

Více než sousedé – prokázaná mimopárová paternita u jestřába lesního (*Accipiter gentilis*)

More than neighbours – a proven case of extra-pair paternity in the Northern Goshawk (Accipiter gentilis)

**Jan Hanel^{1,2}, Tomáš Kunca¹, Václav Tomášek¹
& Karel Šťastný¹**

¹ Katedra ekologie, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýčká 129, CZ-165 21 Praha 6 – Suchbátka

² Zoologická zahrada Liberec p.o., Lidové sady 425/1, CZ-460 01 Liberec 1;
e-mail: hanel@zooliberec.cz

Hanel J., Kunca T., Tomášek V. & Šťastný K. 2019: Více než sousedé – prokázaná mimopárová paternita u jestřába lesního (*Accipiter gentilis*). *Sylvia* 55: 87–92.

Dravci jsou považováni za geneticky monogamní ptáky. Např. u jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) byl dosud zjištěn pouze jediný případ mimopárové paternity (Severní Amerika). V Evropě bylo u tohoto druhu zaznamenáno pouze několik případů mimopárových kopulací. V roce 2012 jsme v lesnaté krajině na Liberecku kontrolovali dvě hnízda jestřába lesního, která byla nezvykle blízko sebe (1,37 km). U prvního hnízda jsme odchytili rodičovský pár (samec M1 a samice F1) a u druhého samici (F2) za účelem odběru krve pro analýzu DNA. Vzorek krve byl odebrán také jedinému mláděti z prvního hnízda a třem mláďatům z druhého hnízda. Analýzou DNA jsme prokázali, že samec M1 byl otcem dvou mláďat z různých hnízd. Jedná se o první zdokumentovaný případ mimopárové paternity u jestřába lesního v Evropě. Zároveň jde o důkaz, že mimopárové kopulace se u jestřába lesního v Evropě nevyskytují jen v urbanizovaných populacích.

*Raptors are considered genetically monogamous birds. In particular, only one case of extra-pair paternity has been recorded in the Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) in North America. In Europe, a few observations of extra-pair copulations have been reported in this species. In 2012, we checked two closely neighbouring nests (1.37 km) of the Northern Goshawk in a woody landscape near the Liberec town (north of the Czech Republic). We caught both parents (male M1 and female F1) at one nest and the female (F2) at the other nest to obtain blood samples for a DNA analysis. Moreover, a single nestling at one nest and three nestlings at the other nest were blood-sampled. DNA analysis revealed that the M1 male was a father of two nestlings in the two different nests. This is the first record of extra-pair paternity in the Northern Goshawk in Europe. Moreover, our study proved that in Europe extra-pair copulations in the Northern Goshawk do not occur only in urbanized populations.*

Keywords: birds of prey, DNA analysis, extra-pair copulation, microsatellite

ÚVOD

Dravci jsou obecně považováni za monogamní ptáky, což dokazuje nízká frekvence mimopárových kopulací (Newton 1979). Přestože se jedná o vzácný a obtížně pozorovatelný jev, byly mimopárové kopulace u některých druhů dravců zaznamenány (např. Birkhead & Lessells 1988, Sodhi 1991, Negro et al. 1992, Arroyo 1999). Dravci rodu *Accipiter* mají během hnízdění striktně rozdělené role. Větší samice inkubují vejce, zahřívají mláďata a brání hnízdo před predátory. Zpravidla o třetinu menší samci mláďatům i samici obstarávají potravu (Newton 1979, Reynolds 1982). Přitom odlétají lovit i několik kilometrů od hnízda (Rutz 2006) a samice zůstávají samy, což vytváří příležitost pro mimopárové kopulace. Mimopárové kopulace byly dosud zaznamenány například u krahujce obecného (*Accipiter nisus*; Newton 1986, McGrady 1991), káně bělohrdlé (*Buteo swainsoni*; Briggs & Collopy 2012), jestřába lesního (Bijlsma 1993, Rutz 2005) a jestřába Cooperova (*Accipiter cooperii*; Rosenfield et al. 2007).

