

# Nástup veľkostného pohlavného dimorfizmu u juvenilných vodnárov potočných (*Cinclus cinclus*) na severe Slovenska

## *Arise of the sexual size dimorphism in juvenile White-throated Dipper (Cinclus cinclus) in Northern Slovakia*

Michal BALÁŽ<sup>1</sup>, Lucia HRČKOVÁ<sup>2</sup> & Mária BALÁŽOVÁ<sup>1</sup>

1 Katedra biológie a ekológie PF KU v Ružomberku, Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok, Slovakia; e-mail: miso.balaz@gmail.com

2 Stredoslovenské múzeum, Námestie SNP 3755/4A, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

**Abstract.** *Sexual size dimorphism is relatively common in different taxonomic groups of birds, and it is present even in species with no visual differences in colour and/or type of feathers. The White-throated Dipper (Cinclus cinclus) is one of these species. Differences in the length of several body parts are commonly used in sex determination. Males are significantly larger than females even in juveniles and 12-days-old nestlings. However, we have no information on the differences in younger nestlings and differences can be also found in adults from different populations. During 2016–2018 we measured 64 three-, six-, and ten-days old nestlings (31 females and 33 males) and 94 adult (46 females and 48 males) birds. The sex of nestling was determined using genetic methods. The adult birds exhibited significant differences in wing length (males: 89–98 mm, average 93.6 mm; females: 81–89 mm, average 85.1 mm), tail length (males: 50–60 mm, average 55.7 mm; females: 45–56 mm, average 50.5 mm) and tarsus length (males: 32.5–37.1 mm, average 35.1 mm; females: 31.2–34.8 mm, average 32.9 mm). No differences were found in beak length or other body parts of the three-day old and six-day old nestlings. However, ten-day-old nestlings showed significant differences in wing length (males: average 2.6 mm; females: average 2.4 mm) and tarsus length (males: average 27.6 mm; females: average 26.5 mm), which represent the earliest published age at which this species shows pronounced sexual differences. Furthermore, the documented sexual size differences in adult birds can improve sex determination under regional Central European conditions.*

**Key words:** *sexual dimorphism, nestlings' development, habitat quality, plasticity*

## Úvod

U veľkej časti vtáčích druhov je známy pohlavný dimorfizmus prejavujúci sa rozdielmi v sfarbení, vo veľkosti tela, prípadne niektorých jeho častí (napr. Selander 1966, Lowich & Gibbson 1992). Kým rozdiely vo sfarbení operenia (pohlavný dichromatizmus) majú zrejme úzky vzťah s párovacím systémom a celkovými reprodukčnými stratégiami druhu (Björklund 1990), intersexuálne rozdiely vo veľkosti môžu súvisieť s mierne odlišnými potravinovými nikami

(Brändle et al. 2002), či s rozdielmi v migračnom správaní medzi samcami a samicami (Lehikoinen et al. 2017). Vo väčšine prípadov je samčie pohlavie väčšie, ale poznáme aj prípady, kedy sú preukazne väčším pohlavím samice, ako napr. u dravých vtákov (Warkentin et al. 2016), sov (De Andréa Segall et al. 2017), či bahniakov (Jehl & Murray 1986). Na základe rozdielov veľkosti medzi pohlaviami je následne pri viacerých rovnako sfarbených druhoch možná determinácia pohlavia (napr. Liordos & Goutner 2008, Meissner et al. 2020).

Vodnár potočný (*Cinclus cinclus*) patrí medzi druhy, u ktorých nie sú známe pohlavne determinované rozdiely v operení, ale vykazujú výrazné rozdiely vo veľkosti medzi samcami a samicami, pričom samce sú oproti samicam ťažšie zhruba o 20 % a vyznačujú sa tiež dlhšími krídlami a väčšími behákmi (Svensson 1975, Glutz v. Blotzheim & Bauer 1985, Tyler & Ormerod 1994). Niektoré proporcie tela (napr. dĺžka krídel) však vykazujú znaky adaptácií na lokálne podmienky a môžu sa líšiť medzi populáciami obývajúcimi rôzne geografické oblasti (Svensson 1975, Winkler & Jenni 2007). Okrem toho, na veľkostné medzipopulačné rozdiely vplyva zrejme aj charakter toku a s tým súvisiaca stratégia lovu koristi (Moreno-Rueda & Rivas 2007, Arizaga et al. 2009). Známe je tiež to, že rozdiely vo veľkosti sú evidentné už pri vyvedení mláďat z hniezda (Kunstmüller 2014). Nie je však plne objasnené, v akom veku sa objavujú prvé veľkostné rozdiely. Z dostupnej literatúry je známe len to, že preukazné rozdiely existujú už vo veku 12 dní (Øigarden & Lifjeld 2013).

