

ПРИРОДА

4 12



Газель и агамово яблоко



И.А.Володин, Е.В.Володина, Р.Фрай,
Н.В.Солдатова, Э.Т.Юлдашев



Чтобы стало понятно, насколько удивителен джейран, рассказ придется начать, как говорится, от Адама. Если он был первым человеком на Земле, то сотворенная из его ребра Ева — первым на свете ученым. Как настоящая ученый, она была неленива и любопытна. Результатами ее первого исследования (познания добра и зла) стали изгнание из рая и появление адамова яблока в горле мужа.

История с адамовым яблоком, можно сказать, продолжилась в 1778 г., когда член Санкт-Петербургской Императорской академии наук А.И.Пюльденштедт, возвратившись из своей экспедиции в Среднюю Азию, описал необычную зобатую газель, или джейрана (*Gazella subgutturosa*), с огромным кадыком у самца и маленьким — у самки [1]. Спустя два с половиной столетия нашу небольшую исследовательскую группу заинтериговало странное сходство анатомического строения гортани у газелей и людей. Гипотеза, объясняющая появление кадыка у газелей глотанием яблок казалась невероятной, к тому же в этом случае самцы газелей должны были глотать большие яблоки, а самки — маленькие! Правдоподобнее выглядела гипотеза о параллельной эволюции увеличенной гортани у джейранов и людей. Чтобы узнать, как же газель получила свой огромный зоб, мы решили исследовать поведение диких джейранов в природе.

Экоцентр «Джейран» и его газели

Местом исследования был выбран экоцентр «Джейран», раскинувшийся на 5126 га огороженной территории полупустыни в Бухарской обл. Узбекистана. На этой территории в разные годы обитало от 600 до



Илья Александрович Володин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории поведения животных кафедры зоологии позвоночных МГУ им.М.В.Ломоносова. Изучает социальное поведение млекопитающих и птиц, методы компьютерного анализа звукового и двигательного поведения, механизмы звукопродукции, биоакустический мониторинг популяций.



Елена Владимировна Володина, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела научных исследований Московского зоопарка. Область научных интересов — структура и функция звуков, индивидуальная и половая специфика криков.



Роланд Фрай, PhD, сотрудник Института биологии животных в природе и в неволе (Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Берлин, Германия). Специалист в области эволюционной морфологии и сравнительной анатомии, занимается изучением адаптаций вокального тракта млекопитающих под влиянием полового отбора, анатомии головы у копытных.



Наталья Васильевна Солдатова, заместитель директора по науке экоцентра «Джейран» (Узбекистан). Область научных интересов — поведение животных, биология размножения, сохранение редких видов.



Эркин Турабович Юлдашев, ветеринарный врач, директор экоцентра «Джейран» (Узбекистан). Занимается природоохранным менеджментом, ветеринарией копытных.

© Володин И.А., Володина Е.В., Фрай Р., Солдатова Н.В., Юлдашев Э.Т., 2012



Самец (слева) и самка джейрана на территории экоцентра «Джейран».

Утра под занавеской

Для изучения поведения джейранов нам понадобилось собрать специальное экспедиционное оборудование: видеокамеру высокого разрешения, позволяющую проводить съемку на дальней дистанции, бинокли и полевые дневники, чувствительные микрофоны и рекордеры. Рекордеры — это цифровые аналоги прежних пленочных и кассетных магнитофонов, записывающие звуки на карту памяти. Важное достоинство современных рекордеров — так называемый пререкординг, который позволяет записать не только те крики, что звучали после включения кнопки «запись», но и те, которые были до этого. Для записи звуков джейранов такой пререкординг длительностью хотя бы несколько секунд — вещь совершенно необходимая.

Джейраны чрезвычайно осторожны, и на открытых местах к ним не подобраться. Сделать видео- и аудиозаписи можно только на гонных участках, окруженных кустами. Приходить

надо было заранее, еще глубокой ночью, и дожидаться утра в полной тишине и неподвижности. Поэтому одним из важнейших компонентов экипировки наблюдателей стали маскировочные занавески. Такие занавески

были закуплены для всех участников экспедиции в отделе неликвидов большого магазина тканей. Невозмутимо выслушав пожелание купить занавески из ткани грязно-болотного цвета, из синтетики и самые дешевые,



Засохшие прошлогодние ферулы.