Jestřáb lesní je monogamní teritoriální druh obývající lesy celé severní polokoule (Kenward 2006). I když jestřábí samci maximalizují svoji pravděpodobnost otcovství velkým množstvím kopulací na jednu snůšku (přes 500 kopulací v průběhu 3–4 týdnů; Møller 1987), genetickou analýzou bylo dosud potvrzeno jedno mimopárové mládě, a to v Severní Americe (Gavin et al. 1998). V Evropě bylo zaznamenáno několik pozorování mimopárových kopulací, ale u žádného z mláďat na sledovaných hnízdech nebylo doloženo otcovství jiného než rezidentního samce (Rutz 2005).

V tomto článku popisujeme případ mimopárové paternity jestřába lesního zaznamenaný v severních Čechách, kdy bylo úspěšně vyvedeno mládě zplonené samcem ze sousedního páru.

MATERIÁL A METODIKA

V letech 2010–2012 byla na ploše 300 km² v okrese Liberec studována hnízdní biologie populace jestřába lesního s průměrnou hnízdní hustotou 3,5 páru/100 km² (Hanel et al. 2013). Lesní porosty pokrývají 42 % rozlohy území. Výrazně dominují hospodářsky využívané jehličnaté porosty (80 % rozlohy lesních porostů), převážně smrku ztepilého (*Picea abies*); mezi listnáči je dominantní (7 % rozlohy lesních porostů) buk lesní (*Fagus sylvatica*; Hanel et al. 2013).

Z hlediska paternity jsme se zaměřili na dvě hnízda jestřába lesního, která byla od sebe vzdálena pouze 1,37 km, přičemž průměrná vzdálenost mezi hnízdy ve studované populaci činila 5,3 km (Hanel et al. 2013). Hnízda se nacházela v blízkosti NPR Jizerskohorské bučiny – v nejméně urbanizované části sledovaného území v nadmořské výšce 450 m n. m. Mláďata se na nich vylíhla v květnu 2012, přičemž mládě na hnízdě 1 (viz Výsledky) bylo o týden starší než tři mláďata na hnízdě 2.

Třem rodičům a všem čtyřem mláďatům ze dvou hnízd byl odebrán vzorek krve (50–100 µl) z brachiální tepny k pozdější analýze DNA. Vzorky byly uchovávány v 96% ethanolu při teplotě -17 °C. Dospělé jestřáby jsme odchytávali u hnízda do nárazové sítě s použitím atrapy výra velkého (*Bubo bubo*). Mláďatům jsme odebrali vzorek při výstupu na hnízdo, a to ve věku přibližně 20 dnů.

Genetická analýza vzorků byla provedena komerční laboratoří. Ke stanovení genetického profilu byly využity tzv. mikrosatelity, které jsou třídou genetických markerů, sestávajících z tandemově opakovaných sekvencí o velikosti 2–7 párů bází. Mikrosatelity se liší počtem opakování daného sekvenčního motivu. Mikrosatelity jsou v laboratorních podmínkách množeny pomocí multiplexo-

vé polymerázové řetězové reakce (PCR). Jeden z primerů každého páru je na konci označen fluorescenčním barvivem. Fragmenty jsou rozděleny a detekovány v jediném elektroforetickém sřřiku s použitím automatizovaného elektroforetického přístroje. Laboratoř garantuje stanovení minimálně sedmi z následujících osmi markerů: AGE1a, AGE2, AGE4, AGE5, AGE7, AGE9, AGE10 a AGE11 (Topinka & May 2004, Dawney et al. 2009).

