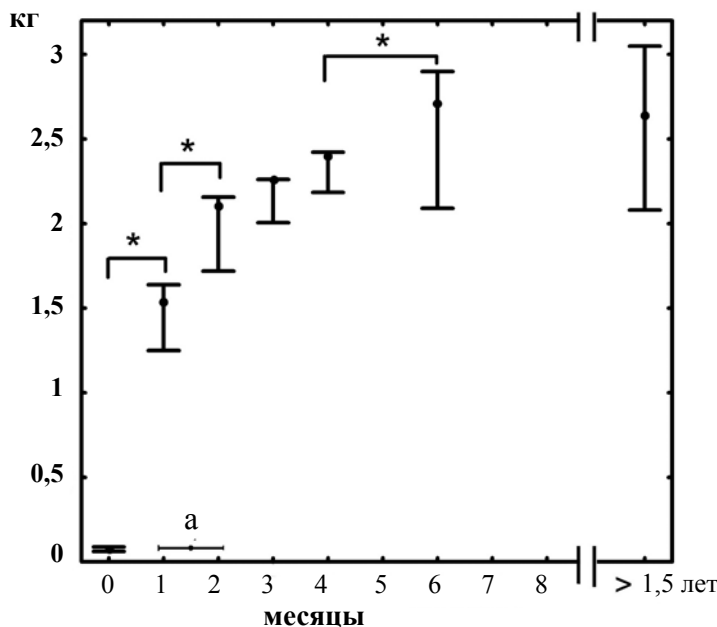


Рис. 3. Изменение массы тела по мере взросления и приблизительные сроки начала ломки голоса у птенцов красавки. Точки обозначают средние значения, усы – стандартное отклонение, * - показывают наличие достоверных различий (post hoc Tukey HSD test, $p < 0,05$) в массе тела между возрастными группами. (а) Среднее \pm SD начала ломки голоса
 Fig. 3. Diagram reflecting the relation between weight gain and the approximate beginning of voice breaking in Demoiselle Crane chicks. Points show mean values, whiskers show SD, * show significant differences (post hoc Tukey HSD test, $p < 0.05$) in weight between ages. (a) mean \pm SD age of voice breaking beginning.

при попарных сравнениях между всеми возрастными группами старше 2-х месяцев, за исключением сравнения между четвертым и шестым месяцами (рис. 3). К примеру, масса тела 2-х месячных птенцов ($2,11 \pm 0,13$ кг) не отличалась достоверно от массы 3-х месячных птенцов

($2,26 \pm 0,87$ кг, post-hoc Tukey HSD test, $p = 0,36$), а масса тела 3-х месячных птенцов не отличалась от массы тела 4-х месячных птенцов ($2,39 \pm 0,87$ кг, post-hoc Tukey HSD test, $p = 0,70$). Таким образом, начало ломки голоса совпадало по времени со сроками окончания интенсивного набора массы тела у птенцов красавки (рис. 3).

Обсуждение

Результаты исследования показали, что, также как и у японского журавля (Klenova et al., 2010), сроки начала ломки голоса у красавки хорошо соответствуют по времени срокам окончания активного роста и прекращения интенсивного набора массы тела птенцов. В отличие от крупного японского журавля, заканчивающего набор массы тела в возрасте 5 - 7 месяцев, самый мелкий представитель семейства – красавка – прекращает активно набирать вес уже в возрасте 2 месяцев. При этом, начало ломки голоса у японского журавля наблюдается в 7 ± 2 месяца, тогда как начало ломки голоса у журавля красавки – в $1,5 \pm 0,6$ месяца. Таким образом, окончание активного роста и набора массы тела птенцами журавлей является, по-видимому, неким спусковым механизмом, запускающим начало сложной перестройки голосового аппарата, приводящей к появлению в звуках низких основных частот, соответствующих основным частотам криков взрослых птиц.

