

Twenty Years of Research and Conservation of Endangered Eagles in Portugal

ДВАДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ УЯЗВИМЫХ ВИДОВ ОРЛОВ В ПОРТУГАЛИИ

Palma L., Beja P. (Research Center in Biodiversity and Genetic Resources – CIBIO, Porto University, Vairão, Portugal)

Sánchez R. (TRAGSATEC, Madrid, Spain)

Палма Л., Беже П. (Исследовательский центр по биоразнообразию и генетическим ресурсам, Ваирао, Португалия)

Санчес Р. (TRAGSATEC, Мадрид, Испания)

Contact:

Luís Palma
Research Center in Biodiversity and Genetic Resources,
Campus Agrário de Vairão R. Padre Armandinho Quintas, 4485-661 Vairão, Portugal
+ 351 919 478 072
luis.palma@cibio.up.pt

Pedro Beja
pbeja@cibio.up.pt

Roberto Sánchez
rsanchezmateos@gmail.com

Резюме

В начале 1990-х гг. совершенно неизвестная популяция ястребиного орла (*Aquila fasciata*) была обнаружена в Португалии. Та удивительная особенность, что она почти полностью состояла из древесно-гнездящихся пар, вдохновила множество научных исследований, которые сделали эту популяцию одной из самых известных. Мониторинг показал устойчивый рост численности от немногим более 30 пар почти до 100 пар в настоящее время, при этом вид колонизирует незанятые, лишённые скал местообитания, осваивая для гнездования старые деревья. Генетические исследования показали отличия от соседних популяций. В целом, благодаря этим особенностям, эта популяция представляет огромный интерес, и были разработаны специальные меры по её охране.

Находящийся под угрозой исчезновения испанский имперский орёл (*Aquila adalberti*) исчез на гнездовании в Португалии в 1980 г., размножение отсутствовало тут на протяжении почти 30 лет. Сейчас вид быстро восстанавливается, и уже известны 12 пар в трёх областях. Хотя для этого были предприняты специальные меры по мониторингу и охране, высокая актуальность этого возвращения является основанием для последующих междисциплинарных исследований, как основа для научно обоснованного сохранения.

Ключевые слова: хищные птицы, пернатые хищники, ястребиный орёл, *Aquila fasciata*, испанский орёл-мгильник, *Aquila adalberti*, Португалия, мониторинг, охрана.

Поступила в редакцию: 09.11.2013 г. **Принята к публикации:** 11.12.2013 г.

Abstract

In the early 1990's, a completely unknown population of Bonelli's Eagles (*Aquila fasciata*) was discovered in Portugal. The surprising feature that it was almost entirely made up of tree-nesters inspired a set of scientific studies that made this population one of the best known. Monitoring has showed a steady growth from little over 30 pairs to almost 100 at present, while colonising unoccupied cliffless habitats and relying on old trees for nesting. Genetic studies revealed a marked differentiation from adjacent populations. Altogether, these features made this a population of high conservation concern, and accordingly conservation actions have developed.

The endangered Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*) stopped breeding in Portugal in the 1980's and remained so for nearly 30 years. The species is returning at a growing rate and presently sums 12 pairs known in three areas. Although some monitoring efforts and focal conservation actions have been undertaken, the high relevance of this return warrants further multidisciplinary research as a basis for sound scientifically based conservation.

Keywords: birds of prey, raptors, Bonelli's Eagle, *Aquila fasciata*, Spanish Imperial Eagle, *Aquila adalberti*, Portugal, monitoring, conservation.

Received: 09/11/2013. **Accepted:** 11/12/2013.

Введение

Поскольку с 1980-х г. в западной Европе наблюдается резкое снижение численности ястребиных орлов (*Aquila fasciata*), этот вид был занесён в Европейский список видов, находящихся под угрозой исчезновения (Birdlife International, 2004). Аналогичные тенденции в популяции ястребиных орлов характерны и для Португалии (Palma et al., 1999). На всём протяжении его Средиземноморского ареала обитания ястребиный орёл, в основном, является наскальногнездящимся видом. И лишь небольшой процент гнездящихся пар строит свои гнёзда на деревьях (Muñoz et al., 2005). Лишь в неко-

Introduction

The Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) is ranked as Endangered in Europe (Birdlife International, 2004) due to the steep population decline observed in Western Europe during the 1980's including Portugal (Palma et al., 1999). Throughout its Mediterranean range, the eagle is known to be primarily a cliff-nesting species, and only a rather small percentage of breeding pairs nest in trees throughout the region (e.g. Muñoz et al., 2005). Only in a few restricted areas such in Northern Algeria (Bergier, Naurois, 1985) and Cyprus (Kassinis, 2010) is tree-nesting behaviour known to be predominant, al-

торых ограниченных районах, таких, как северный Алжир (Bergier, Naurois, 1985) и Кипр (Kassinis, 2010), стереотип гнездования на деревьях преобладает, но не является единственным возможным (Benton *et al.*, 2013). В восточной части ареала – на Индийском субконтиненте (Naoroji, 2006) и в Юго-Восточном Китае (Zheng, 1987) оба типа расположения гнёзд являются обычными, однако древесное расположение преобладает.

В 1991 г. в Португалии, в районе юго-западной возвышенности была обнаружена новая, ранее не известная популяция ястребиного орла. К удивлению, большинство пар в ней гнездились на деревьях, что шло вразрез с привычной картиной, характерной для Португалии, описывающей вид как гнездящийся на скалах (Palma *et al.*, 1999). Эта находка дала толчок ряду тематических исследований, которые не прекращаются до сих пор, не только на местном и региональном уровнях, но и для более широкого ряда исследовательских работ во всём Средиземноморском регионе. Проведённые исследования позволили заложить научный фундамент в обоснование необходимости охраны и защиты этого вида орлов. В конечном счёте, это дало начало проекту LIFE-Nature, направленному на охрану популяции, гнездящейся на деревьях. Одной из целей этой статьи является обобщение результатов непрерывного мониторинга, основных исследований и природоохранных мероприятий, касающихся древесно-гнездящейся популяции ястребиного орла с 1991 по 2013 гг.

Кроме того, в статье также рассматривается недавняя история с эндемическим испанским могильником (*Aquila adalberti*), который прекратил гнездиться в Португалии с 1980-х гг. (Palma, 1985; Palma *et al.*, 1999), но возобновил размножение в 2002 г. (Blanco, Pacheco, 2003). С момента его возвращения ведётся мониторинг популяции и были зафиксированы основные проблемы его охраны, что позволило предпринять некоторые, особо важные для сохранения вида действия. Несмотря на возвращение такого знакового вида, ни серьёзные исследования, ни комплексные меры по сохранению вида не были до сих пор приведены в действие. Хотя такие действия, без сомнения, были бы оправданы

though not exclusive (e.g. Benton *et al.*, 2013). However, in the Indian Subcontinent (Naoroji, 2006) and southeast China (Zheng, 1987) the eagle uses both types of nesting substrates, but tree-nesting seems dominant in the region.

In 1991, an almost entirely unknown population of Bonelli's Eagles was discovered in the Portuguese Southwest uplands. Surprisingly, in opposition to what was the popular image of the species as a cliff-nesting raptor and to what was known before in the country, almost all pairs were found nesting in trees (Palma *et al.*, 1999). This motivated a set of different thematic studies developed without interruption up to the present, not only at local and regional scales, but also providing data for wider research across the Mediterranean region. Research carried out allowed a sound scientific basis for conservation. Eventually, this gave way to a 4.5-year LIFE-Nature conservation project addressing the specific conservation problems resulting from the tree-nesting behaviour of the population. One of the aims of this paper is to summarize the results of the continuous monitoring, main research topics addressed and conservation actions carried out on the Bonelli's Eagle tree-nesting population from 1991 to 2013.

Besides, the paper also addresses the recent history of the endemic Iberian ("Spanish") Imperial Eagle (*Aquila adalberti*) in Portugal, which breeding in the country ceased during the 1980's (Palma, 1985; Palma *et al.*, 1999) but resumed in 2002 (Blanco, Pacheco, 2003). Its return has been monitored since then, and the main conservation problems have been documented, allowing some focal conservation actions to be carried out.



Ястребиный орёл (*Aquila fasciata*) с птенцом на гнезде.
Фото Л. Квинты.

Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) with a nestling at a nest in an eucalyptus. Photo by L. Quinta.

выдающейся значимостью такого явления, как повторное расселение могильника.

Материалы и методы

Территория исследований

Территория исследования охватывает южную часть Португалии и простирается от долины реки Тахо на юг. Средиземноморский климат, с сухим и жарким летним сезоном и малым числом осадков, к западу становится более влажным и умеренным из-за влияния Атлантического океана (IM/AEMet, 2011). Рельеф представлен холмистыми равнинами, образовавшимися на месте гор, высотой 200–450 м выше уровня моря, с одиночными возвышенностями. К западу равнинное плоскогорье понижается к обширным равнинам рек Тахо и Саду, образованным осадочными породами, а в юго-западном углу расположен горный массив площадью 5500 км². С северо-восточного края эта возвышенность сменяется открытыми низинами площадью 2500 км². Вместе эти две области покрывают основной ареал распространения древесно-гнездящейся популяции ястребиного орла.

Юго-западная возвышенность покрыта лесами из пробкового дуба (*Quercus suber*), как с разреженной, так и с плотной структурой древостоя, окружёнными обширными зарослями кустарника с преобладанием ладанника (*Cistus ladanifer*). Западная половина области на 50 % покрыта плантациями эвкалипта шаровидного (*Eucalyptus globulus*), выращиваемого для производства целлюлозы. Человеческие поселения – небольшие и встречаются редко; большинство былых жилищ заброшены, сельское хозяйство носит остаточный характер. Похожие особенности присущи и большинству разрозненных возвышенностей и далее к северу, хотя в более сухих восточных областях пробковые дубы в основном замещены каменными дубами (*Quercus rotundifolia*). В низинах, на всём их протяжении, растительность значительно изменяется, от густых дубрав пробкового дуба, покрывающих равнины Тахо и Саду на западе, до дубрав, в основном разреженного типа, состоящих из дуба каменного, на востоке. На ЮВ, по соседству с ЮЗ возвышенностью, местность практически не покрыта деревьями.



