ГЕНЕТИКА, 2022, том 58, № 11, с. 1273–1279

ГЕНЕТИКА ЖИВОТНЫХ

УДК 575.18:598.241.2

СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ В ПОТОМСТВЕ МОНОГАМНОГО ВИДА ПТИЦ – КРАСАВКИ *Anthropoides virgo*

© 2022 г. Е. А. Мудрик[1, *], Е. И. Ильяшенко[2], К. А. Постельных[3], О. А. Горошко[4, 5], Д. В. Политов[1]

[1]Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва, 119991 Россия

[2]Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, 119011 Россия

[3]Питомник редких видов журавлей Окского государственного природного биосферного заповедника, Рязанская обл., Брыкин Бор, 391072 Россия

[4]Государственный природный биосферный заповедник "Даурский", Забайкальский край, Нижний Цасучей, 674495 Россия

[5]Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, Чита, 672014 Россия

*e-mail: mudrik@vigg.ru

Поступила в редакцию 16.05.2022 г.
После доработки 20.06.2022 г.
Принята к публикации 21.06.2022 г.

С использованием молекулярно-генетического маркера пола EE0.6 установлен пол 155 птенцов моногамного вида птиц – журавля красавки (*Anthropoides virgo* Linneaus, 1758) из азово-черноморской, прикаспийской, волго-уральской, зауральской, алтайской, хакасской и забайкальской гнездовых группировок. Показано, что полные выводки с двумя птенцами, представленными самцом и самкой, встречались чаще, чем выводки с двумя птенцами одного пола. Выводки, в которых оба птенца являлись самками, преобладали над выводками из двух птенцов-самцов, хотя различия были статистически незначимы. Всего из 155 птенцов определено 69 самцов и 86 самок. Из 112 птенцов в полных выводках самцами являлись 48 особей, самками – 64. Несмотря на тенденцию преобладания самок среди птенцов в общей выборке и в большинстве гнездовых группировок, соотношение самцов и самок в потомстве красавки в целом (0.445, $P = 0.181$) и в полных выводках (0.429, $P = 0.174$) было паритетным, что отражает адаптивную и репродуктивную стратегию этого моногамного вида птиц с большой продолжительностью жизни.

Ключевые слова: журавль, молекулярно-генетическое определение пола, самец, самка, птенец, выводок, гнездовая группировка, EE0.6.

DOI: 10.31857/S0016675822110078

Соотношение полов – важная характеристика популяционной демографии, системы скрещивания и адаптивной стратегии организмов, размножающихся половым путем. Согласно классической теории Фишера [1] равное количество самцов и самок в популяциях животных является оптимальным и поддерживается отбором, однако у многих видов могут наблюдаться сдвиги в равновесии полов на разных этапах их индивидуального развития. К птицам данная теория также применима со многими допущениями ввиду особенностей их физиологии и образа жизни [2]. Соотношение полов в потомстве птиц может смещаться в сторону преобладания самцов или самок при оплодотворении (первичное соотношение), на момент вылупления птенцов (вторичное соотношение) и при достижении ими половой зрелости (третичное соотношение) [3]. Первичное соотношение во многом зависит от массы тела и гормонального состояния организма матери [4–6] и выбора самкой наиболее перспективного партнера для размножения [7, 8]. Возраст, репродуктивный опыт, продолжительность жизни, степень биологического родства, энергетические затраты родителей и условия среды определяют вторичное соотношение полов у птиц [9, 10]. Третичное соотношение непосредственно обусловлено смертностью половозрелых особей и не связано с первичным и вторичным соотношениями [11]. В целом соотношение взрослых самцов и самок у позвоночных животных с генетической детерминацией пола имеет тенденцию к преобладанию гомогаметного пола (которым у птиц являются самцы) из-за возможной экспрессии вредных рецессивных генов у гетерогаметных особей (в случае с птицами – у самок) [10, 12–14].

Отклонения в первичном и вторичном соотношениях полов чаще всего встречаются у полигамных видов птиц с большими кладками яиц [10]. Однако феномен управления и регулирования пола потомства родителями описан у многих видов птиц [15–17]. Представители всех видов журавлей являются моногамными птицами с большой продолжительностью жизни и репродуктивного периода, у которых заботу о потомстве выполняют оба родителя. Как правило, у таких видов соотношение полов в потомстве должно быть близким к равному [10], однако экспериментальные данные для природных популяций журавлей по этому вопросу отсутствуют.