VÝSLEDKY

Hnízdo 1 patřilo samci M1 a samici F1. Pár úspěšně vychoval jedno mládě O1 (samec). Genetické profily obou rodičů se s tímto mládětem shodovaly na všech osmi testovaných markerech (tab. 1), mládě tedy bylo potomkem rodičů M1 a F1. Hnízdo 2 patřilo samici F2 a neodchycenému samci, kterého jsme opakovaně pozorovali při donášení potravy

(s jistotou se však nejednalo o samce M1, který byl označen odečítacím kroužkem). Tento pár úspěšně vychoval tři mláďata O2, O3 a O4. U mláděte O2 (samec) jsme našli shodu se samcem M1 a se samicí F2 na všech osmi testovaných markerech a můžeme tedy tvrdit, že bylo jejich potomkem. U mláděte O3 (samec) byla shoda s profilem samce M1 pouze na třech markerech, s matkou F2 na všech osmi markerech. Mládě O4 (samice) vykazovalo shodu se samcem M1 na čtyřech markerech, se samicí F2 se shodovalo na všech markerech. Obě mláďata tedy byla potomky samice F2, ale ne samce M1.

DISKUSE

Genetickou analýzou jsme prokázali mimopárovou paternitu u jestřába lesního, přičemž se jedná o první doklad úspěšně odchovaného mimopárového

Tab. 1: Genetická podobnost mezi zkoumanými rodiči (M 1 – samec, F 1,2 – samice) a potomky (O 1–4) jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) na dvou sousedících hnízdech v severních Čechách v roce 2012. Byly analyzovány tzv. mikrosatelity. Dvojice hodnot (alel) v rámci jednotlivých hodnocených lokusů je možné mezi jedinci (rodiči a mláďaty) vzájemně porovnávat – potomek zdědí vždy jednu alelu po každém z rodičů a skuteční potomci nemohou být nositelé jiných hodnot než těch, které jsou přítomné u jejich rodičů.

Table 1: Genetic similarity between the tested parents (M 1 – male, F 1,2 – females) and offspring (O 1–4) of the Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) at two closely neighbouring nests in the north of the Czech Republic in 2012. Microsatellites were analysed. Pairs of values (alleles) within the tested loci are compared – an offspring inherits one allele from each parent, a real offspring thus cannot carry a value different from those present in their parents.

lokus / locus	hnízdo / nest 1			hnízdo / nest 2			
	M1	F1	O1	F2	O2	O3	O4
AGE1	5;5	5;7	5;5	5;7	5;7	7;7	5;7
AGE2	11;14	15;16	14;16	14;17	14;14	14;16	11;17
AGE4	28;28	30;33	28;33	28;32	28;28	28;36	31;32
AGE5	11;13	12;13	11;12	11;12	12;13	12;14	11;11
AGE7	12;8	19;19	12;19	19;22	12;22	19;19	21;22
AGE9	10;10	12;13	10;13	12;13	10;13	12;13	12;12
AGE10	18;18	23;23	18;23	18;22	18;18	18;24	18;22
AGE11	8;9	9;11	9;11	8;10	8;8	10;11	9;10

mláděte tohoto druhu na území Evropy. Mimopárová paternita u jestřába lesního byla dosud potvrzena pouze v Severní Americe (Arizona), a to u jednoho ze 77 mláďat (Gavin et al. 1998). Výskyt mimopárových mláďat je u jestřába lesního velice vzácný (McGrady 1991, Warkentin et al. 1994, Korpimäki et al. 1996, Negro et al. 1996). Mimopárové kopulace v Evropě zdokumentoval Bijlsma (1993) u dvou hnízd v Holandsku, která však byla opuštěna ještě před vylíhnutím mláďat. Druhý případ zaznamenal Rutz (2005) v urbánní populaci jestřába lesního v Hamburku – mimopárové kopulace ale časově předcházely plodnému období samice a žádné mimopárové mládě tak nebylo zjištěno. Naše studie tedy přináší důkaz přítomnosti mimopárových kopulací i mimo urbánní oblasti.

Mimopárová paternita je u dravců častěji zjišťována v populacích s vyšší hustotou, kde ve zvýšené míře dochází k interakcím mezi jedinci z různých párů (Rosenfield et al. 2015). V naší studované populaci jestřába lesního činila hnízdní hustota 3,5 páru/100 km², což je v rámci Evropy podprůměrná hodnota. Dvě sledovaná hnízda byla ale od sebe vzdálena pouze 1,37 km, zatímco průměrná vzdálenost mezi hnízdy ve sledované oblasti byla 5,3 km (Hanel et al. 2013). Např. Penteriani (1997) uvádí minimální zjištěnou vzdálenost mezi hnízdy jestřába lesního 2 km a průměrnou vzdálenost 3,5 km.

