

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Vokální ontogeneze supů

Bakalářská práce

Zuzana Šemberová

Mgr. Richard Policht, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zuzana Šemberová

Lesnictví

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Vokální ontogeneze supů

Název anglicky

Vocal ontogeny in vultures

Cíle práce

Ontogenetické rozdíly ve vokalizaci ptáků jsou v posledních letech intenzivně studovány. Studium ontogeneze akustických signálů umožňuje zjistit, v jakém časovém období se utváří informace zakódované v těchto signálech, včetně individuální identity. Využití individuálně specifických znaků nabízí novou alternativu neinvazivního monitoringu jedinců. V rámci řádu dravců, detailní studie o hlasových signálech jsou doposud pouze okrajové a individuální vývoj hlasových projevů nebyly doposud podrobně zkoumány a publikovány. Cílem práce je deskripce vývoje hlasových signálů v průběhu ontogeneze mláďat supů chovaných v zoo a analýza biologických dat shromážděných v databázích zoo.

Metodika

Pomocí digitálního rekordéru budou nahrávání juvenilní jedinci druhu *Falco rusticolus*. Předpokládaný rozsah vzorku bude zahrnovat 6 – 10 jedinců. Konkrétně se bude jednat o imprintované jedince z umělých odchovů v rámci České republiky. Jedinci budou nahrávání ve stejném věkovém období a to v intervalu dvou týdnů. Nahrávky studovaných jedinců budou analyzovány pomocí bioakustických softwarů (Raven, AviSoft). Individuální rozdíly v naměřených parametrech budou testovány pomocí jednorozměrných i mnohorozměrných statistických metod (Principal Component Analysis, Discriminant Function Analysis, Permuted DFA aj).

Student bude min. 1x měsíčně konzultovat postup sběru a zpracování dat se svým vedoucím nebo konzultantem. Návrh metodiky práce bude sepsán a předložen do 30. 6. 2020. Rešeršní část práce bude vypracována a zaslána ke kontrole do 30. 08. 2020. Data budou sesbírána a předána do 31. 10. 2020. Příprava dat pro statistickou analýzu bude dokončena do 30. 11. 2020. Finální statistické vyhodnocení dat bude provedeno do 28. 2. 2021.

Kompletní rukopis práce bude předložen nejpozději 31. 3. 2021. Bakalářská práce bude po předchozích konzultacích s vedoucím práce odevzdána na studijní oddělení FLD v termínu a dle pokynů studijního oddělení.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

Vokální ontogeneze, hlasová komunikace, vokální individualita, dravci, zoo

Doporučené zdroje informací

- Cramp, S., K. E. L. Simmons (Eds.) (1980). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, Vol. 2: Hawks to Bustards. Oxford University Press, New York.
- del Hoyo, J., A. Elliott & J. e. Sargatal (1994). Handbook of the birds of the world. Volume 2. New World vultures to guineafowl. Lynx Edicions, Barcelona
- Digby, A., B. D. Bell & P. D. Teal (2014). Vocal individuality of Little Spotted Kiwi (*Apteryx owenii*). *Emu* 114:326-336.
- Dragonetti, M. (2007). Individuality in Scops Owl Otus scops vocalisations. *Bioacoustics-the International Journal of Animal Sound and Its Recording* 16:147-172.
- Eakle, W. L., R. W. Mannan & T. G. Grubb (1989). Identification of individual breeding bald eagles by voice analysis. *Journal of Wildlife Management* 53:450-455.
- Falls, J. B. (1982). Individual recognition by sound in birds. In *Acoustic communication in birds* (Kroodsma, D. E. & E. H. Miller). Academic Press, New York 237-278.
- Farquhar, C. C. (1993). Individual and intersexual variation in alarm calls of the white-tailed hawk. *Condor* 95:234-239
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Richard Policht, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Konzultant

Ing. Jiří Horák

Elektronicky schváleno dne 3. 7. 2020

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 17. 03. 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Vokální ontogeneze supů" vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Richarda Polichta, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Netvořích dne 20.4. 2021

Podpis autora

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Richardu Polichtovi, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Děkuji také panu Antonínu Vaidlovi, za vstřícnost a ochotu při poskytování dat a informací. Rovněž mé díky patří Ing. Jiřímu Horákovi, za konzultace, pomoc a za vytvoření zadání mé práce. Ráda bych poděkovala také své rodině, která mě při vytváření této práce podpořila.

Abstrakt

Ontogenetické rozdíly ve vokalizaci ptáků jsou v posledních letech intenzivně studovány. Studium ontogeneze akustických signálů nám umožňuje zjistit, v jakém časovém období se utváří informace zakódované v těchto signálech, včetně individuální identity. Spolu s tím je důležitá i studie inkubace vajec vzácných druhů ptáků. Studium inkubačních podmínek a celkového vývoje vejce během inkubační doby nám umožňuje získat poznatky ke zdárnému vylíhnutí jedince.

Cílem práce bylo otestovat, zda mláďata supy mrchožravého (*Neophron percnopterus*) v časném ontogenetickém stádiu produkují individuálně specifické hlasy. Dále byla přidána analýza biologických dat, o vejcích vzácného ptačího druhu, shromážděných v zoologických databázích.

V pražské zoologické zahradě byli nahráni čtyři jedinci tohoto druhu v průměrném věku tří dnů. Jedinci byli nahrávání v červnu během let 2018 až 2020. Mláďata se během nahrávání vyskytovala mimo hnízdo v místnosti pro přípravu krmiva, kde pro ně bylo připraveno improvizované hnízdo. Nahrané hlasy byly kvantifikovány pomocí 23 akustických parametrů. Individuální rozdíly v naměřených parametrech byly testovány pomocí diskriminační funkční analýzy (DFA). Data o vejcích supy mrchožravého byla shromážděna v průběhu let 2009–2020 v pražské zoologické zahradě. Dohromady bylo analyzováno 39 vajec od tří párů.

Výsledky rozdílů v naměřených parametrech ukázaly přítomnost diskriminace mezi jednotlivými mláďaty o klasifikaci 60-80 %. Každý vybraný hlas koreloval ke správnému jedinci se 75% pravděpodobností, a to i přes malé množství nahrávek. V případě analýzy vajec byla nalezena negativní korelace délky inkubace a vlhkosti na hmotnosti vajec, kdy se s rostoucí délkou inkubace hmotnost vajec snižovala.

V rámci řádu dravců jsou detailní studie o hlasových signálech doposud pouze okrajové a individuální variabilita v hlasových projevech mláďat v časně fázi ontogeneze nebyla doposud zkoumána. Tato práce ukázala prokazatelný výskyt vokální individuality prakticky po vylíhnutí. To tedy naznačuje vrozenou predispozici. Využití znalosti individuálně specifických znaků nabízí novou alternativu neinvazivního monitoringu ohrožených jedinců, u kterých je zvláště důležitý.

Klíčová slova: Vokální ontogeneze, vokální individualita, inkubace, váhové úbytky, *Neophron percnopterus*

Abstract

Ontogenetic differences in bird vocalization have been intensively studied in recent years. The study of the ontogenesis of acoustic signals allows us to determine in what time period the information encoded in these signals, including individual identity, is formed. Along with the team, a study of the incubation of eggs of rare bird species is also important. The study of incubation conditions and several developmental eggs during the incubation period will allow us to gain knowledge for the successful hatching of the individual.

The aim of this thesis was to test whether the young of the Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the early ontogenetic stage produce individually specific voices. Furthermore, the analysis of biological data on eggs of a rare bird specimen collected in zoological databases was added.

Four individuals of this species with an average age of 3 days were recorded in the Prague Zoo. The individuals were recorded in June between 2018 and 2020. The chicks occurred out of the nest in the room for food preparation, where there was an improvised nest ready for them. Recorded voices were quantified using 23 acoustic parameters. Individual differences in the measured parameters were tested using discriminant functional analysis (DFA). Data on of thirty-nine eggs of Egyptian vulture eggs were collected during 2009–2020 at the Prague Zoo.

The results of the differences in the measured parameters have shown the presence of discrimination between individual young birds into classification 60-80 %. Every chosen voice correlated to the right individual with probability of 70%, even though the number of records was not very big. In the case of egg analysis, a positive correlation was found between incubation length and moisture to egg weight, where the weight of the eggs decreased with increasing length of incubation.

In frame of raptor order, detailed studies on vocal signal are still very marginal and their individual variability in the vocal manifestations of young in the time phase of ontogenesis haven't been studied in detail so far. This work prepares a demonstrable occurrence of vocal individuality practically after hatching. This is due to an innate predisposition. The use of knowledge of individually specific traits a new alternative of non-invasive monitoring of endangered individuals is very important.

Key words: Vocal ontogenesis, vocal individuality, incubation, weight loss, *Neophron percnopterus*

Obsah

1 Úvod	9
2 Literární rešerše.....	10
2.1 Vokální ontogeneze	10
2.1.1 Produkce ptačího hlasu.....	10
2.1.2 Vývoj hlasu.....	11
2.1.3 Typy signálů	12
2.1.4 Učení	14
2.1.5 Ontogeneze	14
2.1.6 Hlasy mláďat.....	16
2.1.7 Hlasy dravců	17
2.1.8 Hlasová individualita.....	17
2.1.9 Vokální rozpoznávání	19
2.1.9.1 Rozpoznávání mezi rodiči a potomky (parent-offspring recognition)	19
2.1.9.2 Rozpoznávání sousedů (neighbour recognition).....	21
2.1.9.3 Využití hlasové individuality.....	21
2.1.10 Výzkum hlasových signálů.....	22
2.2 Váhové úbytky během inkubace vajec	24
2.2.1 Inkubace vajec	24
2.2.2 Žloutek.....	25
2.2.3 Váhové úbytky	25
2.2.4 Vliv skořápky.....	27
2.2.5 Voda	28
2.2.6 Teplota.....	29
2.2.7 Vlhkost	29
2.2.8 Osvětlení.....	30
2.2.9 Skladování vajec	30
2.3 Sup mrchožravý	31
2.3.1 Ochrana supa mrchožravého a populační stavy.....	34
3 Metodika	37
3.1 Výzkum vokalizace.....	37
3.2 Výzkum vajec	39
4 Výsledky	40
4.1 Výsledky z výzkumu vokalizační individuality	40
4.1.1 Vokální individualita: mnohorozměrná analýza.....	40
4.1.1.1 DFA všech nahraných hlasů	40

4.1.1.2	DFA deseti vyvážených modelů	44
4.1.1.3	DFA finálního modelu	45
4.1.2	Vokální individualita: univariátní analýza	49
4.2	Výsledky z výzkumu vajec	51
5	Diskuze	56
5.1	Vokální individualita.....	56
5.2	Výzkum vajec	60
6	Závěr	64
7	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	65
8	Seznam příloh	89

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní jednotky ptačího zpěvu (Podos et al., 2004)	23
Obrázek 2: Sup mrchožravý (Neophron percnopterus) (Jha et al., 2020) .. Chyba! Zázložka není definována.	
Obrázek 3: Nahrávané mládě F88 (Šemberová, 2020)	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: DF1 – Použité parametry v diskriminační funkční analýze	41
Tabulka 2: Funkce vysvětlující variabilitu	41
Tabulka 3: Parametry vysvětlující funkce	42
Tabulka 4: DFA všech nahraných hlasů	43
Tabulka 5: Konvenční DFA 2-11 deseti vyvážených modelů	44
Tabulka 6: Validovaná DFA 2-11 deseti vyvážených modelů	45
Tabulka 7: Použité parametry při DFA 8	46
Tabulka 8: Funkce vysvětlující variabilitu	46
Tabulka 9: Parametry vysvětlující funkce	47
Tabulka 10: Finální DFA 8	48
Tabulka 11: Kruskal – Wallace test hlasových parametrů hlasů 4 nahraných mlád'at	50
Tabulka 12: Kruskal – Wallace test nasazovací hmotnosti vajec v porovnání se samicemi	53
Tabulka 13: Kruskal – Wallace test nasazovací hmotnosti vajec v porovnání se samci	54
Tabulka 14: Kruskal – Wallace test hmotnosti mlád'at po vylíhnutí vzhledem k samicím	54

Seznam grafů

Graf 1: Změny hmotnosti vajec vůči délce inkubace	51
Graf 2: Vztah věku vajec a procentuální hmotnostní úbytky u vajec dva dny před ukončením inkubace	52

Graf 3: Vztah vlhkosti a procentuální hmotnostní úbytky u vajec dva dny před ukončením inkubace.....	52
--	----

Seznam použitých zkratk a symbolů

Vokální ontogeneze – hlasový vývoj mláďat

P– hodnota – číselná hodnota používaná při statistickém testování hypotéz

Hz – Hertz; jednotka frekvence

Bits –bity, jednotka entropie

Entropy – entropie; Kvantifikuje očekávanou hodnotu informace obsaženou ve zprávě složené ze znaků, jejichž výskyt odpovídá přidruženému pravděpodobnostnímu rozdělení diskrétních proměnných.

Frequency – frekvence; Parametr kmitání či vlnění, který charakterizuje jeho časovou periodicitu.

Bandwidth – šířka pásma; Popisuje množství dat přenášených v čase.

Center Frequency – centrální frekvence

Center Time Relative – relativní doba času

Delta Time – uplynulý čas; Popisuje časový rozdíl mezi původním a aktuálním snímkem.

Duration – doba trvání hlasového projevu

Peak Frequency – maximální frekvence

Peak Time Relative – vrchol relativního času

1 Úvod

Vokalizace, jakožto důležitý projev komunikace mezi jedinci stejného druhu, je zajímavým tématem výzkumu. Vokalizace je hlavním typem komunikace mezi jedinci ptačích druhů. Hlasový projev u ptactva je nejčastěji studován u pěvců, jelikož jsou známí pro svůj široký hlasový repertoár. Nepěvci, a tudíž i řád supů, jsou doposud studováni pouze okrajově a jejich individuální ontogeneze hlasu nebyla dodnes publikována.

Studie hlasových projevů se zabývá i vokální ontogenezí. Vokální ontogenezí označujeme vývoj hlasu, během něhož můžeme pozorovat přechod z juvenilních hlasů mláďat na hlas dospělců. Dále nám umožňuje zjistit časové období, ve kterém se utváří informace zakódované v těchto zvukových signálech, včetně individuální identity. Individuální hlasový projev a jeho variabilita je cenným ukazatelem mnoha druhů, což se využívá jako neinvazivní alternativní metoda při monitoringu jedinců. Zvláště užitečně se jeví tato metoda u ohrožených a jinak citlivých druhů.

Dalším stupněm pochopení chování mláďat a dospělých jedinců všech ptačích druhů je inkubace vajec. Vejce vzniká v těle samice z oplodněného vajíčka a obsahuje vše podstatné pro vylíhnutí mláděte. Aby se však mládě vylíhlo musí být po určitou dobu zahříváno svými rodiči, popřípadě inkubátorem. Během této inkubační doby se zárodek vyvíjí a má na něj vliv jak okolní prostředí jako teplota, vlhkost, tak i prostředí vajíčka uvnitř (pH, voda, žloutek). Všechny tyto faktory ovlivňují celkovou úmrtnost mláďat a pokud se vylíhnou mohou mít vliv i na jejich pozdější vývoj a životaschopnost.

Cílem práce je deskripce vývoje hlasových signálů v průběhu ontogeneze mláďat supů chovaných v zoologické zahradě a analýza biologických dat shromážděných v databázích zoo. Využití individuálně specifických znaků nabízí novou alternativu neinvazivního monitoringu jedinců.

K tomu byla přidána i analýza a měření inkubovaných vajec. Z analýzy naměřených údajů, by mělo být zřejmé kolik hmotnosti může vajíčko ztratit, aby se mládě vylíhlo. Ztráta hmotnosti byla zároveň porovnávána s naměřenou teplotou a vlhkostí, z čehož měl vyjít jejich patrný vliv na vývoj zárodku během inkubace.

2 Literární rešerše

2.1 Vokální ontogeneze

2.1.1 Produkce ptačího hlasu

Hlasový projev je hlavní typ komunikace ptáků (Catchpole et Slater, 2008). Můžeme se ovšem setkat i s vizuální komunikací mezi různými druhy ptactva, kterou můžeme pozorovat například v době reprodukce (Benoit et al., 1989).

Ptačí hlas vzniká v orgánu nazývaném syrinx, který se nalézá v místě, kde dochází k rozdělení průdušnice na dvě průdušky. Můžeme tedy říci, že hlasový orgán ptáků je v podstatě párový orgán (Catchpole et Slater, 2008).

U savců je obdoba syringu, nazýván larynx a nalézá se v hrtanu (Fitch et Hauser, 2002). Syrinx je tvořen komplexním systémem membrán a svalů. Vnitřní svaly syringu ovlivňují membrány, zatímco vnější svaly mění průměr a délku průdušnice a průdušek. Tyto svaly syringu jsou často u nepěvců zredukovány nebo u některých druhů přímo chybí (Briganti et al., 1996). Zvýšením rychlosti proudícího vzduchu se vytvoří zúžení průměru průdušek a zvýšení tlaku ve vzdušných vacích, což způsobí vznik podtlaku, který zapříčiní vychlípení hlasivkové membrány do volného prostoru trubice směrem od stěn hlasového aparátu. Proudící vzduch rozechvěje membrány do pravidelných vibrací, čímž vzniká zvuk (Larsen et Gollerf, 1999). Určujícím parametrem tohoto zvuku je základní frekvence, která odpovídá vibraci hlasivkové membrány (Veselovský, 2001). Vznik hlasu závisí také na doplňkových motorických a neurálních systémech (Larsen et Gollerf, 1999).

Ptáci mohou používat obě průdušky současně nebo pouze jednu (Suthers, 1990). Pokud použijí obě průdušky naráz mohou vznikat dva různé typy zvuků o různých frekvenčních parametrech (Greenwalt, 1968). Zvuk, který vznikl v syringu je dále upravován během své cesty traktem do finální podoby (Fitch et Hauser, 2002). Rezonanční struktury membrán mohou například změnit a navýšit intenzitu v určitých frekvencích zvuku (Fitch et Hauser, 2002).

Činnost hlasového aparátu je podmíněna prací vzájemně propojených mozkových jader, která fungují podle dané hierarchie (Nottebohm et al., 1976; Hahnloser et al., 2002). Oblast mozku tzv. *hyperstriatum ventrale* neboli ptačí mozková oblast v kaudální části mozku (HVC), představuje centrum pro produkci i učení ptačího zpěvu. Z tohoto centra

prochází do místa zvaného *arcopallium* (u savců známo jako *corpus amygdaloideum*), které hraje významnou roli v rozhodování a reakcích spojených s emocemi (Reiner et al., 2004). *Arcopallium* pak promítá nervový signál přes neurony na *nucleus ambiguus* (RA), které v překladu označují hlavní motorické neurony v oblasti *medulla oblongata* (prodloužená mícha). Tyto neurony pak vysílají zprávu ke spinálním neuronům, kde se řídí svaly ovládající výdech a nádech daného živočicha. Ty pak poskytují hlavní tlak, který je potřebný k vokalizaci a následně plní i funkci kontroly nad hlasově – dýchací stabilitou (Mindlin et Laje, 2006).

Mozková jádra, HVc a RA, procházejí každoročně velikostními změnami vzhledem k danému ročnímu období (Nottebohm et al., 1986). Tato jádra se dále mohou velikostně odlišovat u pohlaví, například u samců bývají tyto buňky větší než u samic. Může to být zapříčiněno tím, že samci u mnoha ptačích druhů mají větší hlasový repertoár a celkově se hlasově více projevují (Nottebohm et Arnold, 1976; Arnold, 1990).

Někteří ptáci, kromě vokálních hlasů, vytvářejí i zvuky nevokální nebo instrumentální. Nevokální zvuky jsou tvořeny například pomocí různých zaškrcení v dýchacích cestách. Tímto způsobem vzniká syčení u řádu vrubozobých nebo papoušků. Nevokální zvuky slouží například u hrdličky karolinské (*Zenaida macroura*) (Coleman, 2008) převážně jako varovné signály. Dále nevokální signály mohou mít anti predační účinek nebo mohou sloužit k zvýšení na atraktivitě během párování samic a samců, popřípadě varovat rodinné členy před hrozbou (Policht et al., 2020). Instrumentální zvuky vznikají mechanicky a můžeme mezi ně zařadit například bubnování šplhavců nebo zvuky vznikající vibrací per při rychlém letu. Například bekasiny mají speciálně upravené krajní rýdovací letky (Hudec et Šťastný, 2005).

2.1.2 Vývoj hlasu

Hlas neboli zpěv u ptáků se řadí mezi fenotypové vlastnosti, u každého jedince se tak jedná o určitý charakteristický znak, který se vyvíjí pomocí driftu a selekce (Podos et al., 2004).

Hlasová komunikace a její charakteristika se může dědit od rodičů na potomky v dalších generacích. Ti si mezi sebou mohou předávat memy, tzn. obdoba genu, a dále se rozvíjet ontogenezí a dalšími mechanismy hlasové produkce (Podos et al., 2004).

Mem je obdoba genu, který replikuje kulturní tradice, které se přenášejí na další jednotlivce prostřednictvím napodobování (Dawkins, 1976). Jako hlavní příklady memů můžeme uvést krmení nebo hlasové projevy (Heyes 1994; Noad et al., 2000). Písňe ptáků, stejně jako ostatní, memy jsou kódovány neurální reprezentací, a jsou tedy přenášeny na jednotlivce skrze prostředí ve kterém se vyskytují (Boyd et Richerson, 1985). Během tohoto přenosu vznikají nepřesnosti, které se uchovají a vznikají tak nové hlasy a dialekty (Podos et al., 2004).

Repertoár ptačích písni se u jednotlivých druhů velmi liší, a to v rámci organizace jednotlivých slabik, tak i velikostí nebo použitou frekvencí (Kroodsma et Miller, 1982). Nedávné studie potvrdily i hypotézu, kdy samec s širším repertoárem byl pro samice daleko atraktivnější než ostatní samci (Buchanan et Catchpole, 2000). Velikost mozkových jader lze považovat za hlavní faktor, který omezuje hlasový repertoár (Nowicki et al., 2002). Jako další limitující faktor můžeme uvést vývojový stres (Nowicki et al., 2002), jelikož je vývoj mozkových tkání velice nutričně náročný a jen jedinci s kvalitní potravní paletou mohou uspokojit neurologické požadavky kladené repertoárem písni. Tyto nároky mohou být nejvyšší během vývoje mozku. Během studie špačků, kteří byli podrobeni nutričnímu stresu během svého vývoje se zjistilo, že jejich hlasový repertoár byl značně zkrácen a obecně se něm v vyskytovalo méně druhů písni (Buchanan et al., 2003). Hormony mají také vliv na skladbu repertoáru (Nowicki et al., 2002).

2.1.3 Typy signálů

Hlasové projevy ptáků můžeme rozdělit na zpěv a volání. Volání je krátké a jednoduché a mohou je vydávat obě pohlaví. Může se například jednat o signál brzkého nebezpečí. Na rozdíl od volání, je zpěv charakteristickým projevem samčí populace a jedná se o projev komplikovanější (Kroodsma, 2005). Ovšem mohou se najít i výjimky, kdy zpěv mohou produkovat i samice, například v tropech (Catchpole et Slater, 2008).

Jako další typ komunikace můžeme uvést duety. Ptačí duety jsou pozoruhodnou ukázkou z hlediska jejich složitosti a časové přesnosti, avšak zatím se toho o jejich ontogenezi příliš neví. Duet obecně znamená dočasně synchronizovaný zpěv dvou i více ptáků (Farabaugh, 1982). Antifonální duety jsou řazeny jako nejzajímavější z hlediska učení písni, kdy dva partneři zpívají konkrétní části písňe a jejichž střídání je přesně načasováno

s malým nebo s vůbec žádným překrytím. Tyto duety jsou často interpretovány samcem a samicí v době rozmnožování, kteří si následně podle těchto duetů vybírají partnera (Logue, 2006).

U duetů se po jednotlivcích pravděpodobně vyžaduje, aby znali svou vlastní vokalizaci, ale zároveň si musí pamatovat individuální vokalizaci svého protějšku a správně oba hlasy propojit do svého charakteristického kódu dle časové a frekvenční koordinace (Prather et al., 2008). Ptáci se učí duetové skladby během svého raného vývoje, například u řuhýkovce tmavého (*Laniarius funebris*), který byl vychován v zajetí, se repertoár vyvinul mezi šestým a osmým měsícem života (Wickler et Sonnenschein, 1989). Hlasy mláďat se mění v závislosti na teritoriu, kde žijí, kontaktu s ostatními jedinci druhu, dospívání, a i případným výběrem partnera (Rivera-Cáceres et al., 2019). Navíc mláďata potřebují slyšet duety dospělých, aby si podle nich mohli rozvinout svůj vlastní zpěv (Price, 1998).

I u řádu nepěvců se můžeme setkat s duety jako například u papoušků (*Psittaciformes*) nebo kolibříků (*Trochilidae*) (Baptista et Schuchmann, 1990; Gahr, 2000).

