

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**

Журавли Евразии (биология, распространение, миграции, управление). 2011. Вып. 4 М., 574 стр.

Сборник трудов Международной конференции Рабочей группы по журавлям Евразии “Журавли Палеарктики: биология, распространение, миграции, управление“ включает статьи по биологии, систематике, распространению, численности, миграциям, местам скоплений, зимовкам, разведению, реинтродукции, мечению и управлению популяциями журавлей.

Редакторы: Е.И. Ильяшенко, С.В. Винтер

Редактор текста на английском языке: Бев Пфистер

Фотография на передней обложке О.В. Белялова: красавки на р. Или, Казахстан

Фотографии на задней обложке Д. Арчибальда: красавки на гнездовании в Забайкалье

Издано при поддержке Евро-Азиатской Региональной Ассоциации Зоопарков и Аквариумов (ЕАРАЗА) и Проекта ПРООН/ГЭФ “Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги”

Утверждено Ученым советом ИПЭЭ РАН

Адрес Рабочей группы по журавлям Евразии: **Россия, 123232, Москва, ул. Б. Грузинская, 1**
Тел.: +7 (495) 605-90-01
E-mail: eilyashenko@savingcranes.org

Cranes of Eurasia (biology, distribution, migrations, management). 2011. Issue 4. Moscow, 574 p.

Proceedings of the CWGE International Conference of “Cranes of Palearctic: Biology and Conservation“ include scientific articles on biology, systematic, distribution, number, migrations, staging areas, breeding in captivity, reintroduction, ecological education, folklore and study methods of cranes.

Editors: E. Ilyashenko, S. Winter

Editor of English translation: Bev Pfister

Photo on the front cover by Oleg Belyalov: Demoiselle Cranes in Ili River Valley, Kazakhstan

Photos on the back cover by George Archibald: Breeding Demoiselle Cranes in Transbaikalia

The production of this publication has been supported by Euro-Asian Regional Association of Zoos & Aquariums (ЕАРАЗА) and UNDP/GEF Project “Conservation of Wetlands Biodiversity in the Lower Volga”

Approved by A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS

Crane Working Group of Eurasia address: **1, B. Gruzinskaya St., Moscow, 123242, Russia**
Tel.: +7 (495) 605-90-01
E-mail: eilyashenko@savingcranes.org

GENETIC DIVERSITY AND MULTI-LOCUS GENOTYPING OF THE SIBERIAN CRANE BY MICROSATELLITE LOCI

E.A. MUDRIK¹, T.A. KASHENTSEVA², D.V. POLITOV¹

¹*Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences
E-mail: mudrik_len@mail.ru*

²*Oka Crane Breeding Centre
Oka State Nature Biosphere Reserve, Ryazan Region, Russia
E-mail: tk.ocbc@mail.ru*

Summary

Molecular genetic markers are proved to be effective tools in biodiversity exploration and management. For the first time in this species, we characterized genetic diversity of 49 individuals of the endangered Siberian crane, *Grus leucogeranus*, in the captive population using heterologous microsatellite loci. Level of genetic variability at eight microsatellite loci (*Gram-22*, *Gram-30*, *Gpa-12*, *Gpa-32*, *Gpa-36*, *Gpa-39*, *GjM-15*, *GjM-34*) was found to be relatively high and comparable to the data by those loci reported for other crane species. Allele numbers detected at each locus ranged from 3 to 9 (mean 5.6 ± 0.7), and the observed heterozygosity varied from 0.57 to 0.83 (mean 0.76 ± 0.04). Using multi-locus genotype of each studied individual, genetic identification of parents and their chicks raised in captivity and paternity questions under multiple male artificial inseminations were implemented. This set of loci is considered to be effective for genetic genotyping of birds in the captive population and refining the International Siberian Crane Stud-book by molecular data.

Key words: Siberian crane, microsatellite loci, allele, multi-locus genotype, genetic profiling

КОРМОВАЯ СТРАТЕГИЯ СЕМЕЙ СЕРЫХ ЖУРАВЛЕЙ НА ГНЕЗДОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ: ВЛИЯНИЕ ДОСТУПНОСТИ КОРМОВ НА ВЫБОР МЕСТООБИТАНИЙ

Г. НОВАЛЬД

*Журавлиный информационный центр, Штральзунд, Германия
E-mail: guenter.nowald@kraniche.de*

Введение

Птицы выбирают местообитания (Hildén, 1965) в соответствии с многими непосредственно действующими и имеющими историческое развитие факторами, такими как морфо-функциональные особенности вида, внутри- и межвидовая конкуренция, хищники, доступность пищевых ресурсов и структура мест обитания (Block & Brennan 1993).

Во время весенней миграции (Nowald, 1995) и на местах осенних предмиграционных скоплений (Alonso et al., 1994, 1995; Nowald, 1996) серые журавли предпочитают места обитания с наибольшей доступностью кормов или с наиболее энергоемкими кормами.

Семьи журавлей во время роста еще не способных к полету птенцов чрезвычайно скрытны. Данных об этом периоде жизненного цикла немного. Однако знания о нем представляют важность для эффективного управления популяциями.

В период формирования оперения птенцов, семьи ограничены своей гнездовой территорией, которая обеспечивает их кормами и укрытиями, а также безопасными местами ночевки. По мере роста птенца и укрепления его физического состояния, семьи стремятся переместиться в более кормные и защищенные от хищников участки территории (Nowald, 2001, 2003).

Молодые птицы с интенсивным развитием быстро наращивают массу тела и обычно имеют более высокий уровень выживаемости (Owen & Black, 1989), хотя у многих видов птиц птенцы имеют более ограниченную доступность к кормам и более низкий уровень их поглощения, чем взрослые особи (Greig-Smith, 1985; Burger, 1987; Draulans, 1987; Egushi et al., 1987; Goss-Custard & Durell, 1987; Wunderle, 1991; Alonso & Alonso, 1993). Согласно концепции выбора местообитаний в орнитологии (Block & Brennan, 1993), кормовая стратегия серых журавлей должна заключаться в выборе тех участков гнездовой территории, где корма наиболее доступны.

