

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta životního prostředí  
Katedra ekologie



Porovnání kondičních znaků jedinců z historických a  
současných populací koroptyve polní

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Daniel Makrlík

Vedoucí práce: Ing. Jana Svobodová, Ph. D.

Konzultant práce: Ing. Viktoriya A. Jandová

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu.

V Praze dne 23. 4. 2014

.....

## **Poděkování**

Zde bych rád poděkoval své vedoucí diplomové práce, Ing. Janě Svobodové, Ph. D., za její věcné připomínky, ochotu a čas, který mi věnovala. Dále bych rád poděkoval všem, kteří měli se mnou po dobu mého studia trpělivost a podporovali mne.

V Praze dne 23. 4. 2014

.....

## Abstrakt

Koroptev polní (*Perdix perdix*) je typickým obyvatelům kulturní stepi. Během padesátých let došlo k drastickému poklesu početních stavů působením změn v zemědělství. Vlivem extenzifikace bylo likvidováno přirozené prostředí, kde koroptve nacházely potravu a úkryty nutné k přežití a reprodukci. Redukce potravních zdrojů byla prohloubena nadužíváním herbicidů a insekticidů. Se ztrátou přirozeného biotopu se zvýšil i predanční tlak. Tyto faktory mohly mít negativní dopad na kvalitu divoké populace a selhávající pokusy o repatriaci.

Tato práce se zabývá porovnáním kondičních znaků u tří skupin koroptve polní. Jednu tvořily ptáci odchycení z volně žijící populace v okolí obce Milešín na Vysočině. Druhou jedinci z faremního chovu v Jinačovicích a třetí muzejní vzorky rozdělené do třech časových období kopírujících zásadní změny v prostředí (tj. do roku 1949, od roku 1949-1989, od roku 1989). Vybranými znaky byly délka tarsu, velikost plochy prsního melaninového ornamentu a šířka růstových proužků na peří. Sběr dat byl prováděn v letech 2009 až 2012. Divoké koroptve měly výrazně větší plochu melaninového ornamentu, ale výrazně kratší tarsus. To může znamenat, že jsou mnohem více ovlivněny různými stresovými faktory, jako je například nedostatek potravy nebo přirozená selekce a jsou tudíž více ovlivněny přírodním výběrem. Při srovnání šířky růstových proužků nebyl nalezen mezi divokou a chovnou populací výrazný rozdíl. Překvapivě u muzejních vzorků se všechny tři populace výrazně nelišily ani u jednoho z porovnávaných kondičních znaků. Porovnání šířky růstových proužků bylo provedeno i mezi divokou populací, faremně chovanými ptáky a muzejními vzorky do roku 1989. Tímto testem byla prokázána největší šířka proužků u ptáků z faremního chovu. Naopak nejužší proužky měla populace tvořená muzejními vzorky do roku 1949. Tento nečekaný výsledek může být ovlivněn nízkou kvalitou a malým počtem vzorků.

Klíčová slova: koroptev polní, *Perdix perdix*, bottleneck efekt, růstové proužky, ornamenty

## **Abstract**

The Grey partridge (*Perdix perdix*) is a typical inhabitant of cultural steppe. During the fifties there was a drastic decline of the species population number because of changes in agriculture. Due to its extensification, natural environment, where partridges could find food and shelter necessary for survival and reproduction, was changed. Reduction of food resources was aggravated by overuse of herbicides and insecticides. With the loss of natural habitats the predation pressure increased. These factors could have a negative impact on the quality of the wild population and failed attempts of reintroduction.

The thesis represents a comparison of fitness-related traits in three groups of the grey partridge. One group consist of caught birds from wild populations near the village Milešín in Vysočina region. Other individuals are from a farm in Jinačovice. The third group represents historical samples from museums, divided into three time periods related to important environmental changes (it means until year 1949, from year 1949-1989, from year 1989). Among studied characteristics are the length of tarsus, size of the breast melanin ornaments and width of growth bars of the feathers. The data was collected between 2009 and 2012. Wild partridges had a significantly larger area of melanin ornament, but also significantly shorter length of tarsus. This can point at much higher influence of stress factors to wild partridges, like for example lack of foraging opportunities or natural choice, so they are more influenced by natural selection. When comparing the width of growth bars between wild and breeding populations the significant difference was not found. Suprisingly the museum samples all three populations did not differ significantly in all of the compared fitness-related traits. Comparison of the width of growth bars was tested among wild populations, captive birds and museum samples before the year 1989. This test has demonstrated the greatest width bars in captive birds. In contrast, the narrowest bars had a population consisting of museum samples before the year 1949. This unexpected result can be influenced by low quality and lack of samples.

Key-words: Grey partridge, *Perdix perdix*, bottleneck effect, growth bars, ornaments

## Obsah:

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce .....	8
3	Koroptev polní, rozšíření a faktory ovlivňující početnost populace .....	9
4	Kondiční znaky .....	15
4.1	Ptačí pero jako ukazatel kondice.....	15
4.2	Barevné ornamenty peří,kůže, kožních derivátů a jejich vyjádření .....	16
4.3	Melaninové znaky .....	17
4.4	Morfologické znaky .....	19
4.5	Ptilochronologie a růstové proužky .....	19
5	Metodika .....	23
5.1	Sběr dat.....	23
5.2	Měření plochy prsního melaninového ornamentu.....	23
5.3	Měření růstových proužků .....	24
5.4	Analýza dat.....	25
6	Výsledky .....	27
7	Diskuze.....	32
8	Závěr .....	36
9	Použitá literatura .....	38

# 1 Úvod

Mezi významné zástupce hrabavých patří koroptev polní (*Perdix perdix*). Vždy se těšila vysoké oblibě myslivců (Báldi et Faragó, 2007; Cramp et Simmons, 1980; Aebisher, 1997). V poslední době o ní stoupá zájem také ze strany ochránců přírody, jelikož je brána jako vlajkový druh (Chamberlain et Fuller, 2001; Aebisher et Ewald, 2004). Koroptev je pták kulturní stepi (Sedláček et al., 1989), takže její rozšíření souvisí se zemědělskou činností člověka. Tou je krajina přetvářena na menší obhospodařované celky (Otáhal, 2007). Od roku 1935 byl zaznamenán pokles stavů na našem území (Hromas, 1995). Počátkem 50. let však došlo ke snižování stavů na všech místech výskytu (Panek, 1997; De Leo et al., 2004; Klansek, 2002; Potts et Aebischer, 1994; Aebischer et Kavanagh, 1997). V závislosti na lokalitě dosáhly ztráty 50-90 % (Johnsgard, 1988). Příčinou byly drastické změny v zemědělství (Figala et al, 2001; Zitske et al., 2011). Vlivem extenzifikace došlo ke scelování pozemků, čímž bylo zničeno mnoho cenných ekosystémů (Šťastný a kol., 2006; Sklenička, 2003). Koroptve tak ztratily potravní zdroje i úkryty (Green, 1984; Chiverton, 1999; Carroll, 1990).

Úbytek potravních zdrojů prohloubilo i nadměrné užívání pesticidů (Reynolds et Tapper, 1996; Šťastný a kol., 2006). Změny prostředí byly natolik razantní, že způsobily pokles populace z původních 6 milionů jedinců v roce 1935 na odhadovaných 9-18 tisíc párů v druhé polovině 80. let (Šťastný a kol., 2006). Proto jsou dnes po celé Evropě, i v České republice vypouštěny uměle odchované koroptve, ve snaze o posílení početních stavů divokých ptáků. Bohužel většina pokusů je zatím neúspěšná a míra přežití vypuštěných jedinců je nízká. Příčinou neúspěšných pokusů o repatriaci (Neuman, 2008; Kasina, 2002) může být přílišný predanční tlak a nízká kvalita biotopů (Putala et Hissa, 1998; Church, 1993; Novoa et al., 2002). Tato skutečnost ukazuje na potřebu obnovy vhodného prostředí (Chiverton, 1999; Carroll, 1990).

Tato práce se věnuje porovnání kondice na základě vybraných kondičních znaků u koroptve polní ze tří odlišných populací. Jedná se o volně žijící ptáky, faremně chované jedince a vzorky pocházející z různých českých muzeí, které představují historickou populaci. V rešeršní části jsou podány základní informace o biologii, příčinách úbytku koroptve a znacích, které mohou být použity jako ukazatele kondice pro srovnání historických a současných populací.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je porovnat za pomoci analýzy vybraných znaků kondici tří populací z odlišných podmínek. Jedná se o divoké koroptve, faremně chované koroptve plně závislé na péči člověka a vzorky z historických exponátů, které jsou rozděleny do tří časových úseků v závislosti na změnách v zemědělství. Cíle pro jednotlivé znaky byly stanoveny takto:

- 1) Porovnání délky tarsu a šířky růstových proužků u divokých a chovných koroptví. Předpokládáme, že délka tarsu a šířka růstových proužků bude u chovných koroptví větší, protože jsou lépe vyživovány (Veiga et Puerta, 1996; Fitze et Richner, 2002; Browne et al., 2005; Grubb, 2006).
- 2) Porovnání plochy prsního melaninového ornamentu u divokých a chovných koroptví. Předpokládáme, že plocha podkovy bude u divokých jedinců menší, protože jsou pod přírodním výběrem. To znamená, že musí odolávat stresovým faktorům jako je nedostatek potravy, predace či vlivy počasí (Hill, 2006; Hill et al., 2009; Veiga et Puerta, 1996; Fitze et Richner, 2002).
- 3) Porovnání délky tarsu a velikosti plochy prsního melaninového ornamentu u historických populací. Předpokládáme, že delší tarsus a větší plochu podkovy budou mít ptáci z populace před rokem 1949, protože po tomto roce dochází k prudkému poklesu početnosti, a tím i poklesu zdatnosti populace (De Leo et al., 2004; Hromas, 1995).
- 4) Porovnání šířky růstových proužků u historických vzorků. Šířka růstových proužků se bude u historických populací lišit v závislosti na negativních změnách prostředí a úbytku populace (Grubb, 2006).
- 5) Porovnání šířky růstových proužků u divokých, chovných a historických koroptví. Větší šířku proužků předpokládáme u chovných koroptví, které nejsou vystaveny potravnímu stresu (Murphy et King, 1991; Grubb, 1992) a historických koroptví před rokem 1949, u kterých nedošlo vlivem úbytku ke zhoršení zdatnosti populace (De Leo et al., 2004; Hromas, 1995).



### 3 Koroptev polní, rozšíření a faktory ovlivňující početnost populace

Koroptev polní (*Perdix perdix* Linnaeus 1758) patří do řádu hrabavých (*Galliformes*) čeledi *Phasianidae* (Felix, 1980). Je stálým druhem, plně přizpůsobeným prostředí ve kterém žije. Adaptace spočívá v redukci hlasových projevů a dokonalém ochranném zbarvení (Blažková a Šálek, 2007), ve kterém převládá hnědá v různých odstínech, doplněná černou a šedobílou barvou. Typickým druhovým znakem je prsní melaninový ornament ve tvaru podkovy (Kokeš a Knobloch, 1947; Hudec, 1990; Cramp et al., 1979; Červený a kol., 2004).

Rozlišovacím pohlavním znakem je červená skvrna za okem, která se utváří samcům v jarním období (Jonsson, 2003). V průběhu roku lze pohlaví rozeznat podle kresby na křídelních krovkách (Bouchner, 1989; Slaný, 1947).

Koroptve tvoří trvalé páry, které jsou monogamní a hnízdí většinou jednou za rok (Sedláček a kol., 1989; Johnsgard, 1988). Hnízda jsou umístována převážně na okrajích porostů (Sekera, 1959). Snůšku zahřívá pouze samice, ale o vylíhlá mláďata, která jsou nekrmivá, pečují oba rodiče (Del Hoyo, 1994; Vodňanský, 2001). Míra přežití kuřat v prvních 6. týdnech života je variabilní, neboť se termostabilními stávají až ve 3-5 týdnech (Pecina, 1994) a jsou náchylná na chlad a vysokou vlhkost (Cramp et Simmons, 1979; Sedláček, 1989).

Na podzim, mimo období rozmnožování se koroptve shlukují do rodinných skupin. Takto dokáží ptáci maximalizovat ostražitost hejna a omezit predační tlaky. Zároveň přitom klesá ostražitost každého člena v hejnu (Watson et al., 2007a; Lima, 1995). Současně toto chování poskytuje jedincům značné omezení energetických ztrát. Prokázány byly úspory energie 6-24 % (Putaala et al., 1995)

Pravlastí koroptve jsou krátkostéblé stepi střední Asie (Kokeš a Knobloch, 1947), v současné době je rozšířená na velkém území Evropy, v západní a střední Asii. Tento areál je nazýván Holoarktická oblast (Veselovský, 2001; Gosler, 1994). Díky introdukci se dnes koroptev polní vyskytuje v Severní Americe, Austrálii, Novém Zélandu a dokonce i na Havajských ostrovech (Hudec a kol., 2005; Šálek, 1998; Hromas, 1995; Obr. 1).

**Obr. 1:** Mapa světového rozšíření koroptve polní (*Perdix perdix*) (Anonym, 2012)



Finskou studií byla v Evropě prokázána existence dvou geneticky rozdílných linií, které pocházejí z odlišných zeměpisných oblastí (refugií). Poddruh *Perdix perdix perdix* (západní forma) pochází z oblasti Pyrenejí a Iberského poloostrova, zatímco poddruh *Perdix perdix lucida* (východní forma) z Balkánsko-kavkazského regionu. Rozborem mtDNA byla odhalena existence unikátního haplotypu PPK1 u historických a současných divokých ptáků. U faremně chovaných jedinců byl nalezen haplotyp W17. Ten se vyskytoval také u pravděpodobných potomků českých koroptví. Což ovšem nelze tvrdit s jistotou, protože v této studii nebyl prokázán. Toto zjištění poukazuje na riziko ztráty genetické diverzity a genových spojení vytvořených místní adaptací, vypouštěním jedinců z odlišných populací. Koroptve jsou totiž věrné oblastem, ve kterých se vylíhly. Ty mívají 7-15 ha s přibližným rozptylem 3,5 km (Anderson et Kahlert, 2012). Toto potvrdilo i kroužkování, kde více než 75 % sledovaných jedinců nepřekročilo území 5 ha (Šálek, 1998).