Duety ptáků stejného rodu a mezi pohlavími mají hlavní funkci označení teritoria (Thorpe, 1972). Z tohoto pohledu, tak můžeme duety vnímat buď jako kooperaci mezi samcem a samicí nebo jako podtón konfliktu. Duety jako varovné signály se mohou objevit, když do daného teritoria vstoupí například vetřelec (Mennill et Vehrencamp, 2008; Seddon et Tobias, 2009). U puštíka proužkovaného (*Strix varia*) byla provedena studie, kdy se pouštěly nahrávky hlasů konkurenčního páru puštíka volně žijícím párům a zkoumala se jejich reakce. Bylo zjištěno, že u druhu tohoto nepěvce jsou duety důležité vzhledem k teritoriím (Odom et Mennill, 2010). U této práce se ovšem nepotvrdila rozdílná odpověď na teritoriálního souseda a na úplně neznámého souseda jako u jiných prací (Galeotti et Pavan, 1993; Hardouin et al., 2006)

Embryonická vokalizace znamená, že se mláďe ozývá před vylíhnutím z vajíčka (Oppenheim, 1972). Před vylíhnutím mláďat se můžeme setkat s embryonálními signály, hlavně u prekociálních mláďat, která se rodí dobře vyvinutá. Toto embryonické volání zatím nevylihnutých mláďat se objevuje například u druhu potápky černokrké (*Podiceps nigricollis*) a je slyšet na 2 až 3 metry téměř 3 dny před vyklubáním mláďat (Driver, 1967). Obecně se uvádí, že tímto způsobem mláďata připravují své rodiče na změny chování, které přijdou po jejich vylíhnutí, kdy začne období krmení (Brua, 1996). Ovšem z dalších výzkumů vyplývá, že se by mohlo také jednat o základ rozpoznání mezi rodičem

a jeho potomkem (Tschanz, 1968). U ptačích rodů racků a alkounů se mláďata učí rozpoznávat hlas svých rodičů v době před vyklubáním. Mláďata odpovídají na volání typu „food call“ od rodičů, a tak se naučí rozeznat jejich hlas ještě před vylíhnutím (Marler et Slabbekoorn, 2004).

2.1.4 Učení

Během vokální ontogeneze se vyvíjí juvenilní hlas mláďat ve stereotypní hlas dospělců během senzomotorické fáze učení písní (Slater, 1989). Tento vývoj se skládá ze dvou kroků: Mláďata nejprve poslouchají zpěv dospělých a zapamatují si jeho části a následně krok druhý, kdy se mláďata už zlepšují v přesnosti napodobování hlasu dospělých (Nelson a Marler, 1994). Aby tento vývoj proběhl úspěšně, mláďata potřebují slyšet hlasovou zpětnou vazbu dospělých, ve které porovnávají vokalizaci s jejich vlastní hlasovou šablonou (Konishi, 1985). Tuto sluchovou zpětnou vazbu zprostředkovávají nervové buňky, které provádějí kontrolu a samy se během ontogeneze vyvíjejí (Bottjer et al., 1984).

Vokální učení je schopnost produkovat nové hlasy podle odkazu na sluchovou zpětnou vazbu dospělých. Toho lze dosáhnout napodobením nebo improvizací (Nottebohm et Wan-Chun Liu, 2010). Vokální učení můžeme pozorovat u lidí, tak i u mnoha zvířecích druhů. Ze zvířat můžeme zmínit jejich schopnost vokalizačního učení lidských hlasů. Toto učení bylo zjištěno u tuleně obecného (*Phoca vitulina*) (Ralls et al., 1985), který se naučil mluvit anglicky i s přízvukem a u indického slona (*Elephas maximus indicus*) (Stoeger et al., 2012), který dokázal vyprodukovat pár korejských frází. V obou případech byly jedinci vychováni člověkem, od kterého se dané hlasy naučily. Dále se s vokálním učením můžeme setkat i u vodních savců, například u delfína skákavého (*Tursiops truncatus*) (Lima et al., 2018). Avšak nejlépe zdokumentované příklady nalézáme u papoušků (*Psittaciformes*), kolibříků (*Trochilidae*) a pěvců (*Passeriformes*) (Hackett et al., 2008). Tyto druhy jsou si vzdáleně příbuzné a hlasy se učí pomocí imitace (Jarvis, 2004).

2.1.5 Ontogeneze

Mláďata pěvců se učí hlasový repertoár dospělých jejich napodobováním. Zatímco nepěvci používají dva rozdílné způsoby. (Klenova et al. 2014). Ptačí rody vrubozobých

(*Anseriformes*) a hrabavých (*Galliformes*) se vokálně učí postupně během ontogeneze (von Wurdinger, 1970). To znamená, že se s jejich celkovým tělesným vývojem mění i syrinx a vokální frekvence. Ta se mění z vysokých na nízké podobně dlouho (von Wurdinger, 1970; Thoren et Bergmann, 1987). Zatímco druhy jako jeřábi z rodu krátkokřídlých (*Gruiformes*) (Klenova et al., 2007, 2010, 2014) nebo holubi (*Columbiformes*) (Abs, 1983) se repertoár dospělých naučí takzvaně skokově, tzn. v krátké době. Tento typ vývoje označujeme jako „voice – breaking“, kdy se postupně vyvíjí hlas mláďat a z juvenilních vyšších frekvencí na dospělé nízké frekvence (Klenova et al., 2010). Jde tedy o hlasové lámání a je to velice podobné jako například změna hlasu u lidí, kdy se mění tónina hlasu vzhledem k vývoji těla. Do současnosti se s jistotou neví, kdy začíná tento přerod. Existuje však domněnka, že by tento jev mohl souviset s dokončením morfologického vývoje daného jedince. Mláďata se vyvíjí během několika týdnů, a s tím probíhá i změna charakteristik jejich hlasu a celková délka volání se krátí (Klenova et al., 2007).

Jako charakteristické znaky hlasů ptáků se řadí celková délka projevu, jeho amplituda a frekvence. U mláďat nepěvců nejdříve dochází k snižování délek jejich hlasu během jejich celkového vývoje v dospělce. Minimální frekvence se nejdříve zvýší a pak po dosažení určitého věku mláďate (přibližně 6. týdnů u mláďat jeřába královského (*Balearica regulorum*)), klesne (Budde, 2008). U jeřába mandžuského (*Grus japonensis*) dochází ke speciálnímu stupni volání za přítomnosti dvou frekvencí. Během tohoto období mohou mláďata jeřába mandžuského produkovat volání jak s vysokou juvenilní frekvencí, tak s nízkou dospělou v jednom hovoru. Později se vysokofrekvenční signály vytratí a hlasové signály se stanou monofonními (Klenova et al., 2010).

Dále se vedou diskuse o tom, zda by tento proces mohl souviset s osamocněním mladých jedinců od rodičů nebo s hormonální sekrecí (Klenova et al., 2014). To můžeme například pozorovat u jeřába mandžuského (*Grus japonensis*), u kterého dochází k lámání hlasu během 10. – 11. měsíce života, v době opuštění rodičů (Klenova et al., 2010). Avšak u všech druhů nepěvců tento výsledek nelze prokázat, jelikož mláďata straky obecné (*Pica pica*) mění frekvence svého volání hned po pár dnech po vylíhnutí (Redondo, 1991).

Již při vylíhnutí mají mláďata svůj základní vrozený repertoár, který se během ontogeneze změní a některé hlasy z repertoáru úplně vymizí (Adrett, 2012). Například mláďata tenkozobce opačného (*Recurvirostra avosett*) mají 9 základních typů vokalizačních slabik, díky čemuž mohou reagovat na různé podněty okolí (Adrett, 2012). Hlasový

repertoár mlád'at straky obecné (*Pica pica*) se skládá ze 6 typů hlasů. Jsou jimi „begging trill“, „soft whistle“, „begging scream“, „alarm call“, „distress call „and „brief contact note“. Každý z nich má jiné vlastnosti a mlád'ata je používají při různých situacích, kdy například žebrají u rodičů potravu nebo upozorňují na nebezpečí v blízkosti hnízda (Redondo, 1991).

Většina výzkumů vokalizace hlasů se zabývá převážně pěvci, jelikož mají vysoký počet hlasových typů ve svém repertoáru. Zatímco nepěvci byli zkoumáni jen velice zřídka. U těchto druhů, například u druhu nandu pampový (*Rhea americana*) se u dospělých rozlišují jen dva hlasové projevy: syčení („hissing“) a bručení („grunt“). Ovšem mlád'ata nandu pampového jsou schopna ozývat se více typy hlasů, které jsou více vokální. Je to způsobeno vývojem průdušnice a adaptací na predátory, protože už se jako dospělí jedinci nepotřebují ozývat rodičům z úkrytů (Beaver, 1978).

2.1.6 Hlasy mlád'at

Mlád'ata, jak u ptáků, tak i u jiných živočichů používají svůj hlas i k upoutání pozornosti rodičů na sebe, aby jim následně poskytli péči a potravu (Kilner et Johnstone, 1997; Royle et al., 2002). Toto volání o potravu je bývá charakteristicky ve vyšších frekvencích, než když je mládě krmeno pravidelně. Mohou tak dávat najevo svým rodičům, že jim chybí potrava a další nutriční hodnoty (Klenova et al., 2015).

Volání o rodičovskou péči je charakterizováno několika prvky slabik, které se opakují a vytváří tak dohromady sekvenční vokalizaci. Ta je doprovázena neustálou kontrolou proudění vzduchu (Doupe et Kuhl, 1999; Riede et Goller, 2010). Tato volání mohou být vrozená a nekontrolovaná nebo jak se zjistilo u pěvců naučená ze zkušeností (Riede et Goller, 2010).

U některých druhů ptáků si jedinci ponechávají juvenilní hlas, aby upoutali své rodiče a ti o ně dále pečovali (Bragina 2004; Klenova et al., 2010). Neví se však, jak se přitom vyvíjí jejich syrinx (hlasové ústrojí ptáků). V hlasovém vývoji se nepotvrdila souvislost s vývojem pohlaví, ale dosud nebyly provedeny analýzy sekrece hormonů a jejich účinek na hlasový projev a jeho vývoj (Klenova et al, 2010).

2.1.7 Hlasy dravců

U dravců raroha velkého (*Falco cherrug*) a jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) byla zkoumaná jejich vokální ontogeneze a vokální repertoár. Bylo zjištěno, že mláďata obou dravců mají dva základní typy hlasů, které se podobají svou frekvenční hladinou – tedy signál potravy a signál pro nepohodlí. Tyto signály se postupně vyvíjí ale nemizí, používají je i dospělci (Marchenko, 2018).

Jestřáb má ve svém repertoáru tři základní hlasy signálů, které lze slyšet jak u dospělých jedinců, tak i u mláďat na hnízdě. Prvním druhem signálu je komunikace mezi samcem a samicí během doby rozmnožování. Druhý signál je žádání o potravu, který se může vyskytnout hlavně u mláďat, popřípadě i u samic. Třetí signál je varovný nebo používaný pro signalizaci strachu či zranění (Kenward, 2006). Dospělci po většinu života mlčí, s výjimkou doby páření a péče o mláďata (Penteriani, 2001; Kenward, 2006).

Juvenilní hlas prosící rodiče o potravu si ponechávají i dravci, protože i potom, co se naučí létat, jsou pořád v péči svých rodičů (Kenward, 2006).

2.1.8 Hlasová individualita

U mnoha živočišných druhů, kteří jsou hlasově aktivní, byla prokázána přítomnost individuálních hlasových projevů. Studie uvádějí, že je to způsobeno řadou genetických, vývojových a environmentálních faktorů (Terry et al., 2005). Celková komunikace ptáků je založena na odlišnostech v repertoáru, tedy na hlasové individualitě, což je důležitý parametr vokálního rozpoznání, jelikož se tím snižují možná zaměnění jedinců (Falls, 1982). Prvním předpokladem k rozlišení a individuálnímu rozpoznání jedince je, aby variabilita signálu byla nižší v rámci jedince než variabilita signálu mezi jedinci (Falls, 1982).

U individuality musíme rozlišovat dva důležité termíny, a to rozlišení (discrimination) a identifikaci (identification). Rozlišení znamená určení rozdílu mezi jedinci, kteří se mezi sebou liší v určitém parametru v dané chvíli. Identifikace nám zase umožňuje určit daného jedince z celé populace, jehož hlas je konstantní v čase, což může přinést užitečné informace o jeho životě (McGregor et al., 2000).

Hlasové projevy používané/ produkované při různých kontextech, jako například při komunikaci mezi partnery nebo rodiči s potomky jsou individuálně odlišné (Charier et al.

2001). Akusticky variabilní jsou i teritoriální hlasy, kdy se pozná domácí jedinec od vetřelce v konkrétní lokalitě (Galeotti et Pavan, 1993).

Hlasová individualita může být zvláště důležitá u dlouho žijících druhů, které tvoří dlouhodobé sociální svazky, jenž se vzájemně setkávají v hnízdicích nebo zimujících oblastech (Sung et Miller, 2007). Hlasy, se kterými se jedinci už rodí, jsou častěji individuálně rozdílnější než ty, které se mláďata naučí (Marler 2004).

Individualita se mění na základě vzdálenosti přenosu vokálního signálu. Volání na dlouhé vzdálenosti bývají často stereotypní v důsledku adaptace pro úspěšný přenos (Darden et al. 2003). Naproti tomu volání na kratší vzdálenost bývá daleko více proměnlivé a je doplněno informacemi z optických podnětů vysílajícího jedince nebo se sociálním kontextem (Charrier et al., 2001).

Volání na krátké vzdálenosti se hlavně objevují mezi spárovanými jedinci a tyto hlasy mají obvykle nízkou amplitudu (Gwinner, 1964). Samci tímto takzvaným měkkým voláním stimulují samice během doby reprodukce, mohou tak zároveň vysílat i výhruzné signály ostatním samcům (Řek, 2013). Zatímco volání na dlouhé vzdálenosti se týká hlavně rozpoznávání hlasu, lokaci partnera nebo společnou obranu teritoria (Gwinner, 1964).

U některých ptačích druhů byla zkoumána hlasová individualita mláďat. Rodiče takových jedinců jsou pak schopni určit, zda se ozývá jejich potomek. Například u buňňáka útlozobého (*Pachyptila belcheri*) byly u jednotlivých mláďat potvrzeny individuální hlasy o různých frekvencích, které nebyly zapříčiněny nedostatkem potravy (Quillfeldt et al., 2010). Tato individualita byla objevena i u ptačího druhu snovač Jacksonův (*Ploceus jacksoni Shelley, 1888*) (Reers et al., 2011 a).

Hlasová individualita může být zkoumána i na schopnosti ptáků komunikovat mezi sebou v duetech (Klenova et al., 2008). Duety ptáků stejného rodu a mezi pohlavími mají hlavní funkci označení teritoria (Thorpe, 1972).

Zpravidla se ovšem zkoumají vokální signály na spektrogramech, kde se hledají určité individuální odchylky charakteristické pro daného jedince (Falls, 1982). Navíc se nejčastěji používají nahrávky, které jsou pořízeny během několika hodin nebo několika dní. U ptáků, kteří žijí dlouhým životem je pravděpodobné, že se jejich individualita hlasu, která ovlivňuje párování nebo sociální kontakt, vyvíjí po několik let (Lengagne, 2001).

2.1.9 Vokální rozpoznávání

Individuální rozpoznávání (individual recognition) označuje schopnost zvířat odlišit jedince na základě individuální variability (Falls, 1982). Pro individuální rozpoznávání by měl být signál vysoce stereotypní v rámci jedince a významně variabilní mezi jedinci. Na rozdíl od toho jsou signály určené k druhovému rozpoznávání stereotypní. (Falls 1982).

Spolehlivost rozpoznávání hlasu se mění v průběhu ontogeneze a závisí na charakteristickém volání u daného druhu, popřípadě i jedince. To se může například projevit u některých druhů, kde dochází k zvýšení vokálního rozpoznávání mezi rodiči a mláďaty, když závislá mláďata opouštějí domácí hnízda, ale rodiče je i nadále krmí (Seddon et Heezik, 1993).

Pokud my rozpoznáme jednotlivé ptáky podle jejich zvuků, je pravděpodobné, že tak činí i ostatní ptáci, kteří se přizpůsobili k příjmu těchto vokálních signálů. Nicméně pokud se u ptačího druhu potvrdí vokální individualita, ne vždy to musí znamenat, že se vyskytne i vokální rozpoznávání mezi jedinci. Ptáci totiž danou variabilitu nemusí zaznamenat, nebo tomu nevěnují pozornost (Falls, 1982). Proto se individuální rozpoznávání často hodnotí podle reakcí ptáků na připravené nahrávky (Lengagne et al., 2001).

2.1.9.1 Rozpoznávání mezi rodiči a potomky (parent-offspring recognition)

Teorie behaviorální ekologie nám říká, že rodiče by měli rozvíjet schopnost rozpoznat své vlastní potomky, aby se vyhnuli rodičovské péči vůči mláďatům, kteří nebudou navyšovat jejich inkluzivní fitness (Dawkins 1976).

Investice do potomstva je velmi nákladná a celý proces vyžaduje velké množství energie a času. Celkový reprodukční úspěch rodičů je limitován množstvím potravy, které jsou schopni svým potomkům poskytnout. Z těchto důvodů je velice důležité umět rozpoznat vlastního potomka od cizího a neplýtvat tak energií zbytečně (Aubin et., 2007).

Rozpoznání mezi potomkem a rodičem je nejvíce zkoumáno u koloniálních druhů, je to jejich určitá adaptace na život (Falls, 1982). Kolonialita je rozšířený jev, který se vyskytuje u mnoha obratlovců jako jsou například mořští ptáci. Také schopnost rozpoznat svého partnera je nezbytným předpokladem pro úspěšnou reprodukci,

obzvláště u koloniálních ptáků (Falls, 1982). Hnízdiště se vyskytují často v těsné blízkosti, a to zvyšuje riziko záměny mláďat. Mnoho druhů si rozvinulo mechanismy k akustickému rozpoznání jak mezi členy páru, tak mezi rodiči a mláďaty (Lengagne et al., 1999).

Na srovnání poddruhů vlaštovek se zjistilo, že vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*), jako nekoloniální druh, má daleko slabší, popřípadě úplně chybějící rozpoznání potomka, na rozdíl od koloniálních druhů – vlaštovky pestré (*Hirundo pyrrhonota*) či břehule říční (*Riparia riparia*) (Beecher et al., 1986).

U tučňáka císařského (*Aptenodytes forsteri*) a tučňáka kroužkového (*Pygoscelis adeliae*) je důležité vnímání několikrát po sobě se opakujících slabik pro správné rozpoznání identity (Jouventin, 1971). Naopak u tučňáka patagonického (*Aptenodytes patagonicus*) stačí k rozpoznání pouze jedna slabika, která je obsažena v každém volání (Lengagne et al., 2000).

Mláďata tučňáka patagonického jsou schopna rozeznat volání svých rodičů na velké vzdálenosti a dokáží ho odlišit od cizího volání, i když je jeho intenzita nižší než okolní vokalizace. Tato schopnost se nazývá „cocktail – party efekt“ (Aubin et Jouventin, 1998).

Experimenty odhalily dvojitý systém pro kódování identity využívající amplitudové nebo frekvenční modulace v čase spojené s analýzou rytmu založenou na přesném „dvouhlasém“ systému (two voice systém) (Lengagne et al., 2001). Tento složitý systém kódování vytváří obrovskou škálu hlasových volání, což snižuje možnost záměny. Podle názoru Jouventin et Aubin (2002) se obtížnost rozpoznání mláďat mění od hnízd stavějících ptáků po ptáky bez hnízd, kde je jejich identifikační volání je daleko více sofistikovanější.

U některých mořských ptáků se ovšem můžeme setkat i s možností, kdy rodiče najdou svá mláďata bez jakékoliv vokalizace. Děje se to například u papuchalka severního (*Fratercula arctica*), jehož mláďě se vyskytuje pouze v noře, kterou dospělý jedinec najde pouze podle lokality hnízda (Harris, 1983). Ptáci rodu buřníků svá hnízda hledají podle čichu (Bonadonna, 2003).

2.1.9.2 Rozpoznávání sousedů (neighbour recognition)

Použití individuálních znaků za účelem rozpoznat souseda je převážně důležité u teritoriálních druhů, které nerozlišují pouze své sousedy od cizích jedinců, ale dokáží je rozeznat v prostoru a individuálně (Legagne, 2001). Na začátku rozmnožovacího období dochází k ustanovení hranic jednotlivých teritorií. Všichni jedinci se vzájemně identifikují jako sousedé, což vede ke snížení vzájemné agresivity, kdy daný soused už není vnímán jako potencionální nepřítel, jelikož má svoje vlastní teritorium. Vzájemná znalost sousedů tak šetří čas a energii (Falls 1982) a zároveň zabrání zbytečným konfliktům (Temeles, 1990). Pokud je rozpoznán cizí jedinec, agresivita je vyšší, jelikož by se mohlo jednat o potencionálního soupeře, který se bude snažit převzít dané území (Legagne, 2001).

Schopnost rozeznávat sousedy od cizích jedinců je studována převážně u pěvců. U nepěvců byla tato schopnost pozorována jen málo, převážně u teritoriálních druhů, jako například puštík obecný (Galeotti a Pavan 1993) nebo kulíšek nejmenší (Galeotti et al. 1993).

Chřástal polní (*Crex crex*) také používá vokalizaci jako klíč k rozlišení souseda a neznámého jedince. Vokální identifikace se zdá být pro tento druh velice důležitá, protože spolu jedinci mohou komunikovat v noci, popřípadě v husté vegetaci nebo na dlouhé vzdálenosti (Budka et Osiejuk, 2013).

Podle Galeotti (1998) může existovat spojení mezi strukturou volání a charakteristickými ukazateli samcovy kvality vzhledem k reprodukci jako je tělesná hmotnost, zátěž parazitů nebo velikost teritoria.

2.1.9.3 Využití hlasové individuality

K porozumění života ptáků je nutné znát všechny stránky jejich života jako například jejich biologii a ekologii, preferenci stanovišť nebo sociální interakce. K tomu abychom tyto údaje zjistili, je zapotřebí daná zvířata sledovat – jejich pohyby a lokality výskytu (Hays et al. 2014). Často se jako jedna z metod výzkumu používá fyzického označení daného jedince. Tato metoda je hodně náročná na čas, zdroje a u označeného jedince může odchyt vyvolat poruchu chování (Budka et al., 2015).

Existuje další metoda, spočívající v pozorování přirozeně se vyskytujících vlastností založených na fylogenetických rozdílech, které daného jedince charakterizují (Budka et al., 2015). Jako identifikační znak se dá například použít DNA (Jeffreys et al., 1985).

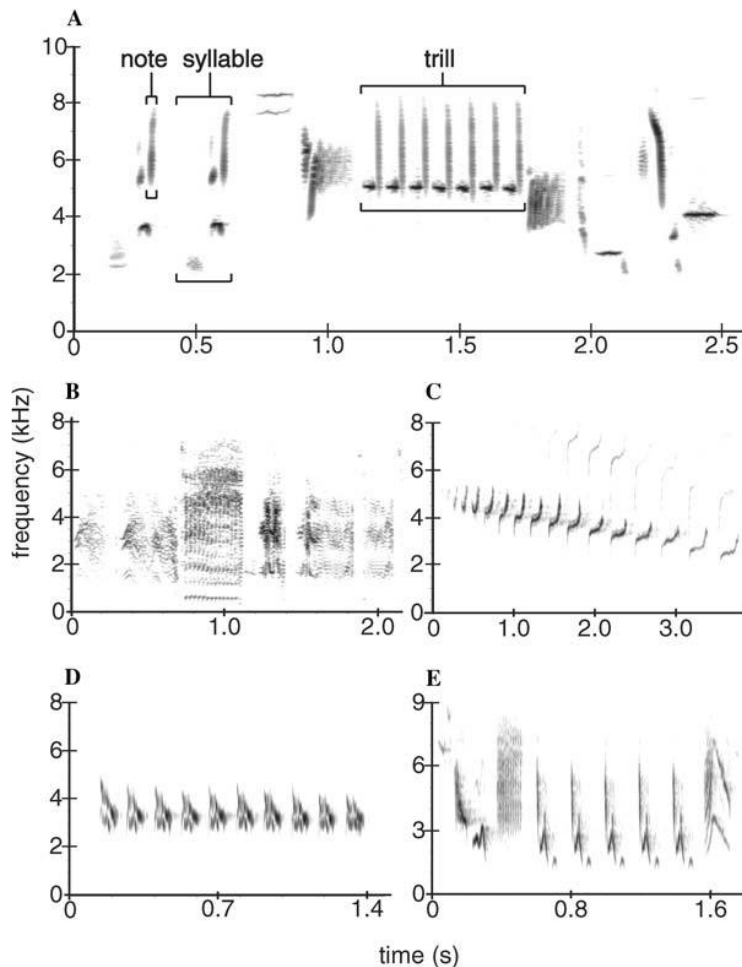
Využití hlasové individuality je neinvazivní pro jedince a je k tomu zapotřebí pouze záznam hlasového projevu (Budka et al., 2015). Ve velkých populacích, kde může mít více jedinců podobný, ne – li dokonce stejný hlasový projev, je tato metoda značně nevyhovující (Budka et al., 2015). Vokální individualita se zdá být užitečná především při monitorování malých nebo izolovaných populací (Peake et al., 1998; Delport et al., 2002).

Podle názoru Xia et al. (2010), musí hlasový projev splňovat dvě podmínky, aby se dal použít k identifikaci jednotlivce v dané lokalitě. Akustická variace repertoáru jedince musí být nižší než variace mezi jedinci v populaci a dále hlasové vlastnosti charakteristické pro daného jedince musí být v čase konstantní.