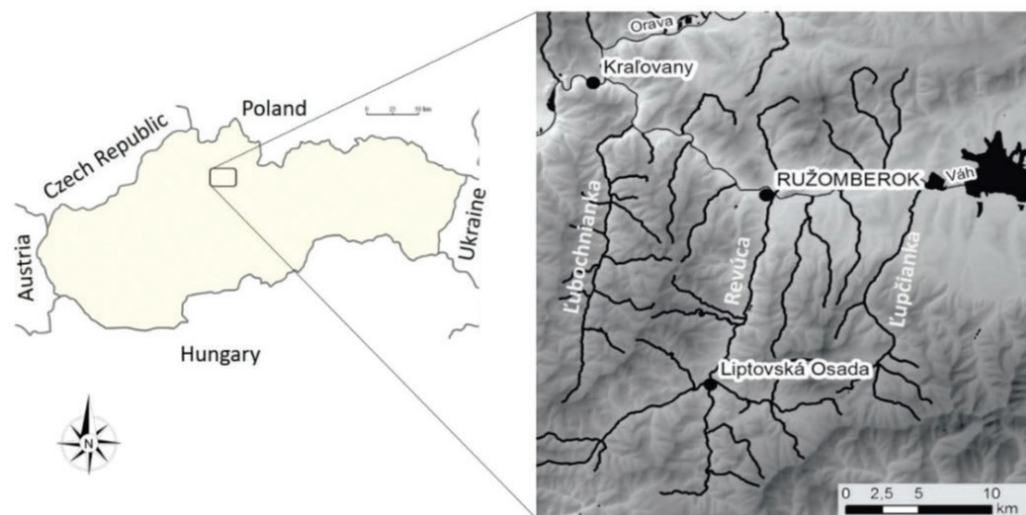
Cieľom tejto štúdie preto bolo 1) zistiť, v akom veku sa objavujú znaky veľkostného pohlavného dimorfizmu mláďat a 2) overiť intersexuálne rozdiely vo veľkosti dospelých vodnárov potočných v podmienkach horských tokov na severe Slovenska.

## Materiál a metodika

### Opis územia

Hniezdenie vodnárov potočných bolo sledované na horských a podhorských riekach severu Slovenska (Revúca, Ľubochnianka, Lupčianka, Lúžňanka, Korytnica, Komjaňanka a Vyšný Matejkovský potok; 49,11N, 19,22E – 48,94N, 19,44E; obr. 1). Sledované územie patrí medzi mierne chladné a vlhké typy prostredia s priemernou ročnou teplotou 4 – 7 °C a priemerným úhrnom zrážok 700 – 1200 mm (Miklós 2002). Ide o územie, v ktorom dominuje vápencové podložie s kamenistým až štrkovo-piesčitým dnom (Balco 1977, Krno 1982), pre ktoré je vodnár charakteristickým druhom (Karaska 2002). Jeho priemerná hniezdna denzita na tunajších tokoch sa pohybuje okolo jedného páru na km toku a celkovo sa na území s rozlohou 1150 km<sup>2</sup> odhaduje hniezdenie 140 – 250 párov tohto druhu (Baláž et al. 2015).

Veľkostné rozdiely mláďat, ako aj dospelých vodnárov boli sledované na tokoch rôznych typov a hniezdne teritória sledovaných párov sa nachádzali v nadmorských výškach 495 – 1000 m n. m.



Obr. 1. Sledované územie s tromi najvýznamnejšími riekami.  
Fig. 1. Investigated area with three most important rivers.