Красавка (*Anthropoides virgo* Linneaus, 1758) – это мигрирующий вид журавлей, размножающийся в степной и полупустынной зонах Евразии от юга Украины до севера Китая, мировая численность которого постепенно снижается [18, 19]. Гнездовая часть ареала красавки в Европе в основном находится на территории России, где выделяют азово-черноморскую, прикаспийскую и волго-уральскую группировки [20]. Азиатская часть гнездового ареала значительно больше европейской и преимущественно расположена в Казахстане, Монголии и Китае, а северная граница распространения вида проходит по южным рубежам России – от Зауралья через Южную Сибирь до Прибайкалья и Забайкалья. В России красавка занесена в Красную книгу как сокращающийся в численности и распространении вид [19]. Выделение гнездовых группировок в азиатской части ареала в соответствии с описанием их пролетных путей не завершено, на российской территории к настоящему времени выделяются зауральская, алтайская, хакасская и забайкальская группировки [21]. Как и у других видов журавлей, кладка красавки состоит из двух яиц. Птенцовая конкуренция у красавок отсутствует, поэтому оба потомка имеют шансы выжить и достичь репродуктивного возраста. При анализе репродуктивной стратегии и системы скрещивания видов очень важны знания о механизмах поддержания оптимального соотношения полов, что является необходимым для сохранения высокой эффективной численности популяций [22].

Цель работы – анализ соотношения полов в потомстве красавки в природе в разных гнездовых группировках на основе молекулярно-генетического определения пола.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Биологический материал

В качестве биологического материала использовали растущие покровные перья из оперения груди у отловленных ручным способом птенцов красавки 14–40-дневного возраста, в котором они еще не обладают способностью к полету. Материал был собран от 155 птенцов в ходе собственных экспедиций в места гнездования красавки азово-черноморской, прикаспийской, волго-уральской, зауральской, алтайской, хакасской и забайкальской группировок в течение трех сезонов размножения 2017–2019 гг. Количество проанализированных выводков и птенцов из каждой гнездовой группировки дано в табл. 1. Отлов птенцов, забор биоматериала (1–2 пера от особи) и последующий выпуск птенцов в природу проводили в соответствии с разрешениями Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) № 104, 105 и 106 от 2017 г.; № 52 и 56 от 2018 г.; № 9 и 60 от 2019 г. Растущие перья помещали в пробирки 1.5 мл типа Эппендорф с 95%-ным этанолом или раствором Лонгмайра [23], которые хранились при комнатной температуре до момента их транспортировки в лабораторию, а затем в морозильной камере на –20°C.

Выделение ДНК и молекулярно-генетическое определение пола

Экстракцию ДНК из растущих перьев осуществляли с помощью наборов для выделения ДНК DIAtom™ DNAPrep100 Kit (ООО “Лаборатория Изоген”, Россия) и К-сорб (НПК “Синтол”, Россия) по протоколам производителей. Полученную геномную ДНК использовали для последующей ПЦР-амплификации сцепленной с полом последовательности W-хромосомы EE0.6 [24] с применением комбинации праймеров AWS05/NRD4 (5'-CACCCTGGATTGGACAACCTATTTC-3'; 5'-TCAGAGCACTCTTTCCAGGAA-3') и SINT-F/SINT-R (5'-TAGGCTGCAGAATACAGCAT-3'; 5'-TTGTGCAGTTCTAGTCCATA-3') [25], протестированной нами ранее на красавках [26, 27]. Для проведения ПЦР использовали набор реагентов GenPak® PCR Core (ООО “Лаборатория Изоген”) и ДНК-амплификатор Dyad Peltier Thermal Cycler (Bio-Rad, США). ПЦР-амплификация включала первичную денатурацию при 94°C – 5 мин; 30 циклов, состоящих из денатурации при 94°C – 50 с, отжига праймеров при 57°C – 50 с и элонгации при 72°C – 50 с; и финальную элонгацию при 72°C – 10 мин. Продукты амплификации идентифицировали путем электрофоретического разделения в 1.5%-ном агарозном геле в буферной системе TAE с последующим окрашиванием геля бромистым этидием и визуализацией в ультрафиолетовом свете с помощью системы гель-документации Kodak Edas 290 (США). В электрофоретическом профиле самцов на геле идентифицировали один фрагмент ДНК размером 150 пн, самок – два фрагмента ДНК размерами 150 и 300 пн [26, 28]. В качестве маркера длин фрагментов ДНК использовали 1 Kb ДНК-маркер (ООО “СибЭнзайм”, Россия).