Význam hlasové individuality ve výzkumu je největší pro ptáky, kteří jsou citliví na zacházení nebo jsou aktivní převážně v noci, stejně jako pro ohrožené ptáky (Sung et Miller, 2007)

2.1.10 Výzkum hlasových signálů

Ve výzkumu hlasových signálů se obvykle označují nejzákladnější organizační jednotky v ptačích písních jako noty, které se na spektrogramech rozpoznávají jako spojité signály, oddělené krátkými mezerami ticha (Podos et al., 2004). Jednotlivé noty jsou charakterizovány jejich časově proměnnou frekvenční strukturou, profilem velikosti amplitudy a zabarvením hlasu (Clark et al., 1987). Tyto základní jednotky se dále seskupují a vytváří celé slabiky a komplexy signálů, tvořící celé písně. Struktura písní se mění podle pořadí not a napříč druhy jsou obvykle proměnlivé (Clark et al., 1987)



Obrázek 1: Základní jednotky ptačího zpěvu (Podos et al., 2004)

Základní elementy, ze kterých se skládá slabika a z jednotlivých slabik se pak následně složí určitý typ písňe, podle druhu pěvce, tomto případě strnadec zpěvný (*Melospiza melodia*). Na spektrogramech B až E můžeme vidět hlasy pěvců (viz. Obr. 1, Podos et al., 2004).

Spektrogram je tvořen z frekvence (jednotkou je kilohertz – kHz), která je vyjádřena polohou ku svislé ose x. Hlasitost (jednotkou je decibel – dB) je znázorněna intenzitou zabarvení signálu, tedy čím hlasitější signál, tím bude tmavší zabarvení (barvu si můžeme vybrat sami). Délku trvání signálu (jednotkou je sekunda – s) určíme podle horizontální dolní osy (Catchpole a Slater, 2008).

2.2 Váhové úbytky během inkubace vajec

2.2.1 Inkubace vajec

Inkubaci můžeme definovat jako proces, při kterém je teplo, které je nezbytné pro embryonální vývoj mláděte převedeno na vejce (Drent, 1975). Aby se vajíčko mohlo normálně vyvíjet, musí být po značně dlouhou dobu vystaveno teplotám okolo 37 °C. Téměř všichni ptáci vytvářejí požadovanou teplotu tím, že sedí na vejcích a inkubují je (Ehrlich et al., 1988). Mnoho druhů ptáků zřejmě vnímá teplotu vajec pomocí receptorů v plodových náplastech, což jim pomáhá přesněji regulovat jejich pozornost (čas strávený inkubací). Vzhledem k tomu, že embryo, s postupující dobou svého vývoje samo o sobě generuje stále více teplo, délka inkubace by měla s postupující dobou klesat (Ehrlich et al., 1988).

Vejce se také během inkubace musejí pravidelně obracet. Otáčení pravděpodobně pomáhá rovnoměrněji zahřát vejce a zabrání se tak případnému přilepení embryonálních membrán na skořápku (Ehrlich et al., 1988). Navíc otáčení vajec zlepšuje interakci chorioalantoidní membrány s vnitřní membránou skořápky, což umožňuje adekvátní vývoj membrán při dosažení dané inkubační teploty (Damaziak et al., 2018). Existují studie vajec drůbeže, které prokázaly snížení líhnivosti o 50 %, způsobené absencí rotací vajec (Tullet et Deeming, 1987).

Inkubaci můžeme rozdělit na pravidelnou a částečnou. Částečná inkubace probíhá u téměř 50 % ptačích druhů (Wang et Beissinger, 2011) a je charakterizována krátkými intervaly inkubace, často v noci během snášení vajec. S tímto typem inkubace se například můžeme setkat u sýkory koňadry (*Parus major*) (Podlas et Richner, 2013). Pro úplnou inkubaci je naopak charakteristická konstantní teplota vajec v průměru 36 °C, odpovídající vnitřní teplotě vajec (Drent, 1975). Částečná inkubace bez zvýšení teploty může sloužit například k ochraně snůšky před predátory (Wiebe et Martin, 1998) nebo výkyvy počasí a vlhkosti (Morton et Pereyra, 1985). Úplná inkubace zpravidla začíná po ukončení snůšky vajec a zároveň platí, že inkubační doba zhruba koreluje s hmotností vajíčka (Ehrlich et al., 1988).

Inkubace a s tím spojená rodičovská péče se vyskytuje skoro u všech druhů ptáků (Gill, 1995). Rodičovskou péčí mezi druhy rozdělujeme na péči uniparentální a biparentální (Marques, 2003). Biparentální péči dále rozdělujeme na tři skupiny: samičí inkubaci, kde

samici krmí samec; Samice inkubuje a zároveň se sama krmí, ale samec přispívá k péči o mláďata na hnízdě; samec i samice inkubují vajíčka (Gowaty, 1996). Můžeme se ovšem setkat i s dezercí jednoho z rodičů, což může mít vliv na vývoj embryí (Gill, 1995).

2.2.2 Žloutek

Žloutek je pro vývoj embrya během inkubace velmi důležitý, protože slouží jako zdroj živin (Rahn et al., 1979). Lipidy z vaječného žloutku jsou primárním zdrojem energie během druhé poloviny inkubace a rané období po vylíhnutí (Sato et al., 2006). Žloutek je v první fázi inkubace využíván méně, jelikož není plně vyvinuta membrána žloutkového vaku, která slouží k transportu žloutkových živin do embryonálního oběhu (Yadgary et al., 2010).

Velikost žloutku a složení jsou důležitými faktory, které upravují množství energie dostupné pro embryonální růst a vývoj (Noble et Cocchi, 1990). Velikost a složení žloutku se mění během inkubace (Romanoff, 1967). Zjistilo se, že se objem žloutku se během prvního týdne inkubace zvyšuje přibližně o 4 % v důsledku přílivu vody z bílku. Tato voda slouží k vytvoření subembryonální tekutiny (Willems et al., 2014). Po tomto zvýšení, obsah vody ve žloutkovém vaku postupně klesá z přibližně 53 % na 30 % při líhnutí (Willems et al., 2014).

2.2.3 Váhové úbytky

Bylo zjištěno, že vejce se v jedné snůšce mění velikostně i tvarově podle pořadí, jak jsou snesena. Hmotnost vejce však nemá vliv na to, jestli se mládě vylíhne později nebo ne. Celkový úbytek váhy je zpravidla lineární od snesení vejce do vylíhnutí a je to okolo 10–12 % (Olsen et Olsen, 1987). Potvrzeno to bylo na vejcích dvou dravců, poštolky australské (*Falco cenchroides*) a ještěrba australského (*Accipiter fasciatus*), kde se měřila jejich váha během inkubace (Olsen et Olsen, 1987).

Hodnota ztrát hmotnosti 10 až 12 %, je častá u všech druhů nehledě na velikost vajec a dobu jejich inkubace (Drent, 1975). Zjistil se významný rozdíl váhového úbytku mezi první a druhou snůškou (Bird et Laguë, 1982), kdy u pozdějších snůšek se často vyskytuje slabší skořápka a ztrácí se tak více vody. Ve výzkumu se tato myšlenka projevila, 2–4% ztrátou vody z vajíčka během čtyř týdnů (Olsen et Olsen, 1987).

Bylo studováno sedm druhů rybáka (*Sterna*) a na jejich vejcích, která se výrazně mezi sebou lišila, bylo ztraceno přibližně 14 % hmotnosti z celkové hmotnosti vajec. Vznikla tak domněnka, že tato ztráta byla nezbytná k naplnění plicních vaků mládřat, aby pak byla schopná proklovat skořápky a vylíhnout se (Rahn et al., 1976).

Podle Kirikçi et al., (2004) je vylíhnutí mládřat ovlivňováno hlavně počáteční hmotností vejce a procentuální ztrátou hmotnosti během inkubace. Tento závěr byl už dříve zkoumán u několika druhů domácího ptactva (kur domácí – Landauer, 1961). Tato hypotéza inkubačních faktorů byla zkoumána i na ptačím druhu orebici horské (*Alectoris graeca*) (Kirikçi et al., 2004). Významný efekt měla procentuální ztráta hmotnosti v produkci vylíhnutých živých nebo mrtvých mládřat související s vyšší než průměrnou embryonální úmrtností vajec, která ztratila méně než 10 % úbytku hmotnosti (Kirikçi et al., 2004). V případech, kdy byla líhnivost menší, se projevila nižší ztráta hmotnosti. Následkem čehož, působily negativní účinky na vodivost skořápky a růst embrya (Tullett et Deeming, 1982; Burton et Tullett, 1985).

Gonzalez et al. (1999) uvedli možnost pozitivní vazby, kdy nadprůměrně velká vejce měla větší váhový úbytek. Jako vysvětlení tohoto jevu se uvádí, že větší vejce měla vyšší nároky na vývoj embrya. Tedy každý spálený gram tuku ze žloutku se rovná téměř stejnému množství metabolické vody, která je vyprodukována.

Ztráta hmotnosti vajec by mohla navíc ovlivňovat embryonální úmrtnost mládřat, kdy se z vajec nic nevylíhne nebo by tato ztráta mohla postihnout mladé jedince, co se týče jejich zdravotního stavu a fitness (Tona et al., 2001). Hypotéza byla zkoumána na plemeni kura domácího, konkrétně na brojlerch Cobb. Studie měla prokázat, zda věk samice má vliv na hmotnostní ztráty a na embryonální úmrtnost během dlouhodobé inkubaci. Po 18. dnech inkubace byl zjištěn relativní vztah s přibývajícím věkem slepice a celkovou hmotnostní ztrátou (Tona et al., 2001).

Yassin et al. (2008) uvedli zprávu o faktorech ovlivňující míru vylíhnutí, vzhledem k chovu brojlerů. Jako hlavní faktory se potvrdily napětí na skořápce, zdraví, výživa a stáří samic. Dále pak velikost, hmotnost a kvalita vajec a jejich skladování. K tomuto výčtu ještě patří roční období, délka a podmínky uskladnění.

2.2.4 Vliv skořápky

První studie skořápky a významu její tvrdosti a struktury na váhovém úbytku byla zkoumána na plemeni kura domácího rodajlendka červená a bylo konstatováno, že kvalita skořápky se odvíjí i po dědičné stránce (Godrey et Olsen, 1937).

Toto plemeno kura domácího se objevilo i v dalším důležitém výzkumu, kdy se zjistilo, že váhový úbytek během inkubace překročí 12 % a celkově se sníží pravděpodobnost vylíhnutí mláděte, z takového vajíčka (Hays et Spear, 1951). Toto pozorování potvrzuje například i předchozí pozorování (Godrey et Olsen, 1937). Tedy, že nadměrné odpařování spojené s texturou skořápky snižuje možnost vylíhnutí mláděte z vejce v inkubaci (Godrey et Olsen, 1937). Celkově by toto tvrzení mohlo znamenat, že ztráta hmotnosti odpovídá kvalitě skořápky (Hays et Spear, 1951).

Kvalita skořápky je často i charakterizovaná věkem samice, která je naklade. Mladší samičky mají zpravidla slabší skořápku a jiné parametry žloutku a bílku (Bains, 1994). Během výzkumu na brojlerech se potvrdilo, že pokud byla samice vyššího věku, vejce bylo ve větším ohrožení zvýšení ztráty hmotnosti (Tona et al., 2001).

Pokud budeme posuzovat věk podle nejnižší embryonální úmrtnosti, bylo pozorováno, že samice brojlera má nejlepší výsledky okolo 40 týdnu života (Kirk et al., 2007). Tento výsledek se shoduje i s optimální tvrdostí skořápky, která se vytváří okolo 35 týdne života samice brojlera (Bains, 1994). Mladá samice má obvykle malá vajíčka, která mohou mít rozdílnou pórovitost (často menší, než je potřeba), která je důležitá k ventilaci plynů a vody. U starších samic kura domácího zase může být problém u velkých vajec, kdy respirace plynů není dostatečně rychlá a účinná, z toho důvodu se vejce může až přehřát a embryo odumře (Deeming, 1996; Mcloughlin et Gous, 1999).

Věk samic, ve kterém kladou vejce, může mít také vliv na vejce a jejich vnímání teplot. Meijerhof et al. (1994) tvrdí, že vejce starších samic jsou více citlivá k teplotám překračující 20 °C.

Na základě studie Djermanovic et al. (2019), lze dojít k závěru, že hmotnosti vajec a další fyzické vlastnosti, jako velikost vajec, tvar a objem, mají vyšší vliv na výsledky inkubace během celého procesu inkubace, hlavně tedy během období maximální produkce vajec.

Na skutečnosti, zda se mládě vůbec vylíhne, nemusí mít vliv nejen skořápka, ale i samotný vývoj embrya, který začíná už po oplození vajíčka spermií. Na embryo má tak

vliv nejen kvalita spermie (Nalbandov et Card, 1943), ale také rychlost průchodu vajíčka vejcovodem (Warren et Scott, 1935).

2.2.5 Voda

Podle Drenta (1970), se celková hmotnostní ztráta váže na ztrátu vody z vajec během inkubace. Tato hypotéza byla dále zkoumána a zjistilo se, že ztráta vody by na mohla záviset na vodivosti vaječné skořápky a rozdílu vodní páry ve vajíčku a v okolním klimatu (Rahn et Ar, 1974). Tento rozdíl by měl záviset na typu hnízda, zda je zavřené nebo otevřené. Důležité je také chování rodičů během zahřívání vajec před vylíhnutím a klimatické podmínky, kde se vejce nachází. Nebylo ovšem potvrzeno, že se úbytek vody zvyšuje s pokračujícím embryonálním vývojem ptáčete, naopak – je poměrně lineární (Drent, 1970).

Co se týče vlivu vlhkosti, určitý faktor toto ovlivňující se přikládá i typu hnízd, která jsou charakteristická pro dané druhy ptáků. Například hnízda snovače kaferského (*Euplectes orix*), která jsou typicky uzavřená (Woodall et Parry, 2015) nebo otevřená hnízda racka stříbřitého *Larus argentatus* (Drent, 1970). Při jejich porovnání se překvapivě zjistilo, že se jejich vlhkostní podmínky zdaleka tolik neliší. Může to být následek ventilace tvořené sedící samičí, kdy samice občas vstane a hnízdo opustí (Drent, 1970). Platí však pravidlo, že hnízdo musí udržet teplotu během inkubace a nesmí tak dojít k tepelným ztrátám (Deeming, 2016).

Ve studii křepelky japonských (*Coturnix japonica*) se zjistilo, že se váhový úbytek snižoval, úměrně s vývojem a růstem daného vejce (Deeming, 1995). Závěry potvrdilo předešlé pozorování, kdy se zjistilo, že se váhový úbytek rovná difuzi vody přes skořápku, a že to musí být průměrně 12% ztráty hmotnosti (Abo-Samaha et El-kazaz, 2020). V této studii se zjistilo, že vejce křepelky japonské, s váhou v rozmezí 12 až 13,9 g, byly nejvhodnější z hlediska líhivosti inkubovaných a oplodněných vajec.

U vaječné inkubace tedy existuje určité procento vody, která se může ztratit. Pokud je ovšem toto procento vyšší, může se stát, že se mládě nevylíhne, jelikož je dehydratované. Dehydratace má vliv i na stavu skořápky, kde se změní propustnost plynů O₂ a CO₂. Pokud se ovšem voda neztratí vůbec, vede to k utopení embrya ve vajíčku (Rahn et al., 1979; Meir et al., 1984; Meir et Ar, 1987)

2.2.6 Teplota

Teplota je nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím embryonální vývoj (Ozaydin et Celik, 2014).

V polovině inkubační doby je teplota embrya vyšší než teplota vzduchu v inkubátoru kvůli zvýšené aktivitě metabolismu. Zvýšená teplota, zejména ve druhé polovině inkubace, má tedy zásadní vliv na líhnutí a mláďata samotná (Ozaydin et Celik, 2014).

Podle studie Fasenko et al. (1999) se zjistil rozdíl v průměrné zdařené líhivosti. U vajec ponechaných v hnízdě v teplotách okolo 28 °C po určitou dobu (až 6 hodin), a která byla teprve poté uskladněna, byl potvrzen brzký vývoj. Naopak vejce, která byla rovnou uskladněna za průměrné teploty 20 °C po dobu 10 dní, se rychlejší vývoj nepotvrdil. Jako řešení toho pozorování se jeví, že vyšší teplota může aktivovat vývoj vajec (Fasenko et al., 1999).

Uvádí se, že teplota, kterou v inkubaci poskytuje žárovka, má vliv na hmotnostní ztráty pouze přechodné, a to v období od 17 dne inkubace po začátek líhnutí mláďat. Daleko důležitější je v tomto významu relativní vlhkost, která má zásadní vliv na úbytek váhy a vody. Z celkové ztracené hmotnosti musí vejce ztratit okolo 12 % vody – ta je důležitá v tom ohledu, aby vůbec došlo k vývoji embrya a mládě se tak mohlo vylíhnout. Tuto studii potvrzuje výzkum, kdy skořápka byla upravena v koloidním roztoku, aby se snížil počet pórů. Vejce tak potřebovala více času, aby se daného množství vody přes skořápku zbavila (Swann et Brake, 1990).

2.2.7 Vlhkost

Změny relativní vlhkosti by mohly mít daleko větší význam na váhový úbytek, popřípadě i na kvalitu mláďat (Tullett et Burton, 1982).

Vliv vlhkosti v inkubátorech byl zkoumán na vejcích brojlerů, byla brána v potaz i kvalita vajec (Gildersleeve, 1984). Vejce byly v inkubátorech a hladina vlhkosti se během dnů zvyšovala, anebo snižovala vůči 55% relativní vlhkosti, což je vlhkostní průměr. Sedmý den, kdy se vlhkost opět zvedla, bylo u vajec naměřeno zvýšení hmotnosti. Podobné výsledky byly naměřeny už v minulosti (Lundy, 1969; Tullett et Burton, 1982). Embrya reagovala na zvýšenou vlhkost snížením váhového úbytku, až vejce opět dospěla do váhového optima. Naopak u vajec, která měla po celou dobu experimentu v inkubátorech

nemění se hodnotou vlhkosti, se takový výsledek neprokázal. Podle teorie Lundyho (1969) by změny ve vlhkosti měly vést právě k redukcí váhového úbytku. Podle výsledků se tedy uvádí, že každé vejce je variabilní (Hoyt, 1979).

2.2.8 Osvětlení

Ohledně inkubace a jejího vlivu na vejce byl proveden výzkum zaměřující se na světlo. Zjistilo se, že vysoká intenzita světla během inkubace neměla žádný prokazatelný účinek na váhové úbytky vajec ani na líhivost. Nepřetržité osvětlení vysoko bodovým světlem zvýšilo úmrtnost embryí ve vejcích. Jako nejlepší ze zkoumaných variant se zdá být periodická doba svícení (Aygün et Kaya, 2019).

2.2.9 Skladování vajec

Důležitou se potvrdila být i skladovací doba vajec před inkubací. Doba skladování vajec a vyšší věk samic má významný vliv na embryonální úmrtnost vajec. Dlouhodobé skladování může mít negativní účinky na vývoj embryí a způsobila smrt mláďat. Podle Grochowska et al. (2019), vejce, která byla uskladněna 5 dní a více před inkubací, vykazovala vyšší procento embryonální úmrtnosti.

Embryonální úmrtnost embryí během prvního týdne inkubace byla významně vyšší u nejprve skladovaných vajec než u čerstvých vajec, která byla hned vložena do inkubátoru (Reijrink et al., 2008). Krátká skladovací doba vajec mimo inkubátor nemusí mít vliv na vývoji embrya a jeho buněk (Reijrink et al., 2009). Je ovšem zapotřebí více výzkumů ohledně schopnosti embrya redukovat úroveň pH ve vajíčku.

Celková životaschopnost embrya se jeví být závislá na počtu buněk, které jsou též schopné života. Další vliv má také mikroprostředí ve vejci a úroveň pH, které je odlišné pro žloutek a bílek (Grochowska et al., 2019).

2.3 Sup mrchožravý



Obrázek 2: *Sup mrchožravý (Neophron percnopterus)* (Jha et al., 2020)

Sup mrchožravý (*Neophron percnopterus*) je jedním z nejmenších supů v Evropě. Ve starověkém Egyptě sup mrchožravý představoval bohyni Nechbet, která byla uctívána jako ochránkyně faraonů (O'Neal, 2015). Tento druh supa, společně s kobrou egyptskou, byli zvířecími ochránci egyptských faraonů a symboly jejich moci. Jejich zpodobnění bylo součástí pokrývek králů. Proto bývá také označován jako Faraónova slepice (O'Neal, 2015).

Sup mrchožravý průměrně dorůstá do délky 47 až 65 centimetrů od zobáku po ocas. Hmotnost se pohybuje okolo 1,9 až 2,5 kilogramů. Celkové rozpětí křídel je asi 155 až 170 cm (Donazar et al., 2002). Letová silueta je charakterizována širokými prstovými křídly a ocasem ve tvaru klínu. Konce ručních a loketních letek jsou černé. Obličejová část hlavy spolu se základem zobáku jsou u obou pohlaví žluté barvy. U samců může tato barva pokožky ztmavnout do oranžova během doby páření. Špička zobáku je šedá až černá. Peří je na těle světle šedé až krémové barvy, u krku a hlavy jsou pírka delší. Samice jsou obvykle větší než samci. (O'Neal, 2015). Juvenilní ptáci mají peří tmavě hnědá až do černé. Šat dospělců se u tohoto druhu supa začne objevovat až začátkem pátého roku života (Ferguson-Lees et Christie, 2001).

Je to jediný druh, který se řadí do rodu supů *Neophron* (Savigny, 1809). Tento rod je považován za nejstarší vývojovou větev z evolučního stromu supů (Wink et Sauer-Gürth, 2004). Obývá široké území od Kapverd a Kanárských ostrovů až k Maroku na západě,

přes Alžírsko, Tunisko, Libyi, do severního Egypta a na jih do západní a východní Afriky, včetně Sahelské části Nigeru, severního Kamerunu, Čadu, severního Súdánu a Etiopie (Ferguson-Lees et al. 2001). V Evropě se vyskytuje hlavně v jižní až jihozápadní části, tedy od západní části Španělska, přes Středomoří až po Turecko. V Asii sahá jeho rozšíření od pohoří Kavkaz po severní Írán, Pákistán, severní Indie a Nepál (BirdLife International, 2019).

Jedinci obývající Evropu migrují během zimního období do Afriky a většinou se během této cesty vyhýbají větším vodním tokům (Spaar, 1997; Yosef et Alon, 1997). V Itálii migrují přes Sicílii do Tuniska (Agostini et al. 2004). Z Pyrenejského poloostrova supi migrují přes Gibraltarský průliv do severní Afriky, a odtud míří dál na jih přes Libanon, Sýrii, Palestinu, Jordánsko a Izrael (Ferguson-Lees et Christie 2001; García-Ripollés et al., 2010).

Tento druh se vyskytuje ve třech poddruzích, které se mezi sebou liší hlavně velikostí a oblastí, ve které žijí (O'Neal, 2015). *Neophron percnopterus majorensis* je velikostně největší, až o 18 % tělesné hmotnosti oproti ostatním, a nachází se jenom na Kanárských ostrovech, na kterých se vyskytuje už více než 2000 let (Donázar et al., 2002). *Neophron percnopterus percnopterus* obývá území jižní Evropy, střední Asie k severní Africe až na jih země přes Tanzanii do Namibie. Nejmenší poddruh *Neophron percnopterus ginginianus*, který je o 10 % tělesné hmotnosti menší než předchozí zmíněný *N.p. percnopterus*, se vyskytuje v převážně v Nepálu a Indii (Cramp et Simmons, 1980). Jedná se o stěhovavý druh, ale zároveň se vyskytují i jedinci, kteří mohou zůstat na jednom stanovišti jako v případě *N. p. majorensis*.

V roce 1902 byl vědci Zarudny a Härms zkoumán „čtvrtý“ poddruh *N. p. rubripersonatus*. v oblasti Balúčistánu v Pákistánu. Tento poddruh se měl odlišovat od ostatních, výše zmíněných poddruhů, hlavně tmavou oranžovou barvou hlavy a zobáku. Tento objev byl vyvrácen a jednalo se spíše o produkt křížení mezi poddruhy.

Sup mrchožravý se živí převážně mršinami zvířat, vejci, hmyzem, odpadky a výkaly. Krajina, ve které žije je suchá a otevřená, bez většího množství stromů (Donázar et al., 2002). Pro svoji menší velikost oproti ostatním mrchožroutům, se krmí až na závěr, kdy větší ptáci spořádají většinu masa na mršině (Ferguson-Lees et Christie, 2001). Jako jeden z mála druhů ptáků je schopen při hledání potravy používat i nástroje (Thouless et al., 1989). Lze zmínit například použití kamenů, které jedinci mrštili pomocí zobáku na vejce, které tak rozbili (Alcock, 1972). Také bylo u tohoto druhu pozorováno výjimečné

chování, kdy supi použili větvičku, kterou drželi ve spárech. Používali ji k namotání ovčí vlny, která byla potřebnou ke stavbě hnízda (Stoyanova et al., 2010).

Tento druh supa často hřaduje ve větších skupinách na stromech (Ceballos et Donázar, 1990). Z těchto hřadovacích míst byly zkoumány výkaly. Jako hlavní složka potravy byly uvedeny zbytky masa z králíka evropského (*Oryctolagus cuniculus*), kočky domácí (*Felis catus*) nebo i z lišky obecné (*Vulpes vulpes*) a domácího dobytka (*Bos primigenius*). Dále se objevila i rostlinná složka jako stonky a semena rostlin jak planě rostoucích, tak i pěstovaných člověkem (Ceballos et Donázar, 1990). Pod hřadovacími stromy byly zkoumány i zbytky ovčí vlny a zvířecích chlupů, jež sloužily k tvorbě a úpravě hnízd (Ceballos et Donázar, 1989). V severním Španělsku jsou k hřadování nejčastěji využívány stromy rodu borovice (*Pinus spp.*), a to z toho důvodu, že dosahují vyšší výšky a jsou v této lokalitě mnohem častější než listnaté stromy (Ceballos et Donázar, 1990).