Пара испанских орлов-могильников (*Aquila adalberti*).
Фото Р. Санчеса.

Pair of the Iberian Imperial Eagle (*Aquila adalberti*).
Photo by R. Sánchez.

Nevertheless, despite the return of such an iconic species, neither in-deep research nor comprehensive conservation actions were implemented so far, although they would be undoubtedly justified by the outstanding relevance of the Imperial Eagle re-colonisation.

Materials and Methods

Study area

The study area roughly encompasses the southern half of Portugal and stretches from the Tejo River valley southwards. The climate is Mediterranean, with a dry and hot summer season with little precipitation although westwards it becomes increasingly humid and temperate due to the influence of the Atlantic Ocean (IM/AEMet, 2011). It is predominantly a rolling peneplain at 200–450 m a.s.l. with scattered elevations of low (<550 m) to moderate (550–900 m) altitudes. To the west, the peneplain plateau descends to the extensive sedimentary plains of the Tejo and Sado Rivers, and to the southwest corner there is a c. 5,500 km² mountain range (about 120 km N–S, 110 km W–E), generally below 650 m a.s.l. but reaching 902 m in the centre of the Monchique massif. At their northeastern edge these uplands switch to a c. 2,500 km² lowland area of very open landscape. Altogether, these two areas match the main distribution range of the tree-nesting Bonelli's Eagle population.

The southwest uplands are mostly covered by open to dense Cork oak (*Quercus suber*) woodland amidst extensive scrubland dominated by the Gum cistus (*Cistus ladanifer*). In the western half of the area, commercial Blue gum (*Eucalyptus globulus*) plantations for paper pulp production cover up to 50 % of the land. Human settlement is currently

Методы

Систематический ежегодный мониторинг вёлся во всех известных и предполагаемых ареалах обитания обоих видов. Мониторинг за популяцией древесно-гнездящихся ястребиных орлов вёлся с 1991 г., а с 2002 г. и далее – также и для могильника. Помимо отслеживания занятости гнездовых участков и попыток размножения на уже известных участках, проводился регулярный поиск новых занятых участков на всех подходящих для заселения территориях, что позволило проследить пространственное расселение обоих видов. При дальнейшем изучении популяции ястребиных орлов были задействованы методики, которые позволяли решить различные исследовательские задачи и которые подробно описаны в соответствующих статьях, опубликованных ранее. Это такие методы, как сбор необходимого набора данных для морфометрического и демографического анализов, для исследования особенностей питания, составления перечня основных объектов питания, сбор образцов для токсикологического, генетического анализа, для анализа патологий, а также весь необходимый аналитический и статистический комплекс процедур.

Результаты

Древесно-гнездящиеся ястребиные орлы

Распространение и гнездовые привычки ястребиных орлов

Ястребиные орлы распространены по всей южной и центральной восточной Португалии, с дискретной популяцией на северо-востоке (Equipa Atlas, 2008), населяя берега в верхнем течении р. Дуэро и её притоков. Около 25 пар в этой области (B. Fráguas, личное сообщение) гнездятся только на отвесных скалах. Напротив, на юге страны эти орлы гнездятся практически только на деревьях – из 96 пар лишь пять гнездились на скалах и ещё 4 пары попеременно использовали гнёзда, расположенные то на деревьях, то на скалах. Таким образом, лишь около 9 % пар использовали либо исключительно скалы (5,2 %), либо скалы совместно с деревьями (4,1 %) для размещения гнездовой постройки. Логично предположить, что большинство, если не все, новых пар орлов на этой территории будут древесно-гнездящимися, следовательно процент использования скал будет неуклонно снижаться.

Три пары из вышеописанных скально-гнездящихся птиц, вместе с 12 другими парами с соседнего северного берега р. Тахо

low and sparse; most of the former scattered dwellings are abandoned and agriculture is residual. Comparable habitat features characterize most of the scattered elevations further north, although in the eastern drier area cork oaks are largely replaced by Holm Oaks (*Quercus rotundifolia*). Throughout the lowlands, vegetation changes noticeably from dense cork oak woodlands covering the Tejo and Sado plains in the West to the variably but predominantly thinly tree-covered open holm oak woodlands in the East. To the SE in the vicinity of the SW uplands, the land is barely tree-covered.

Methods

Systematic yearly population monitoring was carried out throughout the known and potential range of both species, since 1991 for the tree-nesting Bonelli's Eagle population, and from 2002 onwards for the Imperial Eagle. Apart from monitoring the occupation status and breeding attempts in formerly known territories, systematic surveys of new settlers were conducted in other areas of suitable habitat to allow following-up the geographic expansion of both species. As for the Bonelli's Eagle, the subsequent research was carried out applying the pertinent specific methodologies for the different study subjects, which are described in detail in the corresponding scientific papers that were published. These included e.g. the taking of appropriate data sets for morphometric, dietary and demographic analyses, censuses of main prey species, the collecting of samples for toxicology, pathology and genetics, and the corresponding analytical and statistical procedures.

Results

The tree-nesting Bonelli's Eagle Bonelli's Eagle distribution and nesting habits

Bonelli's Eagle is distributed throughout the southern and central eastern Portugal, with a discrete population in the northeast (Equipa Atlas, 2008) inhabiting the banks of the upper Douro River and its tributaries. The c. 25 pairs of the area (B. Fráguas, pers. comm.) breed only on precipitous cliffs. Conversely, in the south of the country the eagle breeds almost exclusively in trees with only 5 out of the 96 confirmed pairs breeding on cliffs, and 4 other alternating between cliffs and trees, i.e. only c. 9 % of the pairs use cliffs exclusively (5,2 %) or interchangeably with trees (4,1 %) for nest-

(С. Pacheco, личное сообщение), составляют транзитную зону, включающую оба берега реки возле границы с Испанией, где всё ещё преобладает скальный тип гнездования (67 %), но и оба других типа (только древесный или смешанный) также встречаются (20 % и 13 %, соответственно). В Португалии общий процент пар, которые используют деревья (отдельно или совместно со скалами) достигает 70 % из 135 ныне известных пар и ожидается, что этот процент будет расти вместе с увеличением популяции на юге страны. Не исключено также, что пары, до сих пор гнездившиеся на скалах, перейдут к древесному типу расположения гнёзд (см. раздел «Эволюция гнездового поведения»).

Особенности гнездования древесно-гнездящихся ястребиных орлов

Для гнездования ястребиные орлы предпочитают два основных типа местообитаний. На юго-западной возвышенности и в других холмистых областях средой обитания орлов являются естественные леса и их деградированный вариант из кустарника с разреженными деревьями. Преобладающим видом деревьев чаще является пробковый дуб, реже – каменный дуб, встречаются эвкалиптовые плантации и небольшие лесонасаждения сосны приморской (*Pinus pinaster*) или сосны лучистой (*P. radiata*). Гнездовые постройки, в основном, расположены на эвкалипте шаровидном, реже на эвкалипте камальдульском (*E. camaldulensis*), на дне небольших оврагов и русел рек, как на отдельно стоящих деревьях, так и в небольших рощах. Также гнёзда бывают расположены на больших пробковых дубах и высоких приморских соснах, реже – на сосне лучистой, встречающейся в загущенных участках леса.

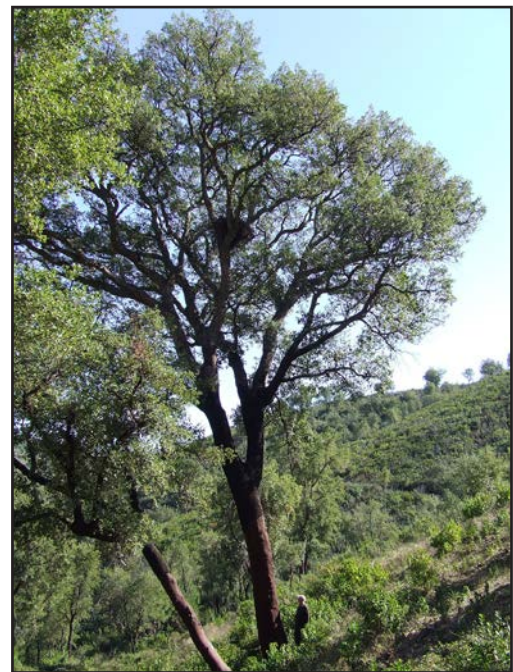
В юго-восточных низинах типичный гнездовой ареал можно описать как мозаичную смесь сельскохозяйственных степей и кустарников, ведущую своё происхождение из ротационного выращивания зерновых культур, перемежающегося длительными периодами использования невозделанной земли в разведении КРС и выпасе овец. Вдоль берегов рек и ручьёв попадаются небольшие области с низким кустарником и редкими дубами. Свои гнёзда орлы располагают исключительно на старых, одиноко стоящих эвкалиптах или в небольших рощах вдоль рек и ручьёв. По видовому составу эвкалиптов гнёзда, в основном, расположены на *Eucalyptus camaldulensis* и *E. globulus*. В качестве исключения гнёзда встречаются на сосне

ing. It is foreseeable that most if not all still unconfirmed or new pairs in the region will be tree-nesters, hence the rate of cliff utilization will tend to drop even further.

Three of the above full cliff-nesting pairs along with 12 more pairs in the adjacent northern bank of the Tejo River basin (С. Pacheco, pers. comm.) make up a transition zone encompassing both river banks near the border with Spain where cliff-nesting still predominates (67 %) but tree- and mixed cliff / tree-nesting also occur (20 and 13 % respectively). In Portugal, the overall percentage of pairs that use trees, both full tree-nesters and mixed-nesters, reaches 70 % of the estimated c. 135 pairs currently known and this percentage is likely to go on rising with the population increase in the south of the country or even with some shifting from cliffs to trees (see “Evolution of nesting behaviour”).