Окончание ломки голоса у красавки не прослежено. У японского журавля окончание ломки голоса происходит в среднем в возрасте $11,5 \pm 1$ месяцев, а общая продолжительность ломки голоса занимает $4,5 \pm 2$ месяца (Klenova et al., 2010). То есть, молодые журавли перестают издавать бифонические звуки, содержащие помимо низкочастотной, также высокочастотную «птенцовую» составляющую, как раз перед началом нового сезона размножения, когда взрослые журавли в норме перестают опекать прошлогодних птенцов и начинают активно отгонять (Kamata, 1994; Archibald & Lewis, 1996). Предположено, что присутствие в звуках молодых птиц высокочастотных «птенцовых» элементов может снижать агрессию со стороны взрослых журавлей и стимулировать родителей к продолжению заботы о своих птенцах всю зиму и первую декаду весны, вплоть до начала нового сезона размножения (Klenova et al., 2010). Однако для проверки этой гипотезы необходимо проведение дополнительных наблюдений за поведением семей японского журавля в природных популяциях на зимовках. Необходимо изучить сроки окончания и продолжительность ломки голоса у красавки, поскольку, не смотря на гораздо более быстрый, по сравнению с более крупным японским журавлем рост и развитие, для нее также характерна продолжительная забота родителями о птенцах (Флинт, 1987). Семьи красавки распадаются незадолго до начала нового сезона размножения. Поэтому, оценка сроков окончания ломки голоса у данного вида позволила бы проверить гипотезу о важности длительного сохранения высокочастотных «птенцовых» характеристик криков для привлечения внимания родителей и стимуляции опеки по отношению к птенцам. Предварительные наблюдения показывают, что окончание ломки голоса у красавки, также как и у японского журавля, приходится на начало - середину весны, то есть в возрасте 10 - 11 месяцев.

Благодарности

Авторы искренне признательны сотрудникам Питомника редких видов журавлей Окского государственного природного биосферного заповедника - Татьяне Постельных, Элине Антонюк, Светлане Бобковой, Анне Судаковой и Татьяне Кожановой за содействие при сборе материала, Евгении Брагиной за поддержку на всех этапах работы, Марине Владимировне Холодовой и Павлу Сорокину за помощь в генетическом определении пола птенцов журавлей, и, в особенности, Илье Александровичу и Елене Владимировне Володиным за актив-

ное обсуждение и помощь при планировании работы. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ (МК-1562.2010.4).

