

**Grassland alterations do not affect breeding success,
but lead to dietary shifts of Eastern Imperial Eagle
(*Aquila heliaca*), a top predator: a case of successful
adaptation**

**Изменения пастбищ не влияют на успех
размножения, но приводят к изменениям в
питании восточного орла-могильника (*Aquila
heliaca*), высшего хищника: случай успешной
адаптации**

**Dimitar Demerdzhiev, Dobromir Dobrev, Zlatozar Boev, Nedko Nedyalkov,
Atanas Delchev, Stoycho Stoychev, Tseno Petrov**

Habitat transformation is identified as major threat to biodiversity loss globally, affecting threatened raptors

Трансформация среды обитания определяется как серьезная угроза биоразнообразия во всем мире, затрагивающая находящиеся под угрозой исчезновения хищников



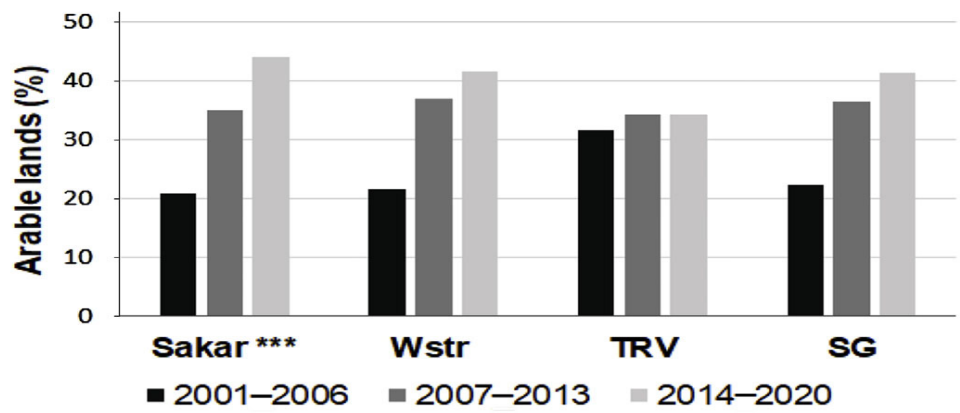
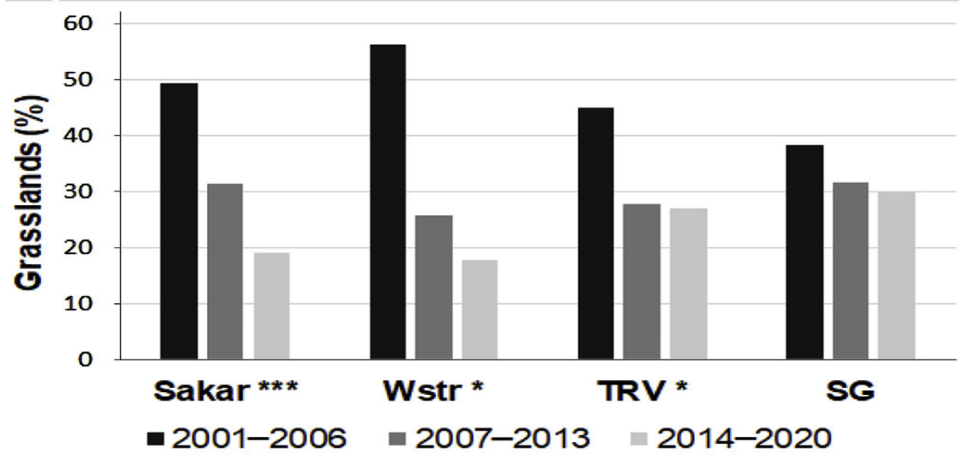
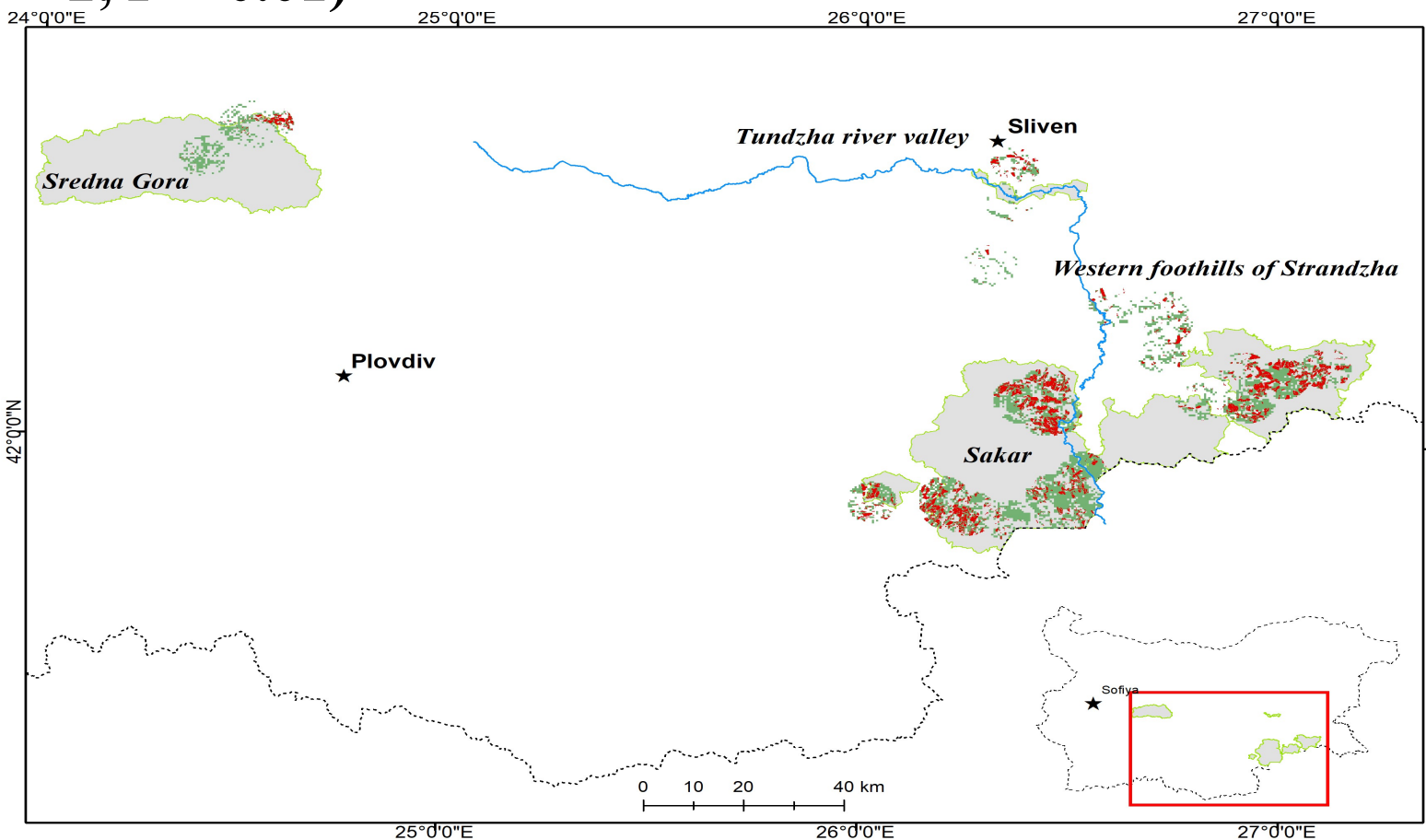
In our study area, habitat change affected dramatically permanent grasslands, shrinking their availability