Tree-nesting Bonelli's Eagle breeding habitats and nest sites

There are two main types of Bonelli's Eagle breeding habitats. In the southwest uplands and in other hilly areas, the habitat is native woodland and its degradative series of scrublands with low density or scattered tree cover. Dominant tree species are mostly Cork Oaks and less often Holm Oaks with variable size patches of eucalyptus plantations and small stands of Maritime Pine (*Pinus pinaster*) or Monterey Pine (*P. radiata*).



Гнездо ястребиного орла. Фото А. Диаса.

Nest of the Bonelli's Eagle. Photo by A. Dias.

приморской и на тополях (*Populus nigra*).

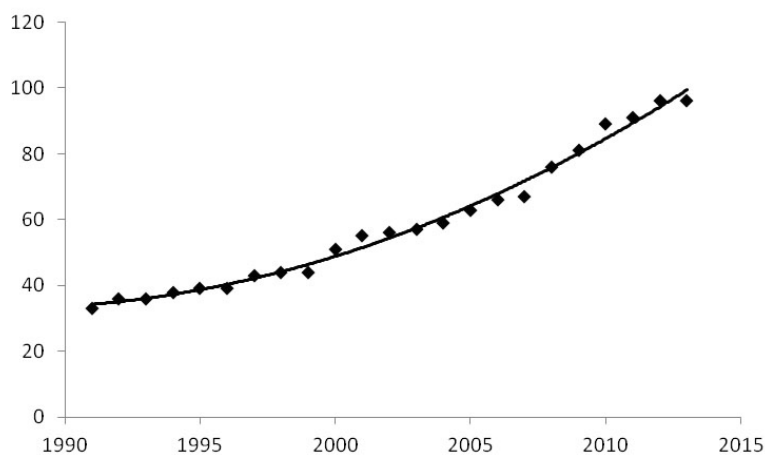
Наконец, существует и третий тип местобитаний, который мы можем обнаружить в холмистых областях к северу от Лиссабона, ландшафт которых значительно видоизменён деятельностью человека. Тут орлы гнездятся в маленьких участках старого леса, сохранившихся посреди густой сети городов и автомагистралей, дорог второстепенного значения, линий электропередачи и ветряных электростанций. В качестве гнездовых пород выступают несколько видов эвкалиптов и экзотических хвойных деревьев.

Особым равнинным типом гнездового ареала являются высокие и густые боры из сосны приморской, которые граничат с устьями рек Тахо и Саду. Тут орлы гнездятся на самых высоких и мощных соснах.

Рост популяции

Исследования ареала распространения древесно-гнездящихся ястребиных орлов были начаты в 1991–1992 гг. Тогда популяция была оценена в 33 размножающиеся пары в 1991 г. и в 39 пар в 1996 г., что уже указывает на небольшой прирост. В дальнейшем популяция продолжила неуклонно расти и к настоящему времени достоверно подтверждено наличие 96 гнездящихся пар (рис. 1). Наличие ещё нескольких пар, требующих подтверждения их гнездового статуса, может увеличить оценочное число гнездящихся пар в южной части страны до сотни.

С 1991 г. среднегодовой прирост популяции составил 2,74 пары в год, что привело к трёхкратному увеличению численности за 23 года. Можно видеть, что скорость прироста возросла с 1,92 пар в год в первой половине периода наблюдений, до 3,55 пар в год – во второй половине. Впечатляющее 10-кратное увеличение численности орлов было отмечено в бассейне р. Гвадиана, где число гнездящихся пар увеличилось с трёх в 1991 г. до тридцати пар в 2013 г.,



Nests are predominantly built in old Blue Gum Eucalyptus, and less often in River Red Gum (*E. camaldulensis*), along gully bottoms and stream beds, occurring either isolated or in small galleries. Large Cork Oaks and tall Maritime Pines, and less often Monterey Pines occurring in dense stands, are also chosen as nest trees.

In the Southeast lowlands, habitat can be described as an agro-steppe/scrubland mosaic, which originates from long time rotational cereal production with long periods of fallow used for cattle and sheep herding. Patches of low scrub with scattered native oaks occur along river and stream banks. The eagles nest almost exclusively in old isolated eucalyptus, or in small galleries, along river and stream beds. The dominant species used is *Eucalyptus camaldulensis*, alongside with some *E. globulus*, and rarely Maritime Pines and Poplars (*Populus nigra*).

Finally, a third habitat type is found in the heavily human-modified hilly landscape to the North of Lisbon where the eagles breed in small old wood patches amidst a dense network of urban areas and motorways, secondary roads, powerlines and wind farms. Several different species of eucalyptus and exotic conifers are used as nest trees.

A particular type of flatland nesting habitat are the tall and dense Maritime pine-woods that border the large Tejo and Sado estuaries. The birds nest in the tallest and strongest pines.

Population growth

The survey of the Bonelli's Eagle tree-nesting range began in 1991–1992. The population was estimated at 33 breeding pairs in 1991 and 39 pairs in 1996, so already showing a slight increase. Thereafter, the population continued steadily growing up to the present 96 confirmed pairs (fig. 1). A few additional pairs still needing confirmation may raise the number of breeding pairs estimated in the southern half of the country to about 100.

Since 1991, the average increase rate was 2.74 pairs/yr i.e. resulting in a 3-fold

Рис. 1. Динамика популяции древесно-гнездящихся ястребиных орлов (*Aquila fasciata*) с 1990 по 2013 гг.

Fig. 1. Tree-nesting Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) population growth from 1990 to 2013.

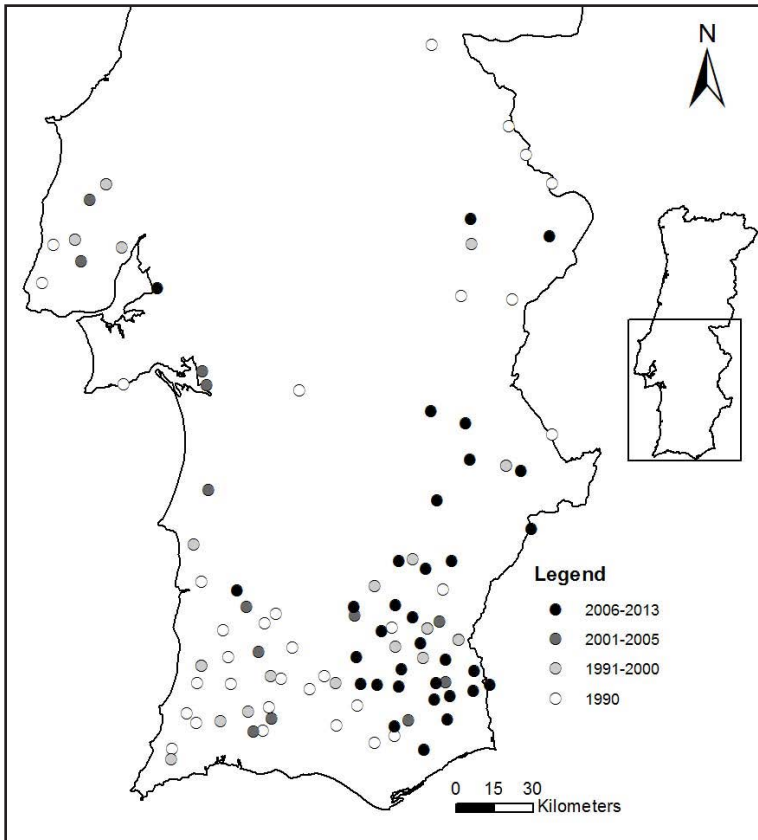


Рис. 2. Пространственный рост популяции ястребиного орла в Южной Португалии.

Fig. 2. Bonelli's Eagle geographic expansion in Southern Portugal

increase over 23 years. The increase rate showed an accelerating trend from 1.92 pairs/yr in the first half of the period to 3.55 pairs/yr in the second. Growth was most remarkable in the Guadiana basin where numbers rose from 3 pairs in 1991 to 30 pairs in 2013, a spectacular 10-fold increase, therefore approaching the 40 pairs that currently range across the adjoining uplands.

Geographical expansion

At the start of field monitoring, the only dense breeding cluster was restricted to the southwest uplands (20 pairs), and only a few scattered pairs inhabited the lowlands and some isolated mountainous areas to the North till the latitude of the international sector of the Tejo River. Range expansion roughly followed three distinct stages as follows (fig. 2):

- During the first decade, until c. 2000, we observed a stepwise gap-filling in the SW uplands, as well as a moderate growth in the adjoining SE open lowlands, while a few new pairs settled in other breeding areas further north.

- During the following five years, the SW uplands apparently became saturated and a northward population extension along the adjoining coastal hilly country was observed. A moderate growth and widening of the SE lowlands cluster continued as well as in the hilly country north of Lisbon.

- After 2005, with the apparent saturation of the SW uplands, most of the subsequent expansion occurred all over the lowlands of the Guadiana basin (and at a faster rate than before), whereas some pairs also settled down at the adjoining border of the uplands. Besides resulting from the saturation of the uplands, this may also be linked with the strong increase of Wild Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) populations in the area, which apparently peaked around 2010–2012.

It is noteworthy that the above lowlands have been the major pre-adult dispersal area in Portugal (Caldeira Pais, 2005), presumably due to its large extent of favourable habitat and high prey abundance. This and the concentration of potential recruits

что приближается к 40 гнездящимся парам, которые ныне обитают в горной местности, расположенной по соседству.

Географическое распространение

В начале наблюдений за популяцией единственная плотная гнездовая группировка была ограничена юго-западными возвышенностями (20 пар), и лишь несколько одиночных пар населяли низины и некоторые горные участки к северу, вплоть до широты, на которой расположен пограничный участок р. Тахо. Процесс расширения ареала проходил через три стадии (рис. 2):

- В первое десятилетие, примерно до 2000 г., мы наблюдали поэтапное заполнение незанятых участков в ЮЗ возвышенностях, а также умеренный рост популяции на соседних ЮВ открытых низинах. И лишь несколько новых пар заселили участки дальше на север.

- В следующие пять лет популяция на ЮЗ возвышенности достигла «насыщения», и орлы начали экспансию на север вдоль соседних прибрежных территорий, покрытых холмами. Группа в ЮВ низинах продолжила умеренный рост и расширение, также, как и группа с холмов к северу от Лиссабона.