Таблица 1. Количество неполных и полных выводков, а также общее количество изученных птенцов в разных гнездовых группировках красавки (*Anthropoides virgo*)

Выводки	Гнездовые группировки							Всего
	азово-черноморская	прикаспийская	волго-уральская	зауральская	алтайская	хакасская	забайкальская	
Один самец	2	12	2	1	1	1	2	21
Одна самка	4	9	2	4	1	–	2	22
Два самца	2	3	2	–	–	–	1	8
Две самки	3	8	–	2	1	1	1	16
Самец и самка	4	9	10	1	2	2	4	32
Количество выводков	15	41	16	8	5	4	10	**99**
Количество птенцов	24	61	28	11	8	7	16	**155**

Статистический анализ

Соотношение полов среди всех птенцов определяли как долю самцов по отношению к общему количеству птенцов [29] в потомстве разных гнездовых группировок и в целом в популяции красавки. Соотношение полов в выводках определяли как долю самцов в полных выводках, представленных двумя птенцами. Сравнение выборок самцов и самок осуществляли с помощью точного теста Фишера для выборок малого размера с нуль-гипотезой о соотношении полов 1 : 1; расчеты проводили в модуле COMPARE2 программы WINPEPI [30].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 99 проанализированных выводков красавки в семи гнездовых группировках 56 выводков были полными (т.е. с двумя птенцами) и 43 выводка состояли из одного птенца (табл. 1). Количество выводков, в которых единственный птенец был самцом или самкой, как в каждой гнездовой группировке, так и во всей популяции (21 и 22 выводка с самцами и самками соответственно) достоверно не отличалось от паритетного (0.488, $P = 0.585$ в целом в популяции). В 56 полных выводках разнополые выводки (32) недостоверно преобладали над однополыми (24). Полных однополых выводков с двумя самками (16) было вдвое больше, чем с двумя самцами (8), что, однако, также статистически незначимо.

В потомстве волго-уральской группировки определено больше самцов (16), чем самок (12); в забайкальской выборке было поровну птенцов обоих полов (8 : 8), во всех остальных гнездовых группировках в потомстве преобладали самки (табл. 2). Однако все отклонения не были статистически достоверными ни в одной из выборок (табл. 3). Соответственно это относится и ко всей популяции, где из 155 птенцов определено 69 самцов и 86 самок (соотношение полов составило 0.445, $P = 0.181$). В полных выводках соотношение полов в разных гнездовых группировках и в целом в популяции сохраняло те же тенденции, что и во всем потомстве. Из 112 птенцов в полных выводках определено 48 самцов и 64 самки, соотношение полов варьировало в разных гнездовых группировках от 0.167 (зауральская) до 0.5 (забайкальская) и для всей популяции составило 0.429, $P = 0.174$, но также без статистической поддержки.

ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку материал был получен из разных гнездовых группировок красавки в течение трех лет (2017–2019 гг.), мы не сравнивали непосредственно половой состав потомства этих гнездовых группировок между собой. Нашей задачей было оценить соотношение полов в потомстве красавки в природе, особенно в полных выводках, не испытавших действия отбора, на впервые собранном уникальном материале в разных частях ареала этого вида. Полученные данные о равном соотношении самцов и самок в полных выводках и в целом в потомстве красавок в разных гнездовых группировках указывают на то, что для этих моногамных видов птиц с большой продолжительностью жизни и заботой о потомках обоими родителями воспроизводство разнополых выводков является наиболее адаптивной репродуктивной стратегией. Однако не исключено, что

Таблица 2. Половой состав выводков красавки (*Anthropoides virgo*) в разных гнездовых группировках

Пол	Количество выводков с				Общее количество птенцов
	одним птенцом	двумя самцами	двумя самками	самцом и самкой	
азово-черноморская					
Самец	2	4	–	4	10
Самка	4	–	6	4	14
Всего					**24**
прикаспийская					
Самец	12	6	–	9	27
Самка	9	–	16	9	34
Всего					**61**
волго-уральская					
Самец	2	4	–	10	16
Самка	2	–	–	10	12
Всего					**28**
зауральская					
Самец	1	–	–	1	2
Самка	4	–	4	1	9
Всего					**11**
алтайская					
Самец	1	–	–	2	3
Самка	1	–	2	2	5
Всего					**8**
хакасская					
Самец	1			2	3
Самка			2	2	4
Всего					**7**
забайкальская					
Самец	2	2		4	8
Самка	2		2	4	8
Всего					**16**