Sup mrchožravý si hnízda staví obvykle na skalních římsách nebo na okrajích jeskyní (Sarà et Di Vittorio, 2003). Hnízda jsou převážně orientovaná na východ, popřípadě na jih, kvůli lepším povětrnostním podmínkám na odchov mláďat (Ceballos et Donázar, 1989; Liberatori et Penteriani, 2001).

V Ománu, kde žije velká populace supa mrchožravého, byla objevena hnízda ve štěrbinách strmých skalních útesů. Tato hnízdiště byla velmi vysoko položena, průměrně až ve 199 metrech nadmořské výšky a velmi se vzdalovala od lidských sídel (Angelov et al., 2013). Jako další oblíbená lokalita hnízd se potvrdily útesy, které se nacházely poblíž dna údolí. Pravděpodobně je to z důvodu minimalizace potřebné energie k vystoupaní k hnízdu s potravou pro mláďata (Ceballos et Donázar, 1989).

Hnízdění na zemi jsou ojedinělá. Podle knihy *Vultures* (O'Neal, 2015) existují pouze tři případy, kdy páry odchovaly svá mláďata v přízemních výškách. Jeden byl na Kanárských ostrovech, kde pár vytvořil hnízdo v nízkém křovisku (Gangoso et Palacios, 2005). Další případ byl na ostrově Farasan, v Rudém moři nedaleko Saúdské Arábie, kde se pár uhnízdil ve starém hnízdě po orlovcovi říčním (*Pandion haliaetus*) (Jennings, 2010). Třetí případ byl zkoumán v Indii, kde si pár supů postavil hnízdo ve vykotlaném základu stromu (Paynter, 1924). Hnízdiště ovšem můžeme nalézt i ve městech, a dokonce i na egyptských pyramidách (Baumgart et al., 1995; Nikolov et al., 2013). Podle názoru del Hoyo et al. (2004), si dravci staví přízemní hnízda převážně na ostrovech, ve vzdálených oblastech od lidské přítomnosti.

Sup mrchožravý (*Neophron percnopterus*) a orlosup bradatý (*Gypaetus barbatus*) jsou jedinými druhy supů, kteří mají obvykle ve snůšce dvě vejce. V 70 % případů ovšem přežije jen jeden potomek (Donázar et Ceballos, 1989). Vejce supa mrchožravého jsou obvykle oválná, matně bílá s oranžovými až hnědými skvrnami (Shirihai, 1996). Doba sezení na vejcích a inkubace se může znovu v různých oblastech výskytu lišit. Průměrně se, ale uvádí 70 až 90 dní na sezení a 42 dní inkubace vajec (Gavashelishvili, 2005).

Období, kdy samice snáší vejce se v některých zemích výrazně liší. Na Kanárských ostrovech se uvádí doba od února do poloviny dubna (O'Neal, 2015), ve Španělsku od března do dubna (Ceballos et Donázar, 1990) a například v Gruzii byla snesena vejce až v první polovině dubna (Gavashelishvili, 2005). Na severu Afriky to bývá převážně období mezi měsíci březen a květen (Thévonot et al., 2003). V Eritrei a Etiopii byla snůška vajec zkoumána v měsících leden až květen a říjen až listopad (Ash et. Atkins, 2009). V Jižní Africe jsou snůšky kladeny v období jarních dešťů (Brooke, 1982).

2.3.1 Ochrana supa mrchožravého a populační stavy

Populace tohoto druhu celosvětově upadá, proto byl sup mrchožravý přidán do Červeného seznamu jako ohrožený druh. V Evropě se jejich počet odhaduje na 3 000–4 700 chovných párů, což odpovídá 6 000–9 400 dospělých jedinců (BirdLife International, 2015). Evropská populace tvoří skoro polovinu populace supa mrchožravého, takže předběžný odhad velikosti celkové populace je 18 000–57 000 jedinců. Z tohoto počtu se řadí zhruba 12 000–38 000 jedinců mezi dospělé (BirdLife International, 2021).

Úbytek populace je viditelný ve všech zemích, kde se sup mrchožravý vyskytuje. V Indii poklesla populace zatím nejvíce – v průměru o 90 % za poslední desetiletí. Evropská populace poklesla za poslední tři generace, tj. za necelých 50 let o 50–79 % (BirdLife International, 2021).

Významně poklesla populace západní, východní a jižní Afriky, stejně tak i populace v arabských zemích (Jennings 2010). Populace supů v Africe poklesla za posledních 36 let ročně o 5,9 % (Ogada et al., 2016). V Namibii, Lesothu a Svazijsku se sup mrchožravý, tedy alespoň tamní populace, považuje za vyhynulý druh (Taylor et al., 2015). Nejvyšší pokles byl naměřen v Indii, kde úbytek je více, než 35 % ročně od roku 1999, kde počet

zjištěných jedinců na silničních transektech poklesl mezi lety 2000 a 2003 o 68 % (Cuthbert et al., 2006), ale nedávný zákaz diklofenaku mohl způsobit zamezení poklesu indické populace (Galligan et al., 2014). Diflofenak, je nesteroidní protizánětlivý lék (zkratka NSAID), který se podává chovanému skotu veterinárně. U tohoto léku se potvrdila jeho škodlivost i u dalších druhů supů, sov i čápů (BirdLife International, 2008). Může tedy mít na svědomí nedávné poklesy populace v Indii (Cuthbert et al., 2006; Galligan et al., 2014). Sup mrchožravý může být v afrických nebo asijských zemích ohrožen tamní tradiční medicínou, kde se používají určité části jejich těl jako lék (Amezian et Khamlichi, 2016).

V některých zemích se populace supa mrchožravého udržuje nebo lehce stoupá nad průměr. Například ve Španělsku, Jemenu nebo Ománu (Angelove et al. 2013). I když tyto výsledky mohou být spíše odrazem různých metod počítání než skutečná stabilita populace (O'Neal, 2015).

Podle úvah García-Ripollés et López-López (2010) se pozorovaná populace supa mrchožravého v provincii Castellón v západním Španělsku zvýšila za pomoci faktorů jako osidlování nových oblastí nebo také pomocí „vulture restaurants“. Tento pojem označuje místo, kde zemědělci zanechávají pošlý dobytek. Vzhledem k nemocem dobytka typu bovinní spongiformní encefalopatie (BSE) a její nové variantě Creutzfeldtova – Jakobova nemoc (CJD) se Evropská unie rozhodla o uzavření krmících oblastí (nařízení ES č. 1774/2002). Toto rozhodnutí vede k nedostatku potravy a může to negativně ovlivnit další generace supů (Camiña et Montelío, 2006; Margalida et al., 2010).

Na Kanárských ostrovech, stejně jako v některých dalších částech západní Evropy populace klesla. Důvody tohoto úbytku populace můžeme přičítat k otravám ptáků jedy, k ničení hnízdišť, omezování stanovišť určeným ke krmení a elektrické vedení (Donázar et al., 2002). Dále byli pozorováni supí jedinci, kteří si vybrali elektrické vedení jako místo pro hřadování, což vedlo k jejich usmrcení elektrickým proudem (Donázar et al., 2002). Tento druh supa čelí mnohým hrozbám, které se podílejí na snižujícím se počet životaschopných jedinců. Jenom v Evropě jsou jimi otrava olovem (ze střeliva používaného při lovu zvěře), přímá i sekundární otrava z mršin, elektrický proud, kolize s větrnými turbínami, snížená dostupnost potravy a změny přirozených stanovišť (Donázar et al., 2002; Kurtev et al., 2009; Donázar et al., 2016).

Nedávné analýzy jatek v Bulharsku naznačují, že přítomnost antibiotik a jejich reziduí v tělech hospodářských zvířat mohou zvýšit pravděpodobnost onemocnění supích mláďat (Kurtev et al., 2000). Poklesy populace v Africe byly pravděpodobně způsobeny ztrátou volně žijících kopytníků a v některých oblastech zlepšením hygieny na jatkách, kdy supi přišli o snadnou potravu (Ogada et al., 2016).

Co se týče pomoci k udržení populace tohoto druhu, existují různé způsoby, jak přispět k záchraně. Například na Sicílii, předávají vejce inkubovaná v zajetí do hnízd lokálních volně žijících párů. Tato vejce a následně vylíhnutá mláďata byla pěstounskými rodiči přijata bez problémů a podle doložených váhových zjištění nebyl prokázán rozdíl mezi nevlastním a vlastním potomkem (Di Vittorio et al., 2006).

Ve Španělsku, Francii, Itálii, Bulharsku a Makedonii byli ptáci vybaveni satelitními značkami pro studium disperze mladistvých po opuštění hnízdišť, a jsou sledovány jejich migrační pohyby a zimoviště (např. García-Ripollés et al., 2010, López-López et al., 2014). Spolu s místními organizacemi v Mauritanii, Senegal, Etiopii, Súdánu a Turecku (Opell et al., 2014) proběhly expedice, které studovaly vlivy omezujících faktorů v zimovištích a podél migračních tras.

Na závěr sekce literární rešerše bych chtěla doplnit, že ačkoliv výzkumů na téma hlasových projevů ptáků a jejich ontogenezi je vcelku velké množství, jsem nenašla mnoho prací, které by popisovaly tento jev u dravců. Výzkumy, které by se zabývaly tímto tématem na družích supů, jsem nenašla žádné.

Ohledně inkubace a váhových úbytků je vědeckých prací mnoho, ale většina se zabývá pěvci nebo rodem hrabavých. Z rodu hrabavých jsou to především ekonomicky důležitá plemena kura domácího jako například brojleři. U dravců bylo prací zabývajících se inkubací a váhovými úbytky poměrně méně a u supů žádné. Myslím si, že moje práce má smysl, z hlediska výzkumu druhu, který je silně ohrožen. Studie supů se většinou zabývají jejich výskytem a prostředím, které jim škodí, popřípadě jejich inteligencí, tzn. využívání nástrojů. Má práce přináší úplně nové téma výzkumu, a tak může přispět k novým skutečnostem, které mohou jedině podpořit zachování supů mrchožravého.

3 Metodika

3.1 Výzkum vokalizace

Mláďata supa mrchožravého byla nahrávána v letech 2018-2020 areálu pražské zoologické zahrady. Mláďata byla vždy zvážena na digitální váze (přesnost vah na 0,01 g) a bylo u nich určeno pohlaví. Nahrávky se mezi sebou liší v podnětech, na které mládě může reagovat, například zda je během nahrávání krmeno nebo zda je hladové. K nahrávání byl použit digitální rekordér značky SONY ICD-SX712 (frekvenční rozsah 44,1 kHz) se zabudovaným mikrofonom. Nahrávání probíhalo v uzavřené inkubační místnosti, kde bylo mládě supa mrchožravého umístěno v provizorním hnízdě o velikosti 30x30 cm. Rekordér byl při nahrávání umístěn před mládě, co možná nejbližší, okolo 5 cm, z důvodu čistého zvuku. V místnosti se zpravidla vyskytovala i mláďata dalších ptačích druhů. Mláďata byla nahrávána v době své největší aktivity, tedy po ránu zhruba v 9:00. Nahrávání probíhalo také během doby krmení (okolo 13:00) - to znamená před krmením, během a případně i po něm. Délka nahrávek byla od 2 minut až po nejdelší 10 minut.

V roce 2018 byl nahrán dvakrát jeden jedinec F73, narozen 3.6. 2018. Jednalo se o samičku s váhou 53 g, rodičů Debory a Doylea. V roce 2019 byli nahráváni dva jedinci. Jako první nahraný byl jedinec F82 – samička narozená 5.6. 2019 páru ve zlínské zoologické zahradě. V den nahrávání vážila 91 g. Další bylo nahrané mládě U83, narozené dne 8.6. 2019, páru Debora s Doylem, vážící 62 g. V roce 2020 byl nahrán jeden jedinec F88. Byla to samička narozená dne 14.6.2020, vážící 53 g. Rodiči tohoto mláděte byli Fatima s Cháronem.



Obrázek 2: Nahrávané mládě F88 (Šemberová, 2020)

Nahrávání probíhalo mimo hnízdo v jedné místnosti v prostorách pražské zoologické zahrady, kde se nacházela i ostatními mláděty jiných ptačích druhů. Během krmení supích mláděť byla krmena i mláděťata sousedící, což v některých případech dosti znehodnotilo celkový čas nadržky a hlasy supů se musely hledat a oddělovat od ostatních mláděťat a ruchů. Celkově bylo nadržáno 13 nadržek, z toho se 2 odstranily, protože se mládě vřbec neozvalo.

Nadržky byly analyzovány ve dvou bioakustických softwarech, kde se daný zvukový záznam prohlíží v podobě spektrogramu. Nejdřívě byly nadržky vloženy do Avisoft SAS-Lab (Avisoft Bioacoustics, Berlin, Germany), kde se pracovalo s frekvencí 44,1 kHz a nadržky byly pozměněny na monohlasy. Dále se s nadržkami pracovalo v programu Raven Pro 1.6.1. Zde byly vybrány pouze hlasy bez okolního řumu. Pro každý vybraný hlas byly naměřeny vybrané parametry: Low Freq (Low Frequency), Agg Entropy (Aggregation Entropy), Avg Entropy (Average Entropy), BW 50% (Bandwidth 50%), BW 90% (Bandwidth 90%), Center Freq (Center Frequency), Center Time Rel.(Center Time Relative), Delta Time (s), Dur 50% (Duration 50%), Dur 90%(Duration 90%), Freq 25% (Frequency 25%), Freq 5% (Frequency 5%), Freq 75% (Frequency 75%), Freq 95% (Frequency 95%), Max Entropy (Maximal Entropy), Max Freq (Maximal Frequency), Min Entropy (Minimal Entropy), Peak Freq (Peak Frequency), Peak Time Rel.(Peak Time Relative), Time 25%, Time 5%, Time 75%, Time 95%. (viz Tab. 11).

S vybranými parametry se dále pracovalo v programu IBM SPSS Statistics 27. Zde se testovala individualita vokalizace mláďat pomocí diskriminační funkční analýzy (DFA), která byla následně validována pomocí metody leave-one-out (SPSS Beginners Tutorials, 2021).

3.2 Výzkum vajec

Výzkum vajec byl proveden analýzou dat shromážděných na vejcích supa mrchožravého během let 2009 až 2020. Vejce byla vždy po snůšce zvážena, a po změření délky a šířky byla vložena do inkubátoru. Celkem bylo analyzováno 38 vajec, která strávila průměrně 40 dní v inkubátoru. Během inkubace se měřila teplota a vlhkost, a to vždy ráno okolo šesté hodiny a po čtvrté hodině odpoledne. Vejce se vážila po 5–7 dnech na digitální váze a následně se učil procentuální úbytek hmotnosti. Pro určení původu vajec byli vždy evidováni i rodiče a číslo daného páru. Mláďe se po uplynutí inkubační doby buď vylíhlo nebo ve vajíčku zemřelo, popřípadě se vejce z inkubátoru vyřadilo.

Data mezi sebou byla následně porovnána ve statistickém programu Statistica. Pomocí korelační funkce byla studována hmotnost vajec (g) během inkubace, procentuálními hmotnostními úbytky během inkubace a možný vliv relativní hmotnosti. Dále se pomocí neparametrického Kruskal – Wallace testu studoval možný vliv rodičů na hmotnost vajec a mláďat po vylíhnutí.

4 Výsledky

4.1 Výsledky z výzkumu vokalizační individuality

4.1.1 Vokální individualita: mnohorozměrná analýza

4.1.1.1 DFA všech nahraných hlasů

Jako mnohorozměrná analýza byla použita diskriminační funkční analýza. Do diskriminačního modelu vstoupilo 148 hlasů od čtyř jedinců a následující akustické parametry: Low Freq (Low Frequency), Agg Entropy (Aggregation Entropy), Avg Entropy (Average Entropy), BW 50% (Bandwidth 50%), BW 90% (Bandwidth 90%), Center Freq (Center Frequency), Center Time Rel.(Center Time Relative), Delta Time (s), Dur 50% (Duration 50%), Dur 90%(Duration 90%), Freq 25% (Frequency 25%), Freq 5% (Frequency 5%), Freq 75% (Frequency 75%), Freq 95% (Frequency 95%), Max Entropy (Maximal Entropy), Max Freq (Maximal Frequency), Min Entropy (Minimal Entropy), Peak Freq (Peak Frequency), Peak Time Rel.(Peak Time Relative), Time 25%, Time 5%, Time 75%, Time 95%.

Výsledný diskriminační model zahrnuje čtyři signifikantní proměnné ($p < 0.001$) (viz. Tabulka č. 1). První dvě diskriminační funkce vysvětlují 92,5 % celkové variability mezi jednotlivými jedinci (viz. Tabulka č. 2).

Tabulka 1: DF1 – Použité parametry v diskriminační funkční analýze

Variables Entered/Removed													
Step	Entered	Wilks' Lambda											
		Statistic	df1	df2	df3	Exact F				Approximate F			
						Statistic	df1	df2	Sig.	Statistic	df1	df2	Sig.
1	Low Freq (Hz)	0,701	1	3	130,000	18,454	3	130,000	0,000				
2	Max Entropy (bits)	0,580	2	3	130,000	13,481	6	258,000	0,000				
3	Min Entropy (bits)	0,529	3	3	130,000					10,351	9	311,669	0,000
4	BW 90 % (Hz)	0,477	4	3	130,000					9,048	12	336,302	0,000

V tomto celkovém modelu diskriminace byly použity 4 proměnné parametry, které byli signifikantní ($p < 0.001$). Jsou jimi Low Frequency (Hz), Max Entropy (bits), Min Entropy (bits), Center Frequency (Hz).

Tabulka 2: Funkce vysvětlující variabilitu

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	0,543	62,1	62,1	0,593
2	0,265	30,3	92,5	0,458
3	0,066	7,5	100,0	0,249

S první diskriminační funkcí nejvíce korelovala Low Freq (Hz) s 88 %. Druhá funkce zase nejlépe koreluje na 83,4 % s parametrem Max Entropy (bits) (viz. Tabulka 3).

Tabulka 3: Parametry vysvětlující funkce

Structure Matrix			
	Diskriminační funkce		
	1	2	3
Low Freq (Hz)	0,880	-0,110	-0,194
Max Entropy (bits)	0,015	0,834	-0,352
Min Entropy (bits)	-0,102	0,364	0,926
Center Freq (Hz)	0,118	-0,037	0,180*

Korelace prvních tří diskriminačních funkcí s akustickými parametry.

Na základě tohoto modelu (Wilk's Lambda = 0,481) lze každý náhodně vybraný hlas klasifikovat s 70,9% úspěšností (konvenční DFA). Validovaná procedura DFA ukázala 67,9% úspěšnost (viz. Tabulka 4). Rozsah úspěšnosti u jednotlivých mláďat se pohyboval od 16 % k 96,1 % (konvenční DFA) a od 12 % až k 94,8 % (validovaná DFA) (viz. Tabulka 4).

Tabulka 4: DFA všech nahraných hlasů

Classification Results							
ID			Predicted Group				Total
			Membership				
			1	2	3	4	
Konvenční DFA	N (počty hlasů)	1	74	0	2	1	77
		2	17	4	1	3	25
		3	3	1	5	1	10
		4	8	0	2	12	22
	Procentický podíl (%)	1	96,1	0,0	2,6	1,3	100,0
		2	68,0	16,0	4,0	12,0	100,0
		3	30,0	10,0	50,0	10,0	100,0
		4	36,4	0,0	9,1	54,5	100,0
Cross validovaná DFA	N (počty hlasů)	1	73	1	2	1	77
		2	17	3	1	4	25
		3	4	1	3	2	10
		4	8	0	2	12	22
	Procentický podíl (%)	1	94,8	1,3	2,6	1,3	100,0
		2	68,0	12,0	4,0	16,0	100,0
		3	40,0	10,0	30,0	20,0	100,0
		4	36,4	0,0	9,1	54,5	100,0

Dvě diskriminační funkční analýzy, první ukazuje výsledky konvenční DFA a druhá ukazuje výsledky DFA validované. Horní část DFA obsahuje přímé počty hlasů a dolní polovina DFA obsahuje přepočítaná procenta hlasů. Identita jedinců je v řádcích a úspěšnost klasifikace je udána v diagonále, tj. klasifikace hlasu ke správnému jedinci. Například třetí nahraný jedinec byl klasifikován do jedince č. 3 pěti hlasy, tedy z 50 %.

Po jednom hlasu byl klasifikován jako jedinec č. 2 a č. 4, klasifikace se rovnala 10 %. S jedincem č. 1 se jmenovaný třetí jedinec klasifikoval třemi hlasy (30% klasifikace).

4.1.1.2 DFA deseti vyvážených modelů

Vstupní data byly velmi nevyrovnaná, tzn. u jedince č. 1 se klasifikovalo 77 nahraných hlasů a jedinec č. 3 měl jen 10 hlasů. Rozhodla jsem se proto vytvořit diskriminační analýzu, do které vstoupil stejný počet hlasů za každého jedince (N= 10). Pro ověření případné stability takového modelu, jsem těchto modelů udělala 10.

Výsledky úspěšnosti klasifikace v těchto deseti modelech ukazuje tabulka č. 5 (konvenční DFA) a tabulka č. 6 (validovanou DFA).

Tabulka 5: Konvenční DFA 2-11 deseti vyvážených modelů

DFA konvenční				
model	nahraní jedinci			
	F88	F73	F82	U83
1	10%	10%	70%	70%
2	20%	30%	70%	70%
3	80%	50%	80%	20%
4	90%	10%	80%	90%
5	70%	20%	50%	70%
6	80%	80%	70%	70%
7	40%	20%	60%	70%
8	40%	10%	60%	70%
9	10%	40%	60%	60%
10	0%	30%	70%	70%

Tabulka 6: Validovaná DFA 2-11 deseti vyvážených modelů

DFA cross validovaná				
model	nahrávání jedinci			
	F88	F73	F82	U83
1	10%	10%	70%	70%
2	20%	30%	70%	50%
3	80%	50%	80%	20%
4	80%	0%	80%	90%
5	70%	10%	50%	70%
6	70%	80%	60%	60%
7	40%	30%	60%	70%
8	30%	10%	60%	70%
9	10%	40%	60%	50%
10	0%	30%	70%	70%

Ne vždy byl hlas rozpoznán a správně přiřazen k danému jedinci. Průměrná klasifikace se pohybovala mezi 0–90 % (konvenční i validovaná DFA). Na základě tohoto srovnání jedinec č. 1 dosahoval od 0 k 90 % (konvenční DFA) a od 0 k 80 % u validované DFA. V průměru byl ve všech modelech nejlépe klasifikován jedinec č. 3, a to mezi 50 až 80 % u konvenční i u validované DFA. Nejlépe ze všech modelů se dal hodnotit model DFA 8 u šestého modelu, kde se procenta pohybovala mezi 60–80 %.

4.1.1.3 DFA finálního modelu

Do diskriminačního modelu vstoupilo 40 hlasů od čtyř jedinců a následující čtyři proměnné parametry byly signifikantní ($p < 0.001$), tedy Maximal Entropy (bits), Frequence 5% (Hz), Frequence 25% (Hz), Minimal Entropy (bits). První dvě diskriminační funkce vysvětlují 92,5 % celkové variability mezi jednotlivými jedinci (viz. Tabulka 7). První dvě diskriminační funkce vysvětlují 93,7 % variability (viz. Tabulka 8).

Tabulka 7: Použité parametry při DFA 8

Variables Entered/Removed													
Step	Entered	Wilks' Lambda											
		Statistic	df1	df2	df3	Exact F				Approximate F			
						Statistic	df1	df2	Sig.	Statistic	df1	df2	Sig.
1	Max Entropy (bits)	0,733	1	3	36,000	4,371	3	36,000	0,010				
2	Freq 5% (Hz)	0,499	2	3	36,000	4,857	6	70,000	0,000				
3	Freq 25% (Hz)	0,298	3	3	36,000					5,942	9	82,898	0,000
4	Min Entropy (bits)	0,199	4	3	36,000					6,139	12	87,601	0,000

V tomto celkovém modelu diskriminace byly použity 4 proměnné parametry, které byli signifikantní ($p < 0.001$), tedy Maximal Entropy (bits), Frequence 5% (Hz), Frequence 25% (Hz), Minimal Entropy (bits).

Tabulka 8: Funkce vysvětlující variabilitu

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1,568	64,8	64,8	0,781
2	0,698	28,9	93,7	0,641
3	0,153	6,3	100,0	0,364

S první diskriminační funkcí nejvíce korelovala Freq 5% (Hz) s 35 %. Druhá funkce zase nejlépe korelovala na 70,5 % s parametrem Max Entropy (bits) (viz. Tabulka 9).