Эффективность управления и охраны видов требует понимания к их потребностям в местообитаниях. Хотя места обитания могут быть проанализированы многими способами, обычно их подразделяют на экстенсивные или крупные выделы местообитаний и интенсивные или мелкие выделы местообитаний (North & Reynolds, 1996).

Для подтверждения гипотезы о выборе серыми журавлями в северо-восточной Германии участков в наибольшей доступностью кормов в пределах гнездовой территории, мы использовали радио-телеметрию ("Null Peak System").

Район и методика исследований

Район исследований

В период с 1995 по 2000 гг. проводили мечение и слежение за журавлями на гнездовых территориях, расположенных вблизи места предмиграционного скопления "Природный резерват Langenhägener Seewiesen" (53°35'W, 12°03'N) и вблизи места крупной миграционной остановки «Рюген-Бок» (54°26'W, 13°22'N) на северо-востоке Германии. Первый район характеризуется обширными холмистыми сельскохозяйственными полями и лугами и участками леса с затопленными ольшанниками, озерами и болотами. Водно-болотное угодье "Langenhägener Seewiesen" восстановлено в 1989 г. (Nowald & Mewes, 1996), после нескольких лет дренирования лугов. Второй район исследований фермеры используют более интенсивно, чем первый, и он включает небольшое число пригодных для гнездования журавлей водно-болотных угодий. Соответственно и плотность гнездования здесь ниже (Mewes, 1995). Журавли, гнездящиеся на обеих территориях в послегнездовой период собираются на «Рюген-Бок», являющийся важнейшим местом предмиграционного скопления и миграционной остановки журавлей на западно-европейском пролетном пути в центральной Европе (Nowald et al., 2001). На обеих территориях плотность людского населения ниже, чем средняя плотность населения в Германии (район Nordvorpommern – 54 чел./км² для территории „Rügen-Bock“; район Parchim – 48 чел./км² для территории "Langenhägener Seewiesen"; федеральный штат Мекленбург – Западная Померания – 76 чел./км² по сравнению со средней плотностью 230 чел./км² для всей Германии (Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern).

Использование передатчиков

Для изучения использования гнездовой территории 20 семьями журавлей, мы поместили 5 – 8 - недельных птенцов цветными пластиковыми кольцами и радиопередатчиками Biotrack TW3 рюкзачкового или ножного типа (весом, соответственно, 65 г и 30 г). Цикл работы батареи составлял четыре года для рюкзачкового и два года для ножного типа передатчиков, что позволило следить за перемещениями птиц на местах скоплений, миграционных остановках и местах зимовки в последующие годы. Птенцов ловили руками осторожно приближаясь к семьям, прятавшимся в высокой траве. Птиц отпускали сразу после мечения. Методика отлова и мечения опубликована (Nowald et al., 1996).

Обнаружение местонахождения журавлей

Слежение за птенцами, мечеными радиопередатчиками, начинали обычно через неделю после мечения. Для выявления местонахождения птенцов использовали “Null Peak System” - систему из двух вертикальных параллельно направленных антенн на каждой «башне». За счет объединения сигналов от обеих антенн с расстояниями половины лямбда, в идеальной ситуации сигнал полностью отсутствовал (“null”) в направлении слежения (Spencer et al. 1987). По сравнению с обычными подходами к слежению, где ошибки определения азимута могут составлять от 3 до 10 градусов (Kenward 1987) Null Peak System является более точным методом, с помощью которого триангуляция может осуществляться с точностью до $\pm 0,5$ градуса (Amlaner, 1980).

Каждые пять минут засекали местонахождение птиц одновременно (радио-контролируемые часы) с двух фиксированных антенн. Как правило, слежение за каждой семьей проводили в течение трех последовательных дней от восхода до заката и иногда в ночные часы. Расстояние до журавлей составляло от одного до двух километров. Метод радиослежения опубликован (Nowald, 1999).

Типы местообитаний и анализ доступности кормов

На четвертый день каждого трех-дневного периода слежения проводили описание типов местообитаний гнездовой территории, например, рапсовые, ячменные, пшеничные, кукурузные поля, луга, водно-болотные угодья, леса, и наносили выделы на карту. Количество доступного корма (жуков) определяли с использованием ловушек. На всех типах местообитаний на территории каждой пары устанавливали по пять ловушек в линию на расстоянии 10 м друг от друга. Стаканчики ловушек заполняли смесью «Renner-solution» (40% этанола, 30% воды, 20% глицерина, 10% уксуса, tenside). Через неделю содержимое ловушек забирали и записывали число объектов и длину каждого из них, если она превышала 5 мм. Для каждого типа местообитаний рассчитывали общее число жуков и их суммарную длину. Использование подобных ловушек невозможно для определения плотности населения жуков, но можно оценить интенсивность их активности.

Исследовали также частоту встречаемости земляных червей (Lumbricidae), путем выборки их руками, так как это более эффективно, чем более затратный по времени метод их экстрагирования формалином (Mühlenberg 1993). Вдоль линии, пересекающей определенный тип местообитания, раскладывали на расстоянии 10 шагов друг от друга квадратные алюминиевые рамки 0,25 x 0,25 м. С помощью лопаты выкапывали куб субстрата размером 0,25 x 0,25 x 0,20 м³ и помещали в пластиковую коробку. Затем субстрат аккуратно разбирали, извлекая земляных червей, классифицируя их на экземпляры размером меньше и больше 10 см, и подсчитывали. Затем куб субстрата возвращали на то же место, откуда он был взят вместе с выпущенными червями. В каждом типе местообитаний на территории каждой пары брали по 20 подобных образцов (Nowald & Fleckstein, 2001).

Данные слежения и использование местообитаний

Данные радиослежения проанализированы с использованием «Tracker 1.1», специальной программы, разработанной Radio Location Systems, Швеция. Используя “Trackmap” (Radio Location Systems, Швеция), мы наносили координаты на отсканированную карту или на аэроснимки, которые импортировали в Tracker. В воспроизведенной модели прослеживали перемещения семьи журавлей. Для определения степени использования местообитания семьи на своей территории, мы наносили координаты местонахождения журавлей с пятиминутным интервалом на карту соответствующего типа местообитания. Пример показан на рис. 1 и в табл. 1. Такой тип данных использовали для анализа корреляции между обилием корма и использованием территории журавлями как зависимой переменной. Для статистического подсчета использованы непараметрическая характеристика Spearman-Rank-Корреляция-тест и линейная регрессия.

