

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra zoologie**



**Explorační strategie sýkor (*Paridae*) a jejich  
reakce na neznámou potravu**

Exploratory strategies and reactions to novel prey in tits  
(*Paridae*)

**Dana Ježová**

Vedoucí práce: Mgr. Exnerová Alice PhD.

Diplomová práce

2008

Poděkování: Na tomto místě bych chtěla především poděkovat své školitelce Mgr. Alici Exnerové PhD., která se mi po celou dobu intenzivně věnovala. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Lucii Fuchsové, Mgr. Kateřině Svádové a Pavlu Pipkovi za pomoc při práci v terénu péči o pokusná zvířata. V neposlední řadě mé poděkování patří také celé mé rodině a přátelům za nezbytnou trpělivost a pomoc ve všech směrech.

Práce vznikla za podpory grantového projektu GAČR 206/07/0507, téma spadá pod VZ 0021620828.

**Prohlašuji, že jsem práci vypracovala sama s použitím citované literatury.**

# Obsah

Úvod .....	4
<b>Explorační strategie a reakce na neznámou potravu u sýkor modřinek (<i>C. caeruleus</i>)</b>	
1. Faktory ovlivňující explorační chování a reakce na neznámou potravu .....	8
1.1. Personalita .....	8
1.2. Aposematismus, neofobie a potravní konzervatismus .....	11
2. Biologie vybraných druhů .....	15
2.1. Sýkora koňadra ( <i>Parus major</i> ) .....	15
2.2. Sýkora modřinka ( <i>Cyanistes caeruleus</i> ) .....	16
2.3. Ruměnice pospolná ( <i>Pyrrhocoris apterus</i> ) .....	17
3. Cíle práce .....	18
4. Materiál a metodika .....	19
4.1. Testování ptáci .....	20
4.1.1. Mláďata .....	20
4.1.2. Dospělí ptáci .....	20
4.2. Ploštice .....	21
4.3. Typy použitých klecí .....	21
4.4. Sada exploračních testů .....	22
4.4.1. Dechový test .....	23
4.4.2. Test reakce na nový nepotravní objekt .....	23
4.4.3. Test reakce na nové prostředí .....	24
4.4.4. Test reakce na nový potravní objekt .....	25
4.4.5. Startle reaction .....	26
4.5. Učící sada .....	27
4.6. Zkrácená učící sada .....	28
4.7. Statistické zpracování dat .....	28
5. Výsledky .....	32
5.1. Personalita a její zastoupení u mláďat a dospělců .....	34
5.2. Vliv personality na dechovou frekvenci .....	37
5.3. Korelace počtu bodů, latencí pro startle reakce a dechové frekvence .....	38
5.4. Vzájemný vztah personalit a jednotlivých testů z explorační sady u různých druhů a věkových skupin .....	38
5.5. Reakce na nový potravní objekt .....	39

5.6. Reakce na aposematickou kořist .....	45
5.7. Vliv věku na reakci na aposematickou kořist u naivních modřinek .....	49
6. Diskuse .....	51
6.1. Explorační chování a personalita u sýkor modřinek .....	51
6.2. Vliv personality a věku na dechové frekvenci .....	52
6.3. Reakce na nový potravní objekt .....	53
6.4. Reakce na aposematicky zbarvenou kořist .....	54
6.5. Vliv věku na reakci na aposematickou kořist u naivních modřinek .....	56

### **Učení a personalita u sýkor parukářek (*L. cristatus*)**

7. Učení, paměť, aposematismus .....	58
8. Biologie vybraných druhů .....	61
8.1. Sýkora parukářka ( <i>Lophophanes cristatus</i> ) .....	61
8.2. Ruměnice pospolná ( <i>Pyrrhocoris apterus</i> ) .....	62
9. Cíle práce .....	63
10. Materiál a metodika .....	64
10.1. Testování ptáci .....	64
10.2. Kořist .....	65
10.3. Učící test .....	65
10.4. Paměťový test .....	65
10.5. Statistické zpracování dat .....	66
11. Výsledky .....	68
11.1. Vliv barvy ploštice na rychlost učení u parukářek .....	68
11.2. Explorační chování a personalita .....	72
12. Diskuse .....	75
12.1. Vliv barvy ploštice na učení se jí vyhýbat u sýkor parukářek .....	75
12.2. Explorační chování a personalita u sýkor parukářek .....	76
Závěr .....	79
Seznam literatury .....	80

# Úvod

Předmětem této diplomové práce je porovnat explorační chování u sýkor z čeledi *Paridae* a jeho souvislost s reakcemi na neznámou a aposematickou potravu. Jedinci se mezidruhově i vnitrodruhově liší schopností exploračního prostředí a nových objektů. Tyto individuální explorační schopnosti mohou být ovlivněny jejich personalitou. Reakce ptačích predátorů na neznámou potravu mohou ovlivňovat faktory jako je neofobie, potravní konzervatismus nebo vrozená averze vůči určitému typu či nějaké specifické vlastnosti kořisti. U čeledi *Paridae* byly individuální rozdíly v exploračním chování nalezeny u sýkor koňader (*Parus major*) (Verbeek 1994, Drent 2003). Avšak u jiných druhů doposud nebyly tyto rozdíly podrobně studovány a také nebyla testována souvislost exploračního chování s reakcí na neznámou a aposematickou potravu.