Таблица 3. Соотношение полов среди всех птенцов и в полных выводках в потомстве красавки (*Anthropoides virgo*) в разных гнездовых группировках и в целом в популяции

Гнездовая группировка	Общее количество птенцов	Соотношение полов среди всех птенцов	*P*	Количество птенцов в полных выводках	Соотношение полов в полных выводках	*P*
азово-черноморская	24	0.417	0.386	18	0.444	0.500
прикаспийская	61	0.443	0.358	40	0.375	0.184
волго-уральская	28	0.571	0.395	24	0.583	0.386
зауральская	11	0.182	0.181	6	0.167	0.273
алтайская	8	0.375	0.500	6	0.333	0.500
хакасская	7	0.429	0.704	6	0.333	0.500
забайкальская	16	0.500	0.638	12	0.500	0.658
вся популяция	**155**	**0.445**	0.181	**112**	**0.429**	0.174

Примечание. *P* – вероятность значения точного теста Фишера.

тенденция к преобладанию самок, хоть и статистически незначимая, но регулярно наблюдаемая в большинстве гнездовых группировок и в целом в популяции, может являться косвенным ответом на ухудшение условий окружающей среды. Это согласуется с гипотезой Трайверса–Вилларда [31], по которой в неблагоприятных условиях родители минимизируют свои усилия на выращивание потомства путем воспроизводства энергетически менее затратного пола, каковым в большинстве случаев являются самки – более адаптированные и нуждающиеся в меньшем количестве корма, чем самцы. В благоприятные годы популяция стремится восполнить более ресурсозатратный и уязвимый пол, соответственно для большинства видов, в том числе журавлей, это самцы. У красавки условия для гнездования во всей европейской части ареала и в России в целом неуклонно ухудшаются из-за аридизации, олуговения и распашки степей, возрастания рекреационной нагрузки, пожаров и других природных и антропогенных факторов, что приводит к общему снижению численности и воспроизводства вида [19]. Вместе с тем ресурсозатратность на выращивание потомства может быть обусловлена не только внешними условиями, но и возможностями самих родителей. Есть примеры того, что у долгоживущих моногамных видов птиц молодые неопытные родители, так же как и старовозрастные, производят больше самок, менее требовательных к качеству питания и заботе, чем самцы, тогда как в потомстве опытных родителей среднего репродуктивного возраста преобладает более энергетически затратный пол – самцы [32].

Процессы регулирования пола потомства, осуществляемые родителями в природе (в случае птиц – именно самками, являющимися гетерогаметным полом), вероятно, происходят и при разведении птиц в искусственно созданных условиях. За многолетний период наблюдений в потомстве японских журавлей (*Grus japonensis*) в Питомнике редких видов журавлей Окского заповедника отмечено преобладание самок [33, 34], а в потомстве стерха (*Leucogeranus leucogeranus*) – равное соотношение обоих полов [34, 35]. Потомство искусственной популяции красавки не столь репрезентативно для обобщений, однако по нашим данным среди 22 птенцов и эмбрионов, которые были получены от одной самки красавки за 18 лет размножения в питомнике, определено 7 самок и 15 самцов. Красавки более толерантны к человеку по сравнению с другими видами журавлей и, возможно, для этой самки условия для воспроизводства и выращивания самцов были достаточно комфортными. Таким образом, проблема соотношения полов потомства журавлей в зависимости от разных факторов нуждается в дальнейшем изучении на репрезентативном биологическом материале, однако к настоящему времени мы можем резюмировать, что у красавки в природе адаптивным является воспроизводство равного количества самцов и самок.

Авторы благодарят Ю.Н. Арылова, И.П. Арюлину, С.Б. Бальжимаеву, Р.В. Бахтина, В.П. Белика, А.Я. Бондарева, А.Г. Гринько, Е.В. Гугуеву, Г.С. Джамирзоева, В.Ю. Ильяшенко, В.Г. Калмыкова, Г.А. Калмыкову, М.В. Корепова, К.М. Куниева, В.М. Михайловского, Г.Н. Москова, И.В. Санникову, Т.В. Селезневу, А.И. Урусову, В.В. Шуркину, А.Л. Эбеля, а также сотрудников государственных природных заповедников “Дагестанский”, “Даурский”, “Черные земли” и “Хакасский” за помощь и содействие в проведении полевых работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-04-01287, а также в рамках Государственного задания 0112-2019-0001.