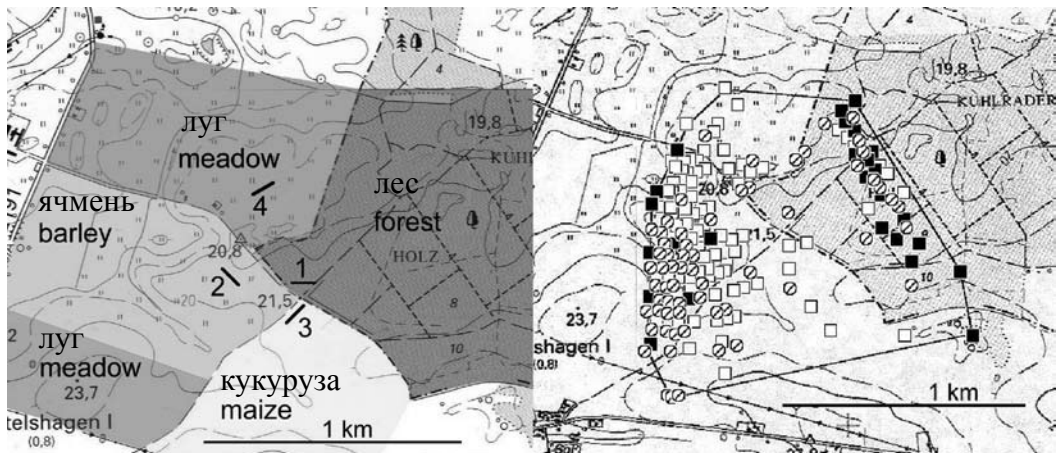


Рис. 1. Использование семьей журавлей «Кульраде 2000» мест обитания (слева: линии установки ловушек; справа: данные слежения от 10 июля 2000 г. – черные квадраты (n = 49), от 11 июля 2000 г. – белые квадраты (n = 171), 12 июля 2000 г. - перечеркнутые кружки (n = 176)

Fig.1. Habitat use of crane family “Kuhlrade 2000” (left: 1-4 = lines of pitfall traps, right: tracking data of 10.07.2000 black square (n = 49), 11.07.2000 white square (n = 171), 12.07.2000 - circle with slash (n = 176).

Таблица 1. Использование местообитаний семьей «Кульраде 2000» и обилие корма на ее гнездовой территории (данные слежения: n = 396)

Table 1. Habitat use of crane family “Kuhlrade 2000” and food availability in the territory (tracking data: n = 396).

Тип местообитания = расположение ловушек Habitat type (1-4) = pitfall trap locations	Лес Forest (1)	Ячмень Barley (2)	Кукуруза Maize (3)	Луг Meadow (4)	Луг Meadow
Использование местообитаний/ Habitat use	77	245	30	18	26
Использование местообитаний (%) / Habitat use (%)	19,4	61,8	7,6	4,6	6,6
Суммарная длина насекомых (жуков) (мм) Total sum of beetles' added body length (mm)	2495	7246	5086	3123	-
Общее число насекомых (жуков) Total number of beetles	219	433	305	222	-

Результаты

Использование местообитаний и доступность корма

Перед анализом взаимосвязи доступности корма и использования местообитаний семьями журавлей, мы интерпретировали 7833 данных слежения для 18 семей (в среднем, 435 данных на каждую семью). Хотя птицы кормились, как правило, на 16 типах местообитаний, для всех семей выделено 111 местообитаний (рис. 2). В большинстве случаев семьи кормились на лугах, в то время как рапсовые поля они использовали только в малой степени, если растения полегли из-за весеннего паводка.

Существует значительная положительная зависимость между обилием корма (измерена как степень активности насекомых) и частотой использования местообитаний (рис. 3).



Рис. 2. Места обитания, используемые семьями журавлей для кормежки на своих гнездовых территориях

Fig. 2: Habitats used for feeding by crane families in their territories

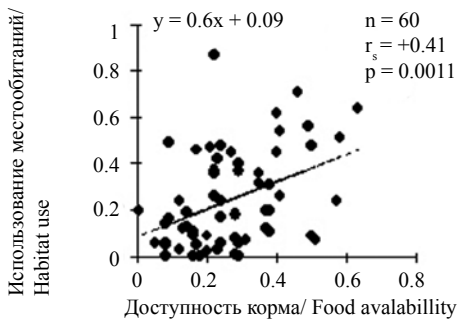


Рис. 3. Зависимость между обилием корма (суммарная длина тел насекомых / использованием местообитаний: $n = 60$; $r_s = 0,41$; $t = 3,45$; $df = 58$; $p = 0,0011$; общее число жуков / использование местообитаний: $n = 60$; $r_s = 0,37$; $t = 2,99$; $df = 58$; $p = 0,004$).

Fig. 3. Relation between food availability (measured as sum of body lengths) and habitat use (total sum of added body length/habitat use: $n = 60$; $r_s = 0.41$; $t = 3.45$; $df = 58$; $p = 0.0011$; total number of beetles/habitat use: $n = 60$; $r_s = 0.37$; $t = 2.99$; $df = 58$; $p = 0.004$).

После удаления случаев с сильным уровнем беспокойства со стороны людей, например, сенокосы или уборка урожая, распределение данных показало следующую корреляцию (рис. 4).

В целом мы обнаружили 687 дождевые червей с длиной тела меньше 10 см и 170 с длиной тела больше 10 см в 190 образцах субстрата размером $25 \times 25 \times 25 \text{ см}^3$, взятых с 25 различных местообитаний с гнездовых территорий шести семей. Однако мы не нашли какой-либо зависимости между числом дождевых червей и использованием местообитаний

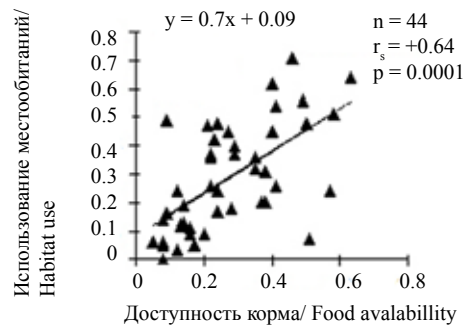


Рис. 4. Зависимость между обилием корма (после удаления случаев с сильным уровнем беспокойства со стороны человека) (суммарная длина тел насекомых / использование местообитаний: $n = 44$; $r_s = 0,64$; $t = 5,47$; $df = 42$; $p < 0,0001$; общее число жуков / использование местообитаний: $n = 44$; $r_s = 0,56$; $t = 4,39$; $df = 42$; $p < 0,0001$).