V České republice bývala koroptev běžným druhem ještě počátkem 20. století. Řada faktorů (viz. níže) přispěla k dramatickému poklesu populace u nás i v celé Evropě (Cramp et Simmons, 1979). V současné době se stavy koroptví pohybují pouze okolo 1 % stavů uváděných ve třicátých letech, kdy činily okolo 6 miliónů jedinců. Do šedesátých let došlo k poklesu na necelý milión. Tento trend pokračoval i nadále a v roce 2000 byly stavy odhadovány již jen na 30 až 50 tisíc jedinců. Pro porovnání kondičních znaků jsou dále v této práci historické koroptve rozděleny do tří skupin

podle zásadních zlomových období úbytku jejich stavů (viz níže). Ve snaze o zlepšení situace byly celosvětově učiněny pokusy stabilizovat divokou populaci vypouštěním uměle odchovaných jedinců ve stáří 10-12 týdnů, kteří mohou být adoptováni divokými koroptvemi (Buner et al., 2011). Avšak většina těchto pokusů byla neúspěšná. Kvalita životních podmínek se může u divokých a chovných koroptví výrazně lišit. Právě tento rozdíl by mohl ovlivňovat míru přežití, která je u vypouštěných jedinců nízká (Liukkonen-Attila et al., 2002).

Koroptev dnes obývá takzvané kulturní stepi. Ty jsou vytvořeny člověkem a využívány převážně k zemědělství (Červený a kol., 2004; Otáhal, 2007). Vyhovuje jí střídání menších polí s různými plodinami a jejich okraje. U nás jsou nejhustěji osídleny teplé nížinné oblasti s půdou spíše propustnou a mírně svažitém terénem o nadmořské výšce 200-300 metrů. S přibývajícím nadmořskou výškou hustota populace klesá. K markantnímu poklesu dochází ve výšce okolo 600 m. n. m (Sekera, 1959). Hranice souvislého výskytu je uváděna v 800 m. n. m. Nejvyšší poloha výskytu 1438 m byla zaznamenána v roce 1995 (Hudec a kol., 2005). Často se také vyskytuje na okrajích měst s plochami ruderální vegetace (Sklenička, 2003; Otáhal, 2007; Hudec a kol., 2005). Přednost přitom dává porostům nepřevyšujícím hlavu (Cramp et Simmons, 1979). Díky strategii kterou koroptve volí při útěku, jí nejvíce vyhovuje středně hustý porost s korunovým zápojem 40-80 % (Novoa et al., 2002). Souvislým lesním plochám se vyhýbá (Meryggy et al., 1991; Rantanen et al., 2010). Vyhledávaná je i holá půda umožňující snadný sběr potravy (Šálek a kol., 2002).

Preference obývaného prostředí se mohou v závislosti na ročním období měnit (Novoa et al., 2002). Nejvíce si vybírají v létě, méně v zimě a nejméně na jaře (Meryggy et al., 1991). V jarním období upřednostňují okraje polí a meze (Vickery et al., 2009). Během hnízdění jsou preferovány lokality bez zemědělského využití (Smith et al., 1982) nabízející dostatek potravy k odchovu mláďat (Panek, 1997). V zimním období jsou preferována osetá pole poskytující potravu a souvislé porosty křovin jako úkryty (Bunner et al., 2005).

Základem potravy dospělých ptáků je rostlinná složka, z níž asi třetinu tvoří zelené části rostlin, zajišťující dostatečný přísun vitamínu K (Slaný, 1947). Živočišná složka je u adultních jedinců přijímána v omezeném množství okolo 9 % z celkového oběmu potravy (Hudec a kol., 2005). V závislosti na biologických potřebách se během roku preference potravy mění. Provedená studie potvrdila, že množstevní zastoupení

jednotlivých složek ovlivňuje i barva, velikost a u hmyzu i aktivní pohyb potravy (Moreby et al., 2006).

Příčin, proč se drasticky snížily stavy koroptví, je několik. Zásadním způsobem se projevíly změny zemědělství, které v 50-70 letech 20. století nastartovala extenzifikace a intenzifikace. Degradace prostředí nebyla způsobena pouze likvidací mezí, liniových prvků, rozptýlené zeleně, melioracemi či změnou malých políček s různými plodinami ve velké lány, nebo intenzivním vypásáním (Sklenička, 2003; Sokos et al., 2008; Báldi et Faragó, 2007). Drasticky se projevila přílišná chemizace. Především užívání insekticidů a herbicidů (Reynolds et Tapper, 1996). V Británii byl takto snížen podíl semen plevelných rostlin z 31 % v letech 1933-1936 na pouhých 4 % v letech 1968-1977. Což mělo za následek úbytek hmyzu (Kuijper et al., 2009; Cramp et Simmons, 1979; Del Hoyo, 1994). Důsledkem je snížení úrovně přežití kuřat, která nepřesahuje 20 % (Kuijper et al., 2009). V době nepříznivého a chladného počasí, je potravní stres mlád'at prohlubován, neboť nedostatek hmyzu se odvíjí i od srážkové a teplotní bilance (Pépin et al., 2008). Důležité ovšem není pouze množství hmyzu, ale i jeho pestrá druhová skladba, poskytující různé zastoupení výživných hodnot (Kuijper et al., 2009). Stupeň přežití mlád'at v závislosti na dostatku potravy byl potvrzen studií (Green, 1984). Takto byla negativně změněna krajina poskytující vhodné prostředí a zdroje potravy tolik důležité k úspěšné reprodukci (Panek, 1997; Green, 1984). Vliv zhoršení kvality biotopu na četnost populace byl prokázán u pěnic *Dendrocia fusca* a *Dendrocia virens*. Kde došlo následkem negativních změn prostředí ke snížení početních stavů a nižší hnízdní úspěšnosti stejně jako u koroptve polní (Zitske et al., 2011).

Těžká zemědělská mechanizace pak působí ztráty především na hnízdech a samicích, což způsobuje převahu samců v populaci (Hudec a kol., 2005; Sekera, 1959). V již tak zúženém životním prostoru mohou působit rušivě i volnočasové aktivity (Otáhal, 2007). Redukce biotopů zapříčiněná rozmachem zemědělství přinesla zvýšení koncentrace predátorů, a tím i větší tlak na růst populace koroptví (Potts, 1980; Evans 2004; Beani et Dessi-Fulgheri, 1998). Nejrizikovější skupinou jsou samice s mlád'aty (Blažková a Šálek, 2007) a liší samci (Novoa et al., 2006). Ztráty působené dravými ptáky mohou dosahovat 29 %. Za nejrizikovější je považováno období od února do května, kdy musí koroptve věnovat více času hledání potravy a nemají dostatek úkrytů (Meriggi et al., 2002; Watson et al., 2007b; Buner et al., 2011). Škody

působí i krkavcovití, a to především na snůškách (Tapper et al, 1996; Watson et al., 2007a).

Savci se podílí na úbytcích z 64 %. Především v období rozmnožování, kdy mohou způsobit 94 % hnízdních selhání (Manolis et al., 2002). Při hnízdění dochází k největším ztrátám samic 73 % z celkového počtu jejich mortality (Bro et al., 2001). Koroptve nejsou kořistí pouze celé řady predátorů, jako je například liška obecná (*Vulpes vulpes*) nebo drobná lasice kolčava (*Mustela nivalis*), ale i potkanů (*Rattus norvegicus*) (Tapper et al., 1996; Tillmann, 2009). Zmírnění ztrát by mohla přinést regulace predátorů nebo zapojení těch vrcholových (Evans, 2004). Toto bylo potvrzeno pokusem, kdy se po vymizení jednoho zvýšila produktivita koroptví (Reynolds et Tapper, 1996). Úplné vymýcení predátorů by však mohlo mít nežádoucí efekt snížení zdatnosti až degradaci populace, neboť by z ní nebyli odstraňováni jedinci slabí a nemocní (Veselovský, 1992).

Pro zlepšení situace jsou zakládány biopásy. Ty se ale při zvýšení koncentrace šelem stávají pastí (Bro et al., 2004). Ani posilování divoké populace z umělých odchovů zatím nepřináší očekávané výsledky. Neboť pouze 10 % vypuštěných jedinců přežije zimu. Z tohoto počtu dokáže zhruba 30 % přežít období rozmnožování, ve kterém jsou méně úspěšní než divoké koroptve. Tyto vysoké ztráty jsou připisovány nevhodnému používání vzorců antipredačního chování a koncentraci predátorů v oblasti vypouštění (Parish et Sotherton, 2007; Buner et al., 2011). Snahy o zvýšení populací komplikuje krátkověkost koroptví, které se v průměru dožívají 3 let (Bouchner, 1989). Každý z uvedených faktorů působí negativně, ale jejich spolupůsobením se dopad ještě násobí (Bro et al., 2006). Což se drasticky projevilo snížením stavů koroptví populace, jak je graficky znázorněno na Obr. 2. Na mnoha místech se plocha souvislého výskytu roztránila na menší oddělená území (Červený a kol., 2004). V izolovaných lokalitách tak mohlo snadno docházet k inbreedingu a ztrátě genetické diverzity, což může vést ke snížení kondice v celé populaci (Pintíř et al., 2000; Čížková et al., 2012).

**Obr. 2:** Vývoj početnosti populace koroptve polní v České republice (Červený a kol., 2004)



Tyto změny v početnosti koroptví a jejich možný dopad na kondici populace jsou vodítkem pro rozdělení dat při zpracování diplomové práce. Proto byly historické koroptve rozděleny do skupin. Před rokem 1949, v letech 1949 až 1989 a po roce 1989.

## 4 Kondiční znaky

Stanovení tělesné kondice pozorovaných zvířat bývá ústřední otázkou mnoha studií. Tělesná kondice může zásadně ovlivňovat teritoriální chování, hnízdní úspěšnost či sociální postavení. Značný vliv má i na překonávání nepříznivých období. I tato práce si klade za cíl porovnání kondice mezi současnými a historickými koroptvemi. Kondice může být vyjádřena mnoha způsoby a různými ukazateli např. karotenoidní či melaninové ornamenty (Stejskalová, 2001). Tyto indikující znaky mohou být formovány jak v živé tkáni, kterou je kůže, tak i ve tkáních plně keratizovaných, jako je peří či zobák. Výhodou živých tkání je fakt, že jelikož jsou stále vyživovány, odráží se na nich aktuální zdravotní stav mnohem rychleji, než na tkáních keratizovaných, které jsou ovšem vhodnějším ukazatelem z dlouhodobého hlediska (Svobodová a kol., 2013; Pérez-Rodriguez et Viñuela, 2008).

Pro tuto práci je možné, použít jako kondiční znak, u historyckých koroptví pouze délku tarsu, velikost plochy prsního melaninového ornamentu a šířku růstových proužků.

### 4.1 Ptačí pero jako ukazatel kondice

Peří není pouze pokryv těla a kožní derivát, který umožňuje aktivní let, ale zároveň poskytuje informace o zdravotním stavu a kondici. Ptáci ze zbarvení a struktury dokáží vyčíst mnoho informací, které jsou využívány jako optický signál při vnitrodruhové a mezidruhové komunikaci (Veselovský, 2001; Roček, 2002). Na rozdíl od člověka, který vnímá světlo ve spektru 40-700 nm, vnímají ptáci světlo v rozsahu 360-640 nm. Díky tomu mají vyšší citlivost na vnímání barevných odstínů, které u nich vznikají z pěti základních barev (Veselovský, 2001).

Plně dorostlé a vyzrálé pero je mrtvým útvarem, jehož hlavní stavební složkou je z 80 % keratin, z 15 % dusíkaté sloučeniny a přes 3 % sloučenin síry (Veselovský, 2001; Roček, 2002). Ptačí peří má nejen složitou strukturu, ale vyniká i svou barevností. Základním barvivem, se kterým se setkáváme téměř u všech ptáků je melanin. Chemicky je to derivát aminokyseliny tyrosinu a fenilalaninu a organismus si ho dokáže syntetizovat (Griffith et al., 2006). K tomuto procesu dochází v melanoblastech. Podle

stupně oxidace má barvu žlutou až hnědavou (phaeomelanin), nebo hnědou až černou (eumelanin). Dalším nejčastějším barvivem jsou karotenoidy, patřící mezi lipochromy (Veselovský, 2001). Jsou rozpustné v tucích a ptačí organismus je nedokáže sám vyrábět. Tudíž musejí být přijímány s potravou. Jejich zdrojem je hmyz, jeho vývojová stádia nebo části rostlin. Způsobují červené, oranžové a žluté zbarvení (Mc Graw, 2006). Díky odlišné struktuře, metabolickému původu, biologické dostupnosti a aktivitě poskytují oba pigmenty odlišné informace o kondici jedince (Svobodová a kol., 2013).

Porfyriny jsou chemicky příbuzné hemoglobinu a žlučovým barvivům. Významné jsou především vlivem ultrafialového záření, na kterém mají zářivě červenou barvu. Na rozdíl od karotenoidů se tento pigment ukládá již do rostoucích per a na světle je nestabilní. Převážná většina modrého vyjádření per je způsobena Tyndallovým jevem. Dochází k němu při průchodu světla kalným prostředím. Lesk ptačích per je způsoben interferencí světla, které se odráží od jemných struktur pera (Veselovský, 2001).

## **4.2 Barevné ornamenty peří, kůže, kožních derivátů a jejich vyjádření**

Vyjádření ornamentů nám dokáže prozradit o ptácích a jejich fyzickém stavu mnoho údajů. Jejich variabilita je zkoumána v návaznosti na specifickou imunitu, míru znečištění prostředí a na míru odolnosti parazitům (Mc Graw et al., 2002; Eeva et al., 1998). Jedná se totiž o znaky pohlavního dimorfismu, často ovlivňující volbu partnera. K jejich dostatečnému vyjádření je organismus nucen vynaložit značné energetické náklady (Hill, 2006). Znamená to, že pokud je jedinec nucen čelit nepříznivým vlivům jako je například potravní stres, parazitismus nebo škodlivé látky v prostředí, dojde u něho ke změnám v intenzitě vyjádření sekundárních pohlavních znaků důsledkem změn možných energetických investic (Mundy, 2006).