Tabulka 9: Parametry vysvětlující funkce

Structure Matrix			
	Diskriminační funkce		
	1	2	3
Max Entropy (bits)	0,018	0,705	-0,331
Freq 25% (Hz)	0,128	-,337*	-0,285
Min Entropy (bits)	0,147	0,527	0,832
Freq 5% (Hz)	0,348	-0,365	-0,436

Na základě tohoto finálního modelu (Wilk's Lambda= 0,199) lze každý náhodně vybraný hlas klasifikovat s 75% úspěšností (konvenční DFA). Validovaná procedura DFA ukázala úspěšnost klasifikace na 67,5 % (viz. Tabulka 4). Rozsah úspěšnosti u jednotlivých mláďat se pohyboval v rozmezí od 16 % k 96,1 % (konvenční DFA) a od 12 % až k 94,8 % (validovaná DFA) (viz. Tabulka 10).

Tabulka 10: *Finální DFA 8*

Classification Results							
ID			Predicted Group				Total
			Membership				
			1	2	3	4	
Konvenční DFA	N (počty hlasů)	1	8	2	0	0	10
		2	1	8	0	1	10
		3	0	2	7	1	10
		4	0	2	1	7	10
	Procentický podíl (%)	1	80,0	20,0	0,0	0,0	100,0
		2	10,0	80,0	0,0	10,0	100,0
		3	0,0	20,0	70,0	10,0	100,0
		4	0,0	20,0	10,0	70,0	100,0
Cross validovaná DFA	N (počty hlasů)	1	7	3	0	0	10
		2	1	8	0	1	10
		3	0	2	6	2	10
		4	0	2	2	6	10
	Procentický podíl (%)	1	70,0	30,0	0,0	0,0	100,0
		2	10,0	80,0	0,0	10,0	100,0
		3	0,0	20,0	60,0	20,0	100,0
		4	0,0	20,0	20,0	60,0	100,0

Vyskytují se zde 2 diskriminační funkční analýzy, první ukazuje výsledky konvenční DFA a druhá ukazuje výsledky DFA validované. Horní polovina DFA obsahuje přímé počty hlasů a dolní polovina DFA obsahuje přepočítaná procenta. Identita jedinců se nachází v řádcích a úspěšnost klasifikace je uvedena v diagonále, tj. klasifikace hlasu ke správnému jedinci. Průměrná klasifikace se pohybovala mezi 60-80 %. Například druhý nahraný jedinec byl klasifikován do jedince č. 2 osmi hlasy, tedy z 80 %. S jedinci č. 1 a

č. 4 se druhý jedinec klasifikoval jedním hlasem (10% klasifikace). Jedinec č. 3 neměl žádnou shodu hlasů s druhým jedincem, tudíž se vyskytla 0% klasifikace.

4.1.2 Vokální individualita: univariátní analýza

Předchozí diskriminační analýzy testovaly rozdílnost na základě kombinace všech stupních akustických parametrů. Tato mnohorozměrná analýza zahrnovala i interakce mezi těmito parametry. Následující analýza testovala individuální rozdíly v konkrétním akustickém parametru. Tato analýza vyjadřuje individuální rozdíly jenom v rámci jednoho zkoumaného akustického parametru nezávisle na ostatních.

Z 22 naměřených akustických parametrů byl signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) nalezen u jedenácti (viz. Tabulka č. 11). Pro testování konkrétních rozdílů v rámci jednotlivých dvojic byly provedeny mnohonásobná porovnání. Detailní výsledky viz. Tabulky 1–11 v příloze. Nejčastěji se jednalo o rozdíly mezi hlasy prvního mláděte s ostatními nahrávanými, převážně s čtvrtým nahrávaným jedincem. Tyto mláďata měla nejvíce hlasových vzorků, tedy 77 vzorků u prvního mláděte a 22 vzorků od čtvrtého mláděte. Například u parametru Agg Entropy (bits) měl mezi těmito jedinci signifikantní rozdíl ($p = 0,003$). Mnohonásobné porovnání mezi ostatními jedinci vyšlo větší nebo rovno 0,134.

Tabulka 11: Kruskal – Wallace test hlasových parametrů hlasů 4 nahraných mláďat

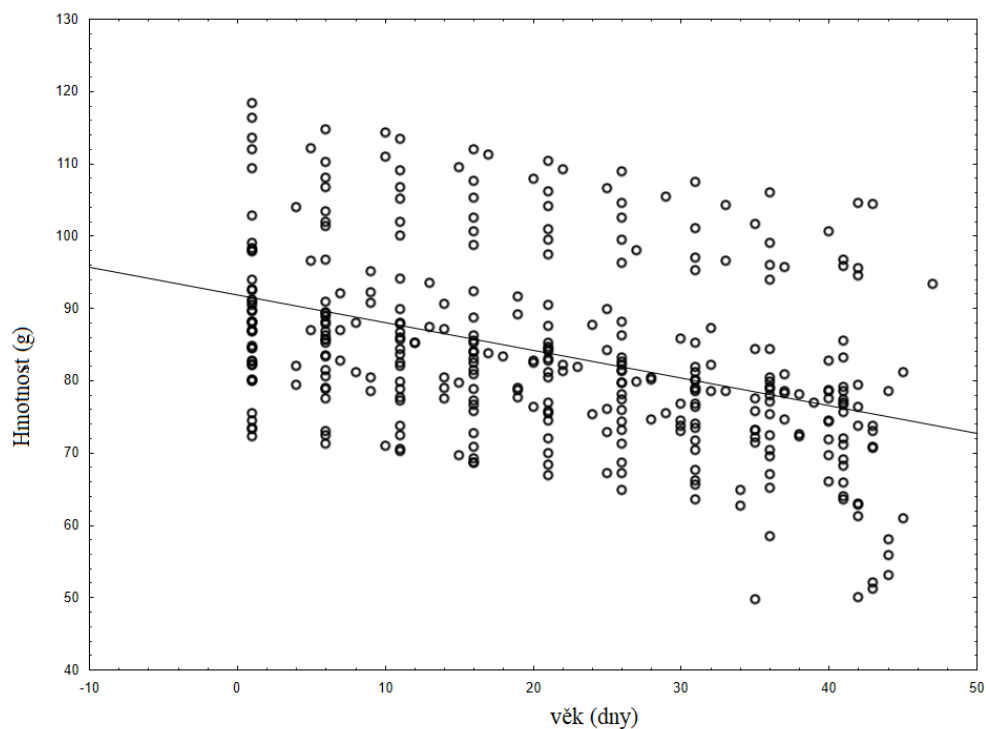
Zvukový parametr	Kruskal – Wallace test	DFA 1	DFA 8
Low Freq (Hz)	H(3;N= 148)= 19,4; p=0,0002	*	
Agg Entropy (bits)	H(3;N= 148)= 15; p=0,0018		
Avg Entropy (bits)	H(3;N= 148)= 1,9;p=0,5		
BW 50% (Hz)	H(3;N= 148)= 9,05; p=0,03		
BW 90% (Hz)	H(3;N= 148)= 19,6; p= 0,0002		
Center Freq (Hz)	H(3;N= 148)= 6,57; p= 0,09	*	
Center Time Rel.	H(3;N= 148)= 8,07; p= 0,04		
Delta Time (s)	H(3;N= 148)= 14,06; p=0,003		
Dur 50%	H(3;N= 148)= 12,6;p= 0,006		
Dur 90%	H(3;N= 148)= 16; p= 0,001		
Freq 25% (Hz)	H(3;N= 148)= 8,6;p= 0,04		*
Freq 5% (Hz)	H(3;N= 148)= 14; p=0,003		*
Freq 75% (Hz)	H(3;N= 148)= 10,6; p=0,01		
Freq 95% (Hz)	H(3;N= 148)= 6,3; p=0,09		
Max Entropy (Hz)	H(3;N= 148)= 6,9; p=0,08	*	*
Max Freq (bits)	H(3;N= 148)= 4; p= 0,3		
Min Entropy /bits)	H(3;N= 148)= 6; p= 0,1	*	*
Peak Freq (Hz)	H(3;N= 148)= 4; p= 0,3		
Peak Time Rel.	H(3;N= 148)= 5,7; p= 0,1		
Time 25%	H(3;N= 148)= 6,5; p= 0,09		
Time 5%	H(3;N= 148)= 2,3; p= 0,5		
Time 75%	H(3;N= 148)= 14,9; p= 0,02		
Time 95%	H(3;N= 148)= 19; p= 0,003		

Testovala jsem každý hlasový parametr, který vstupoval do modelu analýzy hlasů mláďat se zaměřením, jestli se konkrétní vokální parametry liší mezi jedinci. Celkově bylo použito 148 hlasů. Symbolem (*) se označuje výskyt daného parametru ve finálním modelu DFA 1 (zahrnující úplný dataset) a DFA 8 (finální vyvážený model zahrnující deset hlasů za každého jedince).

4.2 Výsledky z výzkumu vajec

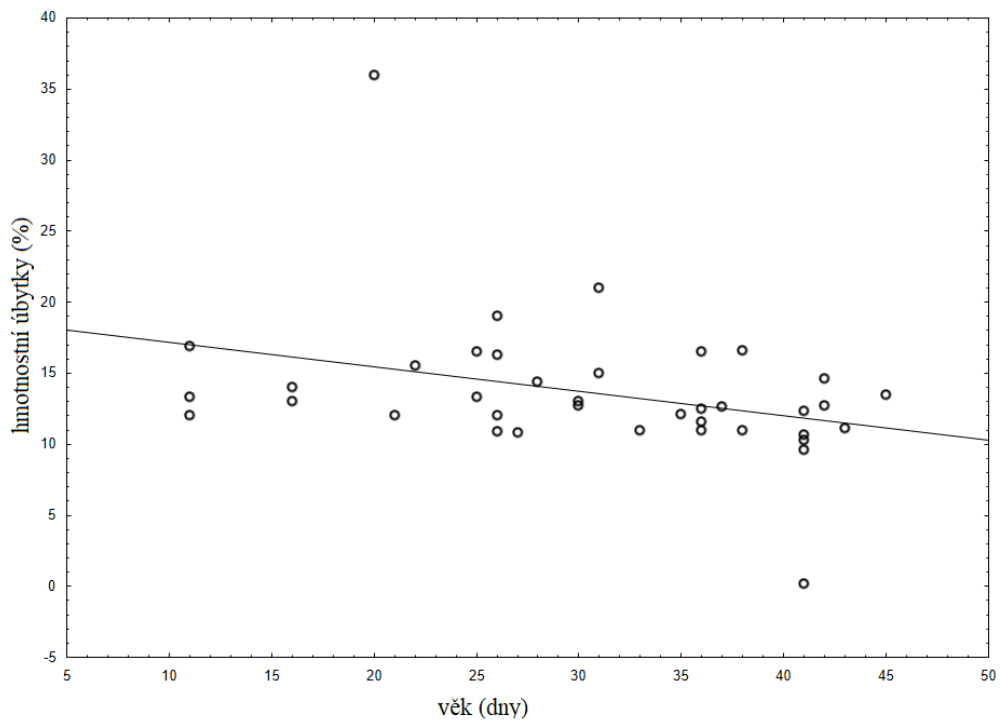
Následující výsledky korelační analýzy dat získaných z 39 inkubovaných vajec.

Testovala jsem závislost hmotnosti (g) vejce s délkou inkubace. Váha s věkem vajec negativně koreluje ($r = -0,4$; $p < 0,00$). Tedy, jak vajíčko stárne a jeho věk roste, ubývá váha celkového vajíčka, viz. Graf č. 1.



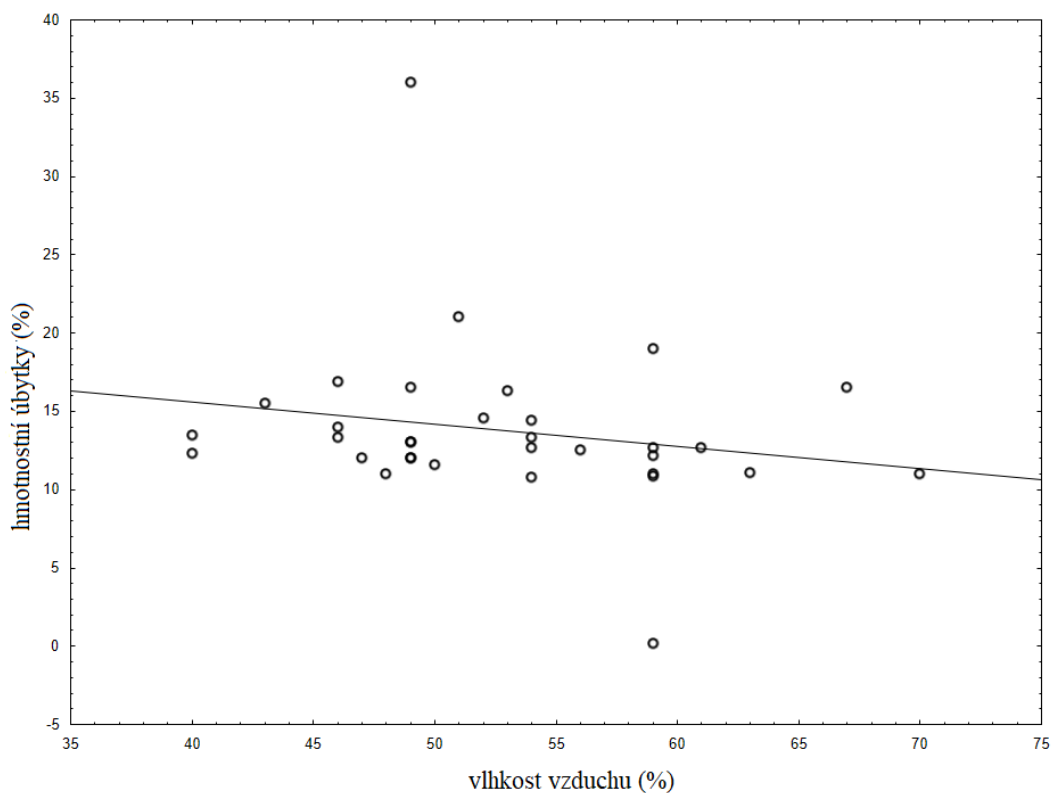
Graf 1: Změny hmotnosti vajec vůči délce inkubace

Dále jsem provedla test na závislost procentuálních hmotnostních úbytků vajec k délce inkubace ($r = -0,34$; $p = 0,04$). Hmotnostní úbytky byly vypočteny před ukončením inkubace. Hodnota se obvykle pohybovala od 10 k 20 % úbytků, nejčastěji však 12 % (viz. Graf č. 2).



Graf 2: Vztah věku vajec a procentuální hmotnostní úbytky u vajec dva dny před ukončením inkubace

Hmotnostní úbytky byly vypočteny před ukončením inkubace. Hodnota se obvykle pohybovala od 10 k 20 % úbytku, nejčastěji však tato hodnota pohybovala kolem 12 %.



Graf 3: Vztah vlhkosti a procentuální hmotnostní úbytky u vajec dva dny před ukončením inkubace

Na procentuální hmotnostní úbytky měla určitý vliv i vlhkost v inkubátorech ($r = -0,19$; $p = 0,28$). Vlhkost vzduchu se pohybovala průměrně mezi 40-60 %. Tyto údaje byly naměřeny 2 dny před ukončením inkubační doby.

Dále jsem zkoumala rozdíly hmotnosti vajec v den snůšky mezi jednotlivými samicemi. Samice byly dohromady tři (Debora, Lilly a Fatima) viz. Tabulka č. 24. Každá samice byla v páru s jedním samcem (Doyle, Endy a Cháron) viz. Tabulka č. 24.

Tabulka 12: Kruskal – Wallace test nasazovací hmotnosti vajec v porovnání se samicemi

Depend.: Váha (g)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: $H(2, N=39) = 18,01747$ $p = 0,0001$		
	Debora	Fatima	Lilly
Debora		0,000070	0,467
Fatima	0,000070		0,111
Lilly	0,467	0,111	

Kruskal – Wallace test ukázal signifikantní rozdíl ($H(2, N=39) = 18$; $p = 0,0001$). Následné mnohonásobné porovnání matek ukázalo signifikantní rozdíl mezi dvěma samicemi, Deborou a Fatimou ($p = 0,00007$). Podle studie dat můžeme konstatovat, že ačkoliv Debora vyprodukovala 23 vajec z celkových 39, její vejce byla daleko lehčí v porovnání s Fatimou. Mnohonásobné porovnání mezi ostatními samicemi vyšlo větší nebo rovno 0,11.

Tabulka 13: Kruskal – Wallace test nasazovací hmotnosti vajec v porovnání se samci

Depend.: Váha (g)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (2, N= 39) =18,01747 p =0,0001		
	Doyl	Cháron	Endy
Doyl		0,000070	0,467055
Cháron	0,000070		0,111
Endy	0,467	0,111	

Stejně testování hmotností vzhledem k otcům mláďat ukázalo, stejné výsledky podle toho, jak se samice párují se samci. Projevil se signifikantní rozdíl mezi dvěma samci Doylem a Cháronem ($H(2, N= 39) = 18; p = 0,0001$).

Dále jsem testovala finální hmotnost vylíhnutých mláďat vzhledem k matkám. Z celkových 39 vajec se vylíhlo celkem 24 mláďat.

Tabulka 14 Kruskal – Wallace test hmotnosti mláďat po vylíhnutí vzhledem k samicím

Depend.: váha – vylíhnutí (g)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (2, N= 25) =13,38462 p =0,0012		
	Debora	Fatima	Lilly
Debora		0,011	0,023
Fatima	0,011		1,000
Lilly	0,023	1,000	

Kruskal – Wallace test ukázal signifikantní rozdíl ($H(2, N= 24) = 13,5; p = 0,0012$). Následné mnohonásobné porovnání matek ukázal signifikantní rozdíly u všech samic v porovnání s Deborou. Mezi dvěma samicemi Lilly a Deborou ($p = 0,23$) a Fatima s Deborou ($p = 0,01$). U ostatních samic se $p = 1$. Z výsledků je tedy patrné, že potomci Lilly mají největší hmotnost po vylíhnutí, narozdíl od Debory, která jich sice vyprodukovala nejvíc ale jsou lehčí. Samci v páru s těmito samicemi vykazovali stejné výsledky.

Testování způsobu ukončení inkubační doby (pokud se mládě vylíhlo, zemřelo nebo se vejce celkově vyřadilo) pomocí Kruskal – Wallace testu neobjevilo žádný signifikantní rozdíl mezi parametry vlhkosti ($p=0,12$), teploty($p=0,03$) a hmotnostním úbytkům ($p=0,4$).

5 Diskuse

5.1 Vokální individualita

Všechna nahrávaná mláďata byla v průměru stará 3 dny. U starších mláďat je zpravidla menší pravděpodobnost větší rozmanitosti vydávaných hlasů, jelikož se později přidávají k dospělým jedincům a probíhá již vývoj z juvenilních hlasů na hlasy dospělé. Toto období nazýváme „voice – breaking“ a jedná se, jak uvedla Klenova et al. (2010) ve studii o jeřábích mláďatech, o období, kdy se mění hlasové parametry mláďat na nižší, které jsou charakteristické pro dospělé. Jako typické hlasové parametry, které se mění můžeme uvést celkovou délku projevu, jeho frekvenci a amplitudu. K lámání hlasu došlo ve věku od sedmi do jedenácti měsíců. U mláďat nepěvců nejdříve dochází k snižování délek jejich hlasu během jejich celkového vývoje v dospělé. Tento vývoj probíhá skokově a vyskytuje se u většiny nepěvců jako je například i sup mrchožravý. Do dnešní doby se s jistotou neví, jak tento hlasový přerod začíná, a jak probíhá, ale mohlo by to souviset s morfologickým vývojem jedince (Klenova et al., 2007). U druhu nepěvce tenkozobce opačného (*Recurvirostra avosett*) proběhlo období „voice – breaking“ během devátého měsíce života a hlasy mláďat se daleko více podobaly hlasům dospělců. Ovšem to neplatí u všech druhů nepěvců. Například mláďata straky obecné (*Pica pica*) mění svou vyšší frekvenci na nižší frekvenci během pár dní po vylíhnutí (Redondo, 1991). To samé bylo pozorováno i u mláďat supy mrchožravého. Podobné je to také u dravců, kde se setkáme s tím faktem, že dospělí jedinci po většinu života mlčí, s jedinou výjimkou na dobu páření a péče o mláďata (Penteriani, 2001; Kenward, 2006).

Diskriminační testy, provedené pomocí diskriminační funkční analýzy (DFA), na finálním modelu ukázaly, že je možné vokální signály klasifikovat s 75% pravděpodobností ke správnému jedinci na 65,7 % s očekávanou náhodností. To nám dokazuje určitou pravděpodobnost možnou vokální identifikace jedince druhu supy mrchožravého mezi ostatními v populaci. Avšak v mé práci se pracovalo pouze s nahrávkami supích mláďat, která byla nahrávána 3 dny po vylíhnutí. Můžeme vycházet z toho, že vokální rozdíly mezi jedinci jsou geneticky determinované. Lze však předpokládat změnu hlasu mláďete během celkového vývoje v dospělé, s velkou pravděpodobností hlasy mláďat zmizí nebo se alespoň změní jejich charakteristické parametry. Hlasy mláďat se samozřejmě během celkového vývoje jedince ztrácí a vyvíjí se hlas dospělých jedinců. Mění se i celkový repertoár, kde se objevují nové typy hlasů.

O těchto hlasech se toho mnoho neví, tzn. v jakém věku dochází k jejich přeměně a jak tato změna probíhá. V dospělosti by bylo teoreticky možné tyto změny porovnat, ale tato práce se zabývala pouze hlasem mláďat během rané ontogeneze. Adrett (2012), který pozoroval mláďata tenkozobce opačného (*Recurvirostra avosett*) od vajíčka až po jedenáctý měsíc života, uvádí, že mláďata se líhnou s vrozeným repertoárem, který se během ontogeneze jedinců mění. U dytíka úhorního (*Burhinus oedicnemus*) se některé vrozené hlasy měnily po 70. dnu věku, kdy, již byla mláďata plně vyvinuta v dospělé jedince (Dragonetti et al., 2013). Dále Adrett (2012), poznamenal, že mláďata byla vychovávána v zajetí bez rodičů, a proto se u nich neobjevil celkový repertoár hlasů dospělých tenkozobců, což naznačuje určitou potřebu externího modelu pro některé typy hlasů.

Ptáci mají celý repertoár určitých typů hlasů. Vokální individualita se testuje na jednom typu hlasu, který je z hlediska cíle práce nejzajímavější. Může se využít například kontaktní hlas, který je slyšet na dálku. Pokud je hlasová individualita určená k jednomu typu využití, nemusí se vyskytovat u všech hlasů. Ve své studii o dospělých jedincích káněte pestrého (*Geranoaetus albicaudatus*), Farquhar (1993) uvedl, že právě varovný typ signálu („alarm call“) nese nejvíce variabilní znaky pro určení diskriminace daného jedince. Jak ukázaly výsledky nejdůležitější proměnnou pro variabilitu a zdroj informací jsou frekvenční rozdíly mezi jednotlivými slabikami signálů. Jeho studie se ovšem zaměřila na dospělé páry a na varovné signály které se týkaly ohrožení teritoria nahrávajícím. Největší variabilitu ve varovných signálech při narušení teritoria byla potvrzena i ve studii orlů bělohlavých, kde se charakteristické identifikační znaky objevily ve spektrogramech (Verner et Lehman, 1982). Výsledky práce zkoumající mláďata zebřičky pestré (*Taeniopygia guttata*) ukazují, že volání na dálku mláďat jsou velmi individuálně rozdílná a jejich rodiče na takové volání odpovídali. Z toho vyplývá, že mláďata lze rozlišit na základě jejich akustických vlastností. U studovaných mláďat tenkozobce opačného (*Recurvirostra avosett*) se dva typy hlasů ukázaly jako hlasy, které mohou být mezi jedinci rozdílné. Bylo jím vrčení („snarl“), který končil zvýšenou hodnotou frekvence a zvolání („coo“), které bylo v celém repertoáru mláďat nejsložitější, tzn. že mělo složitou frekvenční modulaci v kombinaci s delší dobou trvání (Adrett, 2012). Určitou hlasovou rozdílnost mohou mít i hlasy mláďat žebrajících o potravu (begging calls), kdy je pro mláďata v hnízdě praktické se vokálně odlišit od ostatních

jedinců jako například u koloniálních druhů ptáků. Rodiče tak mohou lépe identifikovat svoje mládě (Falls, 1982)

Různá variabilita hlasů se může projevit i mezi pohlavími. V naší studii se nejčastěji pletli jedinci č. 1 a č. 4. Mohlo to být způsobeno rozdílným pohlavím, i když se ve studii zabýváme jen čtyřmi mláděty, ze kterých se ve třech případech jedná o samice. Tuto hypotézu dále studoval i Digby (2014), který zkoumal dospělé druhy nepěvce, a to Kivi Owenovo (*Apteryx owenii*). Na tomto druhu byla provedena studie, která měla za cíl zjistit možnost individuality mezi pohlavími. V této studii se DFA testování o správném přiřazení hlasu k určitému jedinci povedlo na 57 % u samců a na 38 % u samic, k tomu navíc s 14 a 33 % u cross – validovaných diskriminací. Snížené hodnoty u výsledků samic byly ovlivněny nižším počtem hlasových nahrávek, popřípadě i kratšími zvukovými vzorky, které jsou právě typické pro samice druhu kivi. S problémem nedostatku zvukových nahrávek je ovlivněna i tato práce.

Ve finálním modelu diskriminace bylo použito pouze 40 hlasů, to znamená 10 náhodně vybraných hlasů na každého jedince zvlášť. Dohromady byly nahrávány čtyři jedinci. V porovnání s jinými pracemi se jedná o minimální množství jedinců a jejich dat k analýze. Například práce Klenove et al. (2010), která se zabývala vokálním vývojem jeřába mandžuského (*Grus japonensis*) pozorovala 61 jedinců.