В районе нашего исследования изменение среды обитания резко повлияло на постоянные луга, сократив их количество



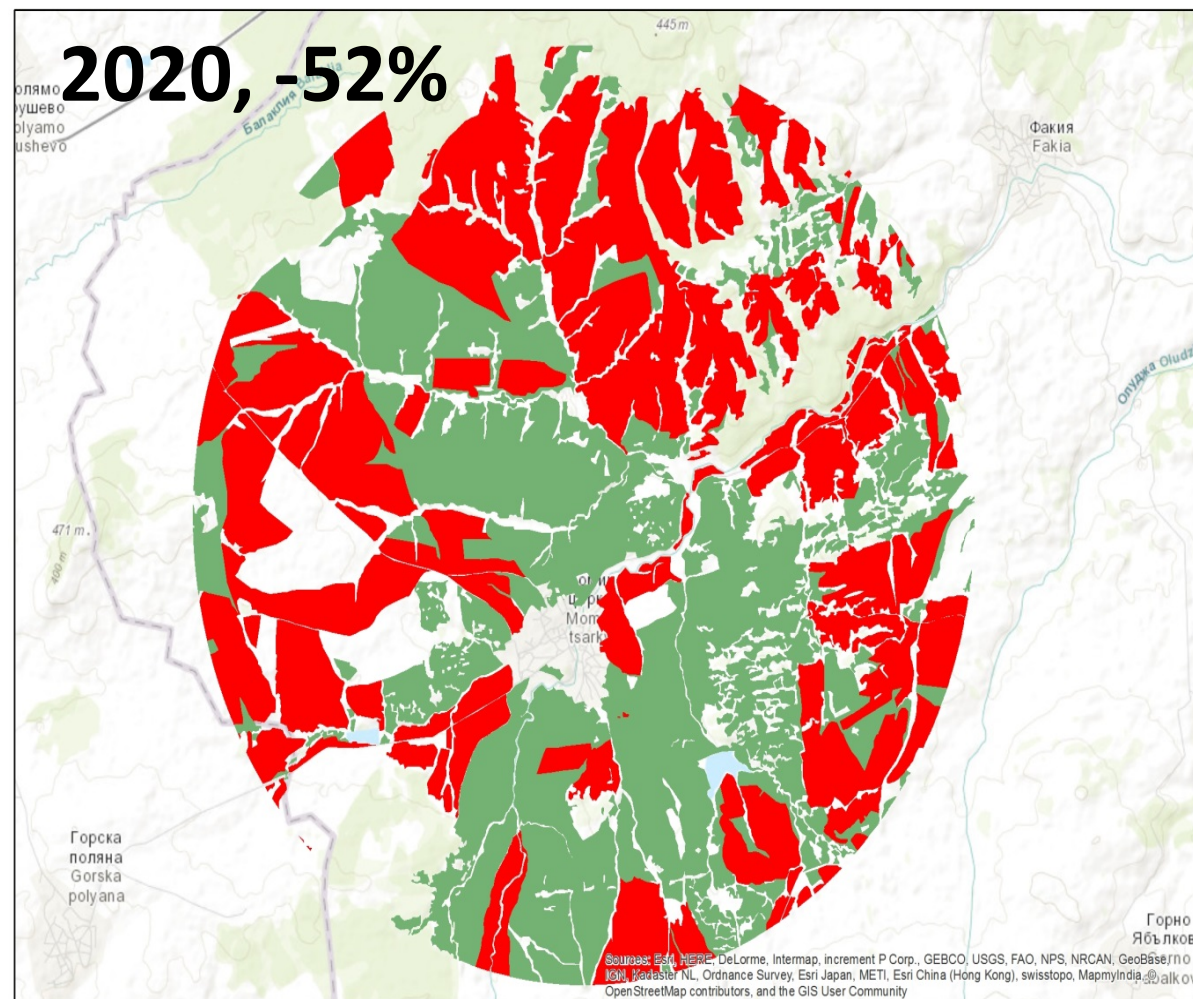
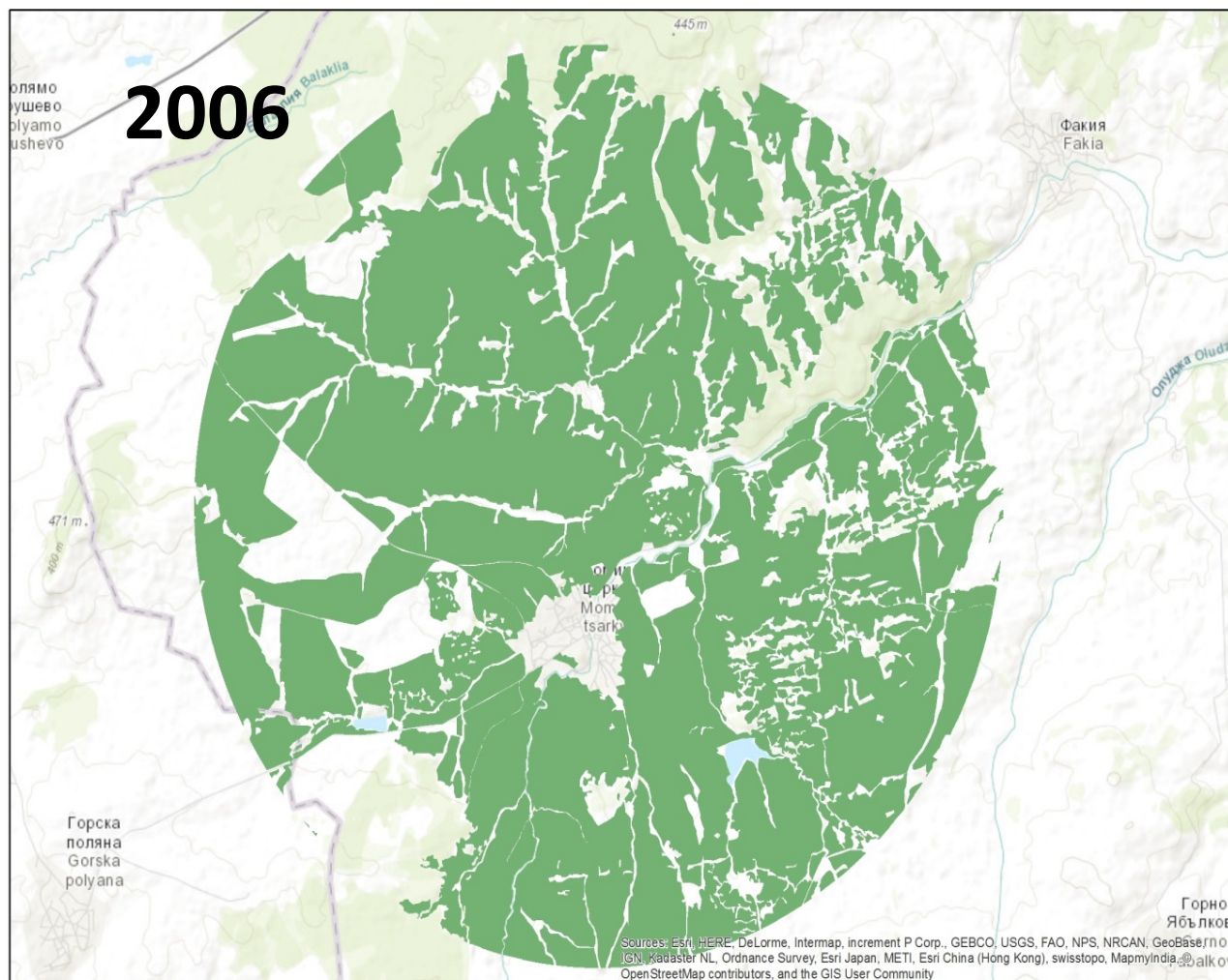
After the admission of Bulgaria to the EU, in 15 years period the grasslands decreased nearly 1.5 times ($F = 12.9, df = 2, P < 0.001$), while arable land significantly increasing ($F = 5.2, df = 2, P = 0.01$)