- После 2005 г., вместе с очевидным «насыщением» популяции в ЮЗ возвышенности, основная экспансия проходила по всем низинам, расположенным в бассейне

р. Гвадиана (и с более высокой скоростью, чем ранее), однако некоторые пары заселяли прилегающие границы гор. Причины, вызвавшие такое интенсивное расселение, помимо насыщения местообитаний на возвышенностях, могли также быть связаны с увеличением численности дикого кролика (*Oryctolagus cuniculus*), которая достигла пика в 2010–2012 гг.

Стоит отметить, что вышеупомянутые низины были основной областью расселения молодых, неполовозрелых орлов в Португалии (Caldeira Pais, 2005), предположительно в силу наличия в этой местности обширных участков, благоприятных для заселения и обилия дичи. Это, а также высокая концентрация молодых особей, могли стать ведущим элементом в обширной оккупации региона за последнее десятилетие.

Эволюция гнездового поведения

В то время как популяция расширяла свои географические пределы, на территориях, где до 1991 г. птицы гнездились на скалах, происходил постепенный переход к древесному типу расположения гнёзд (рис. 3). На десяти участках (30 %), где ранее гнёзда располагались на скалах, ещё до начала мониторинга или уже во время него птицы полностью перешли к древесному типу размещения гнёзд, а ещё на трёх (9 %) перешли к смешанному (скалы/деревья) типу гнездования после 1991 г. До этого ни одного случая чередования скал и деревьев в качестве гнездового субстрата известно не было.

На исследуемой территории произошла поразительная смена модели гнездового поведения: от той, что наблюдалась до 1991 г., к нынешней. Процент участков, на которых практикуется расположение гнёзд исключительно на скалах, уменьшился с 55 до 5 %. В то время как процент участков, на которых укоренился древесный тип расположения гнёзд, возрос с 45 до 91 %. Все

might have been the main drivers of the widespread occupation of the region during the last decade.

Evolution of nesting behaviour

While the population expanded, there was a gradual shift to tree-nesting among pre-1991 cliff-nesting territories (fig. 3). Ten (30 %) old cliff-nesting territories switched to full tree-nesting prior or after the beginning of monitoring, and three more (9 %) switched to mixed cliff/tree nesting after 1991. No alternate nesting was known before.

Nesting pattern in the study area shows a striking change from before to after 1991. Full cliff-nesting territories decreased from 55 to 5 %, whilst full tree-nesting increased from 45 to 91 %. All newly established territories are tree-nesting and only one switched from tree- to cliff-nesting due to the repeated fall-off of the former nests in pine trees.

Research

Diet and trophic ecology

The food ecology of the SW uplands population was studied from data collected in 1992–2001 at each eagle territory. The main goal was to study the patterns of the eagle predation, in particular the extent of predation on domestic prey, the influence of habitat on predation patterns, and the functional responses to variation in the abundances of wild and domestic prey (Palma et al., 2006).

The diet data collected in SW Portugal was subsequently used in wider studies covering several western European subpopulations of Bonelli's Eagle (Moléon et al., 2009 and 2012). These studies analysed the eagle resource use responses to the steep decrease of its preferred prey, the Wild rabbit, after its population crash driven by the RHD (Rabbit Haemorrhagic Disease) outbreak.

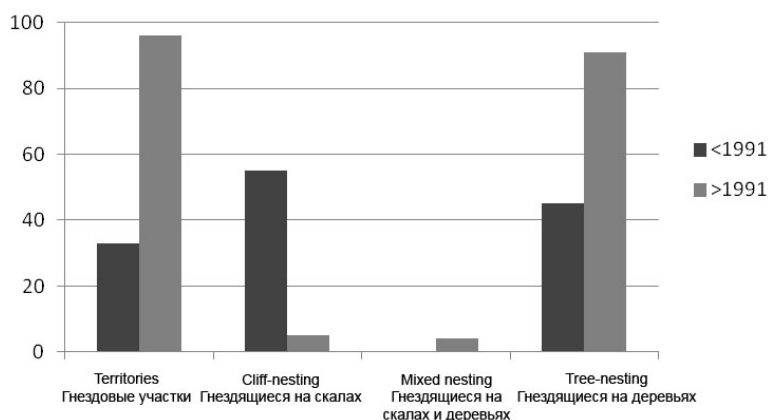


Рис. 3. Эволюция гнездового поведения ястребиных орлов в южной Португалии с 1991 г. Столбцы указывают число гнездовых участков в каждом из периодов и соответствующий процент участков, на которых скалы, деревья или и то, и другое использовались в качестве основания для расположения гнездовой постройки.

Fig. 3. Evolution of Bonelli's Eagle nesting behaviour in Southern Portugal since 1991. Bars indicate the number of territories in each period and the corresponding percentages of territories where cliffs, trees or both substrates are used for nesting.

пары, заселившие новые гнездовые участки, располагали гнёзда на деревьях и лишь одна пара перешла с древесного типа гнездования к наскальному, после повторяющихся падений прошлогодних гнездовых построек с хвойных деревьев.

Исследования

Рацион и экология питания

Экология питания ЮЗ популяции была изучена на основании данных, собранных в 1992–2001 гг. на каждом занятом орлами участке. Основной целью исследования было изучение закономерностей хищнического поведения, а именно – оценить степень употребления в пищу домашних животных, влияние среды обитания на модель хищничества, а также функциональный ответ на изменения обилия доступной дичи, дикой и домашней (Palma et al., 2006).

Данные, касающиеся пищевых предпочтений орлов, собранные в ЮЗ Португалии, были в последующем использованы в более широких исследованиях, касающихся нескольких субпопуляций ястребиного орла в западной Европе (Moléon et al., 2009, 2012). В этих исследованиях были проанализированы изменения в характере использования орлами пищевых ресурсов в ответ на резкое снижение численности их основной добычи – дикого кролика, вызванное вспышкой кроличьей геморрагической лихорадки.

Определение пола

Определение пола молодых особей по одной лишь визуальной оценке, пока те находятся в гнезде, невозможно. Мы проверили возможность использования морфометрических показателей для определения пола птенцов в полевых условиях. Дискриминантный анализ, основанный на комбинациях морфометрических параметров, таких, как вес тела, длина заднего когтя и возраст, или же диаметр цевки, длина заднего когтя и возраст, позволяет с высокой точностью определять пол птенцов в возрасте 35–50 дней. Надёжность этого морфометрического метода проверялась параллельным определением пола двумя молекулярными методами (Palma et al., 2001).

Загрязнение

Хищники, находящиеся на вершине пищевой пирамиды, являются надёжными индикаторами для мониторинга загрязнений окружающей среды (Furness, 1993). Португальская ЮЗ популяция ястребиного орла равномерно распределена на клино-



Пара ястребиных орлов с птенцом у гнезда на эвкалипте в Южной Португалии. Фото Х. Джансмана.

Bonelli's Eagle pair with a nestling at a nest in an eucalyptus in Southern Portugal. Photo by H. Jansman.

Sex determination

Sexing juveniles at nestling stage by visual assessment alone is unreliable. Therefore, we checked the use of morphometric measurements for predicting the sex of nestlings in the field. Discriminant analysis models, either including body mass, hind claw length and age, or tarsus diameter, hind claw and age, accurately sexed nestlings at the ages of 35–50 days. Reliability of the morphometric techniques was checked against the results of a parallel determination of sex by two molecular methods (Palma et al., 2001).

Contamination

Top predators are appropriate tools for monitoring environmental contamination (Furness, 1993). The SW Portugal Bonelli's Eagle population is regularly spaced and distributed in wedge shape leeward of a coal-burning power-plant, a potential source of mercury contamination. To check this hypothesis, adult moult feathers and feather remains of bird prey found at nests from most of the breeding territories were analysed for total Hg concentrations. Great variation among territories was found, presumably reflecting differences in diet and food chain magnification. After correcting for dietary variation, the distribution of Hg levels across the study area agreed with the hypothesis of the power-plant as a source of Hg contamination (Palma et al., 2005). These data were later used along with mosses for enhanced Hg monitoring (Figueira et al., 2009).

Population dynamics

Key population parameters were recorded across Bonelli's Eagle breeding population of

видном участке территории, расположенном с подветренной стороны от угольной электростанции – потенциального источника загрязнения ртутью. Для проверки гипотезы линные перья взрослых особей и остатки перьев добытой орлами дичи, найденные в гнёздах, были проанализированы на общее содержание ртути. Были обнаружены значительные вариации между образцами, собранными на разных гнездовых участках, которые, предположительно, отражают разницу в питании и длине пищевой цепочки. После внесения поправки на различия в диете распределение концентрации ртути в образцах по изучаемой области совпало с гипотезой о том, что электростанция загрязняет среду ртутью (Palma et al., 2005). В дальнейшем эти данные, совместно с аналогичными результатами, полученными на мхах, были использованы для улучшения контроля над уровнем ртути (Figueira et al., 2009).

Динамика популяции

С 1992 г. по 2008 г. был произведён сбор основных параметров, характеризующих гнездящуюся популяцию ястребиных орлов в южной Португалии (Beja, Palma, 2008). Вместе с 11-ю другими субпопуляциями эти данные были позднее включены в анализ жизнеспособности популяции⁹ в масштабах западной Европы. Результаты показали, что все субпопуляции западной Европы принадлежат к единой, пространственно-организованной популяции, работающей как система «источник–сток» (source–sink)¹⁰. Таким образом, популяция на юге Иберийского полуострова работает как «источник», который, благодаря расселению молодых особей, поддерживает все прочие популяции, препятствуя их упадку (Hernández-Matías et al., 2013).

Заболевания и инфекции

За время наблюдений за популяцией ястребиных орлов в ЮЗ Португалии у птенцов была отмечена широкая распространённость ротоглоточных инфекций связанных с *Trichomonas gallinae*. Трихомоноз оказался причиной 33 % случаев смерти среди птенцов (80 случаев) или 6,8 % от общего числа всех высиженных птенцов (N=317). Распространённость нелетальных инфекций оказалась ещё выше. В 1992–1997 гг. проводился

southern Portugal from 1992 to 2008 (Beja, Palma, 2008). Alongside other 11 subpopulations, these data were later included in a viability analysis at a Western European scale. Results showed that all subpopulations in Western Europe belong to a single, spatially structured population operating as a source–sink system, whereby populations in the south of the Iberian Peninsula act as sources that thanks to dispersal sustain all other populations, preventing their decline (Hernández-Matías et al., 2013).