Маки в саксауловой роще.

продавщица принесла именно то, что было нам нужно.

Для записей звуков или видео очень важно изначально комфортно расположиться. Усесться удобно на стуле в заранее найденных подходящих зарослях кустов, как следует укрыться с головой и накрыть рюкзак. Сохранять неудобную позу в течение многих часов невозможно, а любые шевеления при попытке ее сменить приводят к тому, что включенные на запись суперчувствительные микрофоны задевают об одежду, создавая ужасный треск. Необходимо также быть очень тепло одетым. Пригодятся и рукавицы, и шапка типа «гангстер», закрывающая лицо. Иначе, ожидая пока газели закричат, можно замерзнуть и в результате демаскироваться.

Газели такжестораживают, если заметят устремленные на них глаза наблюдателя, и тогда для спасения ситуации приходится по много минут сохра-

нять полнейшую неподвижность, превратившись в немигающую статую. Если это не помогает, бывает ужасно досадно, что проведенные перед этим часы ночного замерзания были напрасны: ничего не удалось записать, и еще один драгоценный экспедиционный день, которых всегда по счету, прошел зря.

То, что звери заметили наблюдателя, становится понятно сразу, даже когда запись ведется из-под занавески на слух, чтобы не дать животным увидеть ваш взгляд. Потревоженное животное сразу не убегает, а останавливается и пристально смотрит на потенциальный источник опасности, издавая длинные серии фырков*.

Страшный враг охотника за голосами джейрана — фоновый

* Все видео- и аудиозаписи, сделанные во время наблюдений, можно найти на сайте http://www.bioacoustica.org/gallery/gallery_rus.html.

шум. Территория экоцентра обширна, но располагается между оживленным шоссе Каган—Караулбазар и железной дорогой. Сезон гона у джейранов — это как раз период уборки хлопка. На рассвете, когда джейраны начинают кричать, караваны тракторов с прицепами хлопка начинают свое движение по шоссе. В тихую безветренную погоду, которая, как правило, стоит в это время, шум от них разносится очень далеко и практически полностью перекрывает довольно тихие звуки джейранов. В результате для акустического анализа остается пригодным только то, что самцы прокричали в промежутках между проходом машин и поездов. Все записи делались при полном молчании наблюдателя, поскольку любой комментарий голосом мог испугать джейранов. А шум транспорта был для животных привычным и их не пугал.

Гон в богатые кормами годы

Как у многих видов африканских газелей, гонное поведение самцов джейрана может различаться от года к году в зависимости от доступности кормовых ресурсов. В удачные годы с многоснежной зимой и обильными весенними осадками выросшие весной травы служат пищей для джейранов в течение всего лета и осени. В такие годы гон проходит бурно. Взрослые самцы занимают богатые кормами участки и метят их гонными уборными (неглубокими ямками с пометом) и секретом предглазничной железы [3, 5]. В вольерах экоцентра самец Галамус, молчаливый и спокойный в мае, к осени начинал яростно бодать кусты и издавать раскатистые крики, которые адресовал самкам, самцам джейранов из соседней вольеры и заодно бухарскому барану, которого также считал своим соперником.

В период нашего исследования урожайным на растительность был 2009 г. Приехав в экоцентр в середине октября, мы прежде всего решили осмотреться и для этого еще затемно отправились на наблюдательную вышку, находящуюся в южной части экоцентра. Газелей видели много, они приходили со стороны горы на севере территории. Мимо вышки проходили одиночные самки, самки с детенышами, а также группы самцов и самок. Самцы часто преследовали самок, а те от них убегали. Всего за утро мы видели более 20 преследований с криками: самцы преследовали других самцов, а также самок. Через два часа после рассвета вокруг вышки бродило от 50 до 100 газелей, разрозненными группами от трех до семи-восьми животных. Одна из групп, из одного самца и примерно 20 самок, вероятно, представляла собой гарем, поскольку самец отгонял других самцов, когда они появлялись рядом. С вышки мы выбрали те участки, которые



Преследование самки территориальным самцом джейрана во время гона. Сверху вниз: самец преследует самку на близкой дистанции; затем начинает оттягивать гортань вниз и, оттянув ее, открывает рот и кричит (гонный рев).