### *Terénny zber údajov*

Mláďatá vodnárov potočných v študovanom území boli sledované v hniezdnych polobúdkach a podložkách umiestňovaných pod mosty jednotlivých tokov. V hniezdnych sezónach 2017 – 2018 bolo zmeraných 64 mláďat na hniezde (31 samíc a 33 samcov) prislúchajúcich k 15 hniezdeniam. Mláďatá boli merané vo veku troch, šiestich a desiatich dní (deň liahnutia bol považovaný za nultý deň) a len v tých hniezdach, kde bol presne odsledovaný deň liahnutia. Meraná bola dĺžka krídla, dĺžka beháka a dĺžka zobáka. Mláďatá boli späť do hniezda vkladané hneď po zmeraní, čo trvalo len niekoľko málo minút.

Telesné rozmery dospelých jedincov vodnára potočného boli sledované v hniezdnych sezónach 2013 – 2018. Za toto obdobie bolo zmeraných spolu 94 dospelých jedincov (46 samíc a 48 samcov). Meraná bola dĺžka krídla, dĺžka chvosta a dĺžka beháka. Odchyťované boli do ornitologických sietí v blízkosti hniezd v období starostlivosti o mláďatá krátko pred ich vyvedením, pričom siete nikdy neboli exponované dlhšie ako tri hodiny (aby sa čo možno najviac eliminoval vplyv vyrušovania a krátkodobého výpadku v kŕmení). Pri meraní boli použité pravítka s presnosťou na 1 mm (krídlo a chvost adultov) a posuvné meradlo s presnosťou na 0,1 mm (všetky rozmery mláďat a behák adultov). Hmotnosť nebola zaznamenávaná ani pri dospelých, ani pri juvenilných jedincoch.

### *Molekulárne určenie pohlavia*

Pohlavie mláďat bolo určené pomocou molekulárno genetických metód. Vo veku 10 dní bola mláďatám na hniezde odobraná kvapka krvi napichnutím ramennej žily (*vena brachialis*) s pomocou inzulínovej striekačky (1 ml). Vzorka odobranej krvi bola uschovaná v mikroskúmavkách s 96% etanolom (1000 µl) pri teplote 15 °C na neskoršiu analýzu DNA. Izolácia DNA zo vzoriek krvi mláďat a kontrolných vzoriek šiestich rodičov bola vykonaná pomocou kitu E.Z.N.A.® Tissue DNA Kit. Pred izoláciou DNA boli vzorky krvi (25 µl) prepipetované do mikroskúmaviek a následne 15 min ponechané v termostate pri teplote 30 °C, aby sa z nich odparil zvyšný etanol. Po odparení etanolu sa následne DNA zo

vzoriek krvi izolovala podľa štandardizovaného protokolu. Na stanovenie molekulárneho určenia pohlavia boli použité primery amplifikujúce CHD-Z a CHD-W gény viazané na pohlavné chromozómy. Postupy PCR reakcie boli vykonané podľa práce Griffithsa et al. (1998). PCR produkty boli následne elektroforeticky oddelené na 2% agarózovom gély s pridaním interkalačného činidla (farbivo GoodView – ethidium bromid) počas 30 – 45 minút pri 120 V (7 – 10 V/cm). Výsledkom analýzy bola prítomnosť jedného fragmentu veľkosti 360 bp (CHD-Z) samcov. Dva fragmenty o veľkosti 360 (CHD-Z) a 400 bp (CHD-W) za zobrazili pri samiciach. Spoľahlivosť metódy bola potvrdená kontrolnými vzorkami rodičov, pri ktorých bolo pohlavie určené na základe morfofomerických rozdielov medzi pohlaviami a prítomnosťou hniezdnej holiny priamo v teréne, pričom všetky vyšli pozitívne.

### *Analýza dát*

Na zistenie morfometrických rozdielov mladých aj dospelých jedincov vodnárov potočných boli použité GLM (General Linear Model) testy v prostredí štatistického programu STATISTICA 13 (Tibco). Telesné rozmery (dĺžka krídla, dĺžka chvosta a dĺžka beháka u dospelých; dĺžka krídla, dĺžka zobáka a dĺžka beháka u juvenilných) boli použité ako závislé premenné, rok a pohlavie ako kategorické premenné.