Jestřábi mají vysokou frekvenci kopulací ze strany rezidentního samce, která obecně zvyšuje jeho šance na oplození vejce (Møller 1987, Birkhead & Møller 1992). Z různých důvodů, např. neplodnosti samce či špatného načasování kopulace, však nemusí k oplození dojít. Jednou z výhod mimopárových kopulací z hlediska samice je proto vyšší pravděpodobnost oplození (Wan et al. 2013). Samice navíc může v případě zplození

mimopárového mláděte získat výhodu z větší genetické rozmanitosti potomků a v případě přinesení kořisti cizím samcem také potravní satisfakci (Rosenfield et al. 2015). Zároveň tím však podstupuje riziko opuštění snůšky rezidentním samcem (Wan et al. 2013). Pro cizího samce může kopulace se spárovanou samicí také přinášet výhody: V případě, že dojde k zplození mláděte, zvyšuje takový samec svou fitness, aniž by se o potomka musel starat (Birkhead & Møller 1992). Značné riziko však pro mimopárové samce představuje přistížení rezidentním samcem, který své teritorium bude bránit. Samci totiž po přinesení potravy k hnízdu zůstávají v jeho blízkosti a hlídají jej před případnými soky, a to zejména v plodném období samic (Rutz 2005).

U jestřába lesního byly dosud provedeny pouze dvě studie zaměřené na mimopárovou paternitu (Gavin et al. 1998, Rutz 2005). Námí zjištěný případ dokazuje, že se tento jev vyskytuje i v Evropě. Jeho frekvenci však nelze z naší studie na dvou hnízdech odhadnout. Další studie paternity by se proto měly zaměřit na větší počet různě vzdálených hnízd v různých typech prostředí a v populacích s různou hustotou. Takové výsledky by napomohly vysvětlit příčiny mimopárové paternity u jestřába lesního.

PODĚKOVÁNÍ

Projekt byl podpořen grantem ČZU Reg. No. 20114213. K projektu bylo MZe ČR vydáno povolení k pokusu č. 207/2010. Za analýzu vzorků děkujeme laboratoři Genomia s.r.o. Plzeň. Za další podporu děkujeme Zoologické zahradě v Liberci. Za pomoc v terénu děkujeme dobrovolníkům, a to jmenovitě Lence Jeřábkové, Pavlu Maškovi, Martinu Slavíkovi, Janu Procházkovi a Tomáši Žďánskému. V neposlední řadě děkujeme recenzentům za jejich cenné připomínky k rukopisu.