предположительно были гонными территориями джейранов и где можно было попытаться записать звуки гонных самцов.

Территориальный самец, которого мы назвали его Джеком,

начинал кричать еще затемно и заканчивал примерно через час после рассвета. Джек часто перемещался по своей территории, так что нужно было некоторое возение, чтобы он закры-



На границе своих гонных территорий два взрослых самца джейрана выясняют, кто из них сильнее.

чал не слишком далеко от наблюдателя, хотя бы метрах в 50. Дистанцию до животных оценивали уже после выхода из укрытия, по расстоянию до гонной группы. Неожиданно увидев перед собой человека, животные не убегали, а удивленно стояли и смотрели, как он медленно снимает с себя кучу одежды, делает записи в дневник и, наконец, пакует все в огромный рюкзак. Только при подъеме в полный рост и передвижении человека газели начинали отбегать.

Иногда запись проводили на границе двух территориальных самцов. Соседом Джека был самец Джон. Серии криков были слышны то справа от одного самца, то слева от другого, но между собой они не взаимодействовали, гоня самок каждый на своей территории. Серии криков включали по 3—5 звуков и были разделены временными промежутками минут по 10. За утро от одного самца удавалось услышать около 10 серий криков. Однако самец мог кричать и вдали от наблюдателя, у противоположной границы своей территории, так что в целом его вокальная активность за утро была довольно высокой.

Из дневника наблюдателя за гонным поведением джейранов в богатом кормами 2009 году: *«22 октября — первый день очень активного гона. Вокруг вышки все в гонных ямках. Справа от дороги гоняются сразу несколько самцов; каждый на своей территории со своим гаремом. Людей боятся мало. В основном гоняют самок, а не дерутся друг с другом. Вокруг вышки стоит гул гонных звуков. Активные крики начинаются в предрассветных сумерках. Стихает гон примерно в 7:00, когда джейраны отходят подальше от территорий, где гоняют самок, где все изрыто от их пробежек и нет еды, к тем местам, где есть кормовые растения».*

Гонные участки территориальных самцов были довольно большими и занимали по меньшей мере несколько гектаров. Богатые кормом участки привлекали самок и нетерриториальных самцов. Территориальные самцы были нетерпимы к присутствию других взрослых самцов и выясняли, кто из них сильнее с помощью визуальных и звуковых демонстраций.

Демонстративное поведение самцов записывали на видеоска-

меру, позволяющую снимать джейранов крупным планом на расстоянии до 200 м. Подбегая к сопернику или к самке, самец принимал угрожающую позу, которая включала подъем головы, вытягивание шеи и закладывание ушей назад. Самец преследовал самок, стараясь не позволить им покинуть его территорию, а самцов — чтобы выгнать их. При этом он издавал звуки, сильно оттягивая гортань вниз, до самой грудины. На границах своих территорий самцы принимали взаимно угрожающие позы: медленно прохаживались боком друг к другу на жестких, негнувшихся ногах с поднятыми головами и иногда вступали в схватку. Непосредственно перед схваткой оппоненты опускали голову и отступали на шаг-два, разойдясь при этом на 5—6 м. Атакующий самец насккивал на защищающегося, который парировал удар, так что самцы сталкивались рогами. В этот момент задние ноги атакующего могли даже оторваться от земли. Затем дерущиеся яростно толкали друг друга, сцепившись рогами, упиравшись в землю всеми четырьмя ногами, иногда расцепляя рога и ударяя ими снова [4].