## **Výsledky**

U samcov a samíc vo veku troch a šiestich dní sa rozmery sledovaných častí tiel štatisticky nelíšili. Rozdiel bol zistený v prípade 10 dňových mláďat (tab. 1), pričom pohlavia sa líšili dĺžkou krídla a dĺžkou beháka. Podobne ako v prípade dospelých jedincov, preukazne väčšie krídla aj beháky mali samce (tab. 2). Napriek tomu, že u dospelých vodnárov boli v prípade rozmerov krídla (samce 89 – 98 mm; samice 81 – 89 mm), chvosta (samce 50 – 60 mm; samice 45 – 56 mm) aj beháka (samce 32,5 – 37,1 mm; samice 31,2 – 34,8 mm) zistené prekryvy medzi pohlaviami, všetky merané znaky boli v priemere preukazne väčšie u samcov, než u samíc (tab. 1, 2).

**Tab. 1.** Vplyv pohlavia na rozdiely vo veľkosti tela mladých a dospelých vodnárov.

**Table 1.** Impact of the sex on the body size differences of the juvenile and adult Dippers.

	Test	F	p
<b>3 dňové mladé / 3 days old nestlings</b>			
Intercept	Wilks	1366,407238	< 0,001
pohlavie / sex	Wilks	0,106	0,956
<b>rok / year</b>	<b>Wilks</b>	<b>4,706</b>	<b>0,005</b>
<b>6 dňové mladé / 6 days old nestlings</b>			
Intercept	Wilks	1752,096703	< 0,001
pohlavie / sex	Wilks	2,338	0,083
<b>rok / year</b>	<b>Wilks</b>	<b>2,762</b>	<b>0,049</b>
<b>10 dňové mladé / 10 days old nestlings</b>			
Intercept	Wilks	4047,738924	< 0,001
<b>pohlavie / sex</b>	<b>Wilks</b>	<b>9,537</b>	<b>&lt; 0,001</b>
rok / year	Wilks	1,504	0,223
<b>dospelé / adults</b>			
Intercept	Wilks	5284,552	< 0,001
<b>pohlavie / sex</b>	<b>Wilks</b>	<b>157,386</b>	<b>&lt; 0,001</b>
rok / year	Wilks	2,663	0,053

## Diskusia

Medzipohlavné rozdiely vo veľkosti tela vodnárov potočných sme počas našej štúdie zistili jednak u dospelých, hniezdiacich jedincov, ale aj v prípade mládat vo veku 10 dní. Mladé samce sa od mladých samíc preukazne líšili veľkosťou krídla a veľkosťou beháka, pričom v skoršom veku sa takéto rozdiely zistiť nepodarilo.

Už dávnejšie je známe, že veľkostný sexuálny dimorfizmus sa u vodnárov neobjavuje len u dospelých jedincov, ale aj u mládat. Na základe spätných odchytov vyvedených mládat Kunstmüller (2013) udáva, že rozdiely medzi pohlaviami sú jednoznačné od veku 31 až 40 dní, kedy už nedochádza k žiadnemu prekryvu v dĺžke tela, dĺžke krídla a rozpätí krídel, ani v celkovej hmotnosti. Na základe molekulár-

**Tab. 2.** Veľkosť (X = priemer, min = najmenšia, max = najväčšia nameraná hodnota) juvenilných a dospelých samcov a samíc vodnárov potočných na severe Slovenska.

**Table 2.** Body size (X=average, min=minimal, max=maximal size) of juvenile and adult males and females of the White-throated Dipper in Northern Slovakia.

	dĺžka krídla wing length (mm)			dĺžka chvosta tail length (mm)			dĺžka beháka tarsus length (mm)			dĺžka zobáka beak length (mm)		
	X	min	max	X	min	max	X	min	max	X	min	max
3 denné samce 3 days old males	1,14	0,8	1,4				13,79	11,1	18,3	4,04	3,1	5,2
3 denné samice 3 days old females	1,12	0,8	1,4				13,46	9,9	16,8	4,06	3,2	5,4
6 denné samce 6 days old males	1,84	1	2,1				21,34	16,1	24,9	5,41	4,5	6,4
6 denné samice 6 days old females	1,78	1,3	2,2				20,29	15,3	25,9	5,43	4,2	7,1
10 denné samce 10 days old males	2,59	2,3	2,9				27,58	22,9	30,1	6,7	5,2	7,9
10 denné samice 10 days old females	2,44	2,1	2,8				26,47	22,3	29,4	6,83	5,1	8,2
dospelé samce adult males	93,6	89	98	55,7	50	60	35,1	32,5	37,1			
dospelé samice / adult female	85,1	81	89	50,5	45	56	32,9	31,2	34,8			