После вступления Болгарии в ЕС за 15 лет площади пастбищ сократились почти в 1.5 раза ($F = 12,9, df = 2, P < 0,001$), а пахотные земли значительно увеличились ($F = 5.2, df = 2, P = 0.01$)



In some breeding territories the loss of grasslands exceeded more than **40%**

На некоторых гнездовых территориях потери лугов превысили более **40%**



What is the effect?! Какой эффект?!



BSPB

Bulgarian Society for
the Protection of Birds



© Svetoslav Spasov
www.NatureImages.eu

The occupancy rate of studied territories (n =24) decrease (F = 4.01, df = 2, P = 0.03).

Заселенность исследуемых территорий (n =24) снижается (F = 4.01, df = 2, P = 0.03).



BSPB
Bulgarian Society for
the Protection of Birds

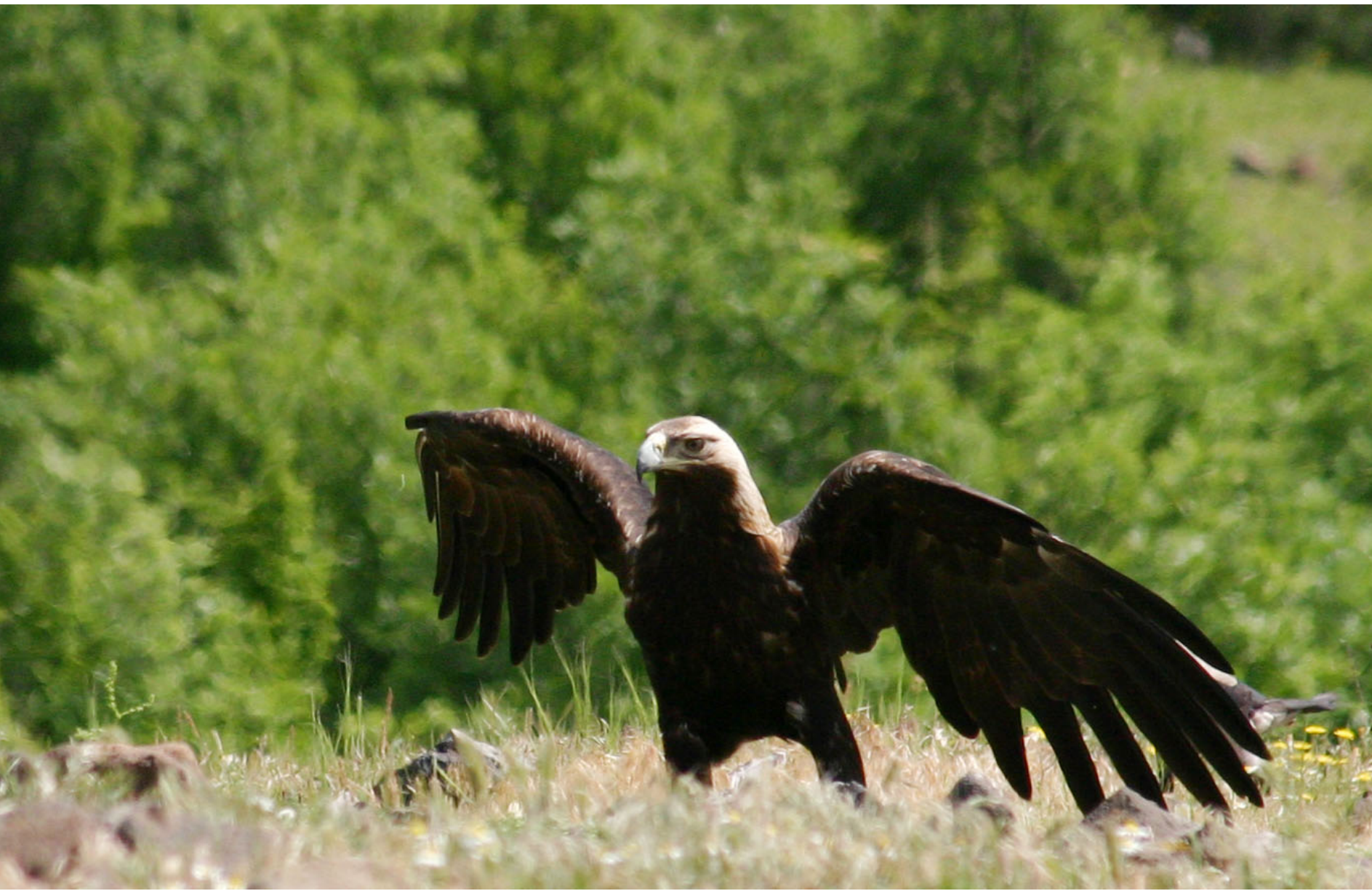


Abundance of profitable prey sousliks decreased over the study (adjusted $R^2 = 0.25$, $F_2 = 8.97$, $p < 0.001$)

Численность прибыльной добычи сусликов за время исследования снизилась (adjusted $R^2 = 0.25$, $F_2 = 8.97$, $p < 0.001$)



What is the response of the eagles?! Какова реакция орлов?!



■ before change ■ after change

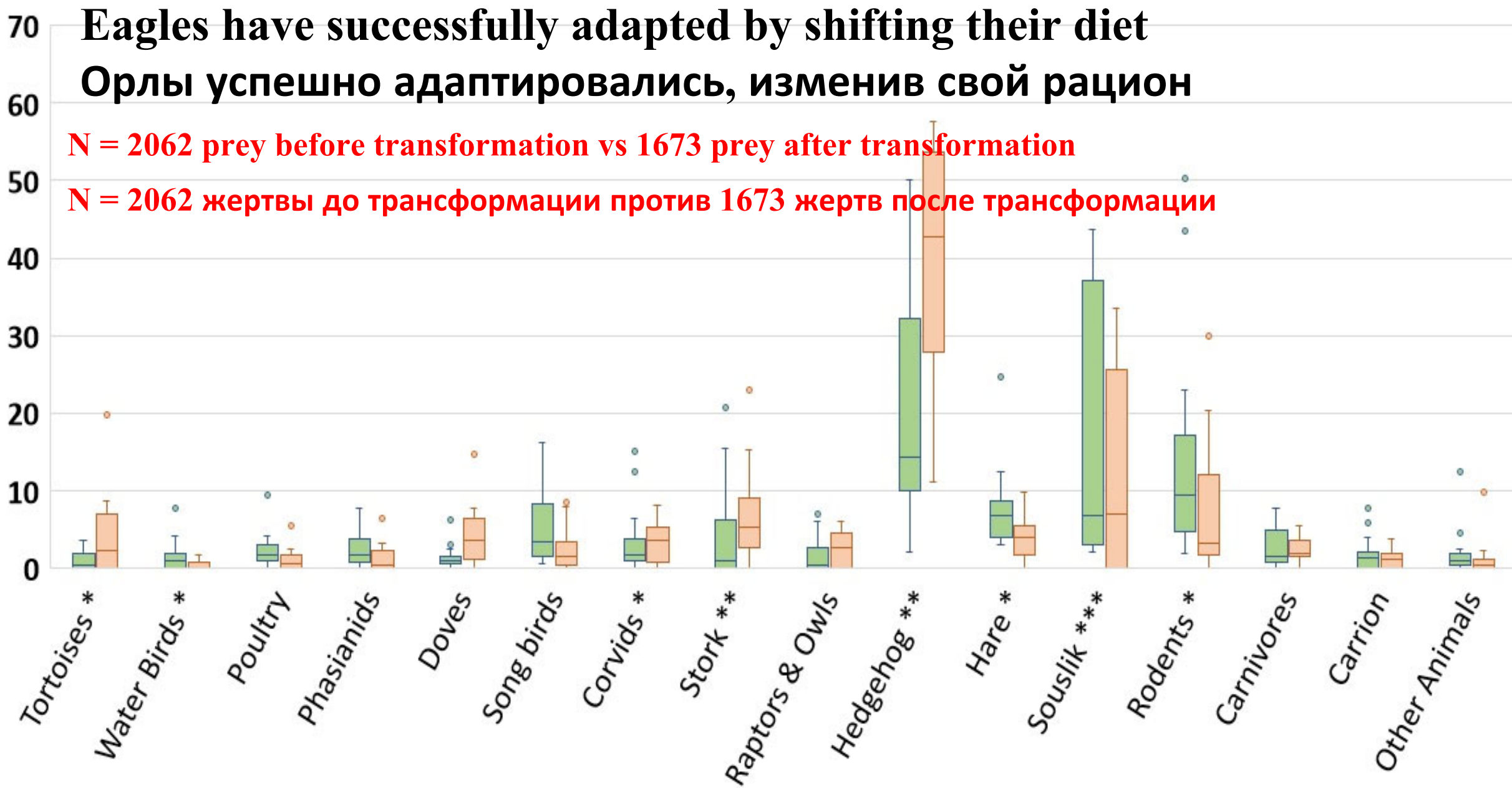
Eagles have successfully adapted by shifting their diet