Fig. 4. Relation between food availability (measured as sum of body lengths) and habitat use (after deleting cases with strong influences of human disturbances on cranes' habitat use) (total sum of added body length/habitat use: $n = 44$; $r_s = 0.64$; $t = 5.47$; $df = 42$; $p < 0.0001$; total number of beetles/habitat use: $n = 44$; $r_s = 0.56$; $t = 4.39$; $df = 42$; $p < 0.0001$).

журавлями (среднее число дождевых червей с длиной тела меньше 10 см / использование местообитаний: $n = 28$; $r_s = -0,112$; $t = -0,574$; $df = 26$; $p = 0,57$; среднее число дождевых червей с длиной тела больше 10 см / использование местообитаний: $n = 28$; $r_s = 0,099$; $t = -0,511$; $df = 26$; $p = 0,61$).

Обсуждения

На действительное использование местообитаний влияет ряд факторов, включая количество, качество, распространение и непосредственное соседство кормовых ресурсов (Wiens 1986). Они являются фундаментальным фактором, влияющим на выбор местообитаний (напр. Lack 1954, in Hildén 1965, Newton 1980, Ford & Paton 1985, Alonso et al. 1991). Согласно теории оптимального кормодобывания, птицы выбирают места обитания с оптимальным числом и качеством кормовых ресурсов (Krebs & Davies 1981). Многочисленные полевые исследования подтвердили существование этой модели или показали индивидуальные предпочтения в выборе местообитаний, зависящие от количества и качества кормовых ресурсов (например, Fox et al. 1998), как, например, у журавлей в период отдыха на миграционных остановках (Krapu et al. 1995, Nowald 1995, 1996, 1999) или во время пребывания на местах зимовки (Alonso et al. 1995).

Чтобы максимизировать эффективность или сетевой уровень потребления энергии, согласно теории «идеального свободного распространения», необходимо, чтобы мобильность была неограниченной (Fretwell & Lucas 1970).

Эта концепция ограничена индивидуальными различиями в сравнительной приспособляемости вида (Parker & Sutherland 1986). В период формирования оперения птиц, их мобильность ограничена, особенно при выращивании птенцов выводкового типа. При птенцовом выращивании, родители могут летать неограниченно и более независимы в достижении местообитаний с богатыми кормовыми ресурсами. Тем не менее, белый аист - *Ciconia ciconia*, выбирает для гнездования места обитания с наивысшей плотностью и наибольшей средней величиной кормовых объектов (Alonso et al. 1991). Мобильность неоперенных молодых журавлей ограничена. Однако данное исследование показывает, что семьи журавлей выбирают кормовые места обитания с наивысшим обилием корма в пределах своей территории. Чтобы выявить такие места (исследовательское поведение) и достигнуть их, нужна мобильность. При морфологических особенностях птенцов журавлей, обладающих длинными ногами, такая мобильность возможна. Перемещения семьи могут достигать 27,6 км в день (Nowald 2003). Максимальное обилие корма позволяет неопытным молодым интенсивно расти, и при этом их смертность понижается (Owen & Black 1989). В этом контексте важно, что большее число жуков может быть отловлено журавлями на экстенсивно управляемых сельскохозяйственных полях, чем на интенсивно управляемых (Nowald & Fleckstein 2001). Семьи журавлей предпочитают экстенсивно управляемые поля с большим количеством корма, по сравнению с местообитаниями с небольшим обилием корма. Для измерения доступности корма мы использовали ловушки для отлова жуков – важнейшего кормового объекта журавлей в период роста птенцов (Schulmeyer 1997, Nowald & Fleckstein 2001). Наше исследование также показало, что плотность дождевых червей не влияет на выбор местообитаний семьями журавлей. Дождевые черви являются частью диеты журавлей (Prange 1989, Moll 1994, Nowald 2001), но, вероятно, не могут быть фактором, влияющим на выбор местообитаний. Только в трех желудках 12 канадских журавлей найдены остатки дождевых червей (Davis & Vohs 1993), хотя этот кормовой объект обычно гораздо более обилен по сравнению с другими крупными беспозвоночными. Авторы предполагают, что при поиске дождевых червей журавли затрачивают больше времени и энергии, чем на сбор беспозвоночных с поверхности земли или растений, и это невыгодно для вида. Lakeberg (1995) отмечает, что даже взрослые белые аисты имеют трудности в потреблении дождевых червей, так как это занимает у них больше времени и энергии, чем питание мышами.

В июне и июле семьи журавлей не кормятся на рапсовых полях и используют другие кормовые местообитания, включая поля ячменя и пшеницы. Однако в федеральном штате Мекленбург – Западная Померания площадь посевов рапса увеличилась и в период между 1995 и 1999 гг. составляла 188207 га (8,4% от всех посевных площадей) (соответственно 19,1% от всех сельскохозяйственных полей площадью 984049 га (Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern). Дальнейшее увлечение площади посевов рапса, соответствующее политике субсидирования Европейского Союза, может оказать негативное влияние на репродуктивный успех журавлей. Журавли не способны использовать для кормежки этот тип местообитаний из-за его высокой вегетативной резистентности в июне и июле.

Благодарности

Выражаем благодарность Tanja Fleckstein, Thomas Fichtner, Berit Fiebig, Volker Günther, Anja Kluge, Jutta Kotte, Christoph Kulemeyer, Patrik Leopold, Nicolas Liebig, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Thorsten Röder, Simone Röper, Kirsten Schubert, Manfred Sommerfeld, Dr. Ekkehard Spilling, Daniela Tiede, Karina Wahrmann und Christian Weuler for their field assistance, Dr. Heinz Düttman and Dr. Markus Nipkow за помощь в математической обработке материала; Dr. Tina Wilkening за редактирование ранней версии английского текста статьи, Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann and Prof. Dr. Hartwig Prange за комментарии к статье. I would like to thank Mr. L.C. Bell (RSPB) за проверку английского текста статьи.