no-genetického určenia pohlavia dnes vieme, že samce vodnárov sú preukazne väčším pohlavím ešte pred vyvedením z hniezda. V populácii vodnárov v Nórsku bolo preukázané, že medzi piatym dňom (kedy ešte intersexuálne rozdiely neboli evidentné) a dvanástym dňom veku mláďat dochádza u samcov k rýchlejšiemu rastu než u samíc, čoho dôsledkom je, že u dvanásťdňových mláďat boli samce o 8,5 % ťažšie než samice (Øigarden & Lifjeld 2013). Autori z toho vyvodzujú, že rodičovské investície do synov musia byť výrazne väčšie než do dcér a hniezdiace páry preto vychylujú pomer pohlavia na stranu samíc v prípadoch znášok s väčším počtom vajec. V našej vzorke boli rozdiely vo veľkosti (krídla a beháka) evidentné ešte v nižšom veku, ako v prípade nórskej štúdie. Preukazne väčšie samce boli v nami analyzovaných hniezdach už vo veku 10 dní.

Kým prác zaoberajúcich sa veľkostnými medzipohlavnými rozdielmi u mláďat nie je veľa, výrazne väčšie rozmery dospelých samcov oproti dospelým samiciam sú spomenuté aj v základných monografiách a kompendiách (Glutz v. Blotzheim & Bauer 1985, Tyler & Ormerod 1994) a často používané (najmä dĺžka krídla) aj ako determinatívny znak v prípade rôznych určovacích kľúčov, či príručiek pre krúžkovateľov (napr. Svensson 1975, Hromádka et al. 1992). V rámci rôznych častí Európy sa však stretávame s odlišnými hraničnými kritériami, nakoľko veľkosť jedincov, a s ňou aj dĺžka krídla, sa od juhu na sever zväčšuje (Winkler & Jenni 2007). Napríklad Svensson (1975) udáva hraničnú hodnotu pre určenie pohlavia v Nemecku 89 mm, ale až 94 mm v Škandinávii. Krídlo dlhé 89 mm sa aj v našej vzorke zdá ako dobrý determinatívny znak, aj keď takáto dĺžka sa javí ako hraničná pre obe pohlavia. Zaznamenali sme jedného samca (2,2 % zo všetkých zmeraných) a jednu samicu (2,1 % zo všetkých zmeraných) s takto dlhým krídlom. To mierne protirečí zisteniam Kunstmüllera (2013), ktorý udáva, že od vyvedenia z hniezda sa veľkostné prekryvy neobjavujú. Na druhej strane, aj Hromádka et al. (1992) uvádzajú pre naše podmienky rozmery krídel samcov 101 – 90 mm a pre samice 82 – 90 mm s poznámkou,

že v málo prípadoch môžu mať samice krídla dlhé až 92 mm, čo je vo všeobecnosti v súlade s našimi zisteniami, aj keď v našom prípade bola hraničná hodnota mierne nižšia.

Medzipohlavné rozdiely vo veľkosti tela sú známe u mnohých rovnako sfarbených vtákov (napr. Liordos & Goutner 2008, Meissner et al. 2020), pričom interpretácia týchto rozdielov súvisí s konkrétnymi životnými stratégiami jednotlivých druhov. Vodnára hniezdiace v Strednej Európe patria medzi pomerne prísne teritoriálne a stále druhy (Tyler & Ormerod 1994, Kunstmüller 2013, Hřčková & Baláž 2019), preto je nepravdepodobné, že by veľkostný rozdiel mohol súvisieť s rozdielmi v migračnom správaní medzi samcami a samicami (Lehikoinen et al. 2017). Isté medzipohlavné rozdiely však môžeme pozorovať v rozptyle a vernosti hniezdnym teritóriám. Z našej predchádzajúcej štúdie (Hřčková & Baláž 2019) vyplýva, že mladé samce sa výraznejšie vzdalujú od pôvodného hniezda, kým samice vykazujú väčšiu mieru vernosti aj v dospelosti.