Орлы успешно адаптировались, изменив свой рацион

N = 2062 prey before transformation vs 1673 prey after transformation

N = 2062 жертвы до трансформации против 1673 жертв после трансформации

proportion



**Northern White-breasted Hedgehog has doubled in eagle food (*Erinaceus roumanicus*)
(adjusted $R^2 = 0.66$, $\beta^2 = 0.53$, CL: 0.76/0.29)**

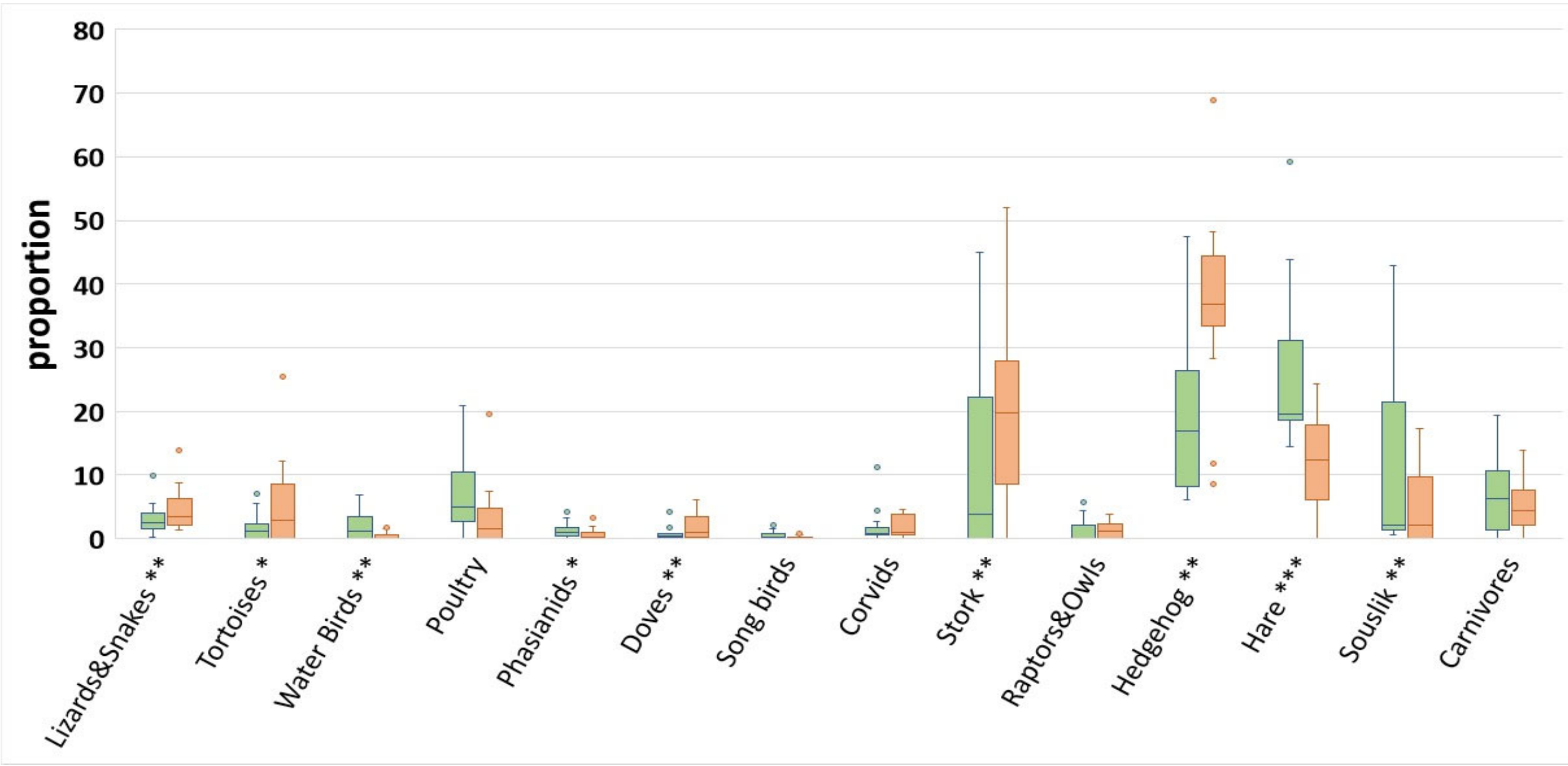
Северный белогрудый ёж увеличил долю орлиного корма вдвое;

The European souslik (*Spermophilus citellus*), has halved in the eagles' diet (adjusted $R^2 = 0.71$, $\beta^2 = -0.25$, CL: -0.04/-0.46)