Исследования выполнены в рамках проекта Рабочей группы по журавлям Германии, рабочей группы НАБУ, Всемирного фонда природы и авиакомпании Люфтганза.

Литература

- Alonso, J.A. & Alonso, J.C. 1993. Age-related differences in time budgets and parental care in wintering Common Cranes. – *The Auk*, 110: 77-88.
- Alonso, J.C., Alonso, J.A. & Carrascal, L.M. 1991. Habitat selection by foraging White Storks, *Ciconia ciconia*, during the breeding season. – *Can. J. Zool.*, 69: 1957-1962.
- Alonso, J.C., Alonso, J.A. & Bautista, L.M. 1994. Carrying capacity of staging areas and facultative migration extension in common cranes. – *J. Appl. Ecol.*, 31: 212-222.
- Alonso, J.C., Alonso J.A., Bautista L.M. & Muñoz-Pulido, R. 1995. Patch use in cranes: a field test of optimal foraging predictions. – *Anim. Behav.*, 49: 1367-1379.
- Amlaner, C.J. 1980. The Design of Antennas for Use in Radio Telemetry. – A handbook on biotelemetry and radio tracking. Amlaner, C.J. & D.W. McDonald (eds.). Oxford: 251-261.
- Block, W.M. & Brennan, L.A. 1993. The Habitat Concept in Ornithology. Theory and Applications. – *Current ornithology*. Johnston, R.F. (ed.). New York (Vol. 11): 35-91.
- Burger, J. 1987. Foraging efficiency in gulls: A comparison of age differences in efficiency and age of maturity. – *Ecology and behaviour of gulls*. Hand, J.L., Southern, W.E. & Vermeer K. (eds.). *Stud. Avian Biol.*, 10: 83-90.
- Davis, C.A., & Vohs, P.A. 1993b. Role of macroinvertebrates in spring diet and habitat use of Sandhill Cranes. – *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*, 10: 81-86.
- Draulans, D. 1987. The effect of prey density on foraging behaviour and success of adult and first-year Grey Herons (*Ardea cinerea*) in winter. – *J. Anim. Ecol.*, 54: 771-780.
- Egushi, K., Nagata, H., Takeish, M., Henmi, Y. & Takatsuka, M. 1987. Foraging and time budget of the Hooded Cranes in a wintering area at Yashiro, Japan. – *Proc. 1987 Int. Crane Workshop*. Lewis, J.C. (ed.). Grand Island, Nebraska: 305-310.
- Ford, H.A. & Paton, D.C. 1985. Habitat selection in Australian Honeasters, with special reference to nectar productivity. – *Habitat selection in birds*. Cody, M.L. (ed.). Orlando: 367-388.
- Fox, A.D., Kahlert, J. & Ettrup, H. 1998. Diet and habitat use of moulting Greylag Geese *Anser anser* on the Danish island of Saltholm. – *Ibis*, 140: 676-683.
- Fretwell, S.D. & Lucas, H.L. 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. – *Acta Biotheor.*, 19: 16-36.

- Goss-Custard, J.D. & S.E.A. le V. dit Durell. 1987. Age-related effects in Oystercatchers *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels *Mytilus edulis*. II. Aggression. – *J. Anim. Ecol.*, 56: 537-548.
- Greig-Smith, P.W. 1985. Winter survival, home ranges and feeding of first year and adult Bullfinches. – Behavioural ecology. Sibly, R. M. & R. H. Smith (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford: 387-392.
- Hildén, O. 1965. Habitat selection in birds. – *Ann. Zool. Fenn.*, 2: 53-75.
- Kenward, R. 1987. Wildlife Radio Tagging. London, New York.
- Krapu, G.L., Reinecke, K.J., Jorde, D.G. & Simpson S.G. 1995. Spring-staging ecology of midcontinent Greater White-fronted Geese. – *J. Wildl. Manage*, 59: 736-746.
- Krebs, J.R. 1981. Optimale Nahrungsnutzung: Entscheidungsregeln für Räuber. – *Öko-Ethologie* Krebs, J.R. & N.B. Davies (eds.). Berlin, Hamburg: 30-61.
- Lakeberg, H. 1995. Zur Nahrungsbiologie des Weißstorchs *Ciconia ciconia* in Oberschwaben (S-Deutschland): Raum-Zeit-Nutzungsmuster, Nestlings-entwicklung und Territorialverhalten. – *Ökol. der Vögel*, 17: 1-87.
- Mewes, W. 1995. Die Bestandsentwicklung des Kranichs *Grus grus* in Deutschland und deren Ursachen. Dissertation Univ. Halle-Wittenberg.
- Moll, K.H. 1994. *Grus grus* – Kranich. In: Glutz von Blotzheim (Hrsg.). – *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* Bd., 5: 567-606. Wiesbaden.
- Mühlenberg, M. 1993. Freilandökologie. Heidelberg, Wiesbaden.
- Newton, I. 1980. The role of food in limiting bird numbers. – *Ardea*, 68: 11-30.
- North, M.P. & Reynolds J.H. 1996. Microhabitat analysis using radiotelemetry locations and Polytomous Logistic Regression. – *J. Wildl. Manage*, 60: 639-653.
- Nowald, G. 1995. Zeitliche und räumliche Habitatnutzung einer Frühjahrsrastpopulation des Kranichs *Grus grus* in der Bock-Region. – Crane Research and Protection in Europe. Prange, H. (ed.). Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg: 537-547.
- Nowald, G. 1996. Nahrungspräferenzen des Kranichs während der Herbstrast. – *Vogelwelt*, 117: 153-157.
- Nowald, G. 1999a. Reviergröße und Raumnutzung junggeführter Kraniche *Grus grus* in Mecklenburg-Vorpommern: erste Ergebnisse einer Telemetriestudie. – *Vogelwelt*, 120: 261-274.
- Nowald, G. 2001. Verhalten von Kranichfamilien *Grus grus* in Brutrevieren Nordostdeutschlands: Investition der Altvögel in ihre Nachkommen. – *J. Ornithol.*, 142: 390-403.
- Nowald, G. 2003. „Bedingungen für den Fortpflanzungserfolg: Zur Öko-Ethologie des Graukranichs *Grus grus* während der Jungenaufzucht“, Dissertation, Universität Osnabrück.
- Nowald, G. & Mewes W. 1996. Trompetenrufe übers Land. Die „Langenhägener Seewiesen“: Treffpunkt für Kraniche. – *Falke*, 43: 264-267.
- Nowald, G. & Fleckstein, T. 2001. Nahrungsangebot und Nahrung von Kranichfamilien (*Grus grus*) in Brutrevieren Nordostdeutschlands. – *Die Vogelwarte*, 41: 93-108.
- Nowald, G., Mewes, W., Alonso, J.C. & Alonso, J.A. 1996. Farbmarkierung von Kranichen *Grus grus* in Deutschland - ein Zwischenbericht. – *Vogelwelt*, 117: 119-124.
- Owen, M. & Black J. M. 1989a. Barnacle Goose. – Lifetime Reproduction in Birds. Newton, I. (ed.). Academic Press London, San Diego: 349-362.
- Parker, G.A. & Sutherland W.J. 1986. Ideal free distributions when individuals differ in competitive ability: phenotype-limited ideal free models. – *Anim. Behav.*, 34: 1222-1242.
- Prange, H. 1989. Der Graue Kranich. Neue Brehm-Bücherei Bd. 229. Wittenberg- Lutherstadt.
- Schulmeyer, T. 1997. Zur Ernährung von Kranichen (*Grus grus*) im mecklenburgischen Brutgebiet. Diplomarbeit Univ. Osnabrück.
- Spencer, H.J., Lucas, G. & O'Connor, P. 1987. A Remotely Switched Passive Null-Peak Network for Animal Tracking and Radio Direction Finding. – *Aust. Wildl. Res.*, 14: 311-317.
- Ulmann, T. 1991. Einfluß von Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Struktur und Dynamik von Zönosen epigäischer Käfer in Hegezonen und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Raum Hamburg. Dissertation. Univ. Hamburg.
- Wiens, J.A. 1986. Spatial scale and temporal variation environments: shrub-steppe birds. – Habitat Selection in Birds. Cody, M. L. (ed.). Orlando, Florida: 227-251.
- Wunderle, J.M. jr. 1991. Age-specific foraging proficiency in birds. - In: Johnston, R. F.