Поскольку сначала было непонятно, насколько рано с утра самцы начинают свои гонные демонстрации, несколько раз мы приходили на наблюдения заранее, в середине ночи. Оказалось, что территориальные самцы и ночью могут оставаться на своих гонных участках, в то время как самки приходят туда только с рассветом. Выяснилось это случайно, поскольку иногда было необходимо пересечь гонную территорию ночью, чтобы занять облюбованное накануне днем «перспективное» для записи место. Дважды самец встречал наблюдателя короткой серией из трех криков. Обнаружив, что это не другой джейран, а человек, самец больше не кричал до прихода самок.

Помимо гонных территорий были такие, по которым джей-



Самка джейрана с двумя детенышами месячного возраста.

раны только проходили. На них мы записывали крики от нетерриториальных взрослых и молодых самцов. Иногда молодые самцы (судя по размерам рогов, от полутора до двух с половиной лет), оттягивали гортань, направляя эти демонстрации самкам, но при этом не кричали.

Гон в средние и бедные корма года

В 2008 г., среднем по урожайности трав, самцы осенью не занимали гонных территорий и охраняли скорее не территории, а самок, отгоняя самцов-соперников криками и угрожающими позами. С вышек экоцентра мы наблюдали, как самцы медленно следовали за самкой и кричали в ее сторону либо на ходу, либо

стоя. Также видели, как два или несколько самцов следовали один за другим на дистанции примерно в 30 м друг от друга; при этом один из самцов издавал крики примерно каждые 10–15 с. Один самец гонял группу самок, крича на бегу.

Очень холодный март и очень сухой апрель 2010 г. привели к тому, что основные кормовые растения не выросли и состояние пищевой базы резко ухудшилось. В этот год наблюдения проводили в начале ноября на той же территории, что и в прошлом, обильном кормах году. Наблюдали проход через эту территорию многих самок и самцов и видели, как самцы иногда подходили к группам самок и кричали. Однако территории самцы не охраняли, а ходили по местам кон-

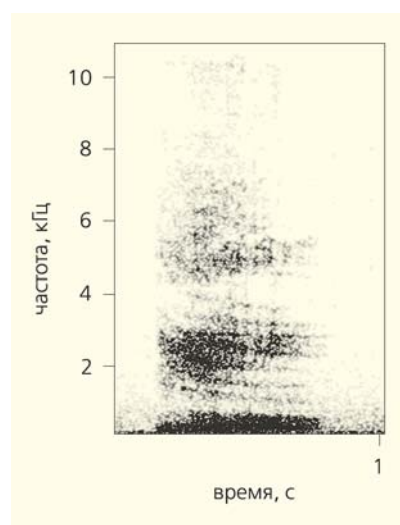
центрации самок или просто следовали за ними. Часто это были места подкормок вдоль дорог или места отдыха в кустарнике вокруг озер. Именно там мы слышали гонные крики и видели кричащих самцов. Но в конце ноября самки еще не были готовы к спариваниям и уходили от самцов. Возможно, это было следствием сочетания ограниченности пищи и слишком теплой для гона плюсовой погоды, которая стояла в тот год в ноябре.

Однако гонное поведение происходило и в этот сухой год. Наблюдения мы вели в конце ноября с огромного стога сена. Джейранам опасность сверху не угрожает, поэтому они вели себя совершенно естественно. Впечатления от гонного поведения джейранов в бедном кор-

мами 2010 году, из дневника наблюдателя: «Самец сделал гонную уборную, потом поставил метку на кусте с помощью предглазничной железы. Затем примерно в 30 м от него появилась самка. Через некоторое время самец подошел к самке, закричал и с криками погнался. Она не убежала, а, скорее, ухидила, они обошли стог, перешли пустошь и ушли в кусты у озера. Самец все время держался в 20–30 м от самки, они оба кормились и перемещались синхронно».

Зачем джейран оттягивает гортань при крике?

Оттягивание гортани во время крика известно не только для джейрана, но и для самцов благородного оленя, лани и дзерена [6–8]. Все это гаремные виды копытных. С помощью трансляции записей было обнаружено, что гонные крики, которые производятся с оттянутой гортанью, более эффективно привлекают на гонные участки самок и отпугивают сам-



Спектрограмма, графически изображающая наиболее громкий гонный звук джейрана — рев, показывает, как черные полосы акустических резонансов снижаются, следуя за опусканием гортани и удлинением вокального тракта во время крика.