V diskriminačním modelu všech nahraných hlasů DFA 1 (Tabulka č. 1) byly použity čtyři, a to Low Frequency (Hz), Max Entropy (bits), Min Entropy (bits), Center Frequency (Hz). Ve finálním modelu diskriminace DFA13 (Tabulka č. 7) byly použity Low Frequency (Hz), Maximal Entropy (bits), Minimal Entropy (bits) a BW 90% (Hz). Nejvíce se ve statistice však objevoval hlavně parametr Low Freq a pak následně Max Entropy. Na individuálních rozdílech mezi mláděty supa mrchožravého se podílely frekvenční parametry a entropie, která kvantifikuje poměr hluku (tj. chaotická struktura) vůči harmonické struktuře. V práci Klenova et al. (2015), uvádí že měřila hlasy o devíti parametrech, a z nich se mezi sebou nejvíce lišila Maximum Frequency, Lower Amplitude a Upper Amplitude. Bylo tedy zjištěno, že parametry frekvenčního volání u ptačího rodu alk mohou být důležité pro rozpoznání mládřat rodiči. Na časově rozdílných parametrech můžeme například rozlišit dospělé jedince chřástala polního (*Crex crex*) (Peake et al., 1998). Ovšem aby se mohly u jedinců vokálně odlišit jejich rozdílné parametry, musí zůstat konstantní v čase (Falls, 1982). Dragonetti (2007) ve své práci uvádí, že 40 % nahraných jedinců výřečka malého (*Otus scops*) se lišilo ve svých

vokálních projevech ve srovnání s o rok staršími nahrávkami. Rozdíly v hlasech během roku byly uvedeny i ve výzkumu orla bělohlavého (*Haliaeetus leucocephalus*), z čehož se usuzuje, že hlasové signály mohou být ovlivněny měnící se motivací nebo chybami při nahrávání (Eakle et al., 1989).

V obou diskriminačních modelech můžeme nalézt Max Entropy (bits) a Min Entropy (bits). Podle výsledků Kruskal – Wallace testu se ukázal signifikantní rozdíl v Average Entropy právě mezi samicí a samcem. Studie, která se zabývala tyranovcem rubínovým (*Pyrocephalus obscurus*) uvedla, že výrazně větší entropie vykazuje volání samic, což může nasvědčovat akustickému sexuálnímu dimorfismu (Ríos-Chelén et al., 2020). Výsledky Aubin et al. (2007), například také ukázaly, že vokální rozdělení pohlaví může být založen na celkové frekvenci signálu. Kruskal – Wallace test všech hlasových parametrů (Tabulka č. 11) ukázal, že se všichni 4 jedinci lišili například v parametru Freq 5% (Hz) a to velmi výrazně. Tato skutečnost ovšem může být ovlivněna počtem nahrávek, jelikož 1. a 4. jedinec měli zvukových záznamů nejvíce, proto si tato hypotéza žádá větší pozornost do budoucna.

Podle výsledků můžeme konstatovat, že se podařilo dokázat vokální rozdíly mezi mláďaty supy mrchožravého v určitých parametrech v daném času. Rozdíly mezi jedinci na základě hlasu pak lze aplikovat v dalších výzkumech. Výskytem individuality se může dále prokázat i rozpoznání hlasu daného jedince v celé populaci, díky konstantním zvukovým charakteristikám. Pro uznání rozpoznání jedinců by však bylo nutné provést experiment s přehráváním připravené nahrávky individuálního ptačího hlasu a následně reakce vyhodnotit (Lengagne et al. 2001). Pokud by se u supů mrchožravých potvrdila hlasová individualita a rozpoznání jedinců, dalo by se toho využít jako neinvazivního způsobu jejich monitoringu v přírodě. Takový to provedený výzkum by podle názoru Sung et Mileer (2007), měl nejlepší výsledky u ptačích druhů, které jsou aktivní v noci nebo jsou citliví na zacházení. Jelikož je sup mrchožravý ohrožený druh, dal by se zařadit mezi potenciální druhy k takovému monitoringu.

Výsledky této práce jsou produktem testování pomocí diskriminační funkční analýzy DFA, kterou řadíme mezi kvantitativní metody ohodnocování vokálních charakteristik. DFA metoda je statistika více proměnných rozdílů, která nám ukáže, jak se dané proměnné odlišují mezi studovanými skupinami. Dokáže to pomocí kombinací proměnných s určenými koeficienty, vedoucím k vytvoření sady funkcí, které diskriminují skupiny (Peake et al., 1998). Podle názoru Terry et al. (2005), je

diskriminační testování DFA pro využití k rozpoznání vokální individuality nevhodné, protože jelikož nemůže pojmut nové hlasy a kategorizuje je ke skupinám, které zná. Tento fakt by mohlo zvrátit použití neparametrické formy DFA, ve které je definován rozsah hodnot k testování (Terry et al., 2005). Jako kvalitativní metody se používají například porovnání spektrogramů zvukových signálů nebo přímé porovnání zvuků během poslechu (Gilbert et McGregor, 1994). U těchto metod je nevýhodou značná subjektivnost a nepřesnost (Terry et al., 2005).

S pomocí DFA byly zkoumány i hlasy chřástala polního, který je znám svým charakteristickým vokálním rozlišením teritoriálního suseda. Budka et al. (2014) na tomto druhu zjistil velkou správnost klasifikace k jednotlivým 122 samcům, tedy pravděpodobnost větší než 98 %. Podle jejich výsledků je důležité vědět počet zkoumaných jedinců, z důvodů možné záměny hlasů. Podle názoru Terry et al. (2001), je DFA analýza nevhodná, pokud není známa velikost a složení populace, jako je tomu například u vzácných druhů, u kterých tato metoda zhoršuje monitoring.

5.2 Výzkum vajec

Během let 2009 až 2020 se dalo do líhni 39 vajec od tří matek, které jsou v páru s jedním samcem. V každém roce se vyskytlo alespoň jedno vejce od jednoho páru. 23 vajec byl největší počet vyprodukovaných vajec po dobu sběru dat. Dohromady z 39 vajec během jedenácti let, zemřelo v líhni patnáct mláďat. Největší úmrtnost (66,7 %) byla pozorována u matky, která vyprodukovala devět vajec, a z tohoto počtu se vylíhla pouze 3 mláďata. Mláďata se buď vylíhla mrtvá nebo se během inkubace přestala projevovat.

Celková líhnivost vajec se rovná 62 %. Ve výsledcích práce Yassin et al. (2008) je uveden jako jeden z faktorů ovlivňující líhnivost mláďat právě i stáří samic brojlerů. Tona et al. (2001), se zabývala také věkem samic a možným vlivem na hmotnostní ztráty během inkubace. Tato hypotéza se potvrdila a byl zjištěn pozitivní vztah mezi celkovou hmotnostní ztrátou a přibývajícím věkem slepice. Naše dvě samice jsou staré 22 let a třetí je o rok starší. Právě tato nejstarší samice vyprodukovala vajec nejvíce a líhnivost jejich vajec se rovná 74 %. Na základě poznatků Djermanovic et al. (2019), je důležité počítat i s věkem otců. Stáří rodičů během snášení vajec je podle výsledků Djermanovic et al. (2019), jedním z faktorů, které mají přímý vliv na úspěšnost vylíhnutí jedince i na jeho celkové fitness.

Vejce po snesení vážila v průměru 90 g. Samice, u které se prokázala největší líhivost, měla v porovnání s ostatními samicemi daleko lehčí vejce. Podle Kirikçi et al., (2004) je vylíhnutí mláďat nejvíce ovlivňováno počáteční hmotností vajec a procentuální ztrátou hmotnosti během inkubace. Podle výsledků můžeme konstatovat, že hmotnost vajec v inkubátorech se měnila v závislosti s inkubační dobou a věkem vajec. Váha s věkem vajec korelovala negativně.

Dle studie dat můžeme konstatovat, že pokud bylo v jednom roce sneseno více vajec v rámci jednoho páru, nejstarší vejce bylo největší a nejtěžší. K těmto stejným výsledkům došel Olsen et Olsen, (1987), při výzkumu dvou druhů dravců, poštolky australské (*Falco cenchroides*) a jestřába australského (*Accipiter fasciatus*) a doplnil tuto studii o fakt, že větší rozměry nemají vliv na dobu vylíhnutí mláďete.

Inkubační doba vylíhnutých mláďat se pohybovala od 36–42 dnů, tedy v průměru strávily vejce v líhních 40 dnů. Tato doba odpovídá inkubační době v umělých líhních uvedených v jiných studiích, ale obvyklá inkubační doba v přírodě, kdy matka supa mrchožravého inkubuje vejce je v průměru 85 dnů (Gavashelishvili, 2005).

S věkem se také měnila hodnota procentuálních hmotnostních úbytků. Hmotnostní úbytky se postupem inkubační doby snižovaly k průměru 12 %. Pokud se prvotní zvážená váha vajec pohybovala okolo 90 g, hmotnostní úbytky byly vyšší a blížily se k 16 %. Výzkum Rahn et al., 1979 ukázal že musí být právě z vajec ztraceno 15 % hmotnosti. Studie Grochowske et al. (2019), která se zabývala inkubací drůbežích vajec uvedla, že procentuální úbytek hmotnosti vajec je během inkubační doby ovlivněn věkem slepic, genotypem, líhni a také dobou skladování. Nejnižší naměřený průměrný úbytek hmotnosti vajec v její studii byl 9,8 % a vyskytoval se u plemene Ross 308. Později také uvedla, že ztráta procentuální hmotnosti vajec je kvantitativní znak, který je ovlivněn jak genotypem matky, tak okolními podmínkami. Z těchto poznatků nám vychází, že procentuální úbytek hmotnosti je u každého ptačího druhu jiný, obvykle se ale pohybuje okolo 15 %. Tento úbytek hmotnosti nám označuje v procentech metabolickou vodu, která se musí odpařit přes skořápku vajíčka, aby se mláďe mohlo vyklubat. Také Drent (1970), uvádí, že procentuální úbytek hmotnosti je pouze ztracená voda během inkubace, je možné že je tento parametr ovlivňován vodivostí skořápky a hodnotou vlhkosti během inkubační doby.

Podle názoru Hayes et Spear, (1950), se sníží celková pravděpodobnost vylíhnutí mláďete, pokud váhový úbytek u vajec kuřat překročí 12 %. Tedy, že nadměrné

odpařování spojené s texturou skořápky snižuje možnost vylíhnutí mláděte z vejce v inkubaci. Celkově by toto tvrzení mohlo znamenat, že ztráta hmotnosti odpovídá kvalitě skořápky (Hayes et Spear, 1950). Jeho výsledky pozorování ukazují na význam skořápky, přes kterou se odpařuje voda z vajíčka. To znamená, že rychlá ztráta hmotnosti během inkubace znamená špatnou kvalitu skořápky. Skořápka může být zase ovlivněna věkem produkující samice.

Na procentuální hmotnostní úbytky měla, podle výsledků korelace, slabý vliv i vlhkost v inkubátorech. Vlhkost vzduchu se pohybovala průměrně mezi 40-60 %. Z dat líhni byl ovšem vyzorován určitý vztah, kdy zvýšená vlhkost z 50 % na 54 % zvýšila zároveň i procento hmotnostního úbytku z 13 % na 14,4 %, ovšem ne vždy se takový vliv projevil. Během inkubace je třeba regulovat vlhkost vzduchu v líhni, aby byla zajištěna dobrá líhivost (Lundy, 1969) a správná velikost mláďat po vylíhnutí, protože obě proměnné jsou ovlivněny množstvím ztráty hmotnosti z vejce během inkubace (Tullet et Burton, 1982).

Poměr iniciální hmotnosti vajec ku hmotnosti mláděte po vyklubání u vajec supa mrchožravého se pohyboval okolo 68 %. Podle Hulet et al. (1987) je pro líhivost mláďat tento poměr velmi důležitý. V jejich studii o krocanech vyplývá, že u krocánů bývá poměr roven 63,29 %. Dává nám to informaci o určitém kompromisu mezi hmotností během inkubace a následné hmotností po vylíhnutí. Hulet et al. (1987), dále poukazují na správný výběr inkubátorů, které musejí být flexibilní v rozmezí relativní vlhkosti.

Teplota v líhních se měřila každý den, ráno i večer, a průměrně její hodnota dosahovala 37,01 °C. Výsledky nepotvrdily velký vliv teploty na hmotnostní procentuální úbytky. Můžeme tedy říci, že teplota během inkubace byla optimální pro vývoj embryí. Podobné výsledky teplot vyšly u studie pštrosích vajec, kdy teplota měla 37,5°C. Podle názoru Ozaydin et Celik (2014) je teplota nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím embryonální vývoj. Pokud by se naměřila teplota vyšší, tedy nad 38 °C, mohlo by to mít zásadní vliv spotřebu žloutku kvůli vysoké inkubační teplotě a na imunitní systém nově vylíhnutého mláděte. Kdyby byla inkubační teplota, ale nižší mezi 35 – 36,7 °C zvýšila by se inkubační doba ze 42 na 44 dní. Jelikož v naší studii se vejce v líhni nacházela v konstantní inkubační teplotě nemůžeme tyto výsledky studií porovnat. Swann et Brake (1990) uvádí, že průměrná teplota má na hmotnostní úbytek pouze přechodný účinek, a to od sedmnáctého dne inkubace po vylíhnutí kuřat.

Vejce supů byla ihned, nanejvýš po jednom dni, po snůšce umístěna do líhně. Avšak Reijrink et al. (2009), ve své studii došel k závěru, že životaschopnost embryí je založena na době skladování před inkubací, neboť čím delší dobu skladování, tím více buněk odumře. Tedy krátká doba skladování vajec, nemusí nijak zapříčinit buněčnou smrt ve vajíčku. Ovšem podle názorů Tony et al. (2004), je možné skladování vajec brojlerů, pokud se ovšem jedná o vejce mladých matek. Nemáme tuto hypotézu nijak doloženou, vzhledem k tomu, že vejce supů nebyla skladována před líhnutím.

6 Závěr

Výzkum individuality ukázal na signifikantní rozdíly hlasových parametrů mezi jednotlivými mláďaty supa mrchožravého. Splnil se tudíž cíl práce a byla nalezena určitá hlasová variabilita zkoumaných jedinců. Využití individuálně specifických znaků dále nabízí alternativní metodu neinvazivního monitoringu jedinců. Dospělí jedinci mají jiné hlasy v repertoárech než mláďata, protože se jejich hlasy mění a některé se mohou i ztratit. Vzhledem k tomu, že jsme nahrávali pouze mláďata během jejich růstu, nemůžeme s přesností určit, jak se jejich hlasy budou vyvíjet v hlasy dospělců a jak se tyto rozdíly projeví. Většina studií na toto téma se zabývá pěvci z důvodu většího spektra typů hlasu. Výzkumy, které by se zabývaly hlasovou vokalizací supích druhů, jsem nenašla žádné.

Součástí této práce byla i analýza dat vajec supa mrchožravého. Podle jejich výsledků mohl být vývoj embryí ovlivněn hmotností a stavbou skořápky, která odpovídá dané samici. Tato hypotéza je potvrzena na výzkumech převážně domácích druhů drůbeže, ale ne na vejcích dravců ani na supech, proto by toto téma mělo být dále studováno. Na celkový počet nevylíhnutých mláďat mohla mít také vliv relativní vlhkost vzduchu v líhních, a s tím spojený procentuální hmotnostní úbytek. Tyto výsledky sice pocházejí z dlouhodobých dat výzkumu vajec, ta ale pocházela pouze od tří samic. Aby se výsledky líhivosti a úmrtnosti mohly správně interpretovat, bylo by zapotřebí shromáždit více dat, například z jiných zoologických zahrad po republice, kde se chová studovaný druh. Studií na téma vývoje vajec během inkubace je celá řada, většina se zabývá ekonomicky důležitějšími druhy, jako například kurem domácím. U dravců je dostupných prací na toto téma výrazně méně a u supů se nevyskytují žádné.

Z důvodu absence studií supa mrchožravého ohledně jeho zvukových hlasů a doložené individuality mláďat se domnívám, že tato práce může být podnětem nových témat výzkumů a mohla by podpořit tak péči o ochranu tohoto druhu.

7 Seznam literatury a použitých zdrojů

ABO-SAMAHA, M.I. a EL-KAZAZ S.E., 2020. Egg weight affects hatching results, body weight and fear – related behaviour in Japanese quails. *SLOVENIAN VETERINARY RESEARCH* [online]. **57**(1), 15-24 [cit. 2021-03-18]. ISSN 1580-4003. Dostupné z: doi:10.26873/SVR-895-2019

ABS, M., 1983. *Physiology and Behaviour of the Pigeon*. Londýn: Academic Press. ISBN 0120429500.

ADRET, P., 2012. Call development in captive-reared Pied Avocets, *Recurvirostra avosetta*. *Journal of Ornithology*. **153**(2), 535-546. ISSN 2193-7192. Dostupné z: doi:10.1007/s10336-011-0774-2

AGOSTINI, N.; PREMUDA G.; MELLONE U.; PANUCCIO M.; LOGOZZO D.; BASSI E. a COCCHI L., 2004. Crossing the sea en route to Africa: autumn migration of some *Accipitriformes* over two Central Mediterranean islands. *Ring* [online]. **26**(2), 71-78 [cit. 2021-03-14]. ISSN 0035-5429. Dostupné z: doi:10.2478/v10050-008-0062-6

ALCOCK, J., 1972. The Evolution of the Use of Tools by Feeding Animals. *Evolution* [online]. **26**(3), 464–473 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00143820. Dostupné z: doi:10.2307/2407020

AMEZIAN, M. a KHAMLI CHI R.E., 2016. Significant population of Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* found in Morocco. *Ostrich* [online]. **87**(1), 73-76 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0030-6525. Dostupné z: doi:10.2989/00306525.2015.1089334

ANGELOV, I.; YOTSOVA T.; SARROUF M. a MCGRADY M.J., 2013. Large increase of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* population on Masirah island, Oman. *Sandgrouse* [online]. **35**, 140-152 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: https://www.osme.org/wp-content/uploads/2019/10/G-Angelov_Sandgrouse-35-2-2013.pdf

ARNOLD, A.P., 1990. The passerine bird song system as a model in neuroendocrine research. *Journal of Experimental Zoology* [online]. **256**(S4), 22-30 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0022-104X. Dostupné z: doi:10.1002/jez.1402560406

ASH, J. a J. ATKINS, 2009. *Birds of Ethiopia and Eritrea: An Atlas of Distribution*. London: Christopher Helm. ISBN 9781408109793.

AUBIN, T. a P. JOUVENTIN, 1998. Cocktail-party effect in king penguin colonies. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* [online]. **265**(1406), 1665-1673 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.1998.0486

AUBIN, T.; MATHEVON N.; STASZEWSKI V. a BOULINIER T., 2007. Acoustic communication in the Kittiwake *Rissa tridactyla*: potential cues for sexual and individual signatures in long calls. *Polar Biology* [online]. **30**(8), 1027-1033 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0722-4060. Dostupné z: doi:10.1007/s00300-007-0262-6

AYGÜN, A. a KAYA T.S., 2019. Effects of high light intensity on egg weight loss, hatchability, embryonic mortality, and supply organ weight at hatch in quail hatching eggs during incubation. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences* [online]. **33**(1), 37-41 [cit. 2021-03-19]. ISSN 1309-0550. Dostupné z: doi:10.15316/SJAFS.2019.153

BAINS, B.S., 1994. Internal egg quality influence on fertility and hatchability. *World Poult. Sci. J.* [online]. **10**(11), 35–37 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/listing?q=bains&_csrf=xrXIOxXA-gqxNZWd7OcvHjeVce4VKN-FeCkc&searchWithinIds=177609E4DD1CB564E45346B5658F5A3F&fts=yes

BAPTISTA, L. F. a SCHUCHMANN K. L., 1990. Song Learning in the Anna Hummingbird (*Calypte anna*). *Ethology* [online]. **84**(1), 15-26 [cit. 2021-04-08]. ISSN 01791613. Dostupné z: doi:10.1111/j.1439-0310.1990.tb00781.x

BAUMGART, W.; KASPAREK M. a STEPHAN B., 1995. *Birds of Syria*. Heidelberg: Max Kasperek Verlag. ISBN 3-925064-18-4.

BEAVER, P. W., 1978. Ontogeny of Vocalization in the Greater Rhea. *The Auk* [online]. **95**(2), 382–388 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4085458>

BEECHER, M. D.; MEDVIN M. B.; STODDARD P. K. a LOESCHE P., 1986. Acoustic adaptations for parent-offspring recognition in swallows. *Experimental Biology* [online]. **45**(3), 179-193 [cit. 2021-04-08]. PMID: 3525221. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3525221/>

- BENOIT, L.; VERHEYDEN C. a JOUVENTIN P., 1989. Olfaction in Subantarctic seabirds: Its phylogenetic and ecological significance. *The Condor*. **91**(1), 732–735.
- BIRD, D.M. a LAGUË P.C., 1982. Fertility, egg weight loss, hatchability, and fledging success in replacement clutches of captive American Kestrels. *Canadian Journal of Zoology* [online]. **60**(1), 80-88 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0008-4301. Dostupné z: doi:10.1139/z82-010
- BONADONNA, F., 2003. Evidence for nest-odour recognition in two species of diving petrel. *Journal of Experimental Biology* [online]. **206**(20), 3719-3722 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0022-0949. Dostupné z: doi:10.1242/jeb.00610
- BOTTJER, S.W.; MIESNER E.A. a ARNOLD A.P., 1984. Forebrain lesions disrupt development but not maintenance of song in passerine birds. *Science* [online]. **224**(4651), 901-903 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi:10.1126/science.6719123
- BOYD, R. a RICHERSON P. J., 1985. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago: Chicago Univ. Press. ISBN 978-0226069333.
- BRIGANTI, F.; BEANI L. a PANZICA G. C., 1996. Connections of the dorsomedial part of the nucleus intercollicularis in a male non-songbird, the Grey partridge: a tract-tracing study. *Neuroscience Letters*. **221**(1), 61-65. ISSN 0304-3940. Dostupné z: doi:10.1016/s0304-3940(96)13261-4
- BROOKE, R. K., 1982. The South African breeding season of the Egyptian Vulture. *Vulture News*. **8**(1), 30-31.
- BRUA, R. B.; NUECHTERLEIN G. L. a BUITRON D., 1996. Vocal Response of Eared Grebe Embryos to Egg Cooling and Egg Turning. *The Auk*. Chicago: Oxford University Press, **113**(3), 525-533. Dostupné z: doi:10.2307/4088972
- BUDDE, Christa, 2008. Ontogeny of calls of a nonpasserine species: the grey crowned crane *Balearica regulorum gibbericeps*. *African Journal of Ecology* [online]. **39**(1), 33-37 [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2028.2001.00267.x
- BUDKA, M. a OSIEJUK T. S, 2013. Neighbour–stranger call discrimination in a nocturnal rail species, the Corncrake *Crex crex*. *Journal of Ornithology* [online]. **154**(3), 685-694 [cit. 2021-04-08]. ISSN 2193-7192. Dostupné z: doi:10.1007/s10336-013-0933-8

- BUDKA, M.; WOJAS L. a OSIEJUK T.S., 2015. Is it possible to acoustically identify individuals within a population? *J Ornithol* [online]. **156**, 481–488 [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: doi:10.1007/s10336-014-1149-2
- BUCHANAN, K.L. a CATCHPOLE C.K., 2000. Song as an indicator of male parental effort in the sedge warbler. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* [online]. **267**(1441), 321-326 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2000.1003
- BUCHANAN, K. L.; SPENCER K. AG.; OLDSMITH A. R. a CATCHPOLE C. K., 2003. Song as an honest signal of past developmental stress in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* [online]. **270**(1520), 1149-1156 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2003.2330
- BURTON, F. G. a TULLETT S. G., 1985. The effects of egg weight and shell porosity on the growth and water balance of the chicken embryo. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* [online]. **81**(2), 377-385 [cit. 2021-03-19]. ISSN 03009629. Dostupné z: doi:10.1016/0300-9629(85)90151-3
- CAMIÑA, A. a MONTELÍO E., 2006. Griffon Vulture *Gyps fulvus* Food Shortages in the Ebro Valley (Ne Spain) Caused by Regulations Against Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). *Acta Ornithologica* [online]. **41**(1), 7-13 [cit. 2021-03-15]. ISSN 0001-6454. Dostupné z: doi:10.3161/068.041.0106
- CATCHPOLE, C. K. a SLATER P. J B., 2008. *Bird Song: Biological Themes and Variations*. 2st Edition. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9780511754791.
- CEBALLOS, O. a DONAZAR J. A., 1990. Roost—tree characteristics, food habits and seasonal abundance of roosting Egyptian Vultures in northern Spain. *Journal of Raptor Research* [online]. **24**(1-2), 19–25 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/51313010#page/21/mode/1up>
- CEBALLOS, O. a DONÁZAR J. A., 1989. Factors influencing the breeding density and nest-site selection of the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*). *Journal für Ornithologie* [online]. **130**(3), 353-359 [cit. 2021-03-14]. ISSN 0021-8375. Dostupné z: doi:10.1007/BF01644748