Disease and related issues

During monitoring of the SW Portugal Bonelli's Eagle population, a high prevalence of oropharyngeal infections by *Trichomonas gallinae* was detected in nestlings. Trichomonosis was presumably responsible for 33 % of the nestling mortality (N=80) equivalent to 6.8 % of 317 nestlings born. Even higher prevalence of non-lethal infections was detected. In 1992–1997, a clinical and post-mortem evaluation of nestlings and laboratorial screening for the



Луис Пальма на гнезде ястребиного орла.
Фото Л. Квинты.

Luis Palma at a Bonelli's Eagle nest.
Photo by L. Quinta.

⁹ Тест, позволяющий рассчитать вероятность того, что популяция вымрет в течение определённого периода времени, т.о. прогнозирующий «здоровье» популяции и риск её вымирания; позволяет убедиться, что популяция сможет поддерживать сама себя на протяжении длительного периода времени.

¹⁰ При «source–sink» динамике популяции те её части, которые живут в плохих условиях (sink = клоака), поддерживают свою численность за счёт пришедших особей из другой части популяции, которая живёт в лучших условиях (source = источник).

осмотр больных и погибших птенцов с последующим лабораторным скринингом на наличие паразитов и других патогенов. Это пролило свет на причины возникновения и эпидемиологию заболевания (Höfle *et al.*, 2000). Также были проанализированы яйца-болтуны из этой же и других популяций на наличие аномалий в ультраструктуре и заражений (Blanco *et al.*, 2003).

Генетика

Первые подходы к изучению генетики популяции ястребиных орлов в Средиземноморском регионе были выполнены при помощи изоэлектрофоретического анализа полиморфных локусов в белковых последовательностях, а также анализа митохондриального гена цитохрома В (Cardia *et al.*, 2000).

Позже у 245 особей с Иберийского полуострова, Марокко и Кипра проанализировали 17 микросателлитных локусов; это показало умеренный уровень генетических различий между субпопуляциями западного и восточного Средиземноморья, в то время как разница между субпопуляциями внутри Иберии варьировала от низкой до умеренной и соответствовала модели дистанционной изоляции. Древесно-гнездящаяся популяция в южной Португалии имела самые низкие внутривидовые генетические различия, но значительно отличалась от всех прочих (Mira *et al.*, 2013).

Текущие генетические исследования древесно-гнездящейся популяции нацелены на изучение истории её происхождения и развития. Для этой цели ДНК из линных перьев взрослых особей, собранных на 95 % изученных гнездовых участках, была просеквенирована по 40 полиморфным микросателлитам. Нынешние результаты указывают на то, что волна пришлых особей с импринтированным древесно-гнездовым поведением повсеместно замещает старую популяцию, гнездившуюся на скалах, которая постепенно исчезает.

Сохранение вида

Было выявлено несколько проблем, связанных с охраной вида. Наиболее серьёзной, в долгосрочной перспективе, является повсеместное исчезновение лесов на всём протяжении ареала обитания ястребиных орлов в южной Португалии; в основном это происходит за счёт высокого уровня гибели дубов от корневых болезней (Brasier, 1996; Allen *et al.*, 2010). Высокий уровень гибели больших деревьев характерен также и для эвкалипта шаровидного и сосны (Mota, Vieira, 2008). Ко всему этому

parasite and other pathogenic agents was done, shedding some light on the etiology and epidemiology of the disease (Höfle *et al.*, 2000). Addled eggs from this and other populations were also analysed for ultrastructural abnormalities and contamination (Blanco *et al.*, 2003).

Genetics

Preliminary approaches to the population genetics of Bonelli's Eagle across the Mediterranean region were done by electrophoretic and isoelectric focusing analysis of polymorphic protein loci and by analysing DNA sequences of the mitochondrial cytochrome B gene (Cardia *et al.*, 2000).

Later, 245 individuals from the Iberian Peninsula, Morocco and Cyprus were analysed at 17 microsatellite loci, showing a moderate genetic differentiation between the western and eastern Mediterranean, whereas subpopulation differentiation within Iberia was weak to moderate and followed a pattern of isolation by distance. The tree-nesting population of southern Portugal had the lowest genetic diversity but a marked differentiation from all others (Mira *et al.*, 2013).

On-going genetic studies on the tree-nesting population intend to shed an in-deeper light at its demographic history. With that purpose, DNA from adult moult feathers from 95 % of breeding territories has been sequenced at 40 polymorphic microsatellites. So far, results indicate that a wave of new settlers of presumably tree-nesting imprinted behaviour is replacing the older cliff-nesting behaviour all over the region, which tends to disappear gradually.

Conservation

Several conservation problems were identified. The most serious in the long run is the widespread decline of tree cover across the whole Bonelli's Eagle range in southern Portugal, primarily due to high levels of mortality by root pathogens in native oaks possibly associated with climatic change (Brasier, 1996; Allen *et al.*, 2010). Large Blue Gums also show high mortality rates. Moreover, Maritime Pines have been quickly dying out from wilt disease caused by an introduced nematode (Mota, Vieira, 2008). To all this, we must add the effect of recurrent and increasingly frequent large wildfires on the loss of high quality occupied or potential nesting trees.

The logging of tall eucalyptus and pines

надо прибавить эффект всё чаще случающихся крупных лесных пожаров. В итоге мы видим, что число деревьев, уже занятых гнёздами или пригодных для их будущего размещения, снижается.

Рубка высоких эвкалиптов и сосен в гнездовых ареалах орлов, особенно когда валится дерево, уже занятое гнездом, также представляет существенную проблему. Но наиболее распространённым и часто встречающимся негативным фактором со стороны человека является беспокойство орлов во время гнездового периода, связанное с ведением лесного хозяйства и с охотой, в особенности на диких кабанов. Изредка во время охоты бывают подстрелены взрослые орлы из гнездящейся пары.

На возвышенностях доступность видов добычи колеблется от умеренного до низкого; наиболее низко оно в местах, засажённых плантациями эвкалипта. Причиной этого служат два фактора: избегание плантаций дикими животными и низкая численность голубей, живущих в сельской местности, по причине значительной заброшенности сельских земель. Старение и массовое переселение сельских жителей привело к снижению численности голубей, привыкших жить рядом с людьми, на 74 % в изучаемой области за 14 лет. Это снижение численности голубей благоприятствовало снижению уровня заболеваемости трихомонозом среди птенцов ястребиных орлов, который ранее был одной из ведущих причин их заболеваемости и смертности.

Хотя в изучаемой области не были подтверждены случаи столкновения обитающих тут орлов с линиями электропередачи и ветряными турбинами, эти инфраструктуры представляют повышенный риск для гнездящихся поблизости птиц.

Чтобы привлечь внимание к этим проблемам, с 1 октября 2006 г. по 31 марта 2011 г. был осуществлён природоохранный проект LIFE «Древесно-гнездящиеся ястребиные орлы» (LIFE06 NAT/P/000194). Природоохранные акции включали в себя мероприятия по улучшению гнездового фонда и кормовой базы.

Чтобы обеспечить сохранность деревьев, которые используются как основание для гнездовых построек или могут использоваться в будущем, а также чтобы уменьшить воздействие на участок вокруг них, было реализовано управление местообитаниями и заключены договоры аренды леса у землевладельцев, подразумевающие денежную компенсацию. Были заключены устные соглашения с целлюлозными компаниями,

in breeding areas, especially when the nest tree is felled down, is also a major threat. But the most widespread and common impact comes from disturbance of active sites by forestry and hunting activities, boar drives in particular, whereas the shooting of breeding adults was seldom recorded besides being generally incidental during hunting and rarely from deliberate persecution.

In the uplands, food availability is generally moderate to low, but it is even lower where land cover by commercial eucalyptus plantations is high. This is both due to avoidance of these plantations by wild prey, and to the induced rural abandonment and the associated decline of rural pigeon numbers. The ageing and exodus of the human population throughout the area caused a 74 % decrease in rural domestic pigeon numbers in 14 years. This decline seems to come in favour of lowering levels of trichomonosis prevalence in Bonelli's Eagle nestlings, previously an important cause of morbidity and mortality.

Although the potential collision of resident eagles with powerlines and wind farm turbines could not be confirmed in the study area, these infrastructures represent an increasing risk of breeding habitat loss and degradation when close to nest sites.

To address these issues, a scientifically rooted LIFE Nature Project "Tree-nesting Bonelli's Eagle" (LIFE06 NAT/P/000194) was implemented from the 1st October 2006 to the 31st March 2011. Conservation actions included the reinforcement of fragile nests and the building of artificial nests in cases of deterioration of natural nesting conditions, and the building of improved pigeon lofts in collaboration with hunter's associations in territories with lower food availability or to divert predation pressure for social reasons.

To assure the preservation of actual or potential nest trees and reduce disturbance in their surroundings, habitat management and tree leasing agreements with landowners involving monetary compensation were implemented. Non-contractual agreements were established in similar cases with paper-pulp companies, to which technical assistance was also regularly provided, as well as to electric companies and wind farm promoters. This helped reconciling economic activities with preserving good breeding conditions.

Extensive public awareness focussed primarily on hunters associations and rural

которым регулярно предоставлялись технические консультации, а также с учредителями электрических компаний и ветряных электростанций. Это позволило согласовать природоохранные меры по сохранению хороших условий для гнездования и экономическую деятельность в регионе.

Была проведена обширная работа с населением по всей территории распространения древесно-гнездящейся популяции орлов, сфокусированная, главным образом, на охотничьих ассоциациях и сельских жителях. А также в широких масштабах организовано экологическое образование для школьников.

Испанский могильник

Испанский могильник был крайне редко встречаемым видом с ограниченным ареалом в Португалии уже в начале 1970-х гг. (Palma, 1985). Причина его низкой численности, предположительно, заключалась в значительной потере пригодного ареала в конце XIX – первой половине XX веков, в совокупности с активным истреблением за государственную награду.