Důležitým vypovídacím faktorem je nutnost jakési vnitřní rovnováhy organismu při využití a umístění pigmentů. Znamená to volbu mezi zdravotním stavem a investicí pigmentů do kvalitativního vyjádření ornamentu (Mougeot et al, 2009).



### 4.3 Melaninové znaky

Melaninovým ornamentům je kvůli jejich původu často přikládán nižší vliv na výběr partnera i jako ukazatelům tělesné kondice. Tuto domněnku by mohla podporovat skutečnost, že se melanin nepodílí na pestrém zbarvení. Naopak poskytuje základ zbarvení krycímu. Domněnku nižšího vlivu podporuje i způsob vzniku. Jelikož si jej organismus dokáže vyrobit, není jeho množství omezené příjmem z potravy (Jawor et Breitwisch, 2003). Odráží tudíž více hormonální náklady než vlivy okolí (Svobodová a kol., 2013). Toto bylo potvrzeno na experimentu u některých druhů jako je zvonek zelený (*Carduelis tristis*), vlhovec hnědohlavý (*Molothrus ater*) nebo vrabec domácí (*Passer domesticus*), kdy nedošlo ke změně rozsahu ani intenzity ve vyjádření melaninových ornamentů snížením příjmu potravy (Hill et al., 2009; Mc Graw et al., 2002).

Množství přijímané potravy ovšem nevypovídá nic o jejím složení a kvalitě (Roulin et al., 2008). Je totiž známo, že zvýšení a dlouhodobé podávání alkalických prvků jako je měď, zinek, železo, vápník a hořčík, má vliv na vyšší intenzitu melaninové pigmentace u mnoha domácích zvířat (Próta, 1992). Tyto prvky mohou hrát roli jako enzymové kofaktory a usnadňují molekulovou přeměnu meziproductů (McGraw, 2007). Běžně však bývají v krmné dávce limitovány (Klasing, 1998; McDowell, 2003). Posilující vliv vápníku na vyjádření melaninových ornamentů byl potvrzen u sovy pálené (*Tyto alba*), kde byl prokázán vyšší obsah tohoto prvku v kostech jedinců s výraznější kresbou na prsou (Roulin et al., 2006). Stejný vliv vápníku prokázal McGraw (2007) podáváním zvýšených dávek mladým i dospělým zebříčkám pestrým (*Taeniopygia guttata*), což se projevilo zvětšením ploch černého opeření.

Stejně jako některé minerální prvky má vliv na kvalitu melaninového zbarvení i dostatečný přísun aminokyselin (Anderson et al., 2002; Morris et al., 2002). Toto bylo potvrzeno pokusem u několika druhů drůbeže, kdy omezením přísunu například lysinu, phenylalaninu nebo tyrosinu došlo k zhoršení ukládání melaninu v perech (Murphy et King, 1982; Murphy et al., 1990).

Poston et al. (2005) zkoumal koncentraci phenylalaninu i tyrosinu a jejich vliv na hrdelní znak vrabce domácího (*Passer domesticus*), kde se nízká hladina těchto aminokyselin projevila horší intenzitou znaku, ale neovlivnila jeho rozsah.

Dalším prvkem ovlivňujícím melaninové ornamenty jsou hormony. Například vysoká hladina testosteronu se u vrabce domácího (*Passer domesticus*) projevila zvětšením plochy hrdelního znaku. Tento vztah se, ale nepotvrdil u ptáků, kde zbarvení samců není závislé na hladině androgenů (McGraw, 2008). Intenzita ovlivnění výběru pohlavního partnera v závislosti na vyjádření melaninového ornamentu se u jednotlivých druhů liší. U některých znamená výraznější ornament větší atraktivitu samců a signalizuje větší hnízdní úspěšnost (Norris, 1990; Siefferman et Hill, 2003).

Provedeným experimentem u koroptve polní (*Perdix perdix*) bylo zjištěno, že samičky si vybíraly partnery především podle hlasového projevu, nikoli podle prsního ornamentu, který byl samcům částečně nebo úplně vybělen. Součástí pokusu bylo ověření hormonálního vlivu na tento ornament. Aplikování testosteronu mladým kohoutkům nemělo vliv na velikost ornamentu. Ta se nezměnila ani v pozdějším věku (Beani et Dessi-Fulgheri, 1995). Toto ukazuje, že u některých druhů souvisí vyjádření melaninového znaku vlivem testosteronu spíše se sociální strukturou a dominancí jedince v interakci samec-samec než s pohlavní atraktivitou (Senar, 1999; Ducrest et al., 2008; Mundi, 2006). Kvalita znaků totiž rivalům prozrazuje hormonální vybavení a sociální postavení protivníka. Toto bylo zkoumáno například u vrabce domácího (*Passer domesticus*) a vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*). U obou druhů se prokázalo, že jedinci s výraznějšími znaky mají více testosteronu. Ve vztahu ornamentu a testosteronu byl zkoumán i imunosupresivní vliv tohoto hormonu. Bylo zjištěno, že jeho vysoká hladina může způsobit oslabení imunitního systému (McGraw, 2008).

Vliv na vyjádření ornamentu mohou mít také stresové hormony, například glukokortikoidy, kortikosteron (Roulin et al., 2008). Jejich nadměrné množství ovlivňuje růst a tím i kondici. Přičemž jedinci s intenzivnějším vyjádřením znaků vykazují vyšší odolnost vůči jejich vlivu. Jak bylo experimentálně potvrzeno na mládětech sovy pálené (*Tyto alba*) (Almasi et al., 2012). Proto může být považována role hormonů při tvorbě těchto znaků za významnou (McGraw et al., 2002).

Vyjádření melaninových ornamentů je pod těsnější genetickou kontrolou (Svobodová a kol., 2013). Přesto mají antioxidační schopnost a mohou se účastnit na imunitních reakcích (Griffith et al., 2006; Roulin et al., 2001). I určité negativní faktory prostředí ovlivňující kondici a zdravotní stav mohou ovlivnit melanogenezi např. patogeny (Jawor et Breitwisch, 2003). To se projeví při následném využití pigmentů na tvorbě ornamentů. V průběhu melanogeneze vznikají toxiny, které musí

organismus odbourávat. To je předpoklad využití melaninových ornamentů jako ukazatelů kondice (Jawor et Breitwisch, 2003).

#### **4.4 Morfologické znaky**

Tělesná hmotnost jedince poskytuje snadno získatelnou hodnotu úrovně zásobních látek. Hmotnost se mění během roku jako výsledek fyziologických nároků organismu, kterými jsou například migrace nebo rozmnožování. Hmotnost zvířete však úzce souvisí s jeho velikostí, a ta může kondici jedince zásadně ovlivnit. Větší pták totiž může být dominantní a snáz se dostane k potravě. Pro přesnější stanovení tělesné kondice lze použít kondičních indexů, kde je tělesná hmotnost vyjádřena poměrem k některému tělesnému rozměru. Nejčastěji je užívána délka křídla, ocasu, běháku či zobáku (Stejskalová, 2001).

#### **4.5 Ptilochronologie a růstové proužky**

Tato metoda byla navržena a aplikována Grubbem koncem 80. let (Stejskalová, 2001). Hlavní předpoklad ptilochronologie vychází z pozitivního vztahu mezi výživnou kondicí jedince a jeho biologickým fitness, které se odráží na míře přírůstků jeho peří. Znamená to, že ptáci v lepší výživné kondici by měli regenerovat pera rychleji bez ohledu na tělní masu nebo obsah tuku ve tkáních. Míra kondice je důležitá, neboť jedinci v lepším zdravotním a fyzickém stavu mají vyšší schopnost rozmnožování a odolnost vůči strádání (Grubb, 2006).

Existuje závislost mezi růstem peří a hojností potravy. Proto jsou růstové proužky či délka a hmotnost pera běžně používány jako indikátory tělesné kondice (Carbonell et Telleria, 1999; Perez-Triset et al., 2000; Stratford et Stouffer, 2001; Takaki et al., 2001; Vangestel et Lens, 2006). Přísun energie se projevuje na přírůstcích peří, jelikož jeho výměna je pro ptáky energeticky náročná (Yosef et Grubb, 1992; Carlson, 1998; Brown et al., 2002). Pokud pták ztratí část opeření po neúspěšném útoku predátora, dochází k jeho náhradě růstem nového peří. Přírodní selekce totiž patrně upřednostňuje energetické výdaje k udržení kompletního opeření. Nicméně růst peří může být redukován, aby se kompenzovaly výživné nároky na další aktivity. Z tohoto

důvodu se periodická výměna odehrává v jiném období než třeba rozmnožování, aby jeho produkce nesoupeřila o omezené zdroje energie (Grubb, 2006).

Během růstu pera se na spodní straně praporu vytváří tmavý a k němu přilehlý světlý proužek kolmý na osten. Tyto proužky vznikají ukládáním stavebních látek do pera v růstovém folikulu. Nejsou však tvořeny množstvím ukládaného pigmentu, protože jsou viditelné i na čistě bílých perech. Tmavé proužky vznikají během dne, světlé v noci. Z toho vyplývá, že každý pár proužků představuje růstovou periodu 24 hodin (Gienapp et Merilä, 2010). Je mnoho faktorů, například kvalita životního prostředí, sociální chování, individuální kvality, hnízdní kondice, které mají vliv na rychlost růstu per a šířku proužků. Důležitým kritériem, které se projevuje v obou znacích, je příjem potravy. Její dostatek a kvalita se u ptáků projevuje rychlejším růstem per a širšími proužky, než u jedinců se špatnou výživou. Toto bylo ověřeno experimentálně i semiexperimentálně (Grubb et Cimprich, 1990; Jenkins et al., 2001). Pokusem na strnadcích bělokorunkatých (*Zonotrichia leucophrys*) byl prokázán vliv výživy na růst indukovaných per. Ptáci byli drženi ve dvou skupinách a na rozdílném množství předkládané potravy. Jedinci ze skupiny, která nebyla vystavena potravnímu stresu, měli indukovaná pera zřetelně delší se širšími růstovými proužky.

I u sýkory karolinské (*Poecile carolinensis*) bylo testováno, zda se projeví snížení dávky potravy. Použity byly tři skupiny ptáků, přičemž jedna nebyla omezena množstvím potravy, druhá měla snížený přísun o 10 % a třetí o 20 %. Výsledky jasně dokazovaly, že ve skupině s 20% omezením množství potravy došlo k redukci indukovaných per a zúžení růstových proužků. Tento test poskytl silnou podporu tvrzení, že měřítko růstu per a šířka růstových proužků jsou platným ukazatelem výživné kondice (Grubb, 2006).

Nilsson (1994) potvrdil vliv potravy u brhlíka lesního (*Sitta europaea*). Pokus prováděl ve volné přírodě na dvou lokalitách. V jedné byli ptáci přikrmováni a v druhé ne. Jedinci z lokality se zvýšeným množstvím potravy vykazovali širší růstové proužky a delší indukovaná pera.

Kromě množství potravy může být růst per a šířka proužků ovlivněna střídáním ročních období, věkem, pohlavím a hormony, které s každým z těchto faktorů souvisí (Lattin et al., 2011, Grubb, 2006). Toto testoval Grubb a Cimprich (1990) na čtyřech volně žijících druzích ptáků. Jednalo se o sýkoru karolinskou (*Poecile carolinensis*), sýkoru rezavobokou (*Baeolophus bicolor*), brhlíka lesního (*Sitta europaea*) a strakapoudu osikového (*Picoides pubescens*). V části zvolených pokusných lokalit

byli ptáci přikrmováni. Od všech chycených a označených jedinců byla odebrána pera narostlá v letním období. V únoru byli ptáci znovu pochytní a byla jim odebrána indukovaná pera. Kromě toho, že u všech sledovaných druhů měli jedinci z přikrmovaných lokalit širší růstové proužky, což dokládalo vliv potravy, byl prokázán vliv ročního období a věku jedince. U všech druhů a jedinců byl růst indukovaných per během zimy značně pomalejší, než u per, která rostla během léta či podzimu. Zároveň byly zjištěny rozdíly mezi věkovými skupinami, kde měli mladí ptáci menší přírůstky oproti dospělým jedincům.

Během experimentu na vrabcích se podařilo prokázat vliv délky světelného dne a pohlavních hormonů na růst per. Při prodlužování dne došlo podle očekávání k aktivaci vaječnicků a změnám v hladinách hormonů. Ptáci ze skupiny s delším světelným režimem měli indukovaná pera kratší a subtilnější než jedinci s kratší periodou osvětlení. Šířka růstových proužků byla přítom u obou skupin stejná. To znamená, že denní přírůstky byly u obou skupin shodné. Ale u ptáků s delším osvětlením rostla pera méně dní. Z toho vyplývá, že délka růstu per měřena na dny je ovlivněna hormonálně nezávisle na výživné kondici. Zatímco míra růstu měřená šířkou proužků je ovlivněna výživou (White et Kennedy, 1992). Vliv střídání ročních období se prokázal i u kardinálů červených (*Cardinalis cardinalis*). Navíc měli samci tohoto druhu tendenci tvořit delší indukovaná pera než samice (Grubb, 2006).

Rozdíly v šířce růstových proužků mezi pohlavími a věkovými skupinami byl prokázán také u sojky zlověstné (*Perisoreus infaustus*), přičemž samci a starší ptáci měli proužky širší než samice a mladí jedinci (Gienapp et Merilä, 2010).

Dalším faktorem ovlivňujícím růst per je ztráta habitatu (Tortorec et al., 2012) a tím související velikost teritoria. Toto potvrdil experiment s ůhýkem americkým (*Lanius ludovicianus*), u kterého došlo k prudkému poklesu populace ztrátou vhodného habitatu a zvětšením teritorií potřebných k zajištění dostatečného množství potravy. Ptáci byli nuceni urazit denně větší vzdálenosti při vyznačování teritoria a hledání vhodných míst k lovu. Zvýšil se tak výdej energie nutné k pohybu na úkor energie investované do růstu per. Délka per se úměrně zkracovala se zvětšující se plochou teritoria. Tento výsledek ukazuje na úbytek výživné kondice ptáků obývajících větší území (Grubb, 2006). Pomalejší růst per byl experimentálně prokázán i u ptáků, kteří jsou dlouhodobě vystaveni stresu (Talloen et al., 2008).