FORAGING STRATEGY OF COMMON CRANE FAMILIES IN THEIR BREEDING TERRITORIES: EFFECTS OF FOOD AVAILABILITY ON HABITAT USE

G. NOWALD

Crane Information Center, Groß Mohrdorf, Germany
E-mail: guenter.nowald@kraniche.de

Summary

During rearing, the flightless young cranes live hidden from sight. Therefore, observations of this sensitive part of the Cranes yearly cycle are extremely rare although this knowledge is very important for efficient management projects. By the help of radio-telemetry ("Null Peak System") the effects of food availability on the habitat use of Common Crane families in Northeast Germany was investigated.

In most of the cases crane families fed on meadows. Rape fields were used only close to the border where plants were damaged because of flooding in spring. Frequency of habitat use was found with a positive correlation to the quantity of beetles, but no relation with the number of earthworms.

For crane conservation or management projects, it is important to consider that crane families prefer the extensively managed fields with more food rather than habitats with a lower abundance of food.

This study is a project of "Crane Conservation Germany", a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Fund for Nature Germany (WWF) and Lufthansa.

Keywords: Common Crane, *Grus grus*, food availability, habitat use, habitat selection, radio tracking

Introduction

Birds select their habitats (Hildén 1965) according to many proximate and ultimate factors, e.g. the species' functional morphology, intra- and interspecific competition, predators, the distribution of resources and habitat structure (Block & Brennan 1993).

During spring migration (Nowald 1995) and autumn staging (Alonso et al. 1994, 1995, Nowald 1996), Common Cranes prefer habitats that have high food availability or food with high energy value. During rearing the flightless young cranes are extremely inconspicuous. Observations of this sensitive part of the cranes' yearly cycle are therefore extremely rare. However, this knowledge is of considerable importance for efficient management projects. During the fledging period, crane families are restricted to their territories, which have to provide feeding and hiding places as well as safe breeding or roosting sites. To increase their fitness during rearing the young, crane families aim at reducing the risk of food shortage and predation (Nowald 2001, Nowald 2003). Although the offspring of many bird species have lower foraging abilities and a lower food intake rate than the adults, juveniles with fast growth rates reach higher body mass quickly and usually have higher survival rates (e.g. Owen & Black 1989) (Greig-Smith 1985, Burger 1987, Draulans 1987, Egushi et al. 1987, Goss-Custard & Durell 1987, Wunderle 1991, Alonso & Alonso 1993). According to the habitat concept in ornithology (e.g. Block & Brennan 1993), the foraging strategies of Common Crane parents should include the selection of those parts within their territories with highest food availability.

Effective species management and conservation require the understanding of wildlife habitat requirements. Although habitats can be analyzed on many levels, it is often broadly classed as ex-

tensive or macrohabitat and intensive or microhabitat analysis (e.g. North & Reynolds 1996). Using radio-telemetry (“Null Peak System”) we investigated if Common Crane parents in Northeast Germany selected territory sites with highest food abundance.

Study Areas and Methods

Study areas

Between 1995 and 2000, we marked and tracked cranes in their breeding territories close to the gathering and staging area “Nature Reserve Langenhägener Seewiesen” (53° 35' W, 12° 03' N) and near the stopover site “Rügen-Bock” (54°26'W, 13°22'N), in northeast Germany. The first study area is characterized by hills, large agricultural fields and meadows, forests including wet alder swamps, lakes and bogs. The wetland “Langenhägener Seewiesen” was re-established in 1989 (Nowald & Mewes 1996), after several years of meadow drainage. The area, “Nature Reserve Langenhägener Seewiesen”, is much more intensively used by farming than the wetland “Langenhägener Seewiesen” and has a smaller number of wetlands for breeding. As a result, the density of Common Crane pairs is lower (Mewes 1995). All cranes concerned are using the „Rügen-Bock area“, one of the most important crane staging areas on the western flyway in central Europe (Nowald et al. 2001). Both areas exhibit low human population densities as compared to the mean population density of Germany (district Nordvorpommern, 54 inhabitants/km² for the region „Rügen-Bock area“, district Parchim, 48 inhabitants/km² for the region “Langenhägener Seewiesen”, federal state of Mecklenburg-Western Pomerania, 76 inhabitants/km² and 230 inhabitants/km² for the whole of Germany; Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern).