V súvislosti s veľkostnými rozdielmi dospelých vodnárov medzi rôznymi populáciami/ lokalitami by bolo možné hypotetizovať aj o rozdieloch v potravinovom správaní (napr. Brändle et al. 2002), nakoľko je známe, že vodnára obývajúce toky rôznych charakterov sa navzájom medzi jednotlivými lokalitami veľkostne líšia (Schmid & Spitznagel 1985, Esteban et al. 2000, Campos et al. 2005). Dokonca boli preukázané zmeny vo veľkosti krídiel a chvosta v priebehu času, kedy sa pod vplyvom poveternostných podmienok zmenšil prietok riek v konkrétnej oblasti. Na základe tejto korelácie boli sformulované domnienky, že odlišná dĺžka tela súvisí s odlišnými stratégiami lovu koristi (Moreno-Rueda & Rivas 2007, Arizaga et al. 2009). My sme rozdiely v stratégii zberu potravy medzi pohlaviami nesledovali, ale v meraných parametroch sme zaznamenali pomerne veľkú variabilitu medzi najmenšími a najväčšími jedincami (tab. 2). Ak by však veľkostné rozdiely mohlo ovplyvňovať odlišné využívanie prostredia, je nutné do úvahy brať aj skutočnosť, že v rámci malého geografického priestoru vodnára hniezdia na

tokoch s veľmi odlišnými abiotickými charakteristikami (šírka koryta, hĺbka toku, prietok), ktoré môžu ovplyvňovať kvalitu hniezdných teritórií (dostatok a dostupnosť potravy). Potom je potrebné zvažovať aj to, že väčšie jedince sú v danej populácii dominantnejšie a obsadzujú kvalitnejšie teritória v tých častiach tokov, kde dosahujú väčší reprodukčný úspech v podobe väčšieho počtu hniezdení (Baláž et al. 2021).

### Podakovanie

Ďakujeme L. Rubáčovej a B. Jarčuškovi za cenné pripomienky k prvotnej verzii rukopisu.