Šířka růstových proužků může být ovlivněna i dědičností, protože množství zdrojů které má jedinec v době přepeřování k dispozici může záviset například na jeho

dominanci, která je závislá na charakteru, což je dědičná složka. Přístup ke zdrojům může být ovlivněn i zdravotním stavem, schopností přeměny potravy na energii či dalších fyziologických znacích (Gienapp et Merilä, 2010). Testován byl i růst per ve vztahu k teplotě, proudění vzduchu a vlivu růstových folikulů. Ani u jednoho faktoru nebyl vliv prokázán (Grubb, 2006).

## 5 Metodika

### 5.1 Sběr dat

Sbíraná data byla získána ze tří odlišných zdrojů. První skupinu tvořili divocí ptáci odchycení v únoru až dubnu. Pocházeli z okolí Milešína (kraj Vysočina). Celkem bylo odchyceno 85 jedinců. Na odchytu se podíleli členové MS Borovina - Vidonín. Druhou skupinu tvořili jedinci z farmového chovu v Jinačovicích (okolí Brna), starší jednoho roku. Jejich celkový počet byl 50 kusů. Zaznamenány byly kondiční znaky jako délka pravého tarsu (měřeno digitálním posuvným měřítkem, přesnost 0,01 mm; Kinex, Prague, Czech Republic) hmotnost těla (váženo závěsnou vahou, přesnost 0,5 g; Pesola, Baar, Switzerland) plocha melaninového ornamentu na hrudi byla scanována s měřítkem (Svobodová et al. 2013). Pro pozdější analýzu růstových proužků bylo odebráno pero od každého jedince (primární křídelní krovka). Sběr dat byl prováděn přímo v terénu a tato data mi byla poskytnuta.

Třetí skupina získaných dat pocházela z muzejních sbírek. Celkem bylo nashromážděno 89 exponátů, které poskytla muzea v Přerově, Šumperku, Novém Jičíně, Čáslavi, Plzni, Olomouci, Roztokách u Prahy, Mělníku, Hradci Králové, Příboře a Vrchlabí. Byli odebrány vzorky peří a měřeny délky tarsů. Prsní melaninový ornament byl zaznamenán fotograficky s měřítkem. Díky změnám v zemědělství došlo během 20. století k výraznému poklesu populace koroptví (Šálek et al., 2004). Proto byla muzejní data rozdělena do tří kategorií sledujících tyto změny. První do roku 1949, druhá kategorie zahrnuje období v letech 1949 až 1989 a třetí od roku 1989 výše.

### 5.2 Měření plochy prsního melaninového ornamentu

Data získaná měřením plochy prsního melaninového ornamentu u divokých a chovných koroptví mi byla opět poskytnuta. Sám jsem měřil pouze ornamenty historických koroptví.. Získané snímky byly zpracovány a změřeny za standardních podmínek pomocí softwaru PhotoShop ver. CS3. V prvním kroku byl obraz přizpůsoben provedením standardizace barev výběrem úrovně RGB. Následně byl změřen počet bodů (pixelů) pro 10 mm kvůli nastavení vlastního měření. Nástrojem

Laso byla ohraničena plocha ornamentu, která byla vypočtena pomocí funkce Record measurment.

### 5.3 Měření růstových proužků

Pro měření růstových proužků byly použity primární křídelní krovky získané od živých i muzejních jedinců. Scanována byla spodní strana per s přiloženým měřítkem. Parametry nastavení scanneru byly 600 dpi, barva reflexní šedá 100 %.

Nascanované snímky byly uloženy jako rastrové obrazové soubory s koncovkou TIF. Ke zvýraznění růstových proužků byl použit program Corel Draw Graphics Suite X4, ve kterém se nascanovaný snímek ořízнул tak, aby vždy s perem bylo zachyceno přiložené měřítko. Následně v záložce Adjust výběrem funkce Local Equalization dokončíme grafickou úpravu snímků. Jednotlivé růstové proužky bylo nutné označit pomocí funkce Tužka a zpracované snímky uložit s koncovkou JPG.

Samotné měření proužků bylo provedeno v programu Image Tools 3.3. Prvním krokem po vložení snímku do programu bylo nastavení IT měřítka, čímž zjistíme z naměřených pixelů rozměry v centimetrech. Pomocí kurzoru označíme na měřítku určitou vzdálenost (bylo měřeno 5 cm). Tu po otevření záložky Analyze a použití funkce Set scale zapsat v zobrazené tabulce do kolonky Known distance a v kolonce Unit of length nastavit jednotky délky shodné se scanovaným měřítkem. Po potvrzení tlačítkem OK a použití klávesové zkratky Ctrl + M se nastavení měřítka zobrazí v novém okně.

V dalším kroku se pomocí tlačítka Přímka změří celková délka pera. Výsledek se zaznamená klávesovou zkratkou Ctrl + M. Na změřeném peru bylo napočítáno 10 růstových proužků vždy od středu 5 v obou směrech ke koncům pera. Délku tohoto segmentu opět zaznamenáme zkratkou Ctrl + M. Výsledná hodnota je uváděna podle zadaného měřítka (v tomto případě cm). Ke zjištění šířky jednoho proužku bylo nutno délku segmentu vydělit počtem proužků a výsledek převést na milimetry.



## 5.4 Analýza dat

Data byla analyzována a výsledky statisticky testovány v softwaru Statistica CZ9. Pro následné porovnání byly jednotlivé populace rozděleny takto: 1 - divoká populace; 2 - populace z farmového chovu; 3 - muzejní vzorky do roku 1949; 4 - muzejní vzorky od roku 1949 až 1989; 5 - muzejní vzorky od roku 1989. Vzájemně byly porovnány koroptve divoké a chovné populace ve všech sledovaných kondičních znacích. I historické vzorky rozdělené podle časových období byly vzájemně porovnány ve všech třech znacích. Šířka růstových proužků byla porovnána také mezi populací divokou, chovnou a historickou do roku 1949 a od roku 1949-1989.

Nejprve byly porovnány divoká a chovná populace. U délky tarsu a velikosti plochy prsního melaninového ornamentu, bylo zahrnuto do modelu 47 jedinců divokých a 51 jedinců chovných koroptví. Pro porovnání šířky růstových proužků, bylo přijato do modelu 45 jedinců z divoké a 41 jedinců z chovné populace. Z výpočtů byly odstraněny samice a naměřené nuly. Každý z těchto znaků byl testován samostatně. Pro všechny znaky byla zvolena nulová hypotéza, že se od sebe divoké a chovné koroptve neliší. Rozdíl v délce tarsu a velikosti plochy melaninového ornamentu mezi divokou a chovnou populací, byl testován dvouvýběrovým T-testem. Rozdíl v šířce růstových proužků byl testován neparametrickým U-testem. Tam kde je to vyžadováno, bylo předpokládáno normální rozdělení dat (Lepš, 1996).

Následně byly porovnány znaky historických koroptví. U skupiny do roku 1949 bylo přijato do modelu 28 jedinců pro všechny tři znaky. U vzorků spadajících do kategorie 1949-1989 bylo přijato do modelu pro porovnání délky tarsu 41 kusů, plochy melaninového ornamentu 39 kusů a šířky růstových proužků 40 kusů. Ze skupiny označené nad rok 1989 bylo přijato do modelu pro porovnání délky tarsu i šířky růstových proužků 14 kusů a plochy melaninového ornamentu 11 kusů. Z výpočtů byly odstraněny naměřené nuly. U melaninového ornamentu byly odstraněny pouze exponáty, které se nepodařilo vyfotografovat. Ponechání byli i jedinci bez ornamentu. Každý ze znaků se testoval samostatně. Zvolená hypotéza říká, že se všechny tři populace vzájemně neliší ani v jednom z testovaných znaků

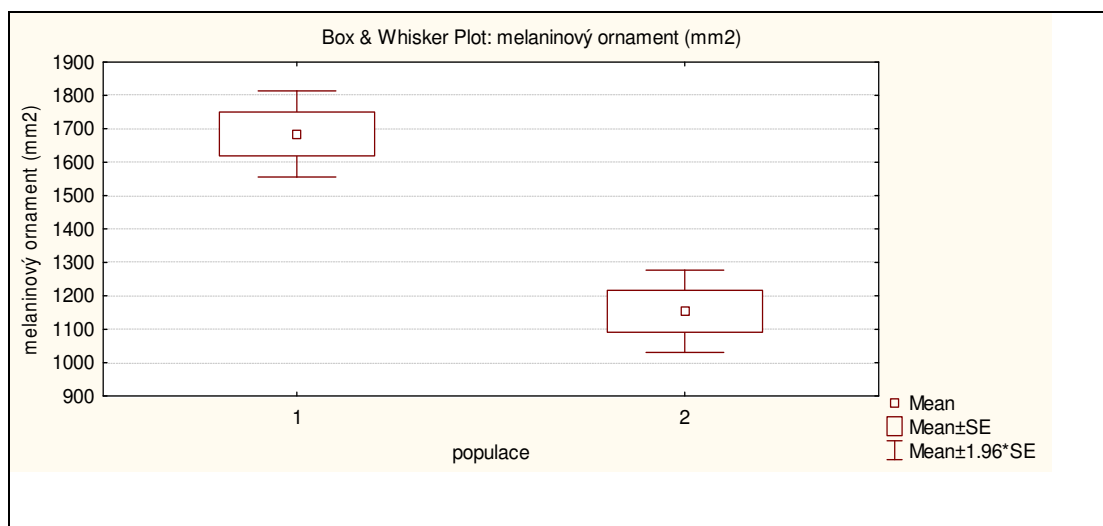
Růstové proužky byly porovnány i mezi populací divokou, chovnou a historickou do roku 1949 a historickou od roku 1949-1989. Do modelu bylo přijato 41 kusů divokých koroptví, 45 kusů chovných koroptví, 14 kusů historických vzorků do roku 1949 a 28 historických vzorků od roku 1949-1989. Odstraněny byly samice

a naměřené nuly. Hypotéza byla zvolena tak, že se porovnávané populace v šířce růstových proužků vzájemně neliší. Rozdíly všech znaků byly u historických koroptví testovány neparametrickým Kruskal-Wallis testem. Ten byl použit i při testování šířky růstových proužků mezi divokou, chovnou a historickou populací (Lepš, 1996).

## 6 Výsledky

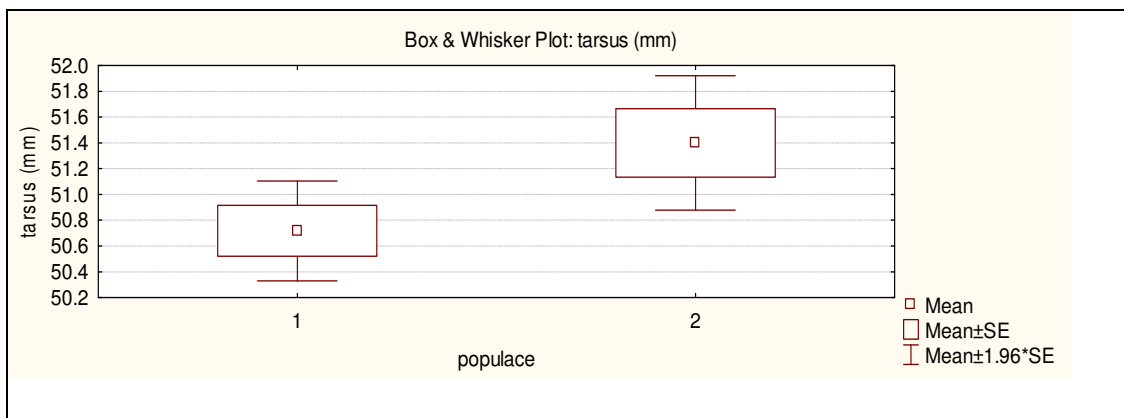
Porovnáním divoké a chovné populace byly zjištěny rozdíly ve velikosti prsního melaninového ornamentu a délce tarsu. Šířka růstových proužků se nelišila. Rozdíl plochy ornamentu je výrazně větší u divokých koroptví ( $t = 5,84$ ;  $df = 96$ ;  $p = 0,0001$ ;  $N1 = 47$ ,  $N2 = 51$ ; Obr. 3). Zjištěná délka pravého tarsu byla výrazně větší u chovných koroptví ( $t = -2,03$ ;  $df = 96$ ;  $p = 0,045$ ;  $N1 = 47$ ,  $N2 = 51$ ; Obr. 4). Posledním testovaným kondičním znakem u divokých a chovných koroptví byla šířka růstových proužků. Ty se výrazně nelišily ( $U = 772$ ;  $p = 0,195$ ;  $N1 = 45$ ,  $N2 = 41$ ; Obr. 5)

**Obr. 3:** Rozdíl ve velikosti plochy prsního melaninového ornamentu ( $\text{mm}^2$ ) u divoké a chovné populace (t-test;  $t = 5,84$ ;  $df = 96$ ;  $p = < 0,0001$ ;  $N1 = 47$ ,  $N2 = 51$ ).