LITERATURA

- Arroyo B. E. 1999: Copulatory behavior of semi-colonial Montagu's Harriers. *Condor* 101: 340-346.
- Bijlsma R. G. 1993: *Ecologische Atlas van de Nederlandse Roofvogels*. Schuyt & Co., Haarlem.
- Birkhead T. R. & Lessells C. M. 1988: Copulation behaviour of the Osprey *Pandion haliaetus*. *Animal Behaviour* 36: 1672-1682.
- Birkhead T. R. & Møller A. P. 1992: *Sperm Competition in Birds: Evolutionary Causes and Consequences*. Academic Press, London.
- Briggs C. W. & Collopy M. W. 2012: Extra-pair paternity in Swainson's Hawks. *Journal of Field Ornithology* 83: 41-46.
- Dawnay N., Ogdén R., Wetton J. H., Thorpe R. S. & McEwing R. 2009: Genetic data from 28 STR loci for forensic individual identification and parentage analyses in 6 bird of prey species. *Forensic Science International: Genetics* 3: e63-e69.
- Gavin T. A., Reynolds R. T., Joy S. M., Leslie D. & May B. 1998: Genetic evidence for low frequency of extra-pair fertilizations in Northern Goshawks. *Condor* 100: 556-560.
- Hanel J., Tomášek V., Procházka J., Menclová P., Kunca T. & Štastný K. 2013: Hnízdění biologie jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) na Liberecku. *Sylvia* 49: 39-47.
- Kenward R. 2006: *The Goshawk*. T & AD Poyser, London.
- Korpimäki E., Lahti K., May C. A., Parkin D. T., Powell G. B., Tolonen P. & Wetton J. H. 1996: Copulatory behaviour and paternity determined by DNA fingerprinting in kestrels: effects of cyclic food abundance. *Animal Behaviour* 51: 945-955.
- McGrady M. J. 1991: *The Ecology and Breeding Behaviours of Urban Sparrowhawks (Accipiter nisus) in Edinburgh, Scotland*. PhD thesis, Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh.
- Møller A. P. 1987: Copulation behaviour in the Goshawk, *Accipiter gentilis*. *Animal Behaviour* 35: 755-763.
- Negro J. J., Donazar J. A. & Hiraldo F. 1992: Copulatory behaviour in a colony of Lesser Kestrels: Sperm competition and mixed reproductive strategies. *Animal Behaviour* 43: 921-930.
- Negro J. J., Villarroel M., Tella J. L., Kuhnlein U., Hiraldo F., Donazar J. A. & Bird D. M. 1996: DNA fingerprinting reveals a low incidence of extra-pair fertilizations in the Lesser Kestrel. *Animal Behaviour* 51: 935-943.
- Newton I. 1979: *Population Ecology of Raptors*. Buteo Books, Vermillion.
- Newton I. 1986: *The Sparrowhawk*. T & AD Poyser, Calton.
- Penteriani V. 1997: Long-term study of a Goshawk breeding population on a Mediterranean mountain (Abruzzi Apennines, Central Italy): Density, breeding performance and diet. *Journal of Raptor Research* 31: 308-312.
- Reynolds R. T. 1982: North American *Accipiter* hawks. In: Davis D. E. (eds): *Handbook of Census Methods for Terrestrial Vertebrates*. CRC Press, Boca Raton: 288-289.
- Rosenfield R. N., Bielefeldt J., Rosenfield L. J., Stewart A. C., Nenneman M. P., Murphy R. K. & Bozek M. A. 2007: Variation in reproductive indices in three populations of Cooper's hawks. *Wilson Journal of Ornithology* 119: 181-188.
- Rosenfield R. N., Sonsthagen S. A., Stout W. E. & Talbot S. L. 2015: High frequency of extra-pair paternity in an urban population of Cooper's Hawks. *Journal of Field Ornithology* 86: 144-152.
- Rutz C. 2005: Extra-pair copulation and inter-specific nest intrusions in the Northern Goshawk *Accipiter gentilis*. *Ibis* 147: 831-835.
- Rutz C. 2006: Home range size, habitat use, activity patterns and hunting behaviour of urban-breeding Northern Goshawks *Accipiter gentilis*. *Ardea* 94: 185-202.
- Sodhi N. S. 1991: Pair copulations, extra-pair copulations and intraspecific nest intrusions in Merlin. *Condor* 93: 433-437.
- Topinka J. R. & May B. 2004: Development of polymorphic microsatellite loci in the Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) and cross-amplification in other raptor species. *Conservation Genetics* 5: 861-864.
- Wan D., Chang P. & Yin J. 2013: Causes of extra-pair paternity and its inter-specific variation in socially monogamous birds. *Acta Ecologica Sinica* 33: 158-166.

Warkentin I. G., Curzon A. D., Carter R. E., Wetton J. H., James P. C., Oliphant L. W. & Parkin D. T. 1994: No evidence for extra-pair fertilizations in the Merlin revealed by DNA fingerprinting. *Molecular Ecology* 3: 229-234.

Došlo 4. března 2019, přijato 20. května 2019.

Received 4 March 2019, accepted 20 May 2019.