## Literatúra

- ARIZAGA J., HERNÁNDEZ M.A., RIVAS J. & MIRANDA R. 2009: Biometrics of Iberian Dippers *Cinclus cinclus*: environmental sources of among-population variation. — *Ardea* 97: 23–30.
- BALÁŽ M., HRČKOVÁ L. & FLAJS T. 2015: Odhad maximálnej veľkosti hniezdej populácie vodnára potočného (*Cinclus cinclus*) vo vybranej časti severného Slovenska. — *Tichodroma* 27: 28–38.
- BALÁŽ M., HRČKOVÁ L., TULIS F. & BALÁŽOVÁ M. 2021: Breeding performance of the White-throated Dipper (*Cinclus cinclus*) under different temperature conditions. — *Ornis Fennica* 98: 74–80.
- BJÖRKLUND M. 1990: A phylogenetic interpretation of sexual dimorphism in body size and ornament in relation to mating system in birds. — *Journal of Evolutionary Biology* 3: 171–183.
- BRÄNDLE M., PRINZING A., PFEIFER R. & BRANDL R. 2002: Dietary niche breadth for Central European birds: Correlations with species-specific traits. — *Evolutionary Ecology Research* 4: 643–657.
- CAMPOS F., GUTIÉRREZ-CORCHERO F., HERNÁNDEZ M.A., RIVAS J.M. & LÓPEZ-FIDALGO J. 2005: Biometric differences among the Dipper *Cinclus cinclus* populations of Spain. — *Acta Ornithologica* 40: 87–93.
- DE ANDRÉA SEGALL M., GONZAGA L.P. & PAIVA P.C. 2017: Reverse Size Dimorphism Estimated by an Improved Method in Eight Species of Neotropical Owls. — *Wilson Journal of Ornithology* 129: 883–890.
- ESTEBAN L., CAMPOS F. & ARINO A.H. 2000: Biometrics amongst dippers *Cinclus cinclus* in the north of Spain. — *Ringing & Migration* 20: 9–14.
- GLUTZ V. & BLITZHEIM U.N. & BAUER K. 1985: *Handbuch der Vogel Mitteleuropas*, Band 10/II. — Aula Verlag, Wiesbaden.
- GRIFFITHS R., DOUBLE M.C., ORR K. & DAWSON R.J.G. 1998: A DNA test to sex most birds. — *Molecular Ecology* 7: 1071–1075.
- HRČKOVÁ L. & BALÁŽ M. 2019: Pohlavné rozdiely v rozptylovom správaní vodnára potočného (*Cinclus cinclus*). — *Sylvia* 55: 75–86.
- HROMÁDKO M., HORÁČEK J., CHYTL J., PITHART K. & ŠKOPEK J. 1992: Příručka k určování našich pěvců, část 1. — Hradec Králové.
- JEHL J.R. & MURRAY B.G. 1986: The evolution of normal and reverse sexual size dimorphism in shorebirds and other birds. — *Current Ornithology* 3: 1–86.
- KARASKA D. 2002: Vodnár potočný (*Cinclus cinclus*). — Pp.: 450–452. In: DANKO Š., DAROLOVÁ A. & KRIŠTÍN A. (eds.): Rozšírenie vtákov na Slovensku. Veda, Bratislava.
- KRNO I. 1982: Štruktúra a dynamika makrozoobentosu riečky Lupčianky a jej prítokov (Nízke Tatry). — *Biologické práce* 28: 1–126.
- KUNSTMÜLLER I. 2014: Pohnízdní fáze vývoje a chování mláďat skorce vodního středoevropského (*Cinclus cinclus aquaticus*). — *Zprávy MOS*: 71: 4–26.
- LEHIKOINEN A., SANTAHARJU J. & PAPE MØLLER A. 2017: Sex-specific timing of autumn migration in birds: The role of sexual size dimorphism, migration distance and differences in breeding investment. — *Ornis Fennica* 94: 53–65.
- LIORDOS V. & GOUTNER V. 2008: Sex determination of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) using morphometric measurements. — *Waterbirds* 31: 203–210.
- LOWICH J.E. & GIBSON J.W. 1992: Review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. — *Growth, Development and Aging* 56: 269–281.
- MEISSNER W., WITKOWSKA M., KRUPA R. & KLEINSCHMIDT L. 2020: Sexual dimorphism and sex determination of juvenile white wagtail *Motacilla alba alba* Linnaeus, 1758 (Aves: Motacillidae) based on linear measurements. — *Acta Zoologica Bulgarica* 72: 279–284.
- MIKLÓS L. 2002: Landscape atlas of the Slovak republic. — Ministry of Environment of the Slovak Republic, Banská Bystrica.
- MORENO-RUEDA G. & RIVAS J.M. 2007: Recent changes in allometric relationships among morphological traits in the dipper (*Cinclus cinclus*). — *Journal of Ornithology* 48: 489–494.

- ØIGARDEN T. & LIFJELD J.T. 2013: Primary sex ratios vary with clutch size in the size-dimorphic White-throated Dipper *Cinclus cinclus*. — *Journal of Ornithology* 154: 91–97.
- SELANDER R.K. 1966: Sexual dimorphism and differential niche utilization in birds. — *The Condor* 68: 113–151.
- SCHMID W. & SPITZNAGEL A. 1985: Der sexuelle Grossen-dimorphismus süddeutscher Wasseramseln (*Cinclus c. aquaticus*): Biometrie, Funktion und mögliche Ursachen. — *Ökologie der Vögel* 7: 379–408.
- SVENSSON L. 1975: Identification Guide to European Passerines. — Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm.
- TYLER S.J. & ORMEROD S.J. 1994: *The Dippers*. — T & D A Poyster, London.
- WARKENTIN I.G., ESPIE R.H.M., LIESKE D. & JAMES P.C. 2016: Variation in selection pressure acting on body size by age and sex in a reverse sexual size dimorphic raptor. — *Ibis* 158: 659–659.
- WINKLER R. & JENNI L. 2007: Určování stáří a pohlaví evropských pěvců. — CPI Moravia Books, Pohořelice.

Došlo: 16.9.2024  
 Prijaté: 3.12.2024  
 Online: 28.12.2024