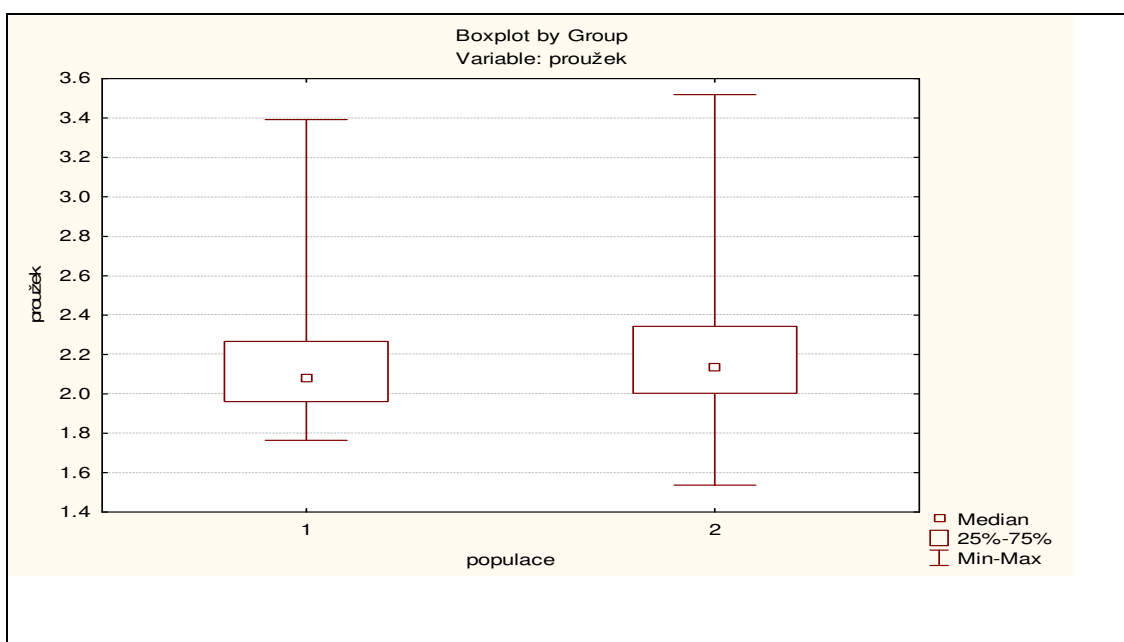
Populace 1 - divoké koroptve, Populace 2 - chovné koroptve, Melaninový ornament - plocha prsního melaninového ornamentu v  $\text{mm}^2$

**Obr. 4:** Rozdíl délky tarsu u divoké a chovné populace (t-test,  $t = -2,03$ ;  $df = 96$ ;  $p = 0,045$ ;  $N1 = 47$ ,  $N2 = 51$ ).



Populace 1 - divoké koroptve, Populace 2 - chovné koroptve, Tarsus (mm) - délka pravého tarsu v mm

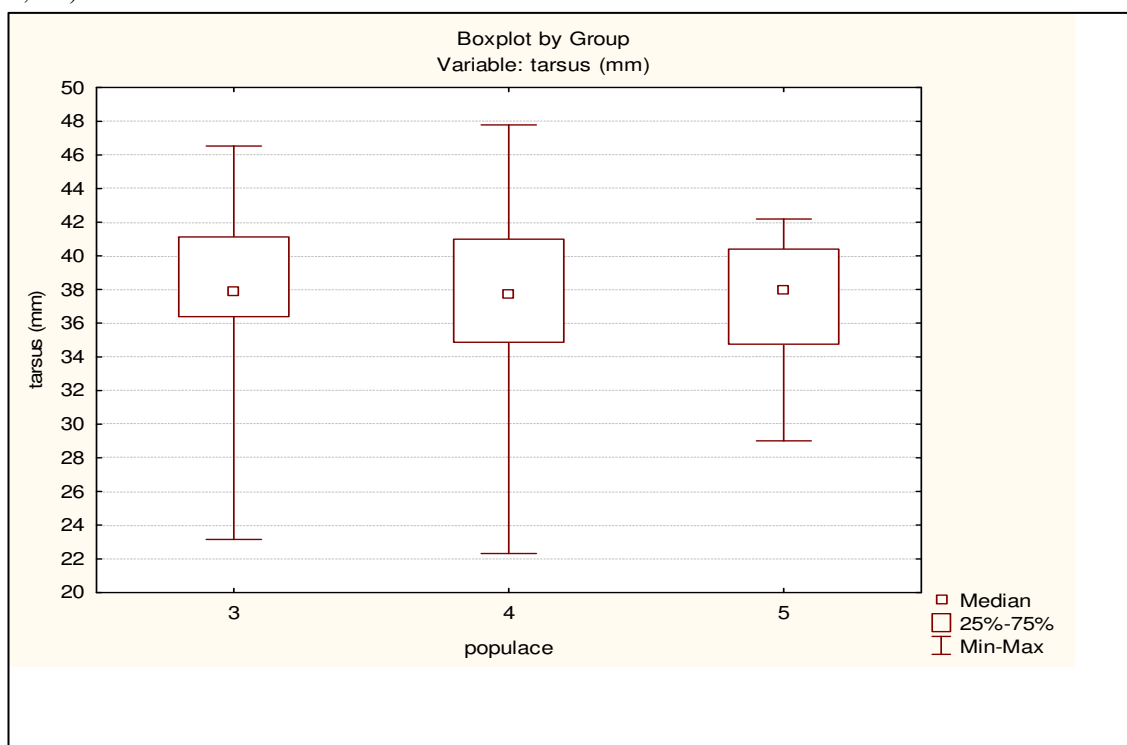
**Obr. 5:** Rozdíl v šířce růstových proužků u divoké a chovné populace (U-test,  $U = 772$ ;  $p = 0,195$ ;  $N1 = 45$ ,  $N2 = 41$ )



Populace 1 - divoké koroptve, Populace 2 - chovné koroptve, Proužek - šířka proužku v mm

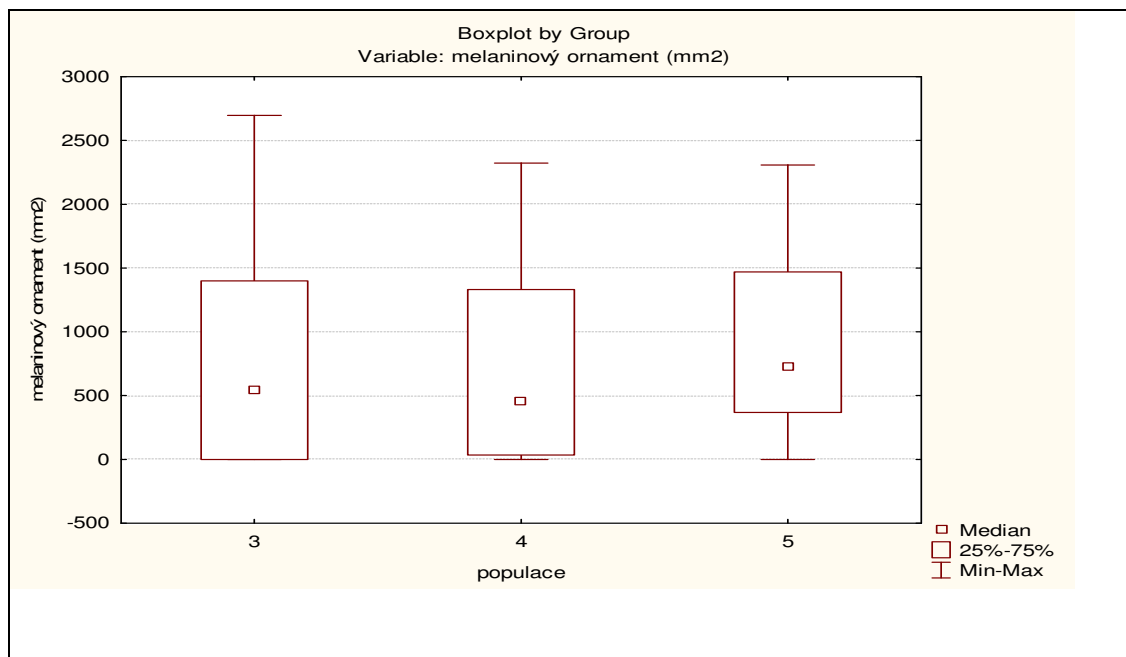
Vzorky z historických populací rozdělené do skupin podle časových období, byly ve všech třech sledovaných znacích testovány samostatně. Prvním testovaným znakem byla délka tarsu. Z výsledků vyplývá, že nebyl zjištěn významný rozdíl ( $H = 0,548$ ;  $p = 0,760$ ;  $N_3 = 28$ ,  $N_4 = 41$ ,  $N_5 = 14$ ; Obr. 6). Testováním velikosti plochy prsního melaninového ornamentu také nebyl zjištěn významný rozdíl ( $H = 0,795$ ;  $p = 0,671$ ;  $N_3 = 28$ ,  $N_4 = 39$ ,  $N_5 = 11$ ; Obr. 7). Třetím testovaným znakem byla šířka růstových proužků. Ani v tomto případě nebyl u historických vzorků zjištěn významný rozdíl ( $H = 2,368$ ;  $p = 0,305$ ;  $N_3 = 28$ ,  $N_4 = 40$ ,  $N_5 = 14$ ; Obr. 8).

**Obr. 6:** Rozdíl v délce tarsu u historických populací (neparametrický Kruskal-Wallis test,  $H = 0,548$ ;  $p = 0,760$ ).



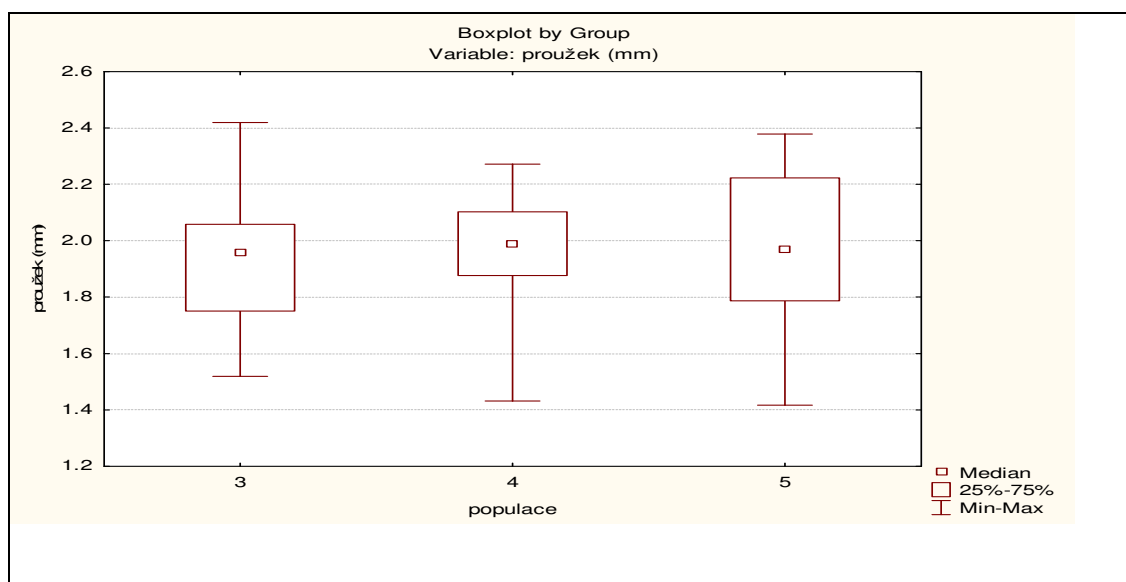
Tarsus - délka tarsu v mm, Populace 3 - koroptyve do roku 1949, Populace 4 - koroptyve od roku 1949 - 1989, Populace 5 - koroptyve od roku 1989

**Obr. 7:** Rozdíl ve velikosti plochy prsního melaninového ornamentu u historických populací (neparametrický Kruskal-Wallis test,  $H = 0,795$ ;  $p = 0,671$ ;  $N_3 = 28$ ,  $N_4 = 39$ ,  $N_5 = 11$ ).



Melaninový ornament - velikost plochy melaninového ornamentu v mm<sup>2</sup> Populace 3 - koroptve do roku 1949, Populace 4 - koroptve od roku 1949 - 1989, Populace 5 - koroptve od roku 1989

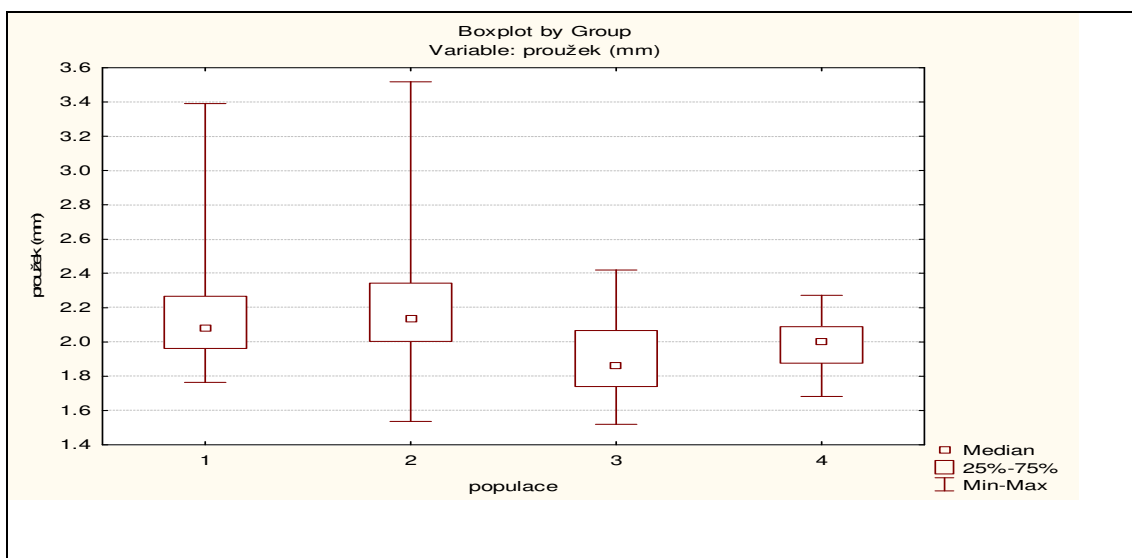
**Obr. 8:** Rozdíl v šířce růstových proužků u historických populací (neparametrický Kruskal-Wallis test,  $H = 2,368$ ;  $p = 0,305$ )  $N_3=28$ ,  $N_4 = 40$ ,  $N_5 = 14$ .



Proužek - šířka růstového proužku v mm, Populace 3 - koroptve do roku 1949, Populace 4 - koroptve od roku 1949 - 1989, Populace 5 - koroptve od roku 1989

Srovnání šířky růstových proužků bylo testováno také mezi divokou, chovnou populací a historickými vzorky do roku 1949 a od roku 1949-1989. V tomto případě byl mezi populacemi zaznamenán významný rozdíl. Nejširší růstové proužky měli chovní ptáci a nejužší historické koroptve do roku 1949 ( $H = 16,747$ ;  $p = 0,0008$ ;  $N_1 = 41$ ,  $N_2 = 45$ ,  $N_3 = 14$ ,  $N_4 = 28$ ; Obr. 9).