цов-соперников. Почему так происходит?

Дело в том, что опускание гортани значительно увеличивает длину вокального тракта. Вокальный тракт — это воздушные полости глотки и рта, через которые звук, созданный голосовыми связками, проходит перед тем, как выйти изо рта. Чем длиннее вокальный тракт, тем меньше расстояние между его резонансами и тем глубже и басистее голос.

Результат оттягивания гортани во время крика заметен на графическом изображении крика — спектрограмме. Джейран начинает кричать, когда гортань еще опускается. На рисунке видно, как черные полосы акустических резонансов снижаются, следуя за опусканием гортани и удлинением вокального тракта. Когда гортань уже оттянута полностью, до грудины, полосы становятся горизонтальными. Грудина физически ограничивает дальнейшее оттягивание гортани вниз [4].

Чем крупнее (и, стало быть, сильнее) самец, тем длиннее его вокальный тракт, тем дальше он способен оттянуть свою гортань. Соответственно, тем глубже и басистее будут его гонные крики. Такие крики могут служить сигналами «качества» самца для самок и для самцов-соперников. Более сильный самец более привлекателен для самок, и их будет больше задерживаться на его территории. В то же время другие самцы могут по голосу оценить, насколько соперник их сильнее, и не станут вторгаться на его территорию, чтобы избежать драк и возможных ранений.

У самцов джейрана выступ гортани посреди шеи хорошо заметен в течение всего года. От животных с такой огромной гортанью мы ожидали услышать далеко разносящиеся громкие звуки. Однако на самом деле звуки оказались очень тихими! Звуки были трех разных типов: ревы, рычания и хорки, и все они уже на расстоянии 100 м

были едва слышны [4]. Это объясняло, почему самцы джейрана в период гона всегда кричали на очень близкой дистанции от тех, к кому были обращены их демонстрации. Именно из-за того, что звуки были очень тихими, сделанные нами попытки записать звуки джейранов с 15-метровой наблюдательной вышки эоцентра оказались безуспешными. Если бы вместо криков джейранов нам нужно было записать рев благородных оленей, который разносится на километр-полтора, то это можно было бы сделать и с вышки, и тогда наши ночные затаивания на границах гонных территорий были бы не нужны.

Исследовав анатомию вокального аппарата джейрана, мы выяснили, что голосовые связки в его огромной гортани не только очень большие, но и дополнительно утяжелены подушечками из соединительной ткани. Некрупному, чуть за 30 кг весом, самцу джейрана, по видимому, просто не хватало мощности легких, чтобы как следует раскатать такие огромные связки и заставить их вибрировать с высокой амплитудой, производя громкие звуки.

Зачем джейрану адамово яблоко?

Зачем же самцу джейрана такая огромная гортань, если она не годится даже на то, чтобы как следует крикнуть? К примеру, самцы благородного оленя с их относительно небольшой гортанью способны производить очень громкие ревы. А у самца джейрана его сильно увеличенная гортань способна только на шумные выдохи, да еще и мешает, раскачиваясь на бегу из стороны в сторону.

Наиболее благоразумное объяснение вновь возвращает нас к человеку и адамову яблоку. При том что резонансы в звуках несут информацию о длине вокального тракта и, стало быть, о размерах кричащего животно-

го потенциальным соперникам и самкам, частота, с которой вибрируют голосовые связки и сами размеры гортани, в которой связки расположены, может свидетельствовать о гормональном статусе самца, точнее, о его уровне тестостерона. И в этом, по-видимому, джейран также похож на человека.