Transmitters

To study the territory use of 20 crane families, we marked young cranes five to eight weeks old with colour rings and Biotrack TW3 backpack or leg mount radio transmitters (weighing respectively 65 g and 30 g). The battery lifetime of four years (two years for leg mount transmitters) allowed locating the birds at their gathering sites, during migration at staging areas and on their wintering grounds during subsequent years. We caught the cranes by hand after carefully approaching the families, which were hidden in the vegetation cover. The birds were released immediately after marking. For details on capture and marking methods, see Nowald et al. (1996).

Locating the cranes

We started to track the cranes at least one week after marking. To locate the radio-tagged cranes the “Null Peak System” with two vertical parallel-mounted directional antennas on each “tower” was used. By combining both antenna signals with lambda-half-way differences, the signal ideally was completely absent (“null”) in tracking direction (Spencer et al. 1987). In comparison to the ordinary maximum or minimum tracking with bearing-errors between 3° to 10° (Kenward 1987) the null peak system created a very accurate method by which triangulation could be achieved with a precision of > 0.5° (Amlaner 1980). Every five minutes we located the birds simultaneously (radio controlled clocks) from two fixed antenna stations. As a rule we tracked every family during three successive days from sunrise to sunset and hourly during the night. The distance to the cranes was usually between one and two kilometres. For radio-tracking details see Nowald (1999).

Habitat types and food availability

During the fourth day of every tracking session we registered the habitat types covered by the territory, e.g. rape, barley, maize or wheat fields as well as meadows, wetland or forest on a map. The available food (beetles) was recorded using pitfall traps. In every habitat type, five traps filled with

“Renner-solution” (40% ethanol, 30% water, 20% glycerine, 10% vinegar, tenside) at distances of 10 m were positioned in a line. After one week the traps were inspected and the numbers and body lengths of all individuals > 5 mm long were recorded. For each type of habitat we calculated the total number of beetles and the total sum of added body lengths. Using pitfall traps, it is impossible to calculate the densities of populations, but we can calculate the density of beetle activity. This variable allowed comparisons of different catches by pitfall traps used in the same technical manner (Ulmann 1991).

We investigated the frequency of earthworms (Lumbricidae) by hand, because it is more effective than the more time consuming method of extraction with formol (Mühlenberg 1993). Along a line across the habitat we scattered, in 10 m steps, a square aluminium frame of 0.25 x 0.25 m². Using a spade we dug out a soil sample of 0.25 x 0.25 x 0.20 m³ and put it on a plastic pad. The substrate was divided accurately and the earthworms we found were classified approximately (< 10 cm and > 10 cm body length) and counted. Subsequently the sample was transferred in the original condition together with the released earthworms. In every habitat type we usually took 20 soil samples (Nowald & Fleckstein 2001).

Tracking data and habitat use: The tracking data was analysed using “Tracker 1.1”, software produced by Radio Location Systems, Sweden. Using “Trackmap” (Radio Location Systems, Sweden) we assigned coordinates in an image of a scanned map or an aerial photo, which was imported into Tracker. In the simulation mode the movements of the crane families were followed. To investigate the habitat use of the crane families in their territories, we assigned every crane location in five minute intervals to the corresponding habitat type. For an example see fig. 1 and tab. 1. This kind of data (n = 18 crane families) was used to analyse the relation between food availability and habitat use as a dependent variable. For statistic calculations the nonparametric Spearman-Rank-Correlation-test and the linear regression were used.

Results

Habitat use and food availability

Before analyzing the relation between food availability and habitat use we interpreted 7833 tracks of data for 18 Common Crane families (mean sample size n = 435 data of each family). Altogether the birds fed on 16 different habitat types, 111 habitats in total for all families (fig. 2). In most cases crane families fed on meadows whereas, rape fields were used only if the plants were damaged because of flooding in spring.

There was a significantly positive relationship between food availability (measured as the density of beetle activity) and frequency of habitat use (fig. 3; total sum of added body length/habitat use: n = 60; $r_s = 0.41$; $t = 3.45$; $df = 58$; $p = 0.0011$ - total number of beetles/habitat use: n = 60; $r_s = 0.37$; $t = 2.99$; $df = 58$; $p = 0.004$). After deleting cases with strong influences of human disturbances on habitat use, e.g. harvesting of meadows or fields. The spread of the data showed the following correlation (fig. 4; total sum of added body length/habitat use: n = 44; $r_s = 0.64$; $t = 5.47$; $df = 42$; $p < 0.0001$ - total number of beetles/habitat use: n = 44; $r_s = 0.56$; $t = 4.39$; $df = 42$; $p < 0.0001$).

In total, we found 687 earthworms < 10 cm body lengths and 170 earthworms > 10 cm in 190 ground samples of 25x25x25 cm³ size in 25 different habitats of six crane territories. However, we did not find a correlation between numbers of earthworms and habitat use by the cranes (mean number of earthworms < 10 cm/habitat use: n = 28; $r_s = -0.112$; $t = -0.574$; $df = 26$; $p = 0.57$ - mean number of earthworms > 10 cm/habitat use: n = 28; $r_s = 0.099$; $t = -0.511$; $df = 26$; $p = 0.61$).