**Obr. 9:** Rozdíl v šířce růstových proužků u divoké, chovné a historické populace (nepatrametrický Kruskal-Wallis test,  $H = 16,747$ ;  $p = 0,0008$ ;  $N_1 = 41$ ,  $N_2 = 45$ ,  $N_3 = 14$ ,  $N_4 = 28$ ).



Proužek - šířka růstového proužku v mm, Populace 1 - divoké koroptve, Populace 2 - chovné koroptve, Populace 3 - koroptve do roku 1949, Populace 4 - koroptve od roku 1949 - 1989

## 7 Diskuze

Naměřená velikost prsního melaninového ornamentu a tarsu se lišily u divoké i chovné populace, což může být způsobeno existencí výrazných rozdílů ve výživě a dalších životních podmínkách, které ovlivňují zdravotní stav a kondici jedince. Obecně platí, že volně žijící ptáci jsou ovlivněni jinými selekční tlaky, než které působí na ptáky v zajetí. Tím že, žijí v přirozených podmínkách, jsou vystaveni například potravnímu, predančnímu či klimatickému stresu. (Price, 2006). Oproti tomu jsou chovní ptáci zvýhodněni tím, že žijí v podmínkách, kde jsou chráněni před predátory, je u nich kontrolován zdravotní stav, např. výskyt parazitů, a mají zajištěn dostatečný přísun potravy (Putuala et Hissa, 1995).

Je dokázáno, že úroveň vyjádření melaninových ornamentů souvisí s celkovým zdravotním stavem jedince a jeho tělesnou kondicí (Veiga et Puerta, 1996; Fitze et Richner, 2002; Galván et Alonzo-Alvarez, 2009). Avšak někteří autoři zastávají názor, že melaninové zbarvení nemusí odrážet kondici ptáků spolehlivě (Badyaev et Hill, 2000; Amundsen et Pärn, 2006), protože různé ornamenty reagují na parazitární zátěž, nedostatek potravy či změny hladiny hormonů odlišně (Mougeot et al., 2009). Například při zkoumání odezvy na parazitární zátěž či nedostatek potravy, nebyl vliv na melaninové ornamenty tak významný, jako na ornamenty karotenoidní (Hill et Brawner, 1998). To může být jedním z možných vysvětlení větší plochy ornamentu u divokých koroptví. Významnost melaninového ornamentu a jeho funkce byla testována ve vztahu k výběru pohlavního partnera i ekologických mechanismů. V tomto experimentu nebyl prokázán rozdíl ve vyjádření mezi melaninovými a karotenoidními ornamenty (Griffith et al., 2006). Přesto, že se významnost melaninového ornamentu při pohlavním výběru u různých druhů liší (McGraw, 2008), a tím pádem by mohla být považována za neprokazatelnou (Beani et Dessi-Fulgheri, 1995), může jeho větší plocha poukazovat na dominanci jedince a s tím spojenou hladinu testosteronu (Gonzalez et al., 1999). U koroptví se důležitost znaku při výběru pohlavního partnera nepodařilo prokázat (Beani et Dessi-Fulgheri, 1995). Proto se nabízí vysvětlení, že větší plocha ornamentu u divokých koroptví hraje důležitou roli mezi samci, signalizuje dominanci a je ovlivněna přírodní selekcí (Ducrest et al., 2008). U koroptví bylo prokázáno, že větší velikost podkovy pozitivně korelovala s H/L (heterofil/lymfocyt v krvi), což je faktor ukazující na velikost stresové zátěže. Ptáci s větší podkovou byli dominantní,



odráželi více ataků. To znamená, že byli pod větším stresem (Svobodová a kol., 2013; Al-Murrani et al., 2006). Tomu odpovídá i náš výsledek, protože divoké populace jsou více stresovány. Vliv na vyjádření a velikost plochy melaninových ornamentů má i skladba potravy. Například dostatečné zastoupení alkalických prvků nebo aminokyselin (Próta, 1992; Anderson et al., 2002). Pozitivní vliv vápníku, který patří mezi prvky usnadňující melanogenezi, byl prokázán u zebřičky pestré (*Taeniopygia guttata*) nebo sovy pálené (*Tyto alba*). Jeho vyšší hladina způsobila kvalitnější vyjádření melaninových znaků (McGraw, 2007; Roulin et al., 2006). Tudíž by mohla být větší plocha ornamentu u divokých koroptví ovlivněna i skladbou potravy, která je v přírodě pravděpodobně pestřejší, než u chovných ptáků. Ti sice nejsou vystaveni nedostatku, ale jejich krmná dávka může být nevyvážená. Na velikosti ornamentu u chovných koroptví se může negativně projevit i stres (Liukkonen-Attila et al., 2002). Kromě jmenovaných faktorů nelze vyloučit ani vliv predace nebo klimatu. Tato práce se ovšem zabývá rozdíly ve vyjádření kondičních znaků, nikoliv tím, které faktory je způsobují. Nemůžeme je ovšem vyloučit, protože jsme je nesledovali.

Délka tarsu se používá jako jeden z ukazatelů zjištěné tělesné kondice jedince. Odráží celkovou velikost a má přímou souvislost s dostupností potravy a působením dalších příznivých či nepříznivých vlivů, jako je např. predace nebo napadení parazity (Browne et al., 2005). Délka tarsu vyjadřuje přitom především kondici dosaženou před ukončením tělesného růstu (Stejskalová, 2001), kdy jsou nároky na množství a kvalitu potravy největší (Green, 1984; Pépin et al., 2008; Červený a kol., 2004), čímž by divoké koroptve mohly být v narušeném prostředí znevýhodněny. Nutnost vyrovnat se s různými stresovými faktory jako je třeba nedostatek potravy, parazitismus nebo nepříznivé klimatické podmínky, mohla negativně ovlivnit délku tarsu u divokých koroptví. Tuto myšlenku podporuje skutečnost, že chovní ptáci měli tarsus delší. To může poukazovat na lepší dostupnost potravy a ovlivnění celkového tělesného vzrůstu (Hill, 2006; Hill et al., 2009). V chovech by mohlo mít na koroptve vliv i zkrmování průmyslových směsí, které bývají obohacovány antibiotiky a růstovými hormony (Collignon et al., 2005).

Z porovnání růstových proužků vyplývá, že chovní ptáci je měli o něco širší, ale tento rozdíl nebyl nijak významný. Rychlost růstu pera a denních přírůstků je ovlivňována mnoha faktory jako je věk, pohlaví, klimatické podmínky, stres a dostatek kvalitní potravy, který může být závažným limitujícím prvkem (Grubb, 2006), jak potvrdila studie provedená například u brhlíka lesního (*Sitta europaea*). Autor v ní

dokázal pozitivní vliv zvýšeného příjmu potravy na šířku růstových proužků (Nilsson, 1994). Vliv na tvorbu pera má i délka světelného dne a hormonální změny, což dokázala studie provedená na vrabcích (White et Kennedy, 1992). Oba tyto faktory ovšem nesouvisí s příjmem potravy a energetickými výdaji (Grubb, 2006). Nedostatek ve výživě se projevuje okamžitým zpomalením růstu pera a je v přímé úměře (Murphy et King, 1991; Grubb, 1992), což by mohlo mít vliv u divokých koroptví. Aby k tomuto projevu došlo, musí být strádání značné. To bylo prokázáno pokusem u sýkory karolinské (*Poecile carolinensis*), kde mělo vliv na zpomalení růstu pera a šířku proužků až snížení krmné dávky o 20 % (Grubb, 2006). Murphy et King (1991) uvádí, že krátkodobý potravní stres se sice projeví na šířce proužků, ale nijak se přitom neodrazí na kondici jedince. Záznam, který proužky nesou, poskytuje informaci o kondici jedince v době přepeřování až do dalšího pelichání. Takže nevypovídá nic o změnách kondice mimo toto období (Grubb, 2006). Dalšími faktory, které mohou mít negativní vliv na šířku růstových proužků u divokých koroptví, jsou nepřízeň počasí, výskyt parazitů či predace. U chovných koroptví můžeme příjem potravy jako omezující faktor vyloučit. Zde se nabízí spíše chronický stres způsobený přítomností člověka či přílišnou koncentrací jedinců na omezené ploše (Murphy, 1992; Talleon et al., 2008).

Při porovnání historických vzorků rozdělených do tří skupin nebyly zjištěny výrazné rozdíly ani u jednoho ze sledovaných znaků, což může být způsobeno několika příčinami. Při sběru dat jich nebyl nashromážděn dostatečný počet pro následné statistické zpracování. Navíc nebylo známo stáří jedinců v době úhynu a u některých ani pohlaví. Oba tyto údaje se přitom podílejí na vyjádření kondičních znaků (Lattin et al., 2011), jak bylo experimentálně prokázáno například u brhlíka lesního (*Sitta europaea*) (Grubb et Cimprich, 1990). Důležitým kritériem, které neznáme, je příčina úhynu. Může se totiž jednat o jedince, které získala muzea z odstřelů, takže tito ptáci mohli být v dobrém zdravotním stavu s kvalitním vyjádřením kondičních znaků, nebo se naopak může jednat o nalezené mrtvé jedince. U těch můžeme předpokládat přirozenou smrt věkem, což není v přírodě obvyklé, nebo pravděpodobnější důvod oslabení organismu parazity či jinou nákazou. V obou případech by kondiční znaky měly značně zkreslenou vypovídací hodnotu o celé populaci. Určitý dopad mohl mít na historické populace náhlý úbytek koroptví, který nastal po roce 1935 a pokračoval až do devadesátých let, kdy se stavy mírně zvýšily (Hromas, 1995; Šťastný et al., 2006). Vlivem snížení početních stavů dochází ke zhoršení kondice celé populace. Následkem inbreedingu, genetického driftu a snížení heterogenity dochází ke ztrátě genetické diverzity. Zapojení

chovných jedinců do reprodukce může opět způsobit ztrátu genetické informace a do divoké populace zanést špatně adaptovatelné genotypy. Vzhledem k nízké míře přežívání chovných jedinců je u koroptví toto riziko malé (Čížková et al., 2012; Anderson et Kahlert, 2012).

## 8 Závěr

Koroptev polní jakožto pták kulturní krajiny se ještě na začátku 20. století šířila s rozmachem zemědělství. Od roku 1935 byl zaznamenán pokles populace zprvu zapříčiněný tuhými zimami (Hromas, 1995). Tuto populační krizi prohloubily změny v zemědělství, které se dostavily s nástupem kolektivizace. Nadměrné užívání insekticidů a pesticidů znamenalo pro koroptve redukci potravních zdrojů (Reynolds et Tapper, 1996). Přerod malých územních celků ve velké lány se projevil ztrátou přirozených úkrytů a lokalit vhodných ke sběru potravy (Green, 1984). V důsledku těchto změn se v průběhu 50. let snížil počet koroptví o 20-80 % v závislosti na kvalitě lokality výskytu (Sekera, 1959).

Bohužel pokles populace nebyl zaznamenán pouze na území České republiky, ale tento trend byl celosvětový (Johnsgard, 1988). K nízkému nárůstu populace došlo na našem území koncem 90. let (Šťastný et al., 2006). Pro zjištění současného stavu populací byl proveden výzkum a porovnány zjištěné rozdíly mezi divokými i chovnými koroptvemi, a také historickými trendy. Zjištěný rozdíl ve velikosti plochy melaninového prsního ornamentu a délky tarsu může ukazovat na to, že divoké koroptve jsou v horší kondici, protože jsou vystaveny přírodním podmínkám, to znamená nekvalitní zdroje potravy (období tělesného růstu), predační tlak, negativní klimatické vlivy. Chovní ptáci těmto vlivům vystaveni nejsou. Navíc je možné, že jejich delší tarsi jsou důsledkem kvalitnějšího složení potravy nebo dotace růstových hormonů v krmivech (Collignon et al., 2005).

Při porovnání růstových proužků nebyl zjištěn zásadní rozdíl mezi divokou a chovnou populací, ani mezi historickými vzorky. Jako fakt musíme vzít v úvahu i skutečnost, že růstové proužky vypovídají o aktuální kondici jedince v době přepeřování a tuto informaci nesou až do dalšího pelichání. Tudíž nevypovídají o případném strádání či změně kondice mimo toto období.

Při porovnání historických populací nebyl nalezen významný rozdíl ani u jednoho sledovaného znaku. Nepopíratelně se na výsledcích negativně projevil nedostatečný počet vzorků, neznalost jejich původu, věku a mnohdy i pohlaví.

Naše výstupy přesto mohou mít praktický význam při vypouštění odchovaných koroptví do volné přírody. K tomuto účelu by měly být použiti jedinci vhodné kvality se snahou napodobit přirozený výběr. Toto podporuje skutečnost, že ptáci z faremních

chovů často nejsou schopni přežít v přírodních podmínkách (Liukkonen-Attila et al., 2002), což potvrzuje řada pokusů o repatriaci, které byly na území České republiky většinou neúspěšné (Řezáč a Strnad, 2000; Pintíř et al., 2000). Tato selhání mohla být způsobena rozdílným selekčním tlakem mezi populací chovných a volně žijících koroptví, což částečně potvrzují výsledky diplomové práce.

## 9 Použitá literatura

**AEBISHER, N. J., 1997:** Game birds: management of the grey partridge in Britain, Conservation and the Use of Wildlife Resources . Conservation Biology Series, Chapman & Hall, University press, Cambridge, UK, P. 131–151.

**AEBISHER, N.J., EWALD J.E., 2004:** Managing the UK grey partridge *Perdix perdix* recovery: population change, reproduction, habitat and shooting. *Ibis* 146:181–191

**AEBISHER, N. J., KAVANAGH B., 1997:** Grey partridge . W. J. M. Hagemeyer, M. J. Blair (Eds.). The EBCC atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. Poyser. Great Britain. P. 212–213.