- CLARK, C.W.; MARLER P. a BEEMAN K., 1987. Quantitative Analysis of Animal Vocal Phonology: an Application to Swamp Sparrow Song. *Ethology* [online]. **76**(2), 101-115 [cit. 2021-04-08]. ISSN 01791613. Dostupné z: doi:10.1111/j.1439-0310.1987.tb00676.x
- COLEMAN, S.W., 2008. Mourning dove (*Zenaida macroura*) wing-whistles may contain threat-related information for con – and hetero-specifics. *Naturwissenschaften* [online]. **95**(10), 981-986 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0028-1042. Dostupné z: doi:10.1007/s00114-008-0404-x
- CRAMP, S. a SIMMONS K. E. L. (Eds.) (1980). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic. Vol. 2: Hawks to Bustards. New York: Oxford Univesity Press.
- CUTHBERT, R.; GREEN R. E.; RANADE S.; SARAVANAN S.; PAIN D. J.; PRAKASH V. a CUNNINGHAM A. A., 2006. Rapid population declines of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) and red-headed vulture (*Sarcogyps calvus*) in India. *Animal Conservation* [online]. **9**(3), 349-354 [cit. 2021-03-14]. ISSN 1367-9430. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-1795.2006.00041.x
- DAMAZIAK, K.; PAWĘSKA M.; GOZDOWSKI D. a NIEMIEC J., 2018. Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality and juvenile growth. *Poultry Science* [online]. **97**(9), 3264-3276 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps/pey163
- DARDEN, S. K.; DABELSTEEN T. a PEDERSEN S. B., 2003. Potential tool for swift fox (*Vulpes velox*) conservation: Individuality of long-range barking sequences. *Journal of Mamalogy*. **84**(4), 1417-1427. Dostupné z: doi: 10.1644/BEM-031
- DAWKINS, R., 1976. *The Selfish Gene*. London: Oxford University Press. ISBN 9780198575191.
- DEEMING, D. C., 1995. Factors affecting hatchability during commercial incubation of Ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *British Poultry Science*. **36**(1), 51-65. Dostupné z: doi:10.1080/00071669508417752

- DEEMING, D. C., 1996. Production, fertility and hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs on a farm in the United Kingdom. *Animal Science* [online]. **63**(2), 329-336 [cit. 2021-03-19]. ISSN 1357-7298. Dostupné z: doi:10.1017/S1357729800014880
- DEEMING, D. C., 2016. How does the bird-nest incubation unit work? *Avian Biology Research* [online]. **9**(2), 103-113 [cit. 2021-03-19]. ISSN 17581559. Dostupné z: doi:10.3184/175815516X14567543242701
- DEL HOYO, J.; ELLIOTT A. a SARGATAL J., ed., 1994. *Handbook of the Birds of the World. Volume 2: New World Vultures to Guineafowl*. 2st Edition. Barcelona: Lynx Edicions. ISBN 978-8487334153.
- DELPORT, W.; KEMP A.C. a FERGUSON J. W. H., 2002. Vocal identification of individual African Wood Owls *Strix woodfordii*: a technique to monitor long-term adult turnover and residency. *Ibis* [online]. **144**(1), 30-39 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00191019. Dostupné z: doi:10.1046/j.0019-1019.2001.00019.x
- DIGBY, A.; BELL B.D. a TEAL P.D., 2016. Vocal individuality of Little Spotted Kiwi (*Apteryx owenii*). *Emu – Austral Ornithology* [online]. **114**(4), 326-336 [cit. 2021-04-12]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU13114
- DI VITTORIO, M., 2005. Reintroduction of the Griffon Vulture *Gyps fulvus* in Nebrodi Regional Park, Sicily. HOUSTON, D.C. a S.E. PIPER, ed. *Proceedings of the International Conference on Conservation and Management of Populations* [online]. Thessaloniki: Natural History Museum of Crete & WWF Greece, s. 174 [cit. 2021-03-14]. ISBN 960-367-023-5. Dostupné z: http://www.ornitologiasiciliana.it/pdf/CONSERVATION_VULTURE_POPULATION_S.pdf
- DJERMANOVIC, V.; MILOJEVIC M. a MITROVIC S., 2019. Egg quality influence on incubation results and their phenotype correlation. *The Journal "Agriculture and Forestry"* [online]. **65**(3) [cit. 2021-03-18]. ISSN 05545579. Dostupné z: doi:10.17707/AgricultForest.65.3.05
- DONÁZAR, J.A. a CEBALLOS O., 1989. Growth rates of nestling Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* in relation to brood size, hatching order and environmental factors. *Ardea* [online]. **77**(2), 217–226 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://avibirds.com/wp-content/uploads/pdf/aasgier5.pdf>

- DONÁZAR, J.A.; PALACIOS C. J.; GANGOSO L.; CEBALLOS O.; GONZÁLEZ M. J. a HIRALDO F., 2002. Conservation status and limiting factors in the endangered population of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. *Biological Conservation* [online]. **107**(1), 89-97 [cit. 2021-03-14]. ISSN 00063207. Dostupné z: doi:10.1016/S0006-3207(02)00049-6
- DONÁZAR, J. A.; MARGALIDA A.; CARRETE M. a SANCHEZ-ZAPATA J. A., 2009. Too Sanitary for Vultures. *Science* [online]. **326**(5953), 664-664 [cit. 2021-03-14]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.326_664a
- DONÁZAR, J. A.; CORTÉS-AVIZANDA A.; FARGALLO J. A., et al., 2016. Roles of Raptors in a Changing World: From Flagships to Providers of Key Ecosystem Services. *Ardeola* [online]. **63**(1), 181-234 [cit. 2021-03-15]. ISSN 0570-7358. Dostupné z: doi:10.13157/arla.63.1.2016.rp8
- DOUPE, A. J. a KUHL P. K., 1999. BIRDSONG AND HUMAN SPEECH: Common Themes and Mechanisms Annual Review of Neuroscience. *Annual Review of Neuroscience* [online]. **22**(1), 567-631 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.neuro.22.1.567
- DRAGONETTI, M., 2007. Individuality in Scops Owl *Otus Scops* Vocalisations. *Bioacoustics* [online]. **16**(2), 147-172 [cit. 2021-04-12]. ISSN 0952-4622. Dostupné z: doi:10.1080/09524622.2007.9753573
- DRAGONETTI, M.; CACCAMO C.; CORSI F.; FARSI F.; GIOVACCHINI P.; POLLONARA E. a GIUNCHI D., 2013. The Vocal Repertoire of the Eurasian Stone-Curlew (*Burhinus oedicephalus*). *The Wilson Journal of Ornithology* [online]. **125**(1), 34-49 [cit. 2021-04-19]. ISSN 1559-4491. Dostupné z: doi:10.1676/12-006.1
- DRENT, R. H., 1970. Functional aspects of incubation in the Herring Gull. *Behaviour. Supplement*. **17**, 1-132. ISSN 01697544.
- DRENT, R., 1975. Incubation. FARNER, D.S.; KING J. R. a PARKES K. C. *Avian biology*. Volume 5. New York: Academic Press, s. 333–420. ISBN 978-0122494055.
- DRIVER, P. M., 1967. Notes on the clicking of avian egg-young, with comments on its mechanism and function. *Ibis* [online]. **109**(3), 434-437 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1474-919X.1967.tb04018.x

- EAKLE, W.L.; MANNAN R. W. a GRUBB T.G., 1989. Identification of Individual Breeding Bald Eagles by Voice Analysis. *The Journal of Wildlife Management* [online]. **53**(2), 450-455 [cit. 2021-04-12]. ISSN 0022541X. Dostupné z: doi:10.2307/3801149
- EHRlich, P. R.; DOBKIN D. S. a WHEYE D., 1988. *The Birder's Handbook: A Field Guide to the Natural History of North American Birds*. New York: Touchstone. ISBN 978-0671659899.
- FALLS, J. B., 1982. Individual recognition by sounds in birds. KROODSMA, D. E. a MILLER E. H. *Acoustic Communication in Birds*. Volume 2. New York: Academic Press, s. 237–278. ISBN 978-0-12-426801-2.
- FARABAUGH, S.M., 1982. The ecological and social significance of duetting. KROODSMA, D. E. a MILLER E. H., ed. *Acoustic communication in birds*. 2 nd edition. New York: Academic Press, s. 85–124. ISBN 978-0124268029.
- FARQUHAR, C. C., 1993. Individual and Intersexual Variation in Alarm Calls of the White-Tailed Hawk. *The Condor* [online]. **95**(1), 234-239 [cit. 2021-04-12]. ISSN 00105422. Dostupné z: doi:10.2307/1369408
- FASENKO, G. M.; WILSON J.L.; ROBINSON F.E. a HARDIN R.T., 1999. Effects of Length of Egg Nest Holding Time and High Environmental Temperatures on Prestorage Embryonic Development, Survival, and Hatchability of Broiler Breeders. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. **8**(4), 488-492 [cit. 2021-03-19]. ISSN 10566171. Dostupné z: doi:10.1093/japr/8.4.488
- FERGUSON-LEES, J. a CHRISTIE D. A., 2001. *Raptors of the World*. London: Christopher Helm. ISBN 9780713669572.
- FITCH, W. T. a HAUSER M. D., 2002. *Unpacking "Honesty": Vertebrate vocal production and the evolution of acoustic signals*. New York: Springer.
- GAHR, M., 2000. Neural song control system of hummingbirds: comparison to swifts, vocal learning (Songbirds) and nonlearning (*Suboscines*) passerines, and vocal learning (*Budgerigars*) and nonlearning (Dove, owl, gull, quail, chicken) nonpasserines. *THE JOURNAL OF COMPARATIVE NEUROLOGY*. **426**(2), 182-196. PMID: 10982462.
- GALEOTTI, P. a PAVAN G., 1993. Differential responses of male Tawny Owls *Strix aluco* to the hooting of neighbours and strangers. *Ibis* [online]. **135**(3), 300–304 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1474-919X.1993.tb02847.x

- GALEOTTI, P., 1998. Correlates of Hoot Rate and Structure in Male Tawny Owls *Strix aluco*: Implications for Male Rivalry and Female Mate Choice. *Journal of Avian Biology* [online]. **29**(1), 25–32 [cit. 2021-04-12]. ISSN 09088857. Dostupné z: doi:10.2307/3677337
- GALLIGAN, T. H.; AMANO T.; PRAKASH V. M., et al., 2014. Have population declines in Egyptian Vulture and Red-headed Vulture in India slowed since the 2006 ban on veterinary diclofenac? *Bird Conservation International* [online]. **24**(3), 272-281 [cit. 2021-03-14]. ISSN 0959-2709. Dostupné z: doi:10.1017/S0959270913000580
- GANGOSO, L. a PALACIOS C. J., 2005. Ground nesting by Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. *Journal of Raptor Research* [online]. **39**(2), 186-187 [cit. 2021-03-14]. 216393. Dostupné z: <https://biostor.org/reference/216393>
- GARCÍA-RIPOLLÉS, C.; LÓPEZ-LÓPEZ P. a URIOS V., 2010. First description of migration and wintering of adult Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* tracked by GPS satellite telemetry. *Bird Study* [online]. **57**(2), 261-265 [cit. 2021-03-14]. ISSN 0006-3657. Dostupné z: doi:10.1080/00063650903505762
- GAVASHELISHVILI, A., 2006. Vulture movements in the Caucasus. *Vulture News* [online]. **53**(1), 28-29 [cit. 2021-03-14]. ISSN 1606-7479. Dostupné z: doi:10.4314/vulnew.v53i1.37634
- GILDERSLEEVE, R. P., 1984. The Effect of Humidity and Broiler Strain on Egg Weight Losses During Incubation. *Poultry Science* [online]. **63**(11), 2140-2144 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0632140
- GILL, F. B., 1995. *Ornithology*. 2st Edition. New York: W.H. Freeman. ISBN 9780716749837.
- GODFREY, A. B. a OLSEN M. W., 1937. Individual Hen and Breed Difference in Egg Weight Losses During Incubation. *Poultry Science* [online]. **16**(4), 216-218 [cit. 2021-04-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0160216
- GONZALEZ, A.; SATTERLEE D.G.; MOHARER F. a CADD G. G., 1999. Factors affecting ostrich egg hatchability. *Poultry Science* [online]. **78**(9), 1257-1262 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.1093/ps/78.9.1257

- GOWATY, P.A., 1996. Field studies of parental care in birds: new data focus questions on variation among females. SLATER, P. J. B.; ROSENBLATT J. S.; SNOWDON C.T. a MILINSKI M., ed. *Parental care: evolution, mechanisms, and adaptive significance*. San Diego (CA): Academic Press, s. 476-531. ISBN 9780080582863.
- GREENWALT, C. H., 1968. *Birdsong: Acoustics and Physiology*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- GROCHOWSKA, E.; KINAL A.; SOBEK Z.; SIATKOWSKI I. a BEDNARCZYK M., 2019. Field study on the factors affecting egg weight loss, early embryonic mortality, hatchability, and chick mortality with the use of classification tree technique. *Poultry Science* [online]. **98**(9), 3626-3636 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps/pez180
- GWINNER, E., 1964. Untersuchungen über das Ausdrucks- und Sozialverhalten des Kolkraben (*Corvus corax corax L.*). *Zeitschrift für Tierpsychologie* [online]. **21**(6), 657-748 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00443573. Dostupné z: doi:10.1111/j.1439-0310.1964.tb01212.x
- HACKETT, S. J.; KIMBALL R. T.; REDDY S., et al., 2008. A Phylogenomic Study of Birds Reveals Their Evolutionary History. *Science* [online]. **320**(5884), 1763-1768 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi:10.1126/science.1157704
- HAHNLOSER, R., A. KOZHEVNIKOV a M. FEE, 2002. An ultra-sparse code underliethe generation of neural sequences in a songbird. *Nature* [online]. **419**, 65–70 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi: 10.1038/nature00974
- HARDOUIN, L. A.; TABEL P. a BRETAGNOLLE V., 2006. Neighbour–stranger discrimination in the little owl, *Athene noctua*. *Animal Behaviour* [online]. **72**(1), 105-112 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.anbehav.2005.09.020
- HARRIS, M. P., 1983. Biology and survival of the immature Puffin *Fratercula arctica*. *Ibis* [online]. **125**(1), 56-71 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00191019. Dostupné z: doi:10.1111/j.1474-919X.1983.tb03083.x
- HAYS, F.A. a SPEAR E. W., 1951. Losses in Egg Weight During Incubation Associated With Hatchability. *Poultry Science* [online]. **30**(1), 106-107 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0300106

- HAYS, G.C.; CHRISTENSEN A.; FOSSETTE S.; SCHOFIELD G.; TALBOT J.; MARIANI P. a FRYXELL J., 2014. Route optimisation and solving Zermelo's navigation problem during long distance migration in cross flows. *Ecology Letters* [online]. **17**(2), 137-143 [cit. 2021-04-12]. ISSN 1461023X. Dostupné z: doi:10.1111/ele.12219
- HEYES, C. M., 1994. Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews* [online]. **69**(2), 207-231 [cit. 2021-04-08]. ISSN 1464-7931. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-185X.1994.tb01506.x
- HOYT, D., 1979. Practical Methods of Estimating Volume and Fresh Weight of Bird Eggs. *Auk* [online]. **96**(1), 73-77 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: doi:10.1093/auk/96.1.73
- HUDEC, K. a K. ŠŤASTNÝ, ed., 1994. Ptáci: Aves. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Academia. Fauna ČR a SR. ISBN 80-200-1114-5.
- CHARRIER, I., JOUVENTIN P., MATHEVON N. a AUBIN T., 2001. Individual identity coding depends on call type in the South Polar skua *Catharacta maccormicky*. *Polar Biology*. **24**, 378-382. Dostupné z: doi: 10.1007/s003000100231
- JARVIS, E. D., 2004. Learned Birdsong and the Neurobiology of Human Language. *Ann N Y Acad Sci* [online]. **1016**, 749–777 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi: 10.1196/annals.1298.038
- JEFFREYS, A. J.; WILSON V. a THEIN S. L., 1985. Individual-specific ‘fingerprints’ of human DNA. *Nature* [online]. **316**(6023), 76-79 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/316076a0
- JENNINGS, M. C., 2010. *Fauna of Arabia: Atlas of the Breeding Birds of Arabia*. Volume 25. Frankfurt: Senckenberg Society for Nature Research. ISBN 9783929907834.
- JHA, K. K.; CAMPBELL M. O. a JHA R., 2020. Vultures, their population status and some ecological aspects in an Indian stronghold. *Notulae Scientia Biologicae* [online]. **12**(1), 124-142 [cit. 2021-04-19]. ISSN 2067-3264. Dostupné z: doi:10.15835/nsb12110547
- JOUVENTIN, P., 1971. Comportement et structure sociale chez le manchot empereur. *La Terre et la vie* [online]. **25**, 510–586 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/2042/58789>

- JOUVENTIN, P. a AUBIN T., 2002. Acoustic systems are adapted to breeding ecologies: individual recognition in nesting penguins. *Animal Behaviour* [online]. **64**(5), 747-757 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00033472. Dostupné z: doi:10.1006/anbe.2002.4002
- KENWARD, Robert, 2006. *The goshawk*. London: T & A D Poyser. ISBN 9780713665659.
- KILNER, R a JOHNSTONE R. A., 1997. Begging the question: Are offspring solicitation behaviours signals of need?. *TREE* [online]. **12**(1), 11–15 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi:.1016/s0169-5347(96)10061-6
- KIRIKÇI, K.; DEEMING D. C. a GUNLU A., 2004. Effects of egg mass and percentage mass loss during incubation on hatchability of eggs of the rock partridge (*Alectoris graeca*). *British Poultry Science* [online]. **45**(3), 380-384 [cit. 2021-03-18]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071660410001730879
- KIRK, S.; EMMANS G. C.; MCDONALD R. a ARNOT D., 2007. Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *British Poultry Science* [online]. **21**(1), 37-53 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071668008416633
- KLENOVA, A. V.; VOLODINA E. V. a VOLODIN I. A., 2007. The vocal development of the Red-Crowned Crane *Grus japonensis*. *Ornithological Science* [online]. **6**, 107–119 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: http://www.bioacoustica.org/publ/papers/152_Klenova_et_al_2007_OrnitSci.pdf
- KLENOVA, A. V.; VOLODIN I. A. a VOLODINA E. V., 2008. Duet structure provides information about pair identity in the red-crowned crane (*Grus japonensis*). *J Ethol.* **26**, 317–325. Dostupné z: doi:10.1007/s10164-007-0063-y
- KLENOVA, A. V.; VOLODINA E.; POSTELNYKH K. a VOLODIN I., 2010. Voice breaking in adolescent red-crowned cranes (*Grus japonensis*). *Behaviour* [online]. **147**(4), 505-524 [cit. 2020-11-11]. ISSN 0005-7959. Dostupné z: doi:10.1163/000579509X12591315521811
- KLENOVA, A. V.; GONCHAROVA M.V.; BRAGINA E. V. a KASHENTSEVA T. A., 2014. Vocal development and voice breaking in Demoiselle Cranes (*Anthropoides virgo*). *Bioacoustics* [online]. **23**(3), 247-265 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi:10.1080/09524622.2014.900648

KLENOVA, A. V. a CHARRIER I., 2015. Chick Begging Calls Reflect Degree of Hunger in Three Auk Species (*Charadriiformes Alcidae*). *PLOS ONE* [online]. **10**(11), 1-12 [cit. 2020-11-10]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:

10.1371/journal.pone.0140151

KONISHI, M, 1985. Birdsong: From Behavior to Neuron. Annual Review of Neuroscience [online]. 8(1), 125-170 [cit. 2021-04-19]. ISSN 0147-006X. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.ne.08.030185.001013

KROODSMA, D. E. a MILLER E. H., 1982. Individual recognition by sounds in birds. *Acoustic Communication in Birds*. 2 st edition. New York: Academic Press, s. 237–278. ISBN 978-0-12-426801-2. Dostupné z: doi:10.1016/C2009-0-03022-0

KROODSMA, D., 2005. *The Singing Life Of Birds: The Art And Science Of Listening To Birdsong*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt. ISBN 978-0-618-40568-8.

KURTEV, M.; IANKOV P. a ANGELOV I., 2009. *National Action plan for Conservation of the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Bulgaria* [online]. [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: doi:10.13140/2.1.3824.5122

LANDAUER, W., 1961. *The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity* [online]. Storrs: Agricultural Experiment Station [cit. 2021-04-08].

Dostupné z:

https://opencommons.uconn.edu/saes/1?utm_source=opencommons.uconn.edu%2Fsaes%2F1&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

LARSEN, O. N. a F. GOLLERF, 1999. Role of syringeal vibrations in bird vocalizations. *Proceedings of the Royal Society of London B*. **266**, 1609–1615. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.1999.0822

LENGAGNE, T.; AUBIN T.; JOUVENTIN P. a LAUGA J., 1999. Acoustic communication in a king penguin colony: importance of bird location within the colony and of the body position of the listener. *Polar Biology* [online]. **21**(4), 262-268 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0722-4060. Dostupné z: doi:10.1007/s003000050361

LENGAGNE, T.; AUBIN T.; JOUVENTIN P. a LAUGA J., 2000. Perceptual salience of individually distinctive features in the calls of adult king penguins. *The Journal of the Acoustical Society of America* [online]. **107**(1), 508-516 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0001-4966. Dostupné z: doi:10.1121/1.428319

LENGAGNE, T., 2001. Temporal stability in the individual features in the calls of eagle owls (*Bubo Bubo*). *Behaviour* [online]. **138**(11-12), 1407-1419 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0005-7959. Dostupné z: doi:10.1163/156853901317367663

LENGAGNE, T.; LAUGA J. a AUBIN T., 2001. Intra-syllabic acoustic signatures used by the king penguin in parent-chick recognition: an experimental approach. *The Journal of Experimental Biology* [online]. **204**(4), 663-672 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://jeb.biologists.org/content/204/4/663>

LIMA, A.; SÉBILLEAU M.; BOYE M.; DURAND C.; HAUSBERGER M. a LEMASSON A., 2018. Captive Bottlenose Dolphins Do Discriminate Human-Made Sounds Both Underwater and in the Air. *Frontiers in Psychology* [online]. **9**(55), 1-8 [cit. 2021-04-08]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2018.00055

LOGUE, D. M., 2006. The Duet Code of the Female Black-Bellied Wren. *The Condor* [online]. **108**(2), 326-335 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4151020?seq=1>

LUNDY, H., 1969. A review of the effects of temperature, humidity, turning and gaseous environment in the incubator on the hatchability of the hen's egg. CARTER, T. C. a FREEMAN B. M., ed. *The Fertility and Hatchability of the Hen's Egg*. Edinburgh: Oliver and Boyd, s. 143-176.

МАРЧЕНКО, А. А.; БЁМЕ И. Р. a САРЫЧЕВ Е. И., 2018. ОНТОГЕНЕЗ ВОКАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ДНЕВНЫХ ХИЩНЫХ ПТИЦ НА ПРИМЕРЕ БАЛОБАНА (*FALCO CHERRUG*) И ЯСТРЕБА-ТЕТЕРЕВЯТНИКА (*ACCIPITER GENTILIS*), "Зоологический журнал." *Зоологический журнал* [online]. (6), 712-722 [cit. 2020-11-10]. ISSN 0044-5134. Dostupné z: doi:10.7868/S0044513418060065

MARGALIDA, A.; DONÁZAR J. A.; CARRETE M. a SÁNCHEZ-ZAPATA J. A., 2010. Sanitary versus environmental policies: fitting together two pieces of the puzzle of European vulture conservation. *Journal of Applied Ecology* [online]. **47**(4), 931-935 [cit. 2021-03-14]. ISSN 00218901. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01835.x

MARLER, P., 2004. Bird calls: a cornucopia for communication. SLABBEKOORN, H., MARLER, P., ed. *Nature's Music*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology, s. 132–177. ISBN 9780080473550.

