

MORPHOMETRIC FORMULA FOR FIELD DETERMINATION OF THE SEX OF STEPPE EAGLE (*AQUILA NIPALENSIS*) NESTLINGS IN ALTAI-SAYAN REGION

Andreyenkova N.G. (Institute of Molecular and Cellular Biology SB RAS, Novosibirsk, Russia)

Shalnova M.A. (Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia)

Karyakin I.V., Shnayder E.P. (Russian Raptor Research and Conservation Network; Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia)

Contact:

Natalya Andreyenkova
anata@mcb.nsc.ru

Maria Shalnova
shalnovamasha@gmail.com

Igor Karyakin
ikar_research@mail.ru

Elena Shnayder
equ001@gmail.com

Recommended citation: Andreyenkova N.G., Shalnova M.A., Karyakin I.V., Shnayder E.P. Morphometric Formula for Field Determination of the Sex of Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) Nestlings in Altai-Sayan Region. – Raptors Conservation. 2023. S2: 273–276. DOI: 10.19074/1814-8654-2023-2-273-276 URL: <http://rrrcn.ru/en/archives/35073>

Rapid sex determination of Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) nestlings without laboratory diagnostics is necessary for a variety of tasks. When working directly on a nest, it is important to know the sex of nestlings during population monitoring, ringing and tagging with GPS transmitters. Sex determination is also necessary when working with sick and injured birds, in rehabilitation centers, which do not always have the opportunity and time for genetic analysis. Experienced ornithologists in most cases can quite accurately determine the sex of nestling by eye, but this does not always work, and not all researchers have sufficient experience.

The Steppe Eagle has a noticeable sexual dimorphism in size, which is well manifested even in 45-day-old nestlings. However, the size ranges of females and males overlap greatly, so one cannot reliably determine sex simply by measuring any one part of the bird's body. We have developed morphometric discriminant formulas that allow us to determine with high accuracy the sex of a Steppe Eagle nestlings in Altai-Sayan region, using the size of the tarsus, claws, beak, and tail feathers. The formulas were obtained based on measurements of ($n=52$) 55–65-day-old nestlings (25 males and 27 females) born in 2019. The nestling sex was determined genetically by amplification of the CHD1 gene intron, which has different length in Z and W sex chromosomes of most bird species. We analyzed relationship between various morphometric characteristics of the nestling and its sex and obtained formulas that correctly determine the sex of 51 out of 52 nestlings in the initial sample and 32 out of 33 nestlings in the test sample (born in 2021).

Our discriminant formulas use both direct measurement values and ratios of different

measurements to each other. In order to obtain the best formula, we altered the set of variables used and eventually chose several formulas that show the best results. These formulas can be used simultaneously to improve the accuracy of the determination. Despite the fact that the size of the tarsus, claws and beak in 55–65 day old nestlings is already quite stable, and the length of the feathers changes quickly, the formula obtained using the length of the tail gave better results than without using it.

Statistical analysis showed that females and males of the Steppe Eagle have the most significant differences in tarsus diameter: it is, on average, larger in females. Differences are already noticeable in 45-day-old nestlings, whose paws almost reach the size of those of an adult bird. Moreover, the longitudinal and transverse tarsus diameters weakly correlate with each other and even more weakly with the sizes of beak, claws, and feathers, but they correlate with sex more than other measurements. This is what makes it possible to determine the sex of nestlings in the nest with a fairly high accuracy. However, analysis of nestlings born in 2022, when the depression of pika population led to a severe shortage of food for the Steppe Eagles, shows that with severe underfeeding and a lack of subcutaneous fat, female tarsus turn out to be abnormally thin, and the formula often incorrectly identifies such nestlings as males. Therefore, we developed a separate formula for determining the sex of nestlings with obvious lack of mass, which in turn less accurately determines the sex of normal nestlings. Thus, when using morphometry to determine sex, it is necessary to take into account the body condition of the nestling.

The study was supported by the Basic Research Program FWGZ-2021-0014.

РАЗРАБОТКА МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПОЛЕВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА ПТЕНЦОВ СТЕПНОГО ОРЛА (*AQUILA NIPALENSIS*) В АЛТАЕ-САЯНСКОМ РЕГИОНЕ

Андреенкова Н.Г. (Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Новосибирск, Россия)

Шальнова М.А. (Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия)

Карякин И.В., Шнайдер Е.П. (Российская сеть изучения и охраны пернатых хищников; ООО «Сибэкоцентр», Новосибирск, Россия)

Контакт:

Наталья Андреенкова
anata@mc.b.nsc.ru

Мария Шальнова
shalnovamasha@gmail.com

Игорь Карякин
ikar_research@mail.ru

Елена Шнайдер
equ001@gmail.com

Measurement of the
Steppe Eagle (*Aquila
nipalensis*): width of the
mouth – at the left, length
of the hind talon – at the
right.