**ALMASI, B., ROULIN, A., KORNER-NIEVERGELT, F., JENNI-EIERMANN, S., JENNI, L., 2012:** Coloration signals the ability to cope with elevated stress hormones: effects of corticosterone on growth of barn owls are associated with melanism. *J. Evol. Biol.* 25 (6): 1189-1199.

**AL-MURRANI, W. K., AL-RAWI, A. J., AL-HADTHI, M. F., AL-TIKRITI, B., 2006:** Association between heterophil/lymphocyte ratio, a marker of resistance to stress and some production and fitness traits in chickens. *British Poultry Science* 47 (4): 443-448.

**AMUNDSEN, T. et PÄRN, H., 2006:** Female coloration: Review of functional and nonfunctional hypotheses. 280–345. *Bird Coloration*, vol. 2: Function and Evolution. Hill, G. E. and K. J. McGraw, editors. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts

**ANDERSEN, L.W., KAHLERT, J., 2012:** Genetic indications of translocated and stocked grey partridges (*Perdix perdix*): does the indigenous Danish grey partridge still exist?. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105. s.694-710.

**ANDERSON, P. J. B., ROGERS, Q. R., MORRIS, J. G., 2002:** Cats require more dietary phenylalanine or tyrosine for melanin deposition in hair than for maximal growth. *J. Nutr.* 132, 2037–2042.

**ANONYM, 2012:** BirdLife International 2012. *Perdix perdix*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

**BADYAEV, A.V. et HILL, G.E., 2000:** Evolution of sexual dichromatism: contribution of carotenoid- versus melanin-based colouration. *Biol.J. Linn. Soc.* 69: 153-172

**BÁLDI, A., FARAGÓ, S., 2007:** Long-term changes of farmland game populations in a post-socialist country (Hungary). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 307-311

**BEANI L. et DESSI-FULGHERI F., 1995:** Mate choice in grey partridge, *Perdix perdix*: role of physical and behavioural male traits . *Animal Behavior* 49: 347-356.

**BEANI, L., DESSI-FULGHERI, F., 1998:** Anti-predator behaviour of captive Grey Partridges (*Perdix perdix*). *Ethology Ecology & Evolution* 10: 185-196.

**BLAŽKOVÁ P., ŠÁLEK M., 2007:** Predace koroptve polní (*Perdix perdix*) v zemědělské a suburbánní krajině. *Sluka* 4: 17-29.

**BOUCHNER, M., 1989:** Kapesní atlas ptáků. SPN. Praha.. 251 s. 14-530-89

**BRO, E., ARROYO, B., MIGOT, P., 2006:** Conflict between Grey Partridge *Perdix perdix* hunting and Hen Harrier *Circus cyaneus* protection in France: a review. *Wildlife Biology* 12: 233-247.

**BRO, E., MAYOT, P., CORDA, E., REITZ, F., 2004:** Impact of habitat management on grey partridge populations: assessing wildlife cover using a multisite BACI experiment. *Journal of Applied Ecology* 41: 846-857

**BRO, E.,REITZ, F., CLOBERT, J., MIGOT, P., MASSOT, M., 2001:** Diagnosing the environmental causes of the decline in Grey Partridge *Perdix perdix* survival in France. Ibis 143: 120-132

**BROWN, D. R., STRONG, C. M., STOUFFER, P. C., 2002:** Demographic effects of habitat selection by hermit thrushes wintering in a pine plantation landscape. J. Wildl. Manage. 66: 407-416.

**BROWNE, S.J., AEBISCHER, N.J., MOREBY, S.J., TEAGUE, L., 2005:** The diet and disease susceptibility of grey partridges *Perdix perdix* on arable farmland in East Anglia, England. - Wildl. Biol. 2: 3-0

**BUNER, F.D., BROWNE, S.J., AEBISCHER, N.J., 2011:** Experimental assessment of release methods for The re-establishment of a red-listed galliform, The grey partridge (*Perdix perdix*). Biological Conservation 144: 593-601

**BUNER, F. D., JENNY, M., ZBINDEN, N., NEAF-DAENZER, B., 2005:** Ecologically enhanced areas - a key habitat structure for re-introduced grey partridges *Perdix perdix*. Biological Conservation 124: 373-381

**CARBONELL, R. et TELLERIA, J. L., 1999:** Feather traits and ptilochronology as indicators of stress in Iberian Blackcaps (*Sylvia atricapilla*). Bird Study 46: 243–248.

**CARLSON, A., 1998:** Territory quality and feather growth in the White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*). J. Avian Biol. 29: 205–207.

**CARROLL J. P., 1990:** Winter and spring survival of radio-tagged Grey Partridge in North Dakota. Journal of Wildlife Management 54: 657-662

**COLLIGNON, P., WEGENER, H. C., BRAMM, P., BUTLER, C. D., 2005:** The Routine Use of Antibiotics to Promote Animal Growth Does Little to Benefit Protein Undernutrition in the Developing World. Oxford Journals 41 (7):1007-1013.



**CRAMP, S., SIMMONS K.E.L., 1979:** Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: Hawks to Bustards v.2. Oxford University Press. Oxford

**CRAMP, S., SIMMONS, K.E.L., 1980:** Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa The Birds of the Western Palearctic, vol. 2. Oxford University Press, Oxford.

**ČERVENÝ, J. a kol., 2004:** Encyklopedie Myslivosti. Ottovo nakladatelství - Cesty Praha.. 591 s. ISBN 80-7181-901-8

**ČÍŽKOVÁ, D., JAVŮRKOVÁ, V., CHAMPAGNON, J., KREISINGER, J. 2012:** Duck's not dead: Does restocking with captive bred individuals affect the genetic integrity of wild mallard (*Anas platyrhynchos*) population? Biological Conservation 152: 231-240.

**DE LEO, G.A., FOCARDI, S., GATTO, M., CATTADORI, I.M., 2004:** The decline of the grey partridge in Europe: Comparing demographies in traditional and modern agricultural landscapes. Ecol Model 177:313–335

**DEL HOYO, J., 1994:** Handbook of The Birds of The World. Vol. 2 New World Vultures to Guinea-fowl. Lynx Edicions. Barcelona. 640 s. ISBN 84-87334-15-6

**DUCREST, A.-L., KELLER, L., ROULIN, A., 2008:** Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes. Trends in Ecology & Evolution 23: 502–510.

**EEVA, T., LEHIKONEN, E., RÖNKA, M., 1998:** Air pollution fades the plumage of the great tit. Functional Ecology 12: 607-612.

**EVANS, K. L., 2004:** The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. Ibis 146: 1-13.

**FELIX, J., 1980:** Zvířata celého světa 8. Bažanti a ostatní hrabaví. SZN Praha. 188 s. 07-111-80

**FIGALA, J., PRCHALOVA, J., TESTER, J.R., 2001:** Gis assessment of the decline of gray partridge (*Perdix perdix*) nesting habitat in the Elbe River lowlands, the Czech Republic, 1949–1996. *Ekologia-Bratislava* 20 (2) :209–218

**FITZE, P. S., RICHNER, H., 2002:** Differential effects of a parasite on ornamental structures based on melanins and carotenoids. *Behavioral Ecology* 13: 401-407

**GALVÁN, I., ALONSO-ALVAREZ, C., 2009:** The expression of melanin-based plumage is separately modulated by exogenous oxidative stress and a melanocortin. *Pro. Biol. Sci.* 276: 3089-3097.

**GIENAPP, P. et MERILA, J., 2010:** Genetic and environmental effects on a condition-dependent trait:feather growth in Siberian jays. *J. EVOL. BIOL.* 23: 715–723

**GONZALES, G., SORCI, G., De LOPE, F., 1999:** Seasonal variation in the relationship between cellular immune response and badge size in male house sparrows (*Passer domesticus*). *Behav. Ecol. Sociobiol* 46: 117-122.

**GOSLER, A., 1994:** Atlas ptáků světa. Příroda a.s. Bratislava. 389 s. ISBN 80-07-00669-9

**GREEN, R.E., 1984:** The Feeding Ecology and Survival of Partridge Chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on Arable Farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology* 21; 817-830.

**GRIFFITH, S.C., PARKER, T.H., OLSON, V.A., 2006:** Melanin- versus carotenoid-based sexual signals: is the difference really so black and red?. *Elsevier* 71: 749-763.

**GRUBB, T. C., 1992:** A consideration of some empirical results and assumptions. *The Auk* 109: 673-676.

**GRUBB, T. C., 2006:** Ptilochronology. Feather Time and the Biology of Birds. Oxford University Press Inc. New York. s. 176. ISBN 0-19-929550-6

**GRUBB, T. C. Jr et CIMPRICH, D. A., 1990:** Supplementary food improves the nutritional condition of wintering woodland birds evidence from ptilochronology. *Ornis Scand.* 21: 277–281.

**HILL, G.E., 2006:** Female mate choice for ornamental coloration. In: Hill, G. E. et McGraw K. J. (eds): *Birds Coloration. Volume 2. Function and Evolution.* Harvard University Press, Cambridge: 137-201.

**HILL, G.E. et BRAWNER, W.R., 1998:** Melanin-based plumagecoloration in the house finch is unaffected by coccidial infection. *Proceedings of the Royal Society of London, B* 265: 1105-1109

**HILL, G. E., HOOD, W. R., HUGGINS, K., 2009:** A multifactorial test of the effects of carotenoid access, food in take and parasite load on the production of ornamental feathers and bill coloration in American goldfinches. *The Journal of Experimental Biology* 212: 1225-1233.

**HROMAS, J., 1995:** Koroptev v Českých zemích dříve a nyní. *Lesnictví-Forestry.* č. 1, s. 11-18. ISSN 1212-4834.

**HUDEC, K., 1990:** *A Guide to Birds - How to identify birds in The Wild.* Aventium. Praha. 294 s. ISBN 158-051-6219.

**HUDEC K., ŠŤASTNÝ, K a kol., 2005:** *Fauna ČR Ptáci 2/1.* Academia. Praha. 572 s. ISBN 80-200-1114-5.

**CHAMBERLAIN, D.E., FULLER, R.J., 2001:** Contrasting patterns of change in the distribution and abundance of farmland birds in relation to farming system in lowland Britain. *Global Ecology and Biogeography*, 10, 399–409.

**CHIVERTON, P.A., 1999:** The benefits of unsprayed cereal crop margins to grey partridges *Perdix perdix* and pheasants *Phasianus colchicus* in Sweden. *Wildlife Biol* 5:83–92

**CHURCH, K. E., 1993:** Survival and nesting biology of translocated grey partridge (*Perdix perdix*) in New York State, U.S.A. *GibierFaune Sauvage*. 10. P. 281–291.

**JAWOR, J. M. et BREITWISCH, R., 2003:** Melanin ornaments, honesty, and sexual selection. *The Auk* 120: 249-265.

**JENKINS, K. D., HAWLEY, D. M., FARABAUGH, C. S., CRISTOL, D. A., 2001:** Ptilochronology reveals differences in condition of captive White-throated Sparrows. *Condor* 103: 579–586.

**JOHNSGARD, P.A., 1988:** Quails, Partridges and Francolins of the World. United States - Oxford university Press, New York, 264 s., ISBN 0-19-857193-3

**JONSSON, L. 2003:** Birds of Europe. AQC Black Publisher Ltd. London. 559 s. ISBN 0-7136-5238-1

**KASINA, J., 2002:** Úprava krajiny nejen pro koroptve polní. *Myslivost*. 2002. 10. S. 20–21.

**KLANSEK, E., 2002:** Effects of landscape structure on *Perdix perdix* in Austria; outline and outlook. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 48: 340-345.

**KLASING, K.C., 1998:** Comparative Avian Nutrition (Wallingford, Oxon: CAB International).

**KOKEŠ, O., KNOBLOCH, E., 1947:** Koroptev, její život, chov a lov. Nakladatelství Studentské Knihtiskárny. Praha. 248 s.

**KUIJPER, D.P.J., OOSTERVELD, E., WYMENGA, E., 2009:** Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population- a review; *European Journal of Wildlife Research* 55; 455-463.

**LATTIN, CH. R., REED, J. M., DesROCHERS, D. W., ROMERO, L. M., 2011:** Elevated corticosterone in feathers correlates with corticosterone-induced decreased feather quality: a validation study. *J. Avian Biol.* 42: 247-252.

**LEPŠ, J. Š., 1996:** Biostatistika. Jihočeská univerzita České Budějovice. s. 166.

**LIMA, S. L., 1995:** Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group size effect. *Animal Behaviour* 49: 11-20.

**LIUKKONEN-ATTILA, T., UIMANIEMI, L., ORELL, M., LUMME, J. 2002:** Mitochondrial DNA variation and the phylogeography of the grey partridge (*Perdix perdix*) in Europe: from Pleistocene history to present day populations. *Journal of Evolutionary Biology*, 15: 971-982.

**MANOLIS, J. C., ANDERSEN, D. E. & CUTHBERT F. J., 2002:** Edge effect on nesting success of ground nesting birds near regenerating clearcuts in a forest-dominated landscape. *The Auk* 119: 955-970

**McDOWELL, L. R., 2003:** Minerals in Animal and Human Nutrition, 2nd edn. London: Elsevier.

**McGRAW, K. J., 2006:** Mechanics of carotenoid-based coloration. In: Hill, G.E. et McGraw, K.J. (eds): *Bird Coloration. Volume 1. Mechanisms and Measurements.* Harvard University Press, Cambridge: 243-295

**McGRAW, K. J., 2007:** Dietary mineral content influences the expression of melanin-based ornamental coloration. *Behavioral Ecology* 18: 137-142

**McGRAW, K. J., 2008:** An update on the honesty of melanin-based color signals in birds. *Pigment Cell and Melanoma Research* 21: 133-138.

**McGRAW, K. J., MACKILLOP, E. A., DÁLE, J., HAUBER, M. E., 2002:** Different colors reveal different information: how nutritional stress affect the expression of melanin and structurally based ornamental plumage. *The Journal of Experimental Biology* 205: 3747-3755.