Discussion

Actual habitat use is influenced by a number of factors, including the quantity, quality, distribution, and juxtaposition of resources (Wiens 1986). Food resources represent a fundamental factor in habitat selection (e.g. Lack 1954, in Hildén 1965, Newton 1980, Ford & Paton 1985, Alonso et al. 1991). According to the optimal foraging theory, birds should select habitats with the best quantities and qualities of food resources (Krebs & Davies 1981). Numerous field studies confirm this model or show distinct special habitat preferences in relation to food quality and quantity (e. g. Fox et al. 1998) also in cranes during resting at stopover sites (Krapu et al. 1995, Nowald 1995, 1996, 1999) and wintering grounds (Alonso et al. 1995). To maximize the net rate of energy intake or efficiency according to the “ideal free distribution” theory; it is necessary that mobility is unlimited (Fretwell & Lucas 1970). This concept is restricted to the individual differences in competitive ability (Parker & Sutherland 1986). However, during the fledging period the birds mobility is reduced particularly if the young are nidifugous birds. If young are nidicolous, parents are more independent and are able to reach habitats of high food availability. Therefore, White Storks *Ciconia ciconia* select habitats with high density and a large amount of prey during the breeding season (Alonso et al. 1991). Although the mobility of the flightless young cranes is reduced, this study shows that crane families selected foraging habitats inside their territories with highest food availability, and explored approximately 27.6 km/day (Nowald 2003). Based on the morphological requirement of the young cranes with their long legs, this amount of mobility is possible. Maximum food availability enables inexperienced juveniles to reach faster growth rates and thus lower mortality (see Owen & Black 1989). In the context it is important that more beetles be caught in extensively managed agricultural fields than in intensively managed ones (Nowald & Fleckstein 2001). Crane families preferred the extensively managed fields with more food in comparison to habitats with lower food abundance. To measure food availability we used pitfall traps, which captured beetles, a prey that plays an important role in the cranes’ food before fledging (Schulmeyer 1997, Nowald & Fleckstein 2001). This study shows that the density of earthworms did not influence the habitat use of crane families. Although earthworms are a part of the cranes diet (Prange 1989, Moll 1994, Nowald 2001), it seems that they are not the main factor in habitat use. Only in the stomachs of three of 12 Sandhill Cranes *Grus canadensis* were the remains of earthworms found (Davis & Vohs 1993), although this food was of high density in comparison to other macro-invertebrates. The authors conclude that the cost and benefit ratio to detect earthworms proved not to be beneficial. Lakeberg (1995) reports that even adult White Storks do have difficulties with the consumption of earthworms and it takes more time than, for instance, feeding on mice.

In June and July, crane families did not select rape fields, but used all other types of foraging habitats, in addition to barley and wheat fields. However, in the federal state of Mecklenburg-Western Pomerania the area was farmed extensively with rape (about 8.4% to 188.207 ha) between 1995 to 1999 (corresponding to 19.1% of 984.049 ha surface for farming in total; Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern). A further increase of farming rape because of subsidy politics by the European Union could have negative impacts on the reproduction success of cranes. Cranes are not able to use this type of habitat for feeding because of resistance to the high vegetation in June/July.

Acknowledgements

I would like to thank Tanja Fleckstein, Thomas Fichtner, Berit Fiebig, Volker Günther, Anja Kluge, Jutta Kotte, Christoph Kulemeyer, Patrik Leopold, Nicolas Liebig, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Thorsten Röder, Simone Röper,

Kirsten Schubert, Manfred Sommerfeld, Dr. Ekkehard Spilling, Daniela Tiede, Karina Wahrmann und Christian Weuler for their field assistance, Dr. Heinz Düttman and Dr. Markus Nipkow for their comments concerning statistical questions. Dr. Tina Wilkening for corrections of earlier versions of the English manuscript as well as Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann and Prof. Dr. Hartwig Prange for their useful comments, which helped to improve the manuscript. I would like to thank Mr. L.C. Bell (RSPB) for corrections of the English manuscript.

This is a project of “Crane Conservation Germany” (Kranichschutz Deutschland), a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Found for Nature (WWF) and Lufthansa.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ/ SHORT NOTES

Определение пола журавлей с помощью сцепленных с полом ДНК-маркеров

У журавлей и других птиц, не обладающих половым диморфизмом, определение пола возможно на основе неинвазивных молекулярных методов анализа генов, сцепленных с полом. Эти методы связаны с изменчивостью маркеров ДНК, локализованных в половых хромосомах у гетерогаметных (WZ) самок и гомогаметных (ZZ) самцов: например, гена хромохеликазы CHD (Ellergen, 1996, Griffiths et al., 1996, 1998) и последовательности EE0.6 (Itoh et al., 2001). Z-специфичный фрагмент имеет одинаковый размер как в мужской, так и в женской половых хромосомах, а W-специфичный фрагмент имеет другую длину. Таким образом,

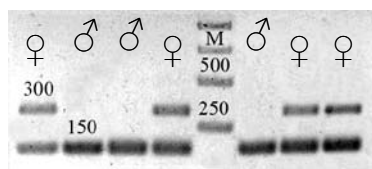


Рис. Электрофореграмма ПЦР-продуктов последовательности EE0.6 у стерха. Цифрами обозначены длины фрагментов ДНК в парах нуклеотидов. М – маркер длин фрагментов. Два фрагмента ДНК свидетельствуют о женском поле птицы, один – о мужском.

Fig. Electrophoregram of PCR products of EE0.6 sequence in the Siberian Crane. Digits denote DNA fragment sizes in base pairs. M – DNA size marker. Two and one DNA fragments indicate a female and male, correspondently.

при электрофорезе в агарозном геле ПЦР-продукт самца четко визуализируется в виде одного фрагмента ДНК Z-хромосомы, а самки – в виде двух фрагментов разной длины: одного общего по размеру с Z-последовательностью и другого, специфичного для самок W-фрагмента. Для адаптации метода молекулярной диагностики пола у журавлей нами были протестированы три комбинации праймеров последовательности EE0.6 (Bao et al., 2009) на стерхах из Питомника редких видов журавлей и японских журавлях Липецкого зоопарка с известным полом. Была отобрана одна пара праймеров, точно отражающая пол исследованных птиц (рис.). Позднее с применением данного метода был диагностирован пол птенцов потомства журавлей Питомника в 2010 г. на основе анализа ДНК птенцов, выделенной из кровеносных сосудов аллантоиса. Так, один птенец серого журавля был идентифицирован как самка. Среди восьми птенцов стерха четыре оказались самками и четыре – самцами, при этом вскрытие одного погибшего