Photos by L. Zinevich
and P. Mestri.

Измерение степ-
ного орла (*Aquila
nipalensis*): ширина
(разрез) рта – слева,
длина заднего когтя –
справа.

Фото Л. Зиневич и
П. Местри.

Дала қыранынын
(*Aquila nipalensis*) өл-
шемін алу: аузының ені
(қимасы) – сол жақта,
артқы тырнақтың
ұзындығы – оң жақта.
Л. Зиневич пен
П. Местридің фотосы.

Рекомендуемая цитата: Андреенкова Н.Г., Шальнова М.А., Карякин И.В., Шнайдер Е.П. Разработка морфометрической формулы для полевого определения пола птенцов степного орла (*Aquila nipalensis*) в Алтае-Саянском регионе. – Пернатые хищники и их охрана. 2023. Спецвып. 2. С. 273–276. DOI: 10.19074/1814-8654-2023-2-273-276 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/35073>

Быстрое определение пола птенцов степного орла (*Aquila nipalensis*) без лабораторной диагностики необходимо для самых разных задач. При работе непосредственно на гнезде пол птенца важно знать в ходе мониторинга состава популяции, при кольцевании и при установке GPS-передатчиков. Определение пола также бывает необходимо при работе с больными и ранеными птицами, в центрах реабилитации, которые далеко не всегда располагают возможностями и временем для генетического анализа. Опытные орнитологи в большинстве случаев довольно точно определяют пол птенцов на глаз, однако это не всегда работает, да и не все исследователи обладают достаточным опытом.

У степного орла существует заметный половой диморфизм по размерам, который хорошо проявляется даже у птенцов 45-дневного возраста. Однако диапазоны размеров самок и самцов сильно перекрываются, поэтому нельзя достоверно определить пол, просто измерив какую-то одну часть тела птицы.

Мы разработали морфометрические дискриминантные формулы, которые позволяют с высокой достоверностью определить пол птенца степного орла из популяции Алтае-Саянского региона, используя размеры цевки, когтей, клюва и рулевых перьев. Формулы были получены на основе измерений 52 птенцов (25 самцов и 27 самок) в возрасте 55–65 дней 2019 года рождения. Пол птенцов определялся генетически с помощью амплификации интрона гена CHD1, длина которого различается на половых хромосомах Z и W большинства видов птиц. Мы проанализировали зависимость между различными морфометрическими характеристиками птенца и его полом и получили формулы, которые правильно определяют пол 51 из 52 птенцов исходной выборки и 32 из 33 птенцов проверочной выборки (2021 года рождения).

Наши дискриминантные формулы используют как значения прямых измерений, так и отношения разных величин друг к другу. Для того чтобы получить наилучшую формулу, мы варьировали набор используемых переменных и в итоге выбрали несколько формул, которые показывают наилучшие результаты. Эти формулы можно использовать одновременно для повышения точности определения. Несмотря на то, что размеры цевки, когтей и клюва у птенцов 55–65 дней уже достаточно стабильны, а длина перьев очень быстро меняется, формула, полученная с использованием длины хвоста, давала лучшие результаты, чем без её использования.

Оказалось, что самки и самцы степного орла имеют наиболее значимые



различия в диаметре цевки: у самок он, в среднем, больше. Различия заметны уже у 45-дневных птенцов, лапы которых практически достигают размеров лап взрослой птицы. Причем продольный и поперечный диаметры цевки слабо коррелируют друг с другом, ещё более слабо – с размерами клюва, ногтей и перьев, но при этом более других измерений коррелируют с полом. Именно это позволяет определять пол птенцов в гнезде с достаточно высокой точностью. Однако, исследуя выборку птенцов 2022 года рождения, когда депрессия пищи привела к сильному дефициту корма для степных орлов, мы обнаружили,

что при жёстком недокорме и недостатке подкожного жира цевки самок оказываются ненормально худыми, и формула часто неправильно определяет таких птенцов как самцов. Поэтому мы разработали отдельную формулу для определения пола птенцов с явным недостатком массы, которая, в свою очередь, менее точно определяет пол нормальных птенцов. Таким образом, при использовании морфометрии для определения пола, нужно обязательно учитывать индекс упитанности птенца.

Исследование поддержано программой фундаментальных научных исследований FWGZ-2021-0014.