**MERIGGI, A., BRANGI, A., CUCCUS, P. & MAZZONI DELLA STELLA, R., 2002:** High mortality rate in a re-introduced Grey Partridge population in central Italy. Italian Journal of Zoology 69: 19-24

**MERIGGI, A., MONTAGNA, D., ZACCHETTI, D., 1991:** Habitat use by partridges (*Perdix perdix* and *Alectoris rufa*) in area of northern apennines, Italy. Italian Journal of Zoology 58; 1-85-89

**MOREBY, S.J., AEBISCHER, N.J., SOUTHWAY, S., 2006:** Food preferences of grey partridge chicks, *Perdix perdix*, in relation to size, colour and movement of insect prey.; Animal behaviour 71, 871-878

**MORRIS, J. G., YU, S., et ROGERS, Q.R., 2002:** Red hair in black cats is reversed by addition of tyrosine to the diet. J. Nutr. 132: 1646–1648.

**MOUGEOT, F., PÉRÉZ-RODRIGUEZ, L., SUMOZAS, N., TERRAUBE, J., 2009:** Parasites, condition, immune responsiveness and carotenoid-based ornamentation in male red-legged partridge *Alectoris rufa*. Journal of Avian Biology 40: 67-74.

**MUNDY, N. I., 2006:** Genetic basis of color variation in wild birds. In: Hill, G. E. et McGraw K. J. (eds): Bird Coloration. Volume 1. Mechanisms and Measurements. Harvard University Press, Cambridge: 469-507.

**MURPHY, M. E., 1992:** Ptilochronology: Accuracy and Reliability of the Technique. The Auk 109(3): 676-680.

**MURPHY, M. E., KING, J. R., 1991:** Ptilochronology: a critical evaluation of assumptions and utility. The Auk 108: 695-704.

**MURPHY, M. E. et KING, J. R., 1982:** Amino acid composition of the plumage of the white-crowed sparrow. Condor 84: 435-438.

**MURPHY, M. E., KING, J. R., TARUSCIO, T. G. and GEUPEL, G. R., 1990:** Amino acid composition of feather barbs and rachises in three species of Pygoscelid penguins: nutritional implications. *Condor* 92: 913–921.

**NEUMAN S., 2008:** Plán opatření a koncepce podpory ohroženého druhu koroptve polní (*Perdix perdix*) v honitbě LUKA Předměřice.

**NILSSON, J.Å. 1994:** Energetic stress and the degree of fluctuating asymmetry-implications for a long-listing honest signal. *Evolutionary Ecology* 8: 248-255.

**NORRIS, K., 1990:** Female choice and the quality of parental care in the great tit *Parus major*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 27: 275-281

**NOVOA, C., AEBISCHER, N. J. & LANDRY, P., 2002:** Upland habitat use by Pyrenean Grey Partridges *Perdix perdix hispaniensis* during the breeding season. *Wildlife Biology* 8: 99-108.

**NOVOA, C., DUMAS, S. & RESSEGUIER, J., 2006:** Home-range size of Pyrenean Grey Partridges *Perdix perdix hispaniensis* during the breeding season. *Wildlife Biology* 12: 11-18.

**OTÁHAL, I., 2007:** Desetileté zkušenosti s péčí o koroptve polní na Novojičínsku. Sborník referátů. Myslivecká konference-zlepšování životních podmínek drobné zvěře v Moravskoslezském kraji. s. 22-24

**PANEK, M., 1997:** The effect of agricultural landscape structure on food resources and survival of grey partridge *Perdix perdix* chicks in Poland. *Journal Ecologi* 34; 787-792

**PARISH, D. M. B., SOTHERTON, N. W., 2007:** The fate of released captive-reared grey partridges *Perdix perdix*: implications for reintroduction programmes. Nordic Board for Wildlife Research. *Wildlife Biology* 13 (2): 140-149.

**PECINA, P., 1994:** Metodika repatriace koroptve polní (*Perdix perdix*). *Bohemia centralis* 23:129-145.

**PÉPIN, D., BIRKAN, M., ANGIBAULT, J., 2008:** Factors affecting changes in Grey Partridge population dynamics in a French arable farmland over an eleven-year period. *European Journal of Wildlife Research* 54: 179-187.

**PÉREZ-RODRIGUEZ, L., VIÑUELA, J., 2008:** Carotenoid-based bill and eye ring coloration as honest signals of condition: an experimental test in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Naturwissenschaften* 95: 821-830

**PEREZ-TRISSET, J., CARBONELL, R., TELLERIA, J. L., 2000:** Abundance distribution, morphological variation and juvenile condition of robins, *Erithacus rubecula* (L.), in their Mediterranean range boundary. *J. Biogeogr.* 27: 879–888.

**PINTÍŘ, J., ŠÁLEK, M., MARHOUL, P., 2000:** Analýza predáčního tlaku na divokou a uměle odchovanou populaci koroptve polní (*Perdix perdix*) v pokusné lokalitě Praha – Stodůlky. In: Sborn. ref. Predátoři v myslivosti 2000, Hranice 1.-2.9. 2000: 156-161.

**POSTON, J. P., HASSELQUIST, D., STEWART, I. R. K., WESTNEAT, D. F., 2005:** Dietary amino acids influence plumage traits and immune responses of male house sparrows, *Passer domesticus*, but not as expected. *Anim. Behav.* 70: 1171–1181.

**POTTS, G. R., 1980:** The effects of modern agriculture, nest predation and game management on the population ecology of partridges. *Advances in Ecological Research*, 11: 1-82.

**POTTS, G. R. et AEBISCHER, N. J. 1994:** Population dynamics of the Grey Partridge *Perdix perdix* 1793-1993: monitoring, modelling and management. *Ibis* 137: 29-37.

**PRICE, T. D., 2006:** Phenotypic plasticity, sexual selection and the evolution of colour patterns. *The Journal of Experimental Biology* 209:2368-2376.

**PROTA, G., 1992:** *Melanins and Melanogenesis*. San Diego, CA: Academic Press.



**PUTAALA, A. et HISSA, R., 1995:** Effects of hand-rearing on physiology and anatomy in the grey partridge. *Wildlife Biology* 1: 27-31.

**PUTAALA, A. & HISSA, R., 1998:** Breeding dispersal and demography of wild and handreared Grey Partridges *Perdix perdix* in Finland. *Wildlife Biology* 4: 137-145.

**PUTAALA, A., HOHTOLA, E., HISSA, R., 1995:** The effect of group size on metabolism in huddling grey partridge (*Perdix perdix*). *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 111B. 243-247

**RANTANEN, E., BUNER, F., RIORDAN, P., SOTHERTON, N., MacDONALD, D., 2010:** Habitat preferences and survival in wildlife reintroductions: an ecological trap in reintroduced grey partridges. *Journal of Applied Ecology* 47: 1357-1364

**REYNOLDS, J. C. and TAPPER, S. C., 1996:** Control of mammalian predators in game management and conservation. *Mammal Review* 26 2/3; 127-156

**ROČEK, Z., 2002:** Historie obratlovců, evoluce, fylogeneze, systém. Academia. Praha. 512 s. ISBN 80-200-0858-6

**ROULIN, A., DAUWE, T., BLUST, R., EENS, M., and BEAUD, M., 2006:** A link between eumelanism and calcium physiology in the barn owl. *Naturwissenschaften* 93: 426–430.

**ROULIN, A., GASPARINI, J., BIZE, P., RITSCHARD, M., RICHNER, H., 2008:** Melanin-based colorations signal strategies to cope with poor and rich environments. *Behavioral Ecology Sociobiology* 62: 507-519.

**ROULIN, A., RIOLS, C., DIJKSTRA, C., DUCREST, A. - L., 2001:** Female plumage spottiness signals parasite resistance in the barn owl (*Tyto alba*). *Behavioral Ecology* 12: 103–110.

**ŘEZÁČ, J., STRNAD, L., 2000:** Záchrana koroptve polní pomocí rodičovských párů. Myslivost 3:26–27.

**SEDLÁČEK, K., DONÁT, P., ŠŤASTNÝ, K., RANDÍK, A., HUDEC, K., VARGA, J., 1989:** Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSSR, díl 1 Ptáci, s.180, Státní zemědělské nakladatelství., Praha, ISBN80-209-0036-5

**SEKERA, J., 1959:** Příčiny kolísání a klesání stavu koroptví v ČSR. Sborník ČSAZV-LESNICTVÍ. roč. 5. číslo 5., ČSAZV Praha., s.493-500.

**SENAR, J.C., 1999:** Plumage coloration as a signal of social status. In: International Ornithological Congress (eds N.J. Adams & R. Slotow, Bird Life South Africa, Durban, South Africa), Vol. 22: 1669-1686.

**SIEFFERMAN, L. et HILL, G. E., 2003:** Structural and melanin coloration indicate parental effort and reproductive success in male eastern bluebirds. Behavioral Ecology 14: 855-861

**SKLENIČKA, P., 2003.:** Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha., 321 s. ISBN 80-903206-1-9

**SLANÝ, J., 1947:** Koroptev a orebice jako lovní ptáci. Tiskové a nakladatelské podniky Zář. Brno., 150 s.

**SMITH, L.M., HUPP, J.W., RATTI, J.T. 1982:** Habitat use and home range of grey partridge in Eastern South Dakota. The Journal of Wildlife Management 46 (3); 580-587

**SOKOS, CH. K., BIRTSAS, P. K., TSACHALIDIS, E. P., 2008:** The aims of galliforms and choice of techniques. Nordic Board for Wildlife Research. Wildlife Biology 14 (4): 412-422

**STEJSKALOVÁ, L. 2001:** Odhad tělesné kondice u ptáků - literární přehled. *Sylvia* 37:3-16

**STRATFORD, J. A. et STOUFFER, P. C., 2001:** Reduced feather growth rates of two common birds inhabiting central Amazonian forest fragments. *Conserv. Biol.* 15: 721–728.

**SVOBODOVÁ, J., GABRIELOVÁ, B., SYNEK, P., MARIK, P., VANĚK, T., ALBRECHT, T., VINKLER, M., 2013:** The health signalling of ornamental traits in the Grey Partridge (*Perdix perdix*). *Journal of Ornithology* 15. (3): 717

**ŠÁLEK, M., 1998:** Pták roku 1998 - koroptev polní. Vydala Česká společnost ornitologická. Printes Praha.

**ŠÁLEK M., MARHOUL P., PINTÍŘ J., 2002:** Rychlost párování, poměr pohlaví a věková struktura pražské populace koroptve polní (*Perdix perdix*) během února 2000–2002. *Sylvia* 38. 29–40.

**ŠÁLEK, M., MARHOUL, P., PINTÍŘ, J., KOPECKÝ, T., SLABÝ, L., 2004:** Importance of unmanaged wasteland patches for the grey partridge *Perdix perdix* in suburban habitats. *Acta Oecologica*, 25: 23-33.

**ŠŤASTNÝ, K. BEJČEK, V. HUDEC, K., 2006:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum, Praha.. 463 s. ISBN 80-86858-19-7

**TAKAKI, Y., EGUCHI, K., NAGATA, H., 2001:** The growth bars on tail feathers in the male Styan's Grasshopper Warbler may indicate quality. *J. Avian Biol.* 32: 319–325.

**TALLOEN, W., LENS, L., Van DONGEN, S., MATTHYSEN, E., 2008:** Feather development under environmental stress: lead exposure effects on growth patterns in Great Tits *Parus major*. *Bird Study* 55: 108–117.

**TAPPER, S. C., POTTS, G. R., BROCKLESS, M. H., 1996:** The effect of an experimental reduction in predation pressure on the breeding success and population density of Grey Partridge *Perdix perdix*. *Journal of Applied Ecology* 33: 965-978.

**TILLMANN, J. E., 2009:** Fear of the dark: night-time roosting and anti-predation behaviour in the Grey Partridge (*Perdix perdix* L.). *Behaviour* 146: 999-1023.

**TORTOREC, E. L., HELLE, S., SUORSA, P., SIRKIÄ, P., HUHT, E., NIVAL, V., HAKKARAINEN, H., 2012:** Feather growth bars as a biomarker of habitat fragmentation in the Eurasian treecreeper. *Ecological Indicators* 15: 72–75

**VANGESTEL, C. et LENS, L., 2006:** Fluctuating asymmetry and ptilochronology as phenotypic markers of food stress in the House Sparrow. *J. Ornithol.* 147: 20.

**VEIGA, J. P., PUERTA, M., 1996:** Nutritional constraints determinate the expression of a sexual trait in the house sparrow, *Passer domesticus*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 26 (3): 229-234.

**VESELOVSKÝ, Z., 1992:** Chováme se jako zvířata?. *Panorama*. Praha. s.247. ISBN80-7038-240-6

**VESELOVSKÝ, Z., 2001:** *Obecná ornitologie*. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky. Praha.. 357 s. ISBN 80-200-0857-8

**VICKERY, J.A., FEBER, R.E., FULLER, R.J., 2009:** Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133: 1-13.

**VODŇANSKÝ, M. 2001:** Příčiny úbytku koroptví a bažantů. *Myslivost* 6: 12-13

**WATSON M., AEBISCHER N. J. & CRESSWELL W., 2007a:** Vigilance and fitness in Grey Partridges *Perdix perdix*: the effects of group size and foraging-vigilance trade-offs on

predation mortality. *Journal of Animal Ecology* 76: 211-211.

**WATSON, M., AEBISCHER, N. J., POTTS, G. R., EWALD, J. A., 2007b:** The relative effects of raptor predation and shooting on overwinter mortality of Grey Partridges in the United Kingdom. *Journal of Applied Ecology* 44: 972-982.

**WHITE, D. W. et KENNEDY, E. D., 1992:** Growth of induced feathers in photostimulated American Tree Sparrows. *Condor* 94: 543-545.

**YOSEF, R. et GRUBB, T. C. Jr., 1992:** Territory size influences nutritional condition in nonbreeding loggerhead shrikes (*Lanius ludovicianus*) – a ptilochronology approach. *Conserv. Biol.* 6: 447–449.

**ZITSKE, B. P., BETTS, M. G., DIAMOND, A. W., 2011:** Negative Effects of Habitat Loss on Survival of Migrant Warblers in a Forest Mosaic. *Conserv Biol* 25: 992-1001.