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Fisher R.A.* The Genetical Theory of Natural Selection. Clarendon. Oxford, 1930.
2. *Komdeur J., Pen I.* Adaptive sex allocation in birds: The complexities of linking theory and practice // Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci. 2002. V. 357. № 1419. P. 373–380. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0927
3. *Mayr E.* The sex ratio in wild birds // Am. Nat. 1939. V. 73. № 745. P. 156–179. https://www.jstor.org/stable/2457422
4. *Alonso-Alvarez C.* Manipulation of primary sex-ratio: an updated review // Avian Poult. Biol. Rev. 2006. V. 17. № 1. P. 1–20. https://doi.org/10.3184/147020606783437930
5. *Goerlich-Jansson V.C., Muller M.S., Groothuis T.G.G.* Manipulation of primary sex ratio in birds: Lessons from the Homing Pigeon (*Columba livia domestica*) // Integr. Comp. Biol. 2013. V. 53. № 6. P. 902–912. https://doi.org/10.1093/icb/ict056
6. *Pike T.W., Petrie M.* Maternal body condition and plasma hormones affect offspring sex ratio in peafowl // Anim. Behav. 2005. V. 70. P. 745–751. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.12.020
7. *Pike T.W., Petrie M.* Offspring sex ratio is related to paternal train elaboration and yolk corticosterone in peafowl // Biol. Lett. 2005. V. 1. № 2. P. 204–207. https://doi.org/10.1098/rsbl.2005.0295
8. *Pryke S.R., Griffith S.C.* Genetic incompatibility drives sex allocation and maternal investment in a polymorphic finch // Science. 2009. V. 323. № 5921. P. 1605–1607. https://doi.org/10.1126/science.1168928

9. *Clutton-Brock T.* Sex ratio variation in birds // Ibis. 1986. V. 128. № 3. P. 317–329. https://doi.org/10.1086/280824
10. *Donald P.F.* Adult sex ratios in wild bird populations // Ibis. 2007. V. 149. № 4. P. 671–692. https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00724.x
11. *Szekely T., Liker A., Freckleton R.P. et al.* Sex-biased survival predicts adult sex ratio variation in wild birds // Proc. R. Soc. B: Biol. Sci. 2014. V. 281. 20140342. https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0342
12. *Liker A., Székely T.* Mortality costs of sexual selection and parental care in natural populations of birds // Evolution. 2005. V. 59. № 4. P. 890–897. https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2005.tb01762.x
13. *Pipoly I., Bókony V., Kirkpatrick M. et al.* The genetic sex-determination system predicts adult sex ratios in tetrapods // Nature. 2015. V. 527. № 7576. P. 91–94. https://doi.org/10.1038/nature15380
14. *Паевский В.* Половая структура и поло-специфическая выживаемость в популяциях птиц (обзор) // Журн. общ. биологии. 2020. Т. 81. № 4. С. 272–284. https://doi.org/10.31857/S0044459620040077
15. *Hasselquist D., Kempenaers B.* Parental care and adaptive brood sex ratio manipulation in birds // Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci. 2002. V. 357. № 1419. P. 363–372. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0924
16. *Szász E., Kiss D., Rosivall B.* Sex ratio adjustment in birds // Ornis Hungarica. 2012. V. 20. № 1. P. 26–36.
17. *Нестеренко О.Н.* Возможность манипулирования соотношением полов потомства птиц // Науч. исследования в зоологических парках. 2019. № 34. С. 82–93.
18. Crane Conservation Strategy / Eds Mirande C.M., Harris J.T. Baraboo, Wisconsin, USA: Intern. Crane Foundation, 2019. 454 p.
19. *Ильяшенко Е.И.* Журавль-красавка // Красная книга Российской Федерации. Животные. 2-е изд. М.: ФГБУ ВНИИ "Экология", 2021. С. 689–691.
20. *Белик В.П., Гугуева Е.В., Ветров В.В., Милобог Ю.В.* Красавка в Северо-Западном Прикаспии: распространение, численность, успешность размножения // Журавли Евразии (биология, распространение, миграции, управление). 2011. Вып. 4. С. 157–174.
21. *Ильяшенко Е.И., Мудрик Е.А., Андрющенко Ю.А. и др.* Миграции красавки (*Anthropoides virgo*, Gruiformes): дистанционное слежение на путях пролета и зимовках // Зоол. журн. 2021. Т. 100. № 9. С. 1028–1054. https://doi.org/10.31857/S0044513421070059
22. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях. 3-е изд. М.: Академкнига, 2003. 431 с.
23. *Longmire J.L., Lewis A.K., Brown N.C. et al.* Isolation and molecular characterization of a highly polymorphic centromeric tandemrepeat in the family Falconidae // Genomics. 1988. V 2. P. 14–24.
24. *Ogawa A., Solovei I., Hutchison N. et al.* Molecular characterization and cytological mapping of a non-repetitive DNA sequence region from the W chromosome of chicken and its use as a universal probe for sexing Carinatae birds // Chromosome Res. 1997. V. 5. P. 93–101. https://doi.org/10.1023/A:1018461906913
25. *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.
26. *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
27. *Мудрик Е.А., Ильяшенко Е.И., Джамирзоев Г.С. и др.* Соотношение полов у птенцов красавок (*Anthropoides virgo* Linneaus, 1758) прикаспийской гнездовой группировки // Генетика. 2018. Т. 54. Приложение. С. S54–S57. https://doi.org/10.1134/S0016675818130143
28. *Мудрик Е.А., Кашенцева Т.А., Гамбург Е.А. и др.* Неинвазивный метод идентификации пола птенцов журавлей по ДНК из капиллярных сосудов аллантоиса // Онтогенез. 2013. Т. 44. № 5. С. 372–376. https://doi.org/10.7868/S0475145013050054
29. *Wilson K., Hardy I.C.* Statistical analysis of sex ratios: an introduction // Sex Ratios: Concepts and Research Methods. Cambridge Univ. Press, 2002. P. 48–92. https://doi.org/10.1017/CBO9780511542053.004
30. *Abramson J.H.* WINPEPI updated: Computer programs for epidemiologists, and their teaching potential DOI org/10.1186/1742-5573-8-1 // Epidemiol. Perspect. Innov. 2011. V. 8. № 1. P. 1–9. http://www.epiperspectives.com/content/8/1/1
31. *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
32. *Weimerskirch H., Lallemand J., Martin J.* Population sex ratio variation in a monogamous long-lived bird, the wandering albatross // J. Anim. Ecol. 2005. V. 74. № 2. P. 285–291. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2004.00922.x
33. *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.
34. *Нестеренко О.Н., Кашенцева Т.А.* Соотношение полов в потомстве японских журавлей и стерхов в Питомнике Окского заповедника, Россия // Журавли Евразии (распространение, биология). Вып. 6. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2021. С. 523–533.
35. *Мудрик Е.А., Кашенцева Т.А., Постельных К.А. и др.* Соотношение полов в потомстве искусственной популяции стерха (*Grus leucogeranus* Pallas) // Генетика. 2015. V. 51. № 12. P. 1439–1443. https://doi.org/10.7868/S0016675815120085

