

УДК 575.18:598.241.2

## ПАРИТЕТНОЕ СООТНОШЕНИЕ САМЦОВ И САМОК В ВЫВОДКАХ КРАСАВКИ *Anthropoides virgo* В КАЛМЫКИИ И БУРЯТИИ

© 2024 г. Е. А. Мудрик<sup>1,2\*</sup>, Е. И. Ильяшенко<sup>1,3</sup>, К. Д. Кондракова<sup>1,3</sup>,  
А. А. Абушин<sup>4</sup>, Л. Д. Базаров<sup>5</sup>, Ц. З. Доржиев<sup>6,7</sup>, Д. В. Политов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова Российской академии наук, Москва, 119991 Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды, Москва, 117628 Россия

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва, 119011 Россия

<sup>4</sup>Государственный природный биосферный заповедник “Черные земли”, Республика Калмыкия,  
п. Комсомольский, 359240 Россия

<sup>5</sup>Национальный парк “Тункинский”, Республика Бурятия, с. Кырен, 671010 Россия

<sup>6</sup>Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова, Улан-Удэ, 670000 Россия

<sup>7</sup>Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук,  
Улан-Удэ, 670047 Россия  
\*e-mail: mudrik@vigg.ru

Поступила в редакцию 26.06.2024 г.

После доработки 09.07.2024 г.

Принята к публикации 15.07.2024 г.

Анализировали соотношение полов в потомстве журавля красавки (*Anthropoides virgo* Linnaeus, 1758) в двух удаленных друг от друга гнездовых группировках европейской (Республика Калмыкия) и азиатской (Республика Бурятия) частей ареала в 2023 г. С применением молекулярно-генетического маркера пола EE0.6 определен пол у 46 птенцов (24 самца и 22 самки) из 30 выводков. В суммарной выборке различия в пропорции самок и самцов не были значимы (0.521,  $P = 0.092$ ). Соотношение полов в каждой из изученных гнездовых группировок также статистически не отличалось от паритетного, хотя отмечено преобладание в полных выводках и в целом в потомстве красавки в Калмыкии самцов (0.650,  $P = 0.523$ ), а в Бурятии – самок (0.423,  $P = 0.781$ ). Полученные данные свидетельствуют в пользу стратегии воспроизводства у красавки равного количества потомков обоего пола и могут косвенно указывать на то, что у этого вида энергетические затраты на выращивание самцов и самок равны, а воздействие условий среды не настолько жесткое, чтобы существующий баланс изменялся в пользу какого-либо из полов.

**Ключевые слова:** журавль, соотношение полов, молекулярно-генетическое определение пола, птенец, EE0.6.

**DOI:** 10.31857/S00166758241200114 **EDN:** VZVCAL

Соотношение полов в популяциях животных является важной характеристикой репродуктивной биологии вида. В норме долгоживущие моногамные виды, у которых заботу о потомстве осуществляют оба родителя, воспроизводят равное количество самцов и самок [1]. Ранее мы показали, что у журавля красавки *Anthropoides virgo* Linnaeus, 1758 (Aves: Gruiformes: Gruidae), гнездовая часть ареала которого охватывает степные и полупустынные зоны Евразии, соотношение полов в выводках некоторых европейских (азово-черноморской, прикаспийской, волго-уральской) и азиатских (зауральской, алтайской, хакаской и забайкальской) гнездовых группировок на территории Российской Федерации в отдельные годы исследований (2017–2019 гг.) достоверно не отличалось от равного,

хотя в большинстве случаев демонстрировало тенденцию к преобладанию самок [2, 3]. Вместе с тем изменения условий обитания, отражающиеся на доступности пищевых ресурсов, могут провоцировать в разных популяциях одного вида и в одних и тех же популяциях в разные репродуктивные сезоны отклонения в соотношении полов в потомстве. У многих видов животных в неблагоприятные годы такие сдвиги происходят в пользу воспроизводства менее ресурсопотребляющего и уязвимого пола [4], которым у журавлей являются самки.