Вслед за окончанием диктаторского режима в 1974 г., в землевладении и в охотничьей системе произошли значительные перемены – обширные частные имения и охотничьи угодья на юге страны, доступ в которые прежде был ограничен, стали доступны для всех желающих. Это привело к тому, что последние пары орлов были подвергнуты травле, гнездовые участки и места охоты повсеместно утеряны, что, в конце концов, привело к полному истреблению могильника, как гнездящегося вида, на всё последующее десятилетие, несмотря на последующие находки гнездящихся пар на границе с Испанией в 1991 г. (Palma et al., 1999). В то же самое время, как вид исчез в Португалии, в Испании его численность также достигла самых низких значений (Ortega et al., 2009). Как следствие, в течение примерно 20 лет в Португалии были зафиксированы лишь единичные встречи молодых и неполовозрелых орлов, и никаких попыток размножения отмечено не было (Palma et al., 1999).

Рост популяции и географическое распространение

В 2002 г. первая территориальная пара



Ястребиный орёл на гнезде с птенцами. Фото Л. Квинты.

*Bonelli's Eagle with a nestling at a nest in a cork oak.
Photo by L. Quinta.*

populations across the tree-nesting range. Environmental education addressing primary and secondary schools was also widely undertaken.

The Iberian Imperial Eagle

The Iberian Imperial Eagle was reportedly scarce and with a very restricted distribution in Portugal already at the beginning of the 1970s (Palma, 1985). The reasons for its rarity were presumed to be primarily linked with extensive habitat loss during the late XIX and first half of the XX centuries, coupled with intensive state-rewarded persecution.

Following the end of the dictatorial regime in 1974, deep changes occurred in land ownership and hunting system with the opening to all hunters of the previously restricted large private estates and game preserves in the South of the country. This eventually exposed the last pairs to intensive persecution and widespread loss of nest sites and prey, driving the species to extermination as a breeding bird during the following decade, despite a later breeding event reported from the border with Spain in 1991 (Palma et al., 1999). At the same time the species vanished from Portugal it also reached its lowest numbers in Spain (Ortega et al., 2009). As a consequence, for nearly 20 years only rarely dispersing juveniles and immatures could be observed in Portugal and no breeding attempts were ever seen (Palma et al., 1999).

Population growth and geographic expansion

In 2002, the first territorial pair was observed in the Tejo River basin near the bor-

была обнаружена в бассейне р. Тахо близ границы с Испанией (Blanco, Pacheco, 2003), предположительно – западное ответвление испанской субпопуляции в горах Сьерра-де-Сан-Педро. Только в 2010 г. число пар в этой области начало быстро расти, вплоть до пяти пар в 2013 г. (рис. 4).

В 2004 г. одна пара поселилась на юго-западе, близ границы у западной оконечности горного хребта Сьерра-Морена. Но никакой географической связанности с соседними популяциями в Испании выявлено не было, поскольку дистанция до ближайшей испанской пары составляла 85 км. Несмотря на несколько безуспешных попыток заселить близлежащие окрестности, вид на этой территории так и остался представлен лишь одним гнездовым участком.

Дальнейший рост популяции происходил на юг. В 2007 г. на юго-восточных низинах были основаны ещё 2 гнездовых участка. После временного падения численности до одной пары, число гнездовых участков начало резко расти с 2010 г., и в 2013 г. составило 6 пар (рис. 4). Здесь также не прослеживается связей с Испанской популяцией, чья ближайшая пара гнездится в 150 км в Национальном парке Доньяна. Как и у ястребиного орла, именно в этой области Португалии наблюдается наибольшее распространение молодых могильников, что, в совокупности с изобилием дичи, даёт этой области огромный потенциал для восстановления вида.

В настоящее время общая численность гнездящихся могильников составляет 12 пар (рис. 4), которые распределены между центральной восточной и юго-восточной гнездовыми областями, с одной изолированной парой посередине (рис. 5). Среднегодовой прирост составляет 0,92 пары в год. Прирост выше на юго-востоке (0,78 пары в год), чем в центральной части (0,45 пар в год). В период роста численности все новые особи, как новообразованные пары, так и орлы, поменявшие гнездовую территорию, были неполовозрелые птицы разного возраста.

Возвращение испанского могильника, как гнездящегося вида, в Португалию стало возможно лишь благодаря экстраординарному восстановлению численности этого вида в Испании (Ortega et al., 2009) в результате напряжённой деятельности, направленной на сохранение этого вида. В настоящее время в Испании известно 408 гнездящихся пар испанского могильника (Imperial Eagle Working Group, 9 October 2013, Madrid).



Испанский орёл-могильник. Испания.
Фото Р. Санчеса.

Iberian (Spanish) Imperial Eagle taken in Spain.
Photo by R. Sánchez.

der with Spain (Blanco, Pacheco, 2003), presumably a western offshoot of the Sierra de San Pedro subpopulation in Spain. Only in 2010 the number of pairs started to increase steadily in the area, up to the 5 pairs extant in 2013 (fig. 4).

In 2004, one pair settled in the southeast near the border at the western end of the Sierra Morena range, but with no geographical continuity with the neighbouring populations in Spain, whose closest pair is at 85 km. Despite several unsuccessful attempts to settle in a nearby area, the species remained limited to one breeding territory ever since.

Further south, in the open lowlands of the southeast, 2 territories were established in 2007. After a transitory drop to only 1 pair, the number of breeding territories increased rapidly since 2010 to the present 6 pairs (fig. 4). There is also no close connection with Spanish populations, with the nearest breeding pair located 150 km away in Doñana National Park. As in the Bonelli's eagle, it is here where most dispersing immature Imperial eagles concentrate in Portugal and this, paired with the high abundance of potential prey, likely affords to this area the highest potential for the species recovery.

In whole, the present number of territorial pairs amounts to 12 (fig. 4) divided by the central east and southeast breeding areas, with the isolated pair in between (fig. 5). The average increase rate was 0.92 pairs/yr, faster in the southeast (0.78 pairs/yr) than in the central east (0.45 pairs/yr). All new settlers, either new pairs or replacing territorial birds were

Пути распространения молодых особей

Семь могильников, гнездящихся на территории Португалии, будучи птенцами, были помечены радиопередатчиком и/или цветным кольцом, что даёт некоторую информацию о распространении птиц после их вылета из гнезда. В центральной восточной части два самца, один меченый радиопередатчиком, другой цветным кольцом, были позднее обнаружены неподалёку от гнезда, где они вывелись. Среди птиц из юго-восточных низменностей три самца были помечены радиодатчиком в юго-западной части Испании: два в Национальном парке Доньяна и один в области Кадиса в рамках проекта по реинтродукции. Третий окольцованный самец неопределённого испанского происхождения также обосновался в этой области. И, наконец, один самец, меченый радиопередатчиком, обнаруженный на изолированной территории между двумя вышеупомянутыми группами, как оказалось, имел происхождение из субпопуляции в горах Сьерра-де-Сан-Педро, а вовсе не из ближайших к точке гор Сьерра-Морена (рис. 5).

Места гнездования и устройства гнёзд орлом-могильником

Местообитания, которые выбрал могильник после своего возвращения, это, в основном, низко лежащие равнины, пенепплены и плоскогорья, которые покрывают большие площади в южной Португалии и узкий пояс на востоке, вдоль границы с Испанией. Область распространения на ЮВ по большей части совпадает с территорией, занимаемой ястребиным орлом в юго-восточных низинах, которая уже была описана выше и которая представляет собой мозаику из сельскохозяйственных полей и кустарника. Для гнездовых построек могильники используют главным образом большие эвкалипты, занимают бывшие гнёзда белого аиста (*Ciconia ciconia*), в редких случаях гнёзда бывают

non-adults of different ages at the time of recruitment.

The return of the Imperial Eagle as a breeding bird to Portugal was only possible due to the extraordinary recovery of the species in Spain (Ortega et al., 2009) in result of intensive conservation activity. Currently, there are 408 known breeding pairs in Spain (Imperial Eagle Working Group, 9 October 2013, Madrid).

Natal dispersal

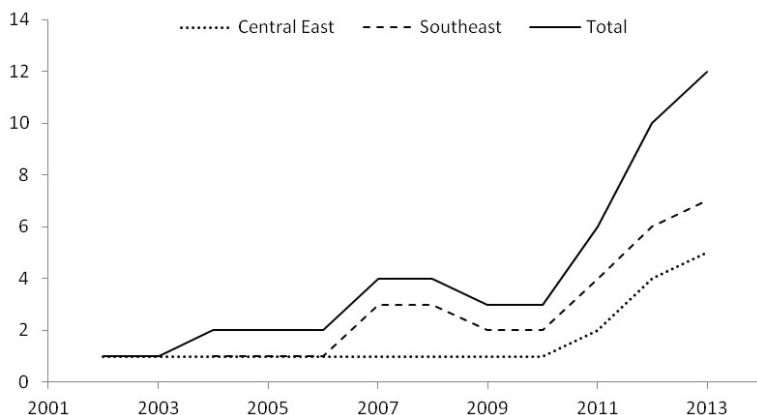
Seven of the territorial birds recorded in Portugal had previously been radiotagged and/or colour-ringed as nestlings, thus giving some indication on natal dispersal movements. In central east, 2 males, 1 radiotagged and 1 ringed were later recruited within the area of origin. Among the birds recruited in the southeastern lowlands, 3 males were radiotagged as nestlings in southwest Spain, 2 in Doñana National Park and 1 from the reintroduction project in Cádiz area. A third ringed male of undetermined Spanish origin also settled in the area. Finally, one radiotagged male recruited at the isolated territory between the two above groups originated from the Sierra de San Pedro subpopulation instead of the closer Sierra Morena (fig. 5).