АЛТАЙ-САЯН АЙМАҒЫНДА ДАЛА ҚЫРАНЫ (*AQUILA NIPALENSIS*) БАЛАПАНДАРЫНЫҢ ЖЫНЫСЫН ДАЛАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА АНЫҚТАУ ҮШІН МОРФОМЕТРЛІК ФОРМУЛА ДАЙЫНДАУ

Андреевкова Н.Г. (Молекулярлық және жасушалық биология институты PFA СБ, Новосибирск, Ресей)

Шальнова М.А. (Новосибирск мемлекеттік университеті, Новосибирск, Ресей)

Карякин И.В., Шнайдер Е.П. (Қанатты жыртқыштарды зерттеу және қорғау ресейлік желісі; «Сібір экологиялық орталығы» ЖШҚ, Новосибирск, Ресей)

Контакт:

Наталья Андреевкова
anata@mcb.nsc.ru

Мария Шальнова
shalnovamasha@gmail.com

Игорь Карякин
ikar_research@mail.ru

Елена Шнайдер
equ001@gmail.com

Ұсынылатын дәйексөз: Андреевкова Н.Г., Шальнова М.А., Карякин И.В., Шнайдер Е.П. Алтай-Саян аймағында дала қыраны (*Aquila nipalensis*) балапандарының жынысын далалық жағдайда анықтау үшін морфометрлік формула дайындау. – Пернатые хищники и их охрана. 2023. Спецвып. 2. С. 273–276. DOI: 10.19074/1814-8654-2023-2-273-276 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/35073>

Зертханалық диагностика жасамай дала қыраны (*Aquila nipalensis*) балапанының жынысын анықтау сан қилы мақсаттарға қажет. Тікелей вьмен эрекетке түскенде популяция құрамын бақылау, сақиналау және GPS құрылғыны орнату кезінде балапан жынысын білу аса маңызды. Сонымен бірге жынысты анықтау ауру және жарақат кустармен жұмыс істегенде, генетикалық талдауға кейде мүмкіншілігі де, уақыты да тығыз болатын оналту орталықтарында да қажет. Тәжірибелі орнитологтар көп жағдайда балапан жынысын бір қарағаннан нақты анықтайды, алайда эркез сәтті анықтау мүмкін емес, оның үстіне зерттеушілердің бәрі түгел мол тәжірибелі бола бермейді.

Дала қыранында айқын жыныс диморфизмі бар, мөлшері бойынша тіпті 45-күндік балапанда да анық байқалады. Аналық пен аталықтардың көлемі

ауқымы да қатты өзгермелі, сондықтан күстын белгілі бір дене бөлігін өлшеу арқылы оның нақты жынысын анықтау мүмкін емес. Біз Алтай-Саян аймағындағы дала қыраны популяциясы балапанының жынысын анықтайтын морфометрлік дискриминанттық формулалар даярлап шығардық. Оған күстын жіліншігі, тырнағы, түмсығы және бағыттаушы қауырсынының мөлшері қолданылды. Бұл формулалар 2019 жылы туылған 55–65 күндік 52 (25 еркек и 27 ұрғашы) балапан мөлшерін өлшеу негізінде алынды. Балапан жынысы генетикалық түрғыда CHD1 генинің интроны амплификациясы арқылы анықталады. Бұл ген ұзындығы көп күс түрлерінде Z және W жыныстық хромосомасында айырылады. Біз балапанның түрлі морфометрлік сипаттамалары мен жынысы арасындағы байланыс-

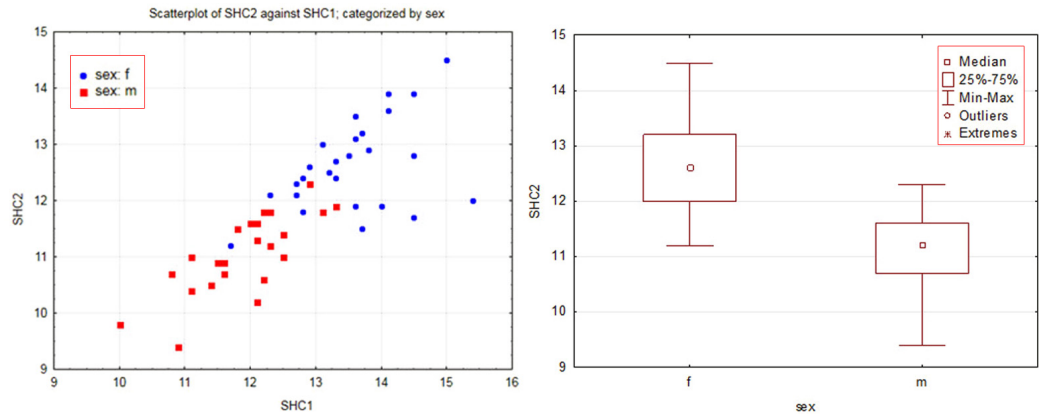


Fig. 1. Dependence of the longitudinal tarsus diameter (SHC2) on transverse tarsus diameter (SHC1) in Steppe Eagle nestlings (blue dots are females, red square are males) – at the left, and box plots of the distribution of longitudinal tarsus diameter in females and males nestlings of the steppe eagle (dots indicate the median values, whiskers are extreme 25% of values) – at the right.