Европейский суслик в рационе орлов сократился в половина



Biomass/ Биомасса



The proportion of biomass from hedgehogs (adjusted $R^2 = 0.62$, $\beta^2 = 0.54$, CL: 0.78/0.29) and White Stork (*Ciconia ciconia*) (adjusted $R^2 = 0.64$, $\beta^2 = 0.34$, CL: 0.58/0.11) increased, while biomass provided by brown hare (*Lepus europaeus*) (adjusted $R^2 = 0.77$, $\beta^2 = -0.59$, CL: -0.40/-0.78) and European souslik (adjusted $R^2 = 0.66$, $\beta^2 = -0.29$, CL: -0.06/-0.52) largely decreased after grassland transformation

Доля биомассы ежей и белого аиста (*Ciconia ciconia*) увеличилась, а биомасса обеспечила заяц-русак (*Lepus europaeus*) и суслик европейский в значительной степени снизились после преобразования лугов



Modeling General Effect of Dietary Alteration

Моделирование общего эффекта изменения рациона питания



- **The top model for prey frequency ($\Delta AIC = 0.00$, $w_i = 0.99$) clearly demonstrated that White Stork, Northern white-breasted hedgehog, and European Sousek shaped dietary shifts of the Eastern Imperial Eagle with a random effect of territory**
- **Топ-модель частоты добычи ($\Delta AIC = 0.00$, $w_i = 0.99$) ясно продемонстрировать, что изменения в рационе орла могильника определено от белого аиста, северного белогрудого ежа и европейского суслика совместно с фактором случайным эффектом территории**

In terms of biomass change, the first candidate model included “random” territory and brown hare ($\Delta AIC = 0.00$, $w_i = 0.46$)

Что касается изменения биомассы, то первой модель включает «случайной» эффект территории и зайца-русака ($\Delta AIC = 0.00$, $w_i = 0.46$)



- **Diet diversity did not show a significant trend (adjusted $R^2 = 0.28$, $\beta^2 = -0.27$, CL: 0.18/-0.72), corresponding to a low level of food stress**
- **The mean food niche breadth (Levin's index) was 5.67 ± 2.08 before landscape alteration, and 4.64 ± 1.78 in the post-alteration period**
- **Разнообразие рациона питания не показало значимой тенденции (adjusted $R^2 = 0.28$, $\beta^2 = -0.27$, CL: 0.18/-0.72), что соответствует низкому уровню пищевого стресса**
- **Средняя ширина пищевой ниши (индекс Левина) составляла 5.67 ± 2.08 до изменения ландшафта и 4.64 ± 1.78 в период после изменения**

Breeding Success and Effect of Grassland Transformation and Dietary Shifts

Успех размножения и влияние трансформации пастбищ и изменений в рационе питания



- The breeding success significantly increased in the period after grassland alteration (adjusted $R^2 = 0.18$, $\beta^2 = 0.47$, CL: 0.83/0.11), without a “territory effect” affecting this process
- before habitat transformation - 0.97 ± 0.60 fledglings per incubating pair
- after grassland alteration - 1.45 ± 0.37 fledglings per incubating pair
- Успех размножения значительно увеличился в период после пастбищной изменение (adjusted $R^2 = 0.18$, $\beta^2 = 0.47$, CL: 0.83/0.11), без «эффекта территории», затрагивающего этот процесс
- до трансформации местообитания – 0.97 ± 0.60 слетков на насиживающую пару.
- после изменения пастбищ – 1.45 ± 0.37 слетков на насиживающую пару.

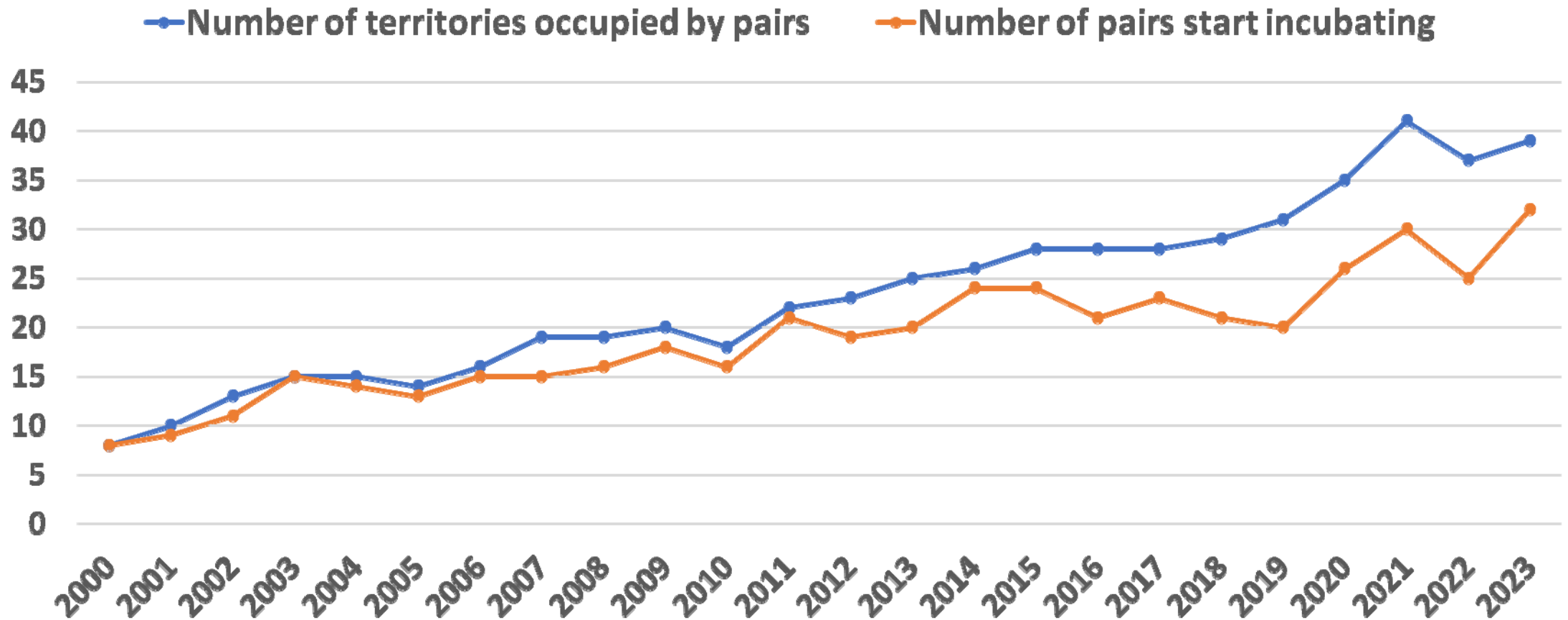
Possible explanations for the "contradiction"