Красавка в России относится к видам с сокращающейся численностью вследствие ухудшения условий гнездования, гибели от отравлений сельскохозяйственными ядохимикатами и

**Таблица 1.** Соотношение полов птенцов в полных и неполных выводках в Калмыкии и Бурятии в 2023 г.

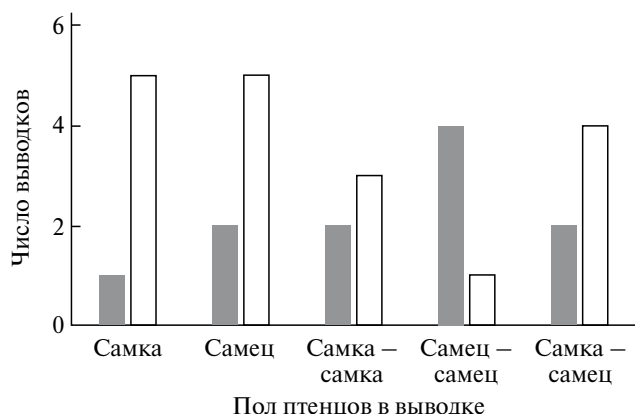
Количество и пол изученных птенцов	Калмыкия	Бурятия
Всего птенцов	20	26
самцы	13	11
самки	7	15
соотношение полов	0.650, $P = 0.523$	0.423, $P = 0.781$
Выводки с одним птенцом	3	10
самцы	2	5
самки	1	5
соотношение полов	0.666, $P = 1$	0.5, $P = 1$
Выводки с двумя птенцами	8	8
самцы	10	6
самки	6	10
соотношение полов	0.625, $P = 0.722$	0.375, $P = 0.722$

браконьерства на путях миграции [5, 6]. Изучение вопросов репродуктивной биологии и воспроизводства в разных гнездовых группировках красавки актуально для мониторинга ее состояния, особенно на границе ареала. У птенцов журавлей нет полового диморфизма, поэтому определение пола для них осуществляют молекулярно-генетическими методами. В данном сообщении мы приводим новые сведения по соотношению полов в выводках красавки в двух удаленных друг от друга гнездовых группировках из европейской (Северный Прикаспий, Республика Калмыкия) и азиатской (Юго-Западное Забайкалье и Тункинская котловина, Республика Бурятия) частей ареала в 2023 г.

В работе использовали биологический материал (растущие перья из оперения груди или шеи), полученный в результате собственных экспедиций в Калмыкии (Яшкульский, Черноземельский, Юстинский, Кетченеровский районы) [7] и Бурятии (Иволгинский, Селенгинский, Мухоршибирский, Джидинский, Тункинский районы) [8] в июне – июле 2023 г. Размер выборок составил 20 и 26 птенцов соответственно (табл. 1). У красавки – выводковый тип онтогенетического развития, при котором птенцы покидают гнездо практически сразу после вылупления. В норме кладка состоит из двух яиц. Отлов птенцов, еще не способных к полету, проводили в соответствии с разрешениями Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) № 21 от 15.02.2023 г. и № 63 от 02.05.2023 г. ручным способом. После забора биоматериала, занимающего 5–10 мин, птенцов отпускали к родителям. Растущие перья помещали в пробирки 1.5 мл типа Эппендорф с раствором Лонгмайра, транспортировали в лабораторию при комнатной температуре,

а затем хранили в морозильной камере при  $-20^{\circ}\text{C}$ . Выделение ДНК из растущих перьев осуществляли набором “К-сорб” (НПК Синтол, Россия) по протоколу производителя. В качестве молекулярно-генетического маркера пола использовали последовательность W-хромосомы EE0.6. Для ПЦР-амплификации применяли комбинацию праймеров AWS05/NRD4 [9] и фрагментный анализ ампликонов по описанной ранее [10, 11] и хорошо зарекомендовавшей себя при диагностике пола у красавки [2, 3] методике. Соотношение полов определяли общепринятым способом как долю самцов по отношению к общему количеству птенцов [12]. Для сравнения выборок самцов и самок использовали точный тест Фишера для выборок малого размера, рассчитанный в базовом пакете *stats* среды R версии 3.6.3 [13].

Всего было обнаружено 12 и 18 пар красавок с птенцами в Калмыкии и Бурятии соответственно. Из 12 выводков в Калмыкии на момент встречи девять были полными (представлены двумя птенцами) и три – неполными (одним птенцом). В одном полном выводке не удалось взять пробу от одного из sibсов, поэтому его анализировали только в общем соотношении полов в группировке и исключили из анализа соотношения полов в полных выводках. Среди 18 выводков в Бурятии неполными были 10, полными – 8. Таким образом, в каждой гнездовой группировке мы анализировали одинаковое количество полных выводков (по 16 птенцов). В Калмыкии из восьми полных выводков было два разнополых, четыре представлены только самцами, два – только самками. В Бурятии из восьми полных выводков было четыре разнополых, в одном – только самцы, в трех – только самки (рис. 1).



**Рис. 1.** Количество самцов и самок в выводках красавки в Калмыкии (закрашенные столбцы) и Бурятии (незакрашенные столбцы) в 2023 г.