Для человека известно, что хрящи гортани и голосовые связки избирательно аккумулируют тестостерон [9]. Тестостерон способствует увеличению мышечной массы, повышает агрессивность и конкурентноспособность самца. Если уровень тестостерона у подростка, а затем мужчины низкий, адамово яблоко вырастает маленьким, плохо заметным на шее, а голос сохраняется по-детски

высоким [10]. А вот слишком высокий уровень тестостерона подавляет иммунитет и даже может вызвать рак гортани [11]. В результате за высокий уровень тестостерона самцу человека (а возможно, и самцу джейрана) приходится расплачиваться повышенной уязвимостью к болезням. Но вдобавок он получает... большое адамово яблоко.

Какие преимущества дает увеличенная гортань ее обладателю? В большой гортани могут разместиться более длинные голосовые связки, которые могут производить более низкочастотные звуки. Такие мужские голоса привлекательнее для женщин и служат сигналом высокого доминантного статуса для других мужчин. Это было обна-

ружено в экспериментах с мужчинами и женщинами, живущими в больших городах [12, 13]. А в сохранившемся до нашего времени африканском племени охотников-собираелей хадза мужчины с низким голосом имели в среднем больше детей, что также косвенно свидетельствовало об их большем успехе у женщин [14].

У наших джейранов в период гона гортань еще сильнее увеличивалась в размерах, вероятно, под действием сезонного подъема тестостерона. Вполне возможно, что самкам джейрана нравились не только звуки, но и мужественный внешний вид, который приобретали самцы благодаря такой огромной гортани. Это уж, как говорится, дело вкуса. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-04-00416.

Литература

1. *Güldenstaedt I.A. Antilope subgutturosa descripta // Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. 1780. T.11. Part 1 (1778). P.251—274.*
2. *Walther F.R., Mungall E.C., Grau G.A. Gazelles and their Relatives. A Study in Territorial Behaviour. Park Ride, 1983.*
3. *Мармазинская Н.В. Размножение джейрана *Gazella subgutturosa* (Artiodactyla, Bovidae) в экоцентре «Джейран» // Тр. заповед. Узбекистана. Вып. 1. Ташкент, 1996. С.53—62.*
4. *Frey R., Volodin I., Volodina E. et al. Descended and mobile larynx, vocal tract elongation and rutting roars in male goitred gazelles (*Gazella subgutturosa* Güldenstaedt, 1780) // J. of Anatomy. 2011. V.218. P.566—585.*
5. *Мармазинская Н.В. Территориальное и маркировочное поведение джейрана *Gazella subgutturosa* (Artiodactyla, Bovidae) в Бухарском экоцентре // Зоол. журн. 1996. Т.75. Вып. 11. С.1737—1751.*
6. *Fitch W.T., Reby D. The descended larynx is not uniquely human // Proc. R. Soc. Lond. B. 2001. V.268. P.1669—1675.*
7. *McElligott A.G., Birrer M., Vannoni E. Retraction of the mobile descended larynx during groaning enables fallow bucks (*Dama dama*) to lower their formant frequencies // J. Zool. 2006. V.270. P.340—345.*
8. *Frey R., Gebler A., Olson K.A. et al. Mobile larynx in Mongolian gazelle: retraction of the larynx during rutting barks in male Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa* Pallas, 1777) // J. Morphol. 2008. V.269. P.1223—1237.*
9. *Newman S.-R., Butler J., Hammond E.H. et al. Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold // J. Voice. 2000. V.14. P.72—81.*
10. *King A., Asbby J., Nelson C. Effects of testosterone replacement on a male professional singer // J. Voice. 2001. V.15. P.553—557.*
11. *Tuohimaa P.T., Kallio S., Heinijoki J. et al. Androgen receptors in laryngeal carcinoma // Acta Oto-laryngol. 1981. V.91. P.149—154.*
12. *Collins S.A. Men's voices and women's choices // Anim. Behav. 2000. V.60. P.773—780.*
13. *Puts D.A., Gaulin S.J.C., Verdolini K. Dominance and the evolution of sexual dimorphism in human voice pitch // Evol. Hum. Behav. 2006. V.27. P.283—296.*
14. *Apicella C.L., Feinberg D.R., Marlowe F.W. Voice pitch predicts reproductive success in male hunter-gatherers // Biol. Lett. 2007. V.3. P.682—684.*