Imperial Eagle breeding habitats and nest sites

The habitats where Imperial Eagles have settled in its return are in general low lying plains and plateaus throughout the peneplain that covers large areas of southern Portugal and an eastern belt along the Spanish border. The distribution area in the SE is largely coincidental with the range occupied by Bonelli's Eagle in the southeast lowlands, which habitat was described above and denominated as an agro-steppe/scrubland mosaic. In this area, Imperial Eagles use primarily large eucalyptus as nest trees, in part occupying former White stork (*Ciconia ciconia*) nests, although in fewer cases nests are built in Umbrella pine (*Pinus pinea*) groves in the middle of the agro-steppe or on river slopes. The breeding habitat of the isolated pair further north is dense Cork and Holm oak woodland with a few pine and eucalyptus groves in which the eagles nest. In the central East, in the plateau of the Tejo River basin, the habitat is a Holm oak woodland/farmland mosaic with scattered mixed pine/eucalyptus stands used as nest sites by the eagles.

Рис. 4. Рост популяции испанского могильника (*Aquila adalberti*) в Португалии. Графики указывают число гнездящихся пар за каждый год. Юго-восточная популяция включает в себя изолированные пары, обнаруженные в 2004 г. между двумя основными группировками.

Fig. 4. Iberian Imperial Eagle (*Aquila adalberti*) population growth in Portugal. Lines indicate the number of breeding pairs in each year. The southeast population includes the isolated pair established in 2004 between the two main clusters.



расположены в рощах пинии (*Pinus pinea*) посреди сельскохозяйственных полей или на крутых берегах рек. Место гнездования изолированной пары на севере представляет собой густой дубовый лес, состоящий из пробкового и каменного дубов, с вкраплениями сосновых и эвкалиптовых рощ, где и расположены гнёзда. В центре восточной части, на плато в бассейне реки Тахо, местообитанием могильника является смесь дубрав каменного дуба и сельскохозяйственных участков, посреди которых разбросаны лесопосадки сосны и эвкалиптов, на которых устраиваются гнёзда.

Смертность

Были зафиксированы девять летальных случаев среди могильников, в том числе два взрослых гнездящихся самца, шесть неполовозрелых особей во время их расселения и один слёт. Смертность птенцов на гнёздах не устанавливалась. Неполовозрелые особи являются самым уязвимым классом, из шести погибших птиц пять погибли от удара электрического тока на линии электропередачи среднего напряжения и одна – от голода. Ещё один слёт также погиб от голода, хотя в обоих случаях причина не может быть абсолютно точно установлена. Что касается двух взрослых самцов, то один был преднамеренно застрелен около гнезда, другой отравлен, оба были с одного и того же гнездового участка. Для установления причин смерти семи птиц было проведено вскрытие. Одна раненая птица была передана на реабилитацию.

Охрана

Проблемы, связанные с охраной птиц, были выявлены в процессе мониторинга. Как видно из вышесказанного, основные беспокойства вызывают отстрел, отлов и отравление, а также поражение птиц электричеством на линиях электропередачи среднего напряжения. Остальные проблемы затрагивают ухудшение условий для гнездо-

Mortality

Mortality data of 9 birds was recorded, including 2 breeding adult males, 6 dispersing immatures and 1 fledgling. Nestling mortality data were not investigated. Immatures are the most vulnerable class with 6 birds found dead, of which 5 by electrocution on medium voltage powerlines and 1 by starvation. Another recently fledged bird also died by starvation, although in both cases the cause could not be thoroughly determined. As for the adults, both from the same breeding territory, one was intentionally shot dead near the nest and the other was poisoned. To enable the identification of mortality causes, 7 necropsies of dead eagles were made. One injured bird was submitted to rehabilitation.

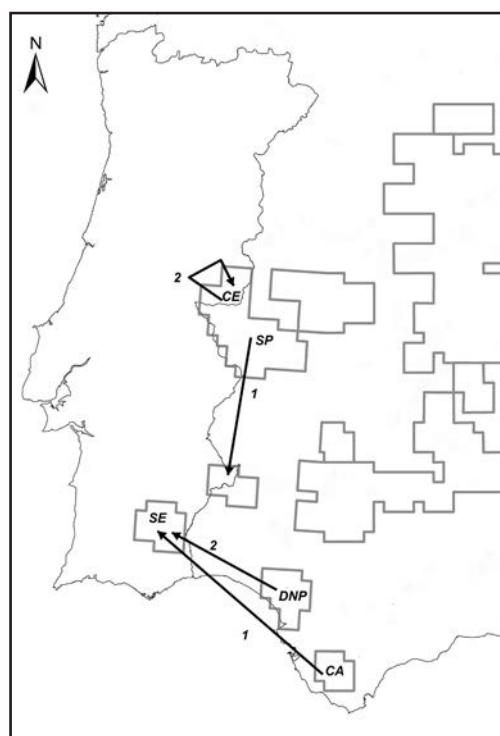
Conservation

Conservation problems have been identified in the course of monitoring. As seen above, persecution through shooting, trapping and poisoning, and electrocution on medium tension powerlines are major conservation concerns. Other problems relate to the impairment of breeding conditions, either caused by the logging of large trees or by disturbance and degradation of nest sites by forestry and farming activities.

Partial or total nest fall is a rather common event, especially in eucalyptus, and relates to the very quality of the trees, thence stressing the utmost need of preserving the oldest, taller and larger trees available in the

Рис. 5. Распространение испанского могильника в Португалии в настоящее время (слева) и его географические и демографические взаимоотношения с испанской субпопуляцией (справа). Многоугольники отражают распространение вида в обеих странах. Символы CE и SE соответствуют португальским центрально-восточной (CE) и юго-восточной (SE) гнездовым группировкам. DNP = субпопуляция Испанского национального парка Доньяна; CA = субпопуляция Испанского муниципалитета Кадис. Стрелками отмечены места в Португалии, где были помечены птицы, также указано число помеченных птиц.

Fig. 5. Iberian Imperial Eagle present distribution in Portugal (on the left), and its geographical and demographic relationships with Spanish subpopulations (on the right). The polygons represent the species distribution in both countries. CE and SE are central east and southeast Portuguese breeding clusters respectively. DNP and CA are the Spanish Doñana National Park and Cádiz subpopulations respectively. Arrows indicate the origin of tagged birds recruited in Portugal and numbers of birds involved.



Места гнездования (вверху) и гнездо (внизу) испанского орла-могильника. Фото Л. Пальмы.

Breeding habitat (upper) and nest (bottom) of the Iberian Imperial Eagle. Photos by L. Palma.

вания, вызванное как рубкой больших деревьев, так и нарушением и ухудшением состояния гнездовых участков за счёт деятельности лесного хозяйства и фермерства.

Частичное или полное обрушение гнезда – очень частое событие, особенно если гнездо расположено на эвкалипте. Вероятность обрушения зависит от состояния самого дерева, на котором расположено гнездо, поэтому стоит подчеркнуть крайнюю важность сохранения самых старых, высоких и больших деревьев, растущих на участке, наряду с регулярной необходимостью усиливать гнездовую постройку.

Для решения вышеописанных проблем был предпринят ряд мер, нацеленных на повышение успеха размножения, контроль и снижение уровня смертности, а также увеличение пищевого ресурса. В том числе укрепление гнездовых построек, сооружение искусственных гнездовых платформ, поиск ловушек и отравленных приманок, уменьшение потенциального воздействия от лесных работ, реконструкция птицепасных линий электропередачи, восстановление популяции кроликов и постройка для них искусственных укрытий (табл. 1).

Все меры по охране были проведены в сотрудничестве с официальными португальскими и испанскими природоохранными структурами по условию Меморандума о Взаимопонимании между обеими странами по вопросу сохранения орла-могильника.

Обсуждение

Причина поразительного увеличения популяции ястребиного орла в южной Португалии за последние десятилетия кроется в их гнездовом поведении, а именно – в привычке гнездиться на деревьях. Такое поведение позволило расширить географические пределы популяции на ранее незанятые территории за счёт использования для устройства гнезда больших экзотических деревьев, преимущественно эвкалиптов. Такое расселение можно рассматривать как колонизацию новых местообитаний, преднамеренно



territory, while demanding the regular improvement of nest stability.

To address these issues, several actions have been undertaken aiming at improving breeding success, controlling and reducing mortality, and improving food availability. These include nest reinforcements, building of artificial nest platforms, vigilance, traps and poison searches, mitigation of potential impact of forestry operations, correction of dangerous powerlines, rabbit restocking and building of artificial rabbit shelters (table 1).

All conservation actions were carried out through formal collaboration between the Portuguese and Spanish conservation authorities under a Memorandum of Understanding between both countries on the conservation of the Imperial Eagle.

Discussion

The remarkable increase of the Bonelli's Eagle population during the last decades in southern Portugal is rooted in its tree-nesting behaviour, which allowed an enlargement of its geographic range throughout previously unoccupied areas using large exotic trees for nesting, eucalyptus in particular. Therefore, this can be viewed as the colonisation of a novel habitat unintentionally created by human activity.

Furthermore, there is increasing evidence that this behaviour decreases gene flow between the tree-nesting population and

созданных деятельностью человека.

Более того, всё больше данных свидетельствует о том, что такое поведение снижает генетический обмен между древесно-гнездящейся популяцией и соседними популяциями, что вносит вклад в генетическое расхождение внутри вида. За счёт этого, а также за счёт поведенческих особенностей, популяцию древесно-гнездящихся ястребиных орлов можно рассматривать как отдельный, особо значимый элемент в вопросе охраны уязвимых видов (Mira et al., 2013).

Возвращение испанского могильника в Португалию на гнездование после длительного отсутствия также является значимым событием, требующим тщательного исследования, аналогично тому, которое было развёрнуто по отношению к популяции ястребиного орла. К сожалению, работы по изучению могильника были ограничены хоть и регулярным, но несистематическим мониторингом и экстренными мерами, принятыми для защиты и сохранения этого вида. Очевидно, что этого не достаточно, чтобы гарантировать сохранение вида и его восстановление на надёжной научной основе. Что ещё более критично, если принять во внимание, что большинство местообитаний, которые могли бы позволить заново заселить территорию, которую этот вид занимал до его вымирания, находятся в южной и центральной части равнинной местности на востоке страны, где деятельность человека является постоянным источником лимитирующих факторов и проблем, связанных с охраной данного вида.

neighbouring ones, thus contributing to its genetic divergence. Due to this and behavioural distinctiveness, the Bonelli's Eagle tree-nesting population can be considered a discrete management unit of enhanced conservation relevance unveiled by scientific research (Mira et al., 2013).