Литература

- Брагина Е.В., Бёме И.Р. 2007. Половые и индивидуальные различия в вокальном репертуаре взрослых стерхов (*Grus leucogeranus*, Gruidae). – Зоологический журнал, 86 (12): 1468-1481.
- Жарская М.А., Черный А.Г. 1979. Развитие сигнализации в онтогенезе и анализ работы системы генерации звука у японского перепела. – Орнитология, 14: 62-76.
- Кашенцева Т.А., Роздина О.И. 2002. Этапы разведения журавлей в искусственных условиях. – Эколого-экономическая оценка технологии воспроизведения редких и исчезающих видов (на примере стерха). М.: 25-47.
- Костин И.О., Фокин С.Ю. 1986. Развитие акустической сигнализации у краснозобой казарки в онтогенезе. – Орнитология, 21: 69-76.
- Постельных К.А., Кашенцева Т.А. 2005. Рост японского журавля *Grus japonensis* в постэмбриогенезе. – Труды Окского заповедника, 24: 259 - 272.
- Флинт В.Е. 1987. Семейство Журавлиные. – Птицы СССР. Курообразные. Журавлеобразные. Л.: 261-335.
- Худякова Т.А. 2002. Ранний постнатальный онтогенез акустической сигнализации у птенцов стерха (*Grus leucogeranus*). – Курсовая работа, МГУ, Биологический факультет, кафедра зоологии позвоночных. 82 с.
- Archibald, G.W. & Lewis, J.C. 1996. Crane Biology. – Cranes: their biology, husbandry, and conservation (Ellis, D., Gee, G. & Mirande, C., eds). ICF, Baraboo: 1-31
- Budde, C. 2001. Ontogeny of calls of a nonpasserine species: the Grey Crowned Crane *Balearica regulorum gibbericeps*. – African Journal of Ecology, 39: 33-37.
- Cosens, S.E. 1981. Development of vocalizations in the American Coot. – Canadian Journal of Zoology, 59: 1921-1928.
- Englander, W., Bergmann, H.-H. 1990. Geschlechtsspezifische Simmentwicklung bei der Bladente (*Tadorna tadorna*). Journal of Ornithology, 131 (2): 174-176
- Gebauer, A. & Kaiser, M. 1998. Anmerkungen zur Lautentwicklung und zum Stimmbruch beim Grauen Kranich (*Grus grus*). – Brandenburgische Umwelt Berichte, 3: 25-33.
- Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. & Dawson, R. 1998. A DNA test to sex most birds. – Molecular Ecology, 7: 1071-1075.
- Kamata, M. 1994. Family breakup of the Red-crowned Crane *Grus japonensis* at an artificial feeding site in eastern Hokkaido, Japan. – The Future of Cranes and Wetlands. Proceedings of the International Symposium (Higuchi, H., Minton, J. & Kurosawa, R., eds). Wild Bird Society of Japan, Tokyo: 149-155.
- Klenova, A.V., Volodin, I.A. & Volodina, E.V. 2007. The vocal development of the Red-crowned Crane (*Grus japonensis*). – Ornithological Science, 6: 107-119.
- Klenova, A.V., Volodin I.A., Volodina, E.V. & Postelnykh, K.A. 2010. Voice breaking in adolescent red-crowned cranes (*Grus japonensis*). – Behaviour, 147: 505-524.
- Niemeier, M. 1979. Structural and functional aspects of vocal ontogeny in *Grus canadensis* (Gruidae: Aves). – PhD thesis, University of Nebraska, Lincoln, NE.
- Radford, A. 2004. Voice breaking in males results in sexual dimorphism of green woodhoopoe calls. – Behaviour, 141: 555-569.
- Ten Thoren B., Bergmann H. 1986. Veränderung und Konstanz von merkmalen in der Jugendlichen Stimmentwicklung der Nonnengans (*Branta leucopsis*). – Behaviour, 100 (1-4): 61-91.
- Ten Thoren, B., Bergmann, H. 1987. Die Entwicklung der Lautäußerungen bei der Graugans (*Anser anser*). – Journal of Ornithology, 128: 181-207
- Wurdinger I. 1970. Erzeugung, Ontogenie und Funktion der Lautäußerungen bei vier Gänsearten (*Anser indicus*, *A. caerulescens*, *A. albifrons* und *Branta canadensis*). – Zeitschrift für Tierpsychologie, 27 (3): 257-302

START OF VOICE BREAKING OF THE DEMOISELLE CRANE CHICKS

M.V. GONCHAROVA¹, A.V. KLENOVA¹, T.A. KASHENTSEVA², K.A. POSTELNYKH²

Biology Department of Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: anthropoides-goncharova@mail.ru

Oka Crane Breeding Center, Ryazan Region, Russia

E-mail: tk.ocbc@mail.ru

Summary

Vocal development in birds that doesn't possess vocal learning could differ strongly among taxa. In particular, the fundamental frequency of calls can either change gradually with age (e.g. geese), or drop abruptly during a short period of time (e.g. cranes). This jump-like fall in the fundamental frequency is known as "voice breaking". In Red-crowned Cranes *Grus japonensis* the beginning of voice breaking coincides in time with the completion of body mass gain, however the precise relation of these two processes have not been stated still. Here we test this assumption in Demoiselle Crane *Anthropoides virgo*, the smallest species of family Gruidae. Demoiselle Cranes are similar with Red-crowned Cranes in prolonged parental care (up to 11th month of chick's life), but differ in duration of active chick's growth period (2 months in the first species and 7 months in the second one). We traced the beginning of voice braking in 6 Demoiselle Crane chicks and made regular weighing of 16 Demoiselle Crane chicks that were reared in Oka Crane Breeding Center in 2003-2007. We found that in average the voice breaking begins at the age of 42 days. We also found that Demoiselle Crane chicks finish their active growth at the age of two months. Thus, we stated that in smallest cranes – Demoiselle Cranes – the beginning of voice breaking coincides in time with the completion of body mass gain as in largest cranes – Red-crowned Cranes. We speculate whether voice breaking is triggered by the achievement of adult size and weight or both events are driven by a third, yet unidentified trigger..

Key words: vocal development; acoustic communication; bioacoustics, behaviour, Demoiselle Crane