Возможные объяснения «противоречия»



- Nest guarding - no (before 43 vs after 46)
- Охрана гнезда — нет (до трансформации 43 против после 46)
- the age of breeding birds – possible (before 21% immature vs after 7% immature)
- возраст гнездящиеся птиц – возможный (до трансформации 21% неполовозрелых против после 7% неполовозрелых)
- dietary specialization expressing in adaptation to an abundant and constant food source such as hedgehogs and storks led to more efficient foraging and higher productivity
- диетическая специализация, выражающаяся в адаптации к обильному и постоянному источнику пищи, такому как ежи и аисты, привела к более эффективному поиску пищи и более высокой продуктивности

In general, the population continues to grow В целом население продолжает расти



What comes next?! Что будет дальше?!

- It is possible to increase intra-specific and intra-guild competition with other top predators such as the Eagle Owl, Golden Eagle and Lesser Spotted Eagle using the hedgehog as a food source
- Можно усилить внутривидовую и внутри гильдейскую конкуренцию с другими высшими хищниками, такими как филин, беркут и малый подорлик, используя ежа в качестве источника пищи
- Some of the transformed traditional territories of the imperial eagle to be abandoned
- Некоторые из преобразованных традиционных территорий орла могильного будут заброшены



- The developing imperial eagle population to be "directed" to "more urbanized" areas where habitats are of lower quality, there is more human pressure and some of the territories function as sinks
- Развивающаяся популяция могильника будет «направлена» в «более урбанизированные» районы, где среда обитания более низкого качества, существует большее человеческое давление, а некоторые территории функционируют как «плохие территории»



The solution Решение



- Restoration of plowed pastures
- Восстановление распаханых пастбищ
- Restoration of habitat complexity, which includes the establishment of mosaic habitat structures, consisting of complexes of permanent grasslands with scattered small shrub formations and grassland margins between medium-sized arable patches
- Восстановление сложности местообитаний, включающее создание мозаичных структур местообитаний, состоящих комплексов постоянных лугов с разбросанными мелкокустарниковыми образованиями и опушками лугов между пахотными участками средней величины



- Protection the more important Souslik colonies
- Защита наиболее важных колоний сусликов
- Restoration of Souslik colonies
- Восстановление колоний сусликов
- Supporting the populations of eagle prey species such as the brown hare, game species
- Поддержка популяций жертвы могильники, таких как заяц-русак, охотничьи виды

More information can be found on the publications:

Более подробную информацию можно найти в публикациях:

- Demerdzhiev D., Dobrev D., Popgeorgiev G., Stoychev S. 2022. Landscape alteration affects the demography of an endangered avian predator by reducing the habitat quality. *Avian Research* 13, Article 100030. <https://doi.org/10.1016/j.avrs.2022.100030>
- Demerdzhiev D., Boev Z., Dobrev D., Nedyalkov N., Petrov T. 2022. Does Temporal and Spatial Diet Alteration Lead to Successful Adaptation of the Eastern Imperial Eagle, a Top Predator? *Diversity* 14, 1000. <https://doi.org/10.3390/d14111000>
- Demerdzhiev D.A., Dobrev D.D., Boev Z.N. 2023. Grassland Alterations Do Not Affect Breeding Success, but Can Explain Dietary Shifts of a Generalist Raptor Species. *Diversity* 15, 422. <https://doi.org/10.3390/d15030422>

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