The return of the Iberian or Spanish Imperial Eagle to Portugal as breeding bird after a long absence is also a remarkable event demanding thorough research in a similar manner to what has been developed in the Bonelli's Eagle. However, work has been mainly restricted so far to regular but unsystematic monitoring and to emergency conservation and management actions. This seems clearly insufficient for ensuring its conservation and recovery on a sound scientific basis. This is even more critical taking into consideration that most of the habitat available to allow a wider reoccupation of the species pre-extinction range is found in the southern and central eastern penneplains where human activities are a constant source of limiting factors and conservation problems.

Acknowledgements

It almost impossible to list all people to whom we are indebted for the support provided to our work during two decades without forgetting anyone. Namely, there were a large number of people who were critical to data acquisition in the field, and others to laboratory work. Still, we ought to thank especially those that contributed more extensively to monitoring of either or both

Табл. 1. Итог природоохранных мероприятий, направленных на сохранение гнездовых территорий могильника в Португалии.

Table 1. Summary of conservation actions targeting Imperial Eagle breeding areas in Portugal.

Objective / Цель	Action / Мероприятие	No. actions Количество акций
Improve breeding success Повышение успеха размножения	Nest reinforcement; artificial nests / Укрепление гнёзд; искусственные гнёзда	6
	Nest vigilance / Слежение за гнёздами	2
	Adjustment of forestry operations / Регулировка лесного хозяйства	3
	Regulating car traffic near nest sites Регулирование автомобильного движения вблизи гнездовых участков	1
Control and reduce mortality Контроль и снижение смертности	Radiotagging of juveniles / Мечение радиопередатчиками молодых	3
	Correction of powerlines / Реконструкция ЛЭП	4
	Searching for traps and poison in breeding areas Поиск ловушек и яда в местах гнездования	7
	Necropsies of eagles found dead / Вскрытие орлов, найденных мертвыми	7
	Rehabilitation attempts of injured and sick eagles Усилия по реабилитации травмированных и больных орлов	1
Improve food resources Улучшение кормовых ресурсов	Rabbit restocking and artificial shelters Искусственные убежища и пополнение запасов для кроликов	3
Conservation management Природоохранный менеджмент	Memorandum of Understanding between Portugal and Spain on the joint conservation of the Imperial Eagle / Меморандум о взаимопонимании между Португалией и Испанией о совместной охране орла-могильника	

species, and to the success of research.

Thus, we are especially indebted to Ana Rita Inácio, Andreia Dias, Carlos Carrapato, Carlos Pacheco, Fernando Grade, Jorge Vicente, Hugh Jansman, Leonor Cancela, Miguel Caldeira Pais, Paul Voskamp, Pedro Portela, Rita Ferreira, Raquel Godinho, Rogério Cangarato, Sara Mira and Stef van Rijn.

References

- Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H. (Ted), Gonzalez P., Fensham R., Zhen Z., Castro J., Demidova N., Jong-Hwan L., Allard G., Running S. W., Semerci A., Cobb N. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. – *Forest Ecology and Management*. 2010. 259 (4). P. 660–684.
- Beja P., Palma L. Limitations of methods to test density-dependent fecundity hypothesis. – *Journal of Animal Ecology*. 2008. 77. P. 335–340.
- Beton D., Snape R., Saydam B. Status and ecology of the Bonelli's Eagle, *Aquila fasciata*, in the Pentadakylos Mountain Range, Cyprus (Aves: Falconiformes). – *Zoology in the Middle East*. 2013. 59 (2). P. 123–130.
- Bergier P., Naurois R. de. Note sur la reproduction de l'Aigle de Bonelli *Hieraaetus fasciatus* en Afrique du Nord-Ouest. – *Alauda*. 1985. 53. P. 257–262.
- BirdLife International. Birds in Europe. Population Estimates, Trends and Conservation Status. BirdLife Conservation Series. 2004. No 12.
- Blanco H., Pacheco C. [The return of the Iberian Imperial eagle (*Aquila adalberti*) as a breeding bird to Portugal], (Abstracts of the 4th Congresso Português de Ornitologia and 2nd Jornadas ibéricas de Ornitologia). 2003. P. 111. [in Portuguese].
- Blanco J.M., Höfle U., Palma L., Fráguas B., Blánquez M.J. Ultrastructural abnormalities in Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*) egg shell and membranes in the Iberian Peninsula. (Abstracts of the 4th Eurasian Congress on Raptors). 2001.
- Brasier C.M. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. – *Annales des Sciences Forestières*, 1996. 53. P. 347–358.
- Caldeira Pais M. [Habitat selection and use by the non-breeding Bonelli's eagle population in the south of Portugal]. Unpublished report, 2005. [in Portuguese].
- Cardia P., Fráguas B., Pais M., Guillemaud T., Palma L., Cancela M.L., Ferrand N., Wink M. Preliminary genetic analysis of some Western Palearctic populations of Bonelli's Eagle, *Hieraaetus fasciatus*. *Raptors at Risk*, R.D. Chancellor & B.-U. Meyburd Eds., WWCBP/Hancock House Publishers, 2000. P. 845–851.
- Equipa Atlas. [Atlas of Breeding Birds in Portugal (1999–2005)]. Institute of Nature Conservation and Biodiversity, Portuguese Society for the Study of Birds, Madeira Natural Park and Regional Agency for the Environment and the Sea. Assírio & Alvim. Lisboa, 2008. [in Portuguese].
- Figueira R., Tavares P.C., Palma L., Beja P., Sérgio C. Application of indicator kriging to the complementary use of bioindicators at three trophic levels. – *Environmental Pollution*. 2009. 157. P. 2689–2696.
- Furness R.W. Birds as Monitors of Environmental Change – Birds as monitors of pollutants. (eds. Furness, R.W., Greenwood, J.J.D.). Chapman & Hall, London, 1993. P. 87–216.
- Hernández-Matías A., Real J., Moleón M., Palma L., Sánchez-Zapata J.A., Pradel R., Carrete M., Gil-Sánchez J.M., Beja P., Ballbontín J., Vincent-Martin N., Ravayrol A., Benítez J.R., Arroyo B., Fernández C., Ferreira E., García J. From local monitoring to a broad-scale viability assessment: a case study for the Bonelli's Eagle in Western Europe. – *Ecological Monographs*. 2013. 83(2). P. 239–261.
- Höfle U., Blanco J.M., Palma L., Melo P. Trichomoniasis in Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*) nestlings in south-west Portugal. – *Raptor Biomedicine III* (eds. Lumeij, J.T., Remple, J.D., Redig, P.T., Lierz, M., Cooper, J.E.). Zoological Education Network, Inc. Lake Worth (FL), U.S.A. 2000. P. 45–52.
- IM/AEMet. Iberian Climate Atlas. Air Temperature and Precipitation (1971–2000). Instituto de Meteorologia de Portugal – Agência Estatal de Meteorologia, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011.
- Kassinis N. Demographics of the Bonelli's eagle *Aquila fasciata* population in Cyprus. – *Bird Census*. 2010. 23/1–2. P. 21–27.
- Mira S., Arnaud-Haond S., Palma L., Cancela M. L., Beja P. Large-scale population genetic structure in Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*. – *Ibis*. 2013. 155. P. 485–498.
- Moleón M., Sánchez-Zapata J.A., Real J., García-Charton J.A., Gil-Sánchez J.M., Palma L., Bautista J., Bayle P. Large-scale spatio-temporal shifts in the diet of a predator mediated by an emerging infectious disease of its main prey. – *Journal of Biogeography*. 2009. 36. P. 1502–1515.
- Moleón M., Sebastián-González E., Sánchez-Zapata J.A., Real J., Pires M.M., Gil-Sánchez J.M., Bautista J., Palma L., Bayle P., Guimarães P.R., Beja P. Changes in intrapopulation resource use patterns of an endangered raptor in response to a disease-mediated crash in prey abundance. – *Journal of Animal Ecology*. 2012. 81. P. 1154–1160.
- Mota M.M., Vieira P.R. (eds.). *Pine Wilt Disease: A World-wide Threat to Forest Ecosystems*. Springer, 2008.
- Muñoz A.R., Real R., Barbosa A.M., Vargas J.M. Modelling the distribution of Bonelli's Eagle in Spain: Implications for conservation planning. – *Diversity and Distributions*. 2005. 11. P. 477–486.
- Naoroji R. *Birds of Prey of the Indian Subcontinent*. OM Books Internacional. New Delhi, 2006.
- Ortega E., Mañosa S., Margalida A., Sánchez, R., Oria, J., González, L.M. A demographic description of the recovery of the vulnerable Spanish imperial eagle *Aquila adalberti*. – *Oryx*. 2009. 43 (1). P. 113–121.
- Palma L. Present situation of birds of prey in Portugal. – *Conservation Studies on Raptors*. ICBP Technical Publication, 1985. No 5. P. 3–14.
- Palma L., Onofre N., Pombal E. Revised distribution and status of diurnal birds of prey in Portugal. – *Avocetta*. 1999. 23. P. 3–18.
- Palma L., Mira S., Cardia P., Beja P., Guillemaud T., Ferrand N., Cancela L. Sexing Bonelli's Eagle nestlings: morphometrics versus molecular techniques. – *Journal of Raptor Research*. 2001. 35 (3). P. 187–193.
- Palma L., Beja P., Tavares P.C., Monteiro L.R. Spatial variation of mercury levels in nesting Bonelli's eagles from South-west Portugal: effects of diet composition and prey contamination. – *Environmental Pollution*. 2005. 134. P. 549–557.
- Palma L., Beja P., Pais M., Cancela da Fonseca L. Why do raptors take domestic prey? The case of Bonelli's eagles and pigeons. – *Journal of Applied Ecology*. 2006. 43. P. 1075–1086.
- Zheng T-H. *A synopsis of the Avifauna of China*. Science Press. Beijing, 1987.