В общей выборке из 46 птенцов двух гнездовых группировок идентифицировано 24 самца и 22 самки; показатель соотношения полов в ней составил 0.521,  $P = 0.092$ . В Калмыкии определено 13 самцов и 7 самок, в Бурятии – 11 самцов и 15 самок. Во всех выводках различия в соотношении полов не были значимы, несмотря на тенденцию к преобладанию в полных выводках и в целом в потомстве красавки в Калмыкии самцов, а в Бурятии – самок (табл. 1, рис. 1). Соотношение полов среди всех птенцов красавки в Калмыкии и Бурятии достоверно не отличалось от равного (0.5) и составило 0.650,  $P = 0.523$  и 0.423,  $P = 0.781$  соответственно.

Представленные данные дополняют немногочисленные сведения о размножении красавки и журавлей в целом. В природе соотношение полов в потомстве журавлей практически не изучено, а исследования воспроизводства некоторых видов при вольерном разведении показывают, что этот показатель не всегда находится в равновесии. Так, искусственно созданные условия могут провоцировать у журавлей стрессовые реакции, сопровождающиеся воспроизводством преимущественно самок (например у японского журавля *Grus japonensis*) [14, 15], но могут и не оказывать такого действия (например у стерха *Leucogeranus leucogeranus*) [15, 16]. Информация по полу птенцов в потомстве красавки в Юго-Западном Забайкалье получена нами впервые. В прикаспийской гнездовой группировке в 2017 г. при анализе более представительной выборки (61 птенец из Калмыкии, Дагестана, Астраханской и Волгоградской областей) мы выявили равное соотношение полов с тенденцией к преимуществу самок в полных выводках и в целом в группировке [2], при этом непосредственно в Калмыкии из 32 птенцов 16 были определены как самцы и 16 как самки. Таким образом, перечисленные факты свидетельствуют в пользу эволюционно предпочтительной для красавки стратегии

паритетного воспроизводства потомков обоего пола [3] и, возможно, косвенно указывают на то, что у этого вида энергетические затраты родителей на выращивание самцов и самок равны, а воздействие условий среды не настолько жесткое, чтобы существующий баланс изменялся в пользу какого-либо из полов.

Авторы благодарят В. Ю. Ильяшенко, А. Ю. Скрипниченко и Е. Н. Бадмаеву за помощь в проведении полевых работ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00613, <https://rscf.ru/project/23-24-00613/>.

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных соблюдены. Исследование одобрено Локальным комитетом по биоэтике при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук (протокол № 1 от 18.05.2023 г.).

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Donald P.F. Adult sex ratios in wild bird populations // Ibis. 2007. V. 149. P. 671–692.
2. Мудрик Е.А., Ильяшенко Е.И., Джамирзоев Г.С. и др. Соотношение полов у птенцов красавки (*Anthropoides virgo* Linnaeus, 1758) прикаспийской гнездовой группировки // Генетика. 2018. Т. 54. Приложение. С. S54–S57. <https://doi.org/10.1134/S0016675818130143>
3. Мудрик Е.А., Ильяшенко Е.И., Постельных К.А. и др. Соотношение полов в потомстве моногамного вида птиц – красавки *Anthropoides virgo* // Генетика. 2022. Т. 58. № 11. С. 1273–1279. <https://doi.org/10.31857/S0016675822110078> [Mudrik E.A., Ilyashenko E.I., Postelnykh K.A. et al. Sex ratio in the offspring of monogamous bird species (*Demioselle virgo* Linnaeus, 1758) // Rus. J. Genet. 2022. V. 58. № 11. P. 1317–1322. <https://doi.org/10.1134/S1022795422110072>]
4. Trivers R.L., Willard D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring // Science. 1973. V. 179. № 4068. P. 90–92. <https://doi.org/10.1126/science.179.4068.90>
5. Ильяшенко Е.И. Журавль-красавка *Anthropoides virgo* (Linnaeus, 1758) / Красная книга Российской Федерации. Животные, 2-ое изд. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021 г. С. 689–691.
6. Ильяшенко Е.И., Ильяшенко В.Ю. Угрозы популяциям серых журавлей *Grus grus* и красавки *Anthropoides virgo* // Рус. орнитол. журн. (Экспресс-выпуск 2354). С. 4662–4663.