Рис. 1. Зависимость продольного диаметра цевки (SHC2) от поперечного (SHC1) у птенцов степного орла (синие точки – самки, красные квадраты – самцы) – слева и диаграммы распределения продольного диаметра цевки у птенцов степного орла, отдельно для самок и самцов (точки – медианные значения, усы – крайние 25% значений) – справа.

1 сурет. Дала бүркітінін балапандарында (көк нүктелер – аналықтар, қызыл шаршылар – аталықтар) – жілініштің бойлық диаметрінің (SHC2) көлденен диаметріне (SHC1) тәуелділігі – сол жақта және дала қыранының балапандарында жілініштің бойлық диаметрінің таралу диаграммалары, аналықтары мен аталықтары үшін бөлек (нүктелер – орташа мәнгер, мұршиалар – мәнгердің шектен 25%-ы) – оң жақта.

Fig. 2. Sex determination of steppe eagles using PCR of the CHD1 gene intron. Males that carry two Z chromosomes produce one band, while females (Z and W chromosomes) produce two bands in gel electrophoresis.

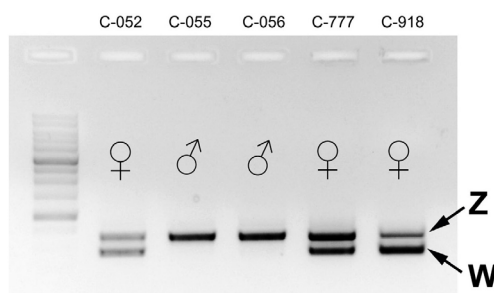
Рис. 2. Определение пола степных орлов с помощью ПЦР интрона гена CHD1. У самцов, которые несут две Z-хромосомы, получается один продукт, а у самок (Z- и W-хромосомы) – два продукта разного размера, которые легко отличаются при гелевой электрофорезе.

2 сурет. CHD1 генінің интронының ПТР көмегімен дала қырандарының жынысын анықтау. Екі Z хромосомасын тасымалдайтын аталықтар бір өнімді шығарады, ал аналықтар (Z және W хромосомалары) геледік электрофорез арқылы онай ажыратылатын әртүрлі мөлшердегі екі өнім шығарады.

ты талдадық және одан бастапқы іріктеуде 52 балапанның 51-і және тексеру іріктеуінде 33 балапанның 32-сінің (2021 жылы туылған) жынысын дәл анықтайтын формулалар алдық.

Біздің дискриминанттық формулалар тікелей өлшеу нәтижелерін, әрі түрлі шамалар қатынасын да қолданады. Ең тиімді формуланы шығару үшін, біз қолданыстағы ауыспалылар жинағын түрлендіріп отырдық және сонында ең үздік нәтиже берген бірнеше формуланы таңдадық. Бұл формулаларды анықтау дәлдігін арттыру үшін де қолдануға болады. 55–65 күндік балапандардың жілініші, тырнағы және түмсығы мөлшері айтарлықтай тұрақтанса да, қауырсын ұзындығы тез өзгеріп отырса да, құйрығының ұзындығын қолданбай алған формуладан гөрі, керісінше, оны қолдана отырып алған формула керемет нәтиже берді.

Аталық және аналық дала қырандары жілінішінің диаметрінде ерекше



айырмашылық бар екені анықталды: орташа есеппен аналықтарында жаппақтау. Табаны ересек құс табанының мөлшеріне жететін 45 күндік балапандарда-ақ айырмашылық байқалады. Сонымен қатар жілініштің бойлық және көлденен диаметрі өзара әлсіз байланысады, ал түмсығы, тырнағы және қауырсыны мөлшерімен одан да нашар қатынасады, алайда басқа өлшемдерде жыныспен өзара жақсы байланыста. Бұл ұядағы балапандардың жынысын өте жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Дегенмен, іріктелген 2022 жылы туылған балапандарды зерттей келе, кәдімгі шиқылдақтың тоқырауы дала қырандары азығының тапшылығына әкеп соғып, азықты жарытпай беруден және тері астындағы майдың кемдігінен аналықтарда жілініш әдеттен тыс жұқа болатынын анықтадық және формула көбінесе мұндай балапандарды аталық деп қате анықтайды. Сондықтан біз аз салмақты балапандардың жынысын анықтау үшін бөлек формула дайындадық, ол өз кезегінде қалыпты балапандардың жынысын аз дәлдікпен анықтайды. Түіндей келгенде, жынысты анықтау үшін морфометрияны қолданғанда міндетті түрде құстың семіздік көрсеткішін есепке алу қажет.

Зерттеуге FWGZ-2021-0014 іргелі ғылыми зерттеулер бағдарламасы қолдау көрсетті.