Offspring Sex Ratio in the Monogamous Bird Species – Demoiselle Crane *Anthropoides virgo*

E. A. Mudrik[a, *], E. I. Ilyashenko[b], K. A. Postelnykh[c], O. A. Goroshko[d, e], and D. V. Politov[a]

[a] *Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991 Russia*
[b] *Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
[c] *Oka Crane Breeding Center, Oka State Nature Biosphere Reserve, Brykin Bor, Russia*
[d] *Daursky State Nature Biosphere Reserve, Nizhny Tsasuchey, Russia*
[e] *Institute of Nature Resources, Ecology and Cryology, Russian Academy of Sciences, Chita, Russia*
**e-mail: mudrik@vigg.ru*

Using the molecular genetic sex marker EE0.6 the gender of 155 chicks of the monogamous species of birds – Demoiselle Crane (*Anthropoides virgo* Linneaus, 1758) from the Azov-Black Sea, Caspian, Volga-Ural, Trans-Ural, Altai, Khakass and Transbaikal breeding groups was determinated. It has been shown that complete broods with two chicks represented by a male and a female were more frequent than broods with two chicks of the same sex. Two-female chick broods prevailed over two-male chick broods, although the differences were not statistically significant. Totally, out of 155 chicks, 69 males and 86 females were identified. Out of 112 chicks in complete broods, 48 individuals were males, and 64 were females. Despite the tendency for females predominance in the total population and in most breeding groups, the ratio of males and females in the Demoiselle Crane in general (0.445, $P = 0.181$) and in complete broods (0.429, $P = 0.174$) was parity, which reflects the adaptive and reproductive strategy of this monogamous long-lived bird.

Keywords: crane, molecular genetic sexing, male, female, chick, brood, breeding group, EE0.6.