7. Абушин А.А., Ильяшенко В.Ю., Кондракова К.Д., Ильяшенко Е.И. Обследование мест обитания красавки в Республике Калмыкия в 2023 г. // Инф. бюллетень Рабочей группы по журавлям Евразии им. В.Е. Флинта. 2024 г. № 18. С. 18–23.
8. Ильяшенко Е.И., Доржиев Ц.З., Кондракова К.Д. и др. Обследование мест обитания журавлей в Предбайкалье и Юго-Западном Забайкалье в 2023 г. // Инф. бюллетень Рабочей группы по журавлям Евразии им. В.Е. Флинта 2024 г. № 18. С. 24–34.
9. Bao W.B., Wu S.L., Zhang H.X. Sex identification of seven species of cranes in China by PCR // J. Anim. Vet. Adv. 2009. V. 8. № 6. P. 1137–1140.
10. Мудрик Е.А., Кашенцева Т.А., Гамбург Е.А., Политов Д.В. Определение пола у десяти видов журавлей с помощью ДНК-маркера EE0.6 // Генетика. 2013. Т. 49. № 12. С. 1436–1439. <https://doi.org/10.7868/S0016675813120060>
11. Мудрик Е.А., Кашенцева Т.А., Гамбург Е.А. и др. Неинвазивный метод идентификации пола птенцов журавлей по ДНК из капиллярных сосудов аллантаоиса // Онтогенез. 2013. Т. 44. № 5. С. 372–376. <https://doi.org/10.7868/S0475145013050054> [Mudrik E.A., Kashentseva T.A., Gamburg E.A. et al. Non-invasive method of sex identification of crane chicks by the DNA from capillary vessels of allantois // Rus. J. Dev. Biol. 2013. V. 44. № 5. P. 279–282. <https://doi.org/10.1134/S1062360413050056>
12. Wilson K., Hardy I.C. Statistical analysis of sex ratios: An introduction // Sex Ratios: Concepts and Research Methods. London: Cambridge Univ. Press, 2002. P. 48–92. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542053.004>
13. Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria: 2020.
14. Нестеренко О.Н., Кашенцева Т.А. Преобладание самок в потомстве японских журавлей и его возможный адаптивный характер // Тр. Окского заповедника. Вып. 34. Рязань: 2015. С. 250–254.
15. Нестеренко О.Н., Кашенцева Т.А. Соотношение полов в потомстве японских журавлей и стерхов в Питомнике Окского заповедника, Россия // Журавли Евразии (распространение, биология). 2021. Вып. 6. М.: Тов-во науч. изданий КМК, С. 523–533.
16. Мудрик Е.А., Кашенцева Т.А., Постельных К.А. и др. Соотношение полов в потомстве искусственной популяции стерха (*Grus leucogeranus* Pallas) // Генетика. 2015. Т. 51. № 12. С. 1439–1443. <http://doi.org/10.7868/S0016675815120085>

## Parity Ratio of Males and Females in Broods of the Demoiselle Crane *Anthropoides virgo* in Kalmykia and Buryatia

E. A. Mudrik<sup>a, b\*</sup>, E. I. Ilyashenko<sup>a, c</sup>, K. D. Kondrakova<sup>a, c</sup>, A. A. Abushin<sup>d</sup>,  
L. D. Bazarov<sup>e</sup>, Ts. Z. Dorzhiev<sup>f, g</sup>, D. V. Politov<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup>Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991 Russia

<sup>b</sup>All-Russian Research Institute for Environmental Protection, Moscow, 117628 Russia

<sup>c</sup>Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119011 Russia

<sup>d</sup>State Nature Biosphere Reserve "Chernye Zemli", Republic of Kalmykia, Komsomolsky, 359240 Russia

<sup>e</sup>Tunkinsky National Park, Republic of Buryatia, Kyren, 671010 Russia

<sup>f</sup>Buryat State University named after D. Banzarov, Ulan-Ude, 670000 Russia

<sup>g</sup>Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Ulan-Ude, 670047 Russia

\*e-mail: mudrik@vigg.ru

The offspring sex ratio of the Demoiselle crane (*Anthropoides virgo* Linnaeus, 1758) was analyzed in two remote breeding groups of the European (Republic of Kalmykia) and Asian (Republic of Buryatia) parts of the range in 2023. Using the molecular genetic marker EE0.6, the sex was determined in 46 chicks (24 males and 22 females) from 30 broods. In the total sample, the deviations from equal proportion of females and males were not significant (0.521,  $P = 0.092$ ). The sex ratio in each of the studied breeding groups also did not statistically differ from the parity, although males (0.650,  $P = 0.523$ ) prevailed in two-chick broods and in general in the offspring of the Demoiselle crane in Kalmykia (0.423,  $P = 0.781$ ), while females prevailed in two-chick broods and in general in the offspring of the Demoiselle crane in Buryatia (0.423,  $P = 0.781$ ). The obtained data support the strategy of reproduction of parity number of both sexes in the Demoiselle crane and may indirectly indicate that in this species the energy cost on raising males and females is equal, and the pressure of environmental conditions is not so strong to cause bias of the existing balance towards any sex.

**Keywords:** crane, sex ratio, molecular genetic sex determination, chick, EE0.6.