- MARQUES, P. A. M., 2003. Male mate desertion in the Spanish Sparrow *Passer hispaniolensis*. *ARDEA* [online]. **91**(2), 245-250 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: http://ardea.nou.nu/ardea_show_article.php?nr=229
- MCGREGOR, P. K., PEAKE T. M. a GILBERT G., 2000. Communication behaviour and conservation. SUTHERLAND, W. J. a L. M. GOSLING, ed. *Behavior and Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press, s. 261-280. ISBN 9780521665391.
- MCLOUGHLIN, L. a GOUS R. M., 1999. The effect of egg size on pre – and post-natal growth of broiler chickens. *World Poult. Sci. J.* [online]. **15**(8), 34-38 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ZA1999000394>
- MEIJERHOF, R.; NOORDHUIZEN J. P. T. M. a LEENSTRA F. R., 1994. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. *British Poultry Science* [online]. **35**(2), 249-257 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071669408417689
- MEIR, M.; NIR A. a AR A., 1984. Increasing Hatchability of Turkey Eggs by Matching Incubator Humidity to Shell Conductance of Individual Eggs. *Poultry Science* [online]. **63**(8), 1489-1496 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0631489
- MEIR, M. a AR A., 1987. Improving Turkey poult quality by correcting incubator humidity to match eggshell conductance. *British Poultry Science* [online]. **28**(2), 337-342 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071668708416966
- MINDLIN, G. B. a LAJE R., 2005. *The Physics of Birdsong*. Berlin: Springer. ISBN 9783540253990.
- MORTON, M. L. a PEREYRA M. E., 1985. The Regulation of Egg Temperatures and Attentiveness Patterns in the Dusky Flycatcher (*Empidonax oberholseri*). *The Auk* [online]. **102**(1), 25-37 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00048038. Dostupné z: doi:10.2307/4086819
- NALBANDOV, A. a CARD L.E., 1943. Effect of Stale Sperm on Fertility and Hatchability of Chicken Eggs. *Poultry Science* [online]. **22**(3), 218-226 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0220218

- NELSON, D. A. a MARLER P., 1994. Selection-based learning in bird song development. *PNAS* [online]. **91**(22), 10498-10501 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: doi: 10.1073/pnas.91.22.10498
- NIKOLOV, S.; NIKOLOV C. a ANGELOV I., 2013. First Record on Ground Nesting of Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (Aves: Accipitriformes) in Continental Europe. *Acta zool. bulg.* [online]. **65**(2), 417-419 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/downloads/acta-zoologica-bulgarica/2013/65-3-417-420.pdf>
- NOAD, M. J.; CATO D. H.; BRYDEN M. M.; JENNER M.-N. a JENNER K. C. S., 2000. Cultural revolution in whale songs. *Nature* [online]. **408**(6812), 537-537 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/35046199
- NOBLE, R. C. a COCCHI M., 1990. Lipid metabolism and the neonatal chicken. *Progress in Lipid Research* [online]. **29**(2), 107-140 [cit. 2021-03-19]. ISSN 01637827. Dostupné z: doi:10.1016/0163-7827(90)90014-C
- NOTTEBOHM, F. a ARNOLD A., 1976. Sexual dimorphism in vocal control areas of the songbird brain. *Science* [online]. **194**(4261), 211-213 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.959852
- NOTTEBOHM, F.; STOKES T. M. a LEONARD C. M., 1976. Central control of song in the canary (*Serinus canarius*). *J Comp Neurol.* [online]. **165**(4), 457-486 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi: 10.1002/cne.901650405
- NOTTEBOHM, F.; NOTTEBOHM M. E. a CRANE L., 1986. Developmental and seasonal changes in canary song and their relation to changes in the anatomy of song-control nuclei. *Behavioral and Neural Biology* [online]. **46**(3), 445-471 [cit. 2021-01-30]. ISSN 0163-1047. Dostupné z: 10.1016/S0163-1047(86)90485-1
- NOTTEBOHM, F. a W. C. LIU, 2010. The origins of vocal learning: New sounds, new circuits, new cells. *Brain Lang.* [online]. **115**(1), 3-17 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.bandl.2010.05.002
- NOWICKI, S.; SEARCY W.A. a PETERS S., 2002. Quality of song learning affects female response to male bird song. *Proc. R. Soc. Lond. B.* [online]. **269**(1503), 1949-1954 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: doi: 10.1098/rspb.2002.2124

- ODOM, K. J. a MENNILL D. J., 2010. Vocal duets in a nonpasserine: an examination of territory defence and neighbour–stranger discrimination in a neighbourhood of barred owls. *Behaviour* [online]. **147**(5-6), 619-639 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0005-7959. Dostupné z: doi:10.1163/000579510X12632972452424
- OGADA, D.; SHAW P.; BEYERS R. L.; et al., 2016. Another Continental Vulture Crisis: Africa's Vultures Collapsing toward Extinction. *Conservation Letters* [online]. **9**(2), 89-97 [cit. 2021-03-14]. ISSN 1755263X. Dostupné z: doi:10.1111/conl.12182
- OLSEN, P. D. a OLSEN J., 1987. Egg Weight Loss During Incubation in Captive Australian Kestrels *Falco cenchroides* and Brown Goshawks *Accipiter fasciatus*. *Emu – Austral Ornithology* [online]. **87**(3), 196-199 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU9870196
- O'NEAL, M. C., 2016. *Vultures: Their Evolution, Ecology and Conservation* [online]. New York: CRC Press [cit. 2021-04-19]. ISBN 978-1-4822-2362-0. Dostupné z: <https://read.kortext.com/reader/pdf/98376/iv>
- OPPEL, S.; IANKOV P.; MUMUN S.; GERDZHIKOV G.; ILIEV M.; ISFENDIYAROĞLU S.; YENIYURT Ç. a TABUR E., 2014. Identification of the best sites around the gulf of Iskenderun, Turkey, for monitoring the autumn migration of Egyptian Vultures and other diurnal raptors. *Sandgrouse* [online]. **36**(1), 240-249 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: https://www.academia.edu/8214280/Identification_of_the_best_sites_around_the_gulf_of_Iskenderun_Turkey_for_monitoring_the_autumn_migration_of_Egyptian_Vultures_and_other_diurnal_raptors
- OPPENHEIM, R.W., 1972. Prehatching and hatching behaviour in birds: A comparative study of altricial and precocial species. *Animal Behaviour* [online]. **20**(4), 644-655 [cit. 2021-01-28]. ISSN 0003-3472. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-3472(72)80137-4
- OZAYDIN, T. a CELIK I., 2014. Effects of High Incubation Temperature on the Body Weight and Yolk Consumption of Two Commercial Broiler Strain. *Acta Scientiae Veterinariae* [online]. **42**, 1253 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289029240068.pdf>
- PAYNTER, W. P., 1924. Lesser White Scavenger Vulture *N. ginginianus* nesting on the ground. *Journal of the Bombay Natural History Society*. **30**(1), 224–225.

- PEAKE, T. M.; MCGREGOR P. K.; SMITH K. W.; TYLER G.; GILBERT G. a GREEN R. E., 1998. Individuality in Corncrake *Crex crex* vocalizations. *Ibis* [online]. **140**(1), 120-127 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00191019. Dostupné z: doi:10.1111/j.1474-919X.1998.tb04548.x
- PENTERIANI, V., 2001. The annual and diel cycles of Goshawk vocalisations at nest sites. *J Raptor Res.* [online]. **35**(1), 24-30 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/62535/1/Jraptor.pdf>
- PODLAS, K. a RICHNER H., 2013. Partial incubation and its function in great tits (*Parus major*) —an experimental test. *Behavioral Ecology* [online]. **24**(3), 643-649 [cit. 2021-03-18]. ISSN 1465-7279. Dostupné z: doi:10.1093/beheco/ars224
- PODOS, J.; PETERS S. a NOWICKI S., 2004. Calibration of song learning targets during vocal ontogeny in swamp sparrows, *Melospiza georgiana*. *Animal Behaviour* [online]. **68**(4), 929–940 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: doi:10.1016/j.anbehav.2003.11.018
- POLICHT, R.; KOWALCZYK A.; ŁUKASZEWICZ E. a HART V., 2020. Hissing of geese: caller identity encoded in a non-vocal acoustic signal. *PeerJ* [online]. **8**, 1-18 [cit. 2021-04-08]. ISSN 2167-8359. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.10197
- PRATHER, J. F.; PETERS S.; NOWICKI S. a MOONEY R., 2008. Precise auditory–vocal mirroring in neurons for learned vocal communication. *Nature* [online]. **451**, 305–310 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: doi:10.1038/nature06492
- PRICE, J. J., 1998. Family – and sex-specific vocal traditions in a cooperatively breeding songbird. *Proc. R. Soc. Lond. B.* [online]. **265**(1395), 497–502 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: doi: rspb.1998.0322
- QUILLFELDT, P.; POISBLEAU M.; MUNDY R. a MASELLO J. F., 2010. Are acoustical parameters of begging call elements of thin-billed prions related to chick condition? *Acta ethologica.* **13**, 1-9. Dostupné z: doi: 10.1007/s10211-009-0066-5
- RAHN, H. a AR A., 1974. The Avian Egg: Incubation Time and Water Loss. *The Condor* [online]. **76**(2), 147–152 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00105422. Dostupné z: doi:10.2307/1366724
- RAHN, H.; PAGANELLI C.V.; NISBET I.C.T. a WHITTOW G.C., 1976. Regulation of Incubation Water Loss in Eggs of Seven Species of Terns. *Physiological Zoology*

- [online]. **49**(2), 245-259 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0031-935X. Dostupné z: doi:10.1086/physzool.49.2.30152544
- RAHN, H.; AR A. a PAGANELLI C., 1979. How Bird Eggs Breathe. *Scientific American* [online]. **240**(2), 46-55 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: doi:10.2307/24965119
- RALLS, K.; FIORELLI P. a GISH S., 1985. Vocalizations and vocal mimicry in captive harbor seals, *Phoca vitulina*. *Canadian Journal of Zoology* [online]. **63**(5), 1050-1056 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0008-4301. Dostupné z: doi:10.1139/z85-157
- REDONDO, T., 1991. Early stages of vocal ontogeny in the magpie (*Pica pica*). *Journal of Ornithology* [online]. **132**(2), 145-163 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0021-8375. Dostupné z: doi:10.1007/BF01647274
- REERS, H. a JACOT A., 2011 a. The effect of hunger on the acoustic individuality in begging calls of a colonially breeding weaver bird. *BMC Ecol.* **11**(3), 1-10. Dostupné z: doi: 10.1186/1472-6785-11-3
- REERS, H.; JACOT A.; FORSTMEIER W. a MAPPES T., 2011 b. Do Zebra Finch Parents Fail to Recognise Their Own Offspring? *PLoS ONE* [online]. **6**(4) [cit. 2021-04-19]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0018466
- REIJRINK, I. A. M.; MEIJERHOF R.; KEMP B.; GRAAT E.A.M. a VAN DEN BRAND H., 2009. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Science* [online]. **88**(12), 2649-2660 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.2008-00523
- REINER, A.; PERKEL D. J.; BRUCE L. L., et al., 2004. Revised nomenclature for avian telencephalon and some related brainstem nuclei. *THE JOURNAL OF COMPARATIVE NEUROLOGY.* **473**(3), 377–414. Dostupné z: doi: 10.1002/cne.20118
- REŃK, P., 2013. Soft calls and broadcast calls in the corncrake as adaptations to short and long range communication. *Behavioural Processes* [online]. **99**, 121-129 [cit. 2021-04-08]. ISSN 03766357. Dostupné z: doi:10.1016/j.beproc.2013.07.009
- RIEDE, T. a GOLLER F., 2010. Peripheral mechanisms for vocal production in birds: Differences and similarities to human speech and singing. *Brain and Language* [online]. **115**(1), 69-80 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.bandl.2009.11.003
- ROMANOFF, A. L., 1967. *Biochemistry of the avian embryo: A quantitative analysis of prenatal development*. New York: Interscience Publishers.

- ROYLE, N.; HARTLEY I. R. a PARKER G. A., 2002. Begging for control: when are offspring solicitation behaviours honest? *TREE* [online]. **17**(9), 434-440 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: doi: 10.1016/S0169-5347(02)02565-X
- SARÀ, M. a VITTORIO M., 2003. Factors influencing the distribution, abundance and nest-site selection of an endangered Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) population in Sicily. *Animal Conservation* [online]. **6**(4), 317-328 [cit. 2021-03-14]. ISSN 1367-9430. Dostupné z: doi:10.1017/S1367943003003391
- SATO, M.; TACHIBANA T. a FURUSE M., 2006. Heat production and lipid metabolism in broiler and layer chickens during embryonic development. *Comparative Biochemistry and Physiology* [online]. **143**(3), 382-388 [cit. 2021-03-19]. ISSN 10956433. Dostupné z: doi:10.1016/j.cbpa.2005.12.019
- SEDDON, P. J. a HEEZIK Y., 1993. Parent–offspring recognition in the Jackass Penguin. *Journal of Field Ornithology* [online]. **64**(1), 27-31 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4513766>
- SEDDON, N. a TOBIAS J. A., 2010. Character displacement from the receiver's perspective: species and mate recognition despite convergent signals in suboscine birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. **277**(1693), 2475-2483 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2010.0210
- SHIRIHAI, H., 1996. *The Birds of Israel*. London: Academic Press. ISBN 978-0126402551.
- SLATER, P. J. B., 1989. Bird song learning: causes and consequences. *Ethology Ecology & Evolution* [online]. **1**(1), 19-46 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: doi: 10.1080/08927014.1989.9525529
- SONNENSCHNEIN, E. a WICKLER W., 1989. Ontogeny of Song in Captive Duet-Singing Slate-Coloured Boubous (*Laniarius Funnebris*). a Study in Birdsong Epigenesis. *Behaviour* [online]. **111**(1-4), 220-233 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0005-7959. Dostupné z: doi:10.1163/156853989X00673
- SPAAR, R., 1997. Flight strategies of migrating raptors; a comparative study of interspecific variation in flight characteristics. *Ibis* [online]. **139**(3), 523-535 [cit. 2021-03-14]. ISSN 00191019. Dostupné z: doi:10.1111/j.1474-919X.1997.tb04669.x

- STOEGER, A.S.; MIETCHEN D.; OH S.; DE SILVA S.; HERBST C.T.; KWON S. a FITCH W. T., 2012. An Asian Elephant Imitates Human Speech. *Current Biology* [online]. **22**(22), 2144-2148 [cit. 2021-04-08]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2012.09.022
- STOYANOVA, Y.; STEFANOV N. a SCHMUTZ J. K., 2010. Twig Used as a Tool by the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*). *Journal of Raptor Research* [online]. **44**(2), 154-156 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0892-1016. Dostupné z: doi:10.3356/JRR-09-20.1
- SUNG, H.-Ch. a MILLER E. H., 2007. Variation and Individuality in Display: Flight Calls of Male Piping Plovers. *The Condor* [online]. Oxford University Press, **109**(2), 468-475 [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4500979>
- SUTHERS, R. A., 1990. Contributions to birdsong from the left and right sides of the intact syrinx. *Nature*. **347**, 473–477. Dostupné z: doi:10.1038/347473a0
- SWANN, G. S. a BRAKE J., 1990. Effect of Dry-Bulb Temperature, Relative Humidity, and Eggshell Conductance During Days 17 to 21 of Incubation on Egg Weight Loss and Chick Weight. *Poultry Science* [online]. **69**(4), 545-553 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.0690545
- TAYLOR, M. R.; PEACOCK F. a WANLESS R. M., 2015. *The 2015 Eskom Red Data Book of BIRDS of South Africa, Lesotho and Swaziland*. Gauteng: BirdLife South Africa. ISBN 978-0-620-68259-6.
- TEMELES, E. J., 1990. Northern harriers on feeding territories respond more aggressively to neighbors than to floaters. *Behavioral Ecology and Sociobiology* [online]. **26**(1), 57–63 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0340-5443. Dostupné z: doi:10.1007/BF00174025
- TERRY, A. M.; MCGREGOR P. K. a PEAKE T. M., 2001. A comparison of some techniques used to assess vocal individuality. *Bioacoustics* [online]. **11**(3), 169-188 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: doi: 10.1080/09524622.2001.9753461
- TERRY, A. M.; PEAKE T.M. a MCGREGOR P.K., 2005. The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology*. **2**(10). Dostupné z: doi: 10.1186/1742-9994-2-10

- THOREN, A. T. a BERGMANN H. H., 1987. Die Entwicklung der Lautausserungen bei der Graugans (*Anser anser*). *Journal of Ornithology*. V. **128**(2), 181–207.
- THORPE, W. H., 1972. Duetting and Antiphonal Song in Birds: Its Extent and Significance. *Behaviour. Supplement* [online]. 18. Brill, **18**, 1-197 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/30039182>
- THOULESS, C. R.; FANSHAWE J. H. a BERTRAM B. C. R., 1989. Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* and Ostrich *Struthio camelus* eggs: the origins of stone-throwing behaviour. *Ibis* [online]. **131**(1), 9-15 [cit. 2021-04-08]. ISSN 00191019. Dostupné z: doi:10.1111/j.1474-919X.1989.tb02737.x
- TONA, K.; BAMELIS F.; COUCKE W.; BRUGGEMAN V. a DECUYPERE E., 2001. Relationship Between Broiler Breeder's Age and Egg Weight Loss and Embryonic Mortality During Incubation in Large-Scale Conditions. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. **10**(3), 221-227 [cit. 2021-03-18]. ISSN 10566171. Dostupné z: doi:10.1093/japr/10.3.221
- TSCHANZ, B., 1968. Trottellummen (*Uria aalge*): Die Entstehung der persönlichen Beziehung zwischen Jungvogel und Eltern. *Tierpsychol.* **4**, 1-103.
- TULLETT, S. G. a BURTON F. G., 1982. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. *British Poultry Science* [online]. **23**(4), 361-369 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071688208447969
- TULLETT, S.G a DEEMING D.C., 1982. The relationship between eggshell porosity and oxygen consumption of the embryo in the domestic fowl. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* [online]. **72**(3), 529-533 [cit. 2021-04-19]. ISSN 03009629. Dostupné z: doi:10.1016/0300-9629(82)90118-9
- TULLETT, S. G. a DEEMING D. C., 1987. Failure to turn eggs during incubation: Effects on embryo weight, development of the chorioallantois and absorption of albumen. *British Poultry Science* [online]. **28**(2), 239-243 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071668708416958
- VESELOVSKÝ, Z., 2001. *Obecná ornitologie*. Ilustroval J. DUNGEL. Praha: Academia. ISBN isbn80-200-0857-8.

- VON WURDINGER, I., 1970. Erzeugung, Ontogenie und Funktion der Lautüberungen bei vier Gansarten (*Anser indicus*, *A. caerulescens*, *A. albifrons* und *Branta canadensis*). *Zeitschrift für Tierpsychologie*. **27**, 257–302.
- WANG, J. M. a BEISSINGER S. R., 2011. Partial Incubation in Birds: Its Occurrence, Function, and Quantification. *The Auk* [online]. **128**(3), 454-466 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00048038. Dostupné z: doi:10.1525/auk.2011.10208
- WARREN, D. C. a SCOTT H. M., 1935. Physiological factors influencing the rate of egg formation in the domestic hen. *Journal of Agricultural Research* [online]. **51**(6), 565-572 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43968753/PDF>
- WIEBE, K. L. a MARTIN K., 1998. Costs and benefits of nest cover for ptarmigan: changes within and between years. *Animal Behaviour* [online]. **56**(5), 1137-1144 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00033472. Dostupné z: doi:10.1006/anbe.1998.0862
- WILLEMS, E.; BUYSE J.; DECUYPERE E. a EVERAERT N., 2014. Importance of albumen during embryonic development in avian species, with emphasis on domestic chicken. *World's Poultry Science Journal* [online]. **70**(3), 503-518 [cit. 2021-03-18]. ISSN 0043-9339. Dostupné z: doi:10.1017/S0043933914000567
- WINK, M. a SAUER-GÜRTH H., 2004. Phylogenetic Relationships in Diurnal Raptors based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear marker gene. *Raptors Worldwide* [online]. 483-498 [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: http://raptors-international.org/book/raptors_worldwide_2004/Wink_Sauer-Guerth_2004_483-498.pdf
- WOODALL, P.F. a PARRY D.F., 2015. Water loss during incubation in red bishop (*Euplectes orix*) eggs. *South African Journal of Zoology* [online]. **17**(2), 75-78 [cit. 2021-03-18]. ISSN 0254-1858. Dostupné z: doi:10.1080/02541858.1982.11447783
- XIA, C.; XIAO H. a ZHANG Y., 2010. Individual Variation in Brownish-Flanked Bush Warbler Songs. *The Condor* [online]. **112**(3), 591-595 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0010-5422. Dostupné z: doi:10.1525/cond.2010.090021
- YADGARY, L.; CAHANER A.; KEDAR O. a UNI Z., 2010. Yolk sac nutrient composition and fat uptake in late-term embryos in eggs from young and old broiler

breeder hens. *Poultry Science* [online]. **89**(11), 2441-2452 [cit. 2021-03-18]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.2010-00681

YASSIN, H.; BOERJAN M.; HUIRNE R.B.M.; VELTHUIS A.G.J. a VAN RIEL J., 2008. Field Study on Broiler Eggs Hatchability. *Poultry Science* [online]. **87**(11), 2408-2417 [cit. 2021-03-19]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.2007-00515

YOSEF, R. a ALON D., 1997. Do Palearctic non-breeding Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*) remain in Africa for the northern summer? *Die Vogelwelt* [online]. **118**, 285-289 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: http://www.globalraptors.org/grin/researchers/uploads/363/1997_egyptian_vulture_migration.pdf

ZARUDNY, V. a HÄRMS M., 1902. Neue Vogelarten. Ornithologische Monatsberichte (in German) [online]. 4. s. 49–55 [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: <https://archive.org/details/ornithologisch101902berl/page/n111/mode/1up?view=theater>

Internetové zdroje

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. *European Red List of Birds* [online]. Luxembourg: European Commission, 75 s. [cit. 2021-04-12]. ISBN 978-92-79-47450-7. Dostupné z: doi:10.2779/975810

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2019 Egyptian Vulture *Neophron percnopterus*: BirdLife species factsheet. <Http://datazone.birdlife.org/> [online]. [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/egyptian-vulture-neophron-percnopterus/text>

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2021. Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*): BirdLife species factsheet. *BirdLife International* [online]. [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <http://www.birdlife.org/>

SPSS Beginners Tutorials. SPSS Tutorials | Official Site [online]. Copyright © Copyright Protected 2021 [cit. 19.04.2021]. Dostupné z: <https://www.spss-tutorials.com/basics/>

8 Seznam příloh

Tabulka 1: Kruskal – Wallace test parametru Low Frequency (Hz).....	90
Tabulka 2: Kruskal – Wallace test parametru Aggregation Entropy (bits)	90
Tabulka 3: Kruskal – Wallace test parametru Bandwidth 50%	90
Tabulka 4: Kruskal – Wallace test parametru Bandwidth 90%	90
Tabulka 5: Kruskal – Wallace test parametru Delta Time (s)	90
Tabulka 6: Kruskal – Wallace test parametru Duration 50%	91
Tabulka 7: Kruskal – Wallace test parametru Duration 90%	91
Tabulka 8: Kruskal – Wallace test parametru Frequency 5% (Hz)	91
Tabulka 9: Kruskal – Wallace test parametru Frequency 75% (Hz)	91
Tabulka 10: Kruskal – Wallace test parametru Time 75% Relative.....	91
Tabulka 11: Kruskal – Wallace test parametru Time 95% Relative.....	92

Kruskal – Wallace test hlasových parametrů hlasů čtyř nahraných mlád'at

Tabulka 1: Kruskal – Wallace test parametru Low Frequency (Hz)

Depend.: Freq (Hz)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =19,44838 p =0,0002			
	1	2	3	4
1		0,134	1,000	0,003
2	0,134		0,744	0,670
3	1,000	0,744		0,013
4	0,003	0,670	0,013	

Tabulka 2: Kruskal – Wallace test parametru Aggregation Entropy (bits)

Depend.: Entropy (bits)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =15,07589 p =0,0018			
	1	2	3	4
1		0,108	0,613	0,003
2	0,108		1,000	1,000
3	0,613	1,000		0,697
4	0,003	1,000	0,697	

Tabulka 3: Kruskal – Wallace test parametru parametru Bandwidth 50%

Depend.: 50% (Hz)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =9,059808 p =0,0285			
	1	2	3	4
1		0,917	1,000	0,033
2	0,917		1,000	1,000
3	1,000	1,000		0,147
4	0,033	1,000	0,147	

Tabulka 4: Kruskal- Wallace test parametru Bandwidth 90%

Depend.: 90% (Hz)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =19,59571 p =0,0002			
	1	2	3	4
1		0,318	1,000000	0,0001
2	0,318		1,000000	0,255
3	1,000	1,000		0,019
4	0,0001	0,255	0,019	

Tabulka 5: Kruskal – Wallace test parametru Delta Time (s)

Depend.: Time (s)	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =14,06036 p =0,0028			
	1	2	3	4
1		0,303	0,002	1,000
2	0,303		1,000	1,000
3	0,002	1,000		0,488
4	1,000	1,000	0,488	

Tabulka 6: Kruskal – Wallace test parametru Duration 50%

Depend.: 50% (s)	Dur	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =12,61920 p =,0055			
		1	2	3	4
1			0,141	0,009	1,000
2	0,141			1,000	1,000
3	0,009	1,000			0,770
4	1,000	1,000	0,770		

Tabulka 7: Kruskal – Wallace test parametru Duration 90%

Depend.: 90% (s)	Dur	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =15,98846 p =0,0011			
		1	2	3	4
1			0,046	0,003	0,643
2	0,046			1,000	1,000
3	0,003	1,000			0,888
4	0,643	1,000	0,888		

Tabulka 8: Kruskal – Wallace test parametru Frequency 5% (Hz)

Depend.: Freq 5% (Hz)		Multiple Comparisons p values (2-tailed) Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =13,64114 p =0,0034			
		1	2	3	4
1			0,443	1,000	0,003
2	0,443			1,000	0,899
3	1,000	1,000			0,047
4	0,003	0,899	0,047		

Tabulka 9: Kruskal – Wallace test parametru Frequency 75% (Hz)

Depend.: Freq 75% (Hz)		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =10,59268 p =0,0141			
		1	2	3	4
1			0,468	0,3890	0,024
2	0,468			1,000	1,000
3	0,390	1,000			1,000
4	0,024	1,000	1,000		

Tabulka 10: Kruskal – Wallace test parametru Time 75% Relative

Depend.: Time 75% Rel,		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =14,92646 p =0,0019			
		1	2	3	4
1			0,007	0,029	1,000
2	0,007			1,000	0,659
3	0,029	1,000			1,000
4	1,000	0,659	1,000		

Tabulka 11: Kruskal – Wallace test parametru Time 95% Relative

Depend.: 95% Rel,	Time	Multiple Comparisons p values (2-tailed); Kruskal-Wallis test: H (3, N= 148) =18,90855 p =0,0003			
		1	2	3	4
1			0,001	0,053	0,445
2		0,001		1,000	0,612
3		0,053	1,000		1,000
4		0,445	0,612	1,000	