Celá práce je rozdělena na dva samostatné oddíly. První část je zaměřena na porovnání exploračního chování u sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*). Explorační chování a reakce sýkor na neznámou a aposematickou potravu jsem porovnávám vnitrodruhově u dospělých modřinek a mláďat a částečně také mezidruhově s dospělými a mladými sýkorami koňadrami.

Druhá část práce se zabývá převážně učením a pamětí u mladých sýkor parukářek (*Lophophanes cristatus*). Testovala jsem, jestli má barva nepalatable kořisti vliv na učení se jí vyhýbat. U části ptáků bylo testováno i explorační chování a reakce na novou potravu.

Explorační strategie a reakce na neznámou  
potravu u sýkor modřinek  
(*Cyanistes caeruleus*)



# 1. Faktory ovlivňující explorační chování a reakce na neznámou potravu.

## 1. 1. Personalita

Zvířata jsou neustále vystavována různým vlivům a změnám jejich přirozeného prostředí, kterým musí čelit. K nejčastějším patří interakce s jinými zvířaty nebo změny v potravní nabídce. Rozhodnutí o tom, jak reagovat na tyto změny prostředí mohou mít vážné důsledky na fitness jedince jak v přítomnosti, tak i do budoucna, a mohou významně ovlivnit jeho přežití (Mettke-Hofmann et al. 2005). Aby zvířata přežila, musí být dobře obeznána s jejich lokálním životním prostředím. Pomocí explorační se například naučí, kde vyhledat potravu, vodu nebo úkryt. To znamená, že explorační chování hraje významnou roli v životě každého jedince (Verbeek et al. 1994).

Individuální explorační schopnosti mohou být ovlivněny personalitou neboli osobností. Personalita je definována jako soubor spolu souvisejících prvků chování, které jsou konsistentní v čase za různých podmínek a situací (Sih et al. 2004). Mimo pojmy personalita a osobnost můžeme v literatuře nalézt i další pojmy, které se současným chápáním personality také velmi úzce souvisí. Například temperament (French 1993 ex Gosling 2001), emocionalita (Gray 1965 ex Gosling 2001), charakterový rys, individualita (Stevenson-Hinde 1978 ex Gosling 2001), vlastnosti, charakterové znaky a především „coping style“ nebo „coping strategy“, která by se dala přeložit jako strategie přežití nebo vyrovnání se s určitou situací (Koolhaas et al. 1999, Fuchsová 2007). Výsledky experimentů provedených na myších a potkanech ukázaly, že existují nejméně dvě tyto strategie. Jedinci, kteří náležejí k těmto dvěma rozdílným skupinám se označují jako „proactive“ a „reactive“ (Koolhaas et al. 1999). Jednotlivé behaviorální rozdíly proactive a reactive strategií jsou uvedeny v tabulce 1.1.

Zvířata musí ve svém každodenním životě vykonávat řadu aktivit, kterými jsou např. získání potravy a teritoria, vyhnutí se predaci, soupeření o partnery, výchova mláďat a začlenění se do sociální skupiny. To s čím se jedinci setkají může souviset s jejich příslušností k určitému druhu nebo populaci (Weinstein a Capitanio, in press). Většina prací se zaměřuje na rozdíly mezi jedinci v rámci jednoho druhu, jedná se tedy o vnitrodruhové porovnání. Vnitrodruhové srovnání je to, co má většina autorů na mysli, když mluví o personalitě. Naproti tomu existují také práce, které porovnávají rysy osobnosti jednoho druhu jako celku s charakteristickými rysy druhu jiného; jde tedy o studie typu mezidruhového srovnávání (Gosling 2001). Mezidruhové rozdíly v personalitě se vytvořily v průběhu evoluce a jsou



považovány za výsledek rozdílů v populační hustotě, poměru pohlaví, složení skupiny, náchylnosti k predaci, potravní nabídce a její dostupnosti (Clarke a Boinsky 1995, Gosling a John 1999). Mettke-Hofmann et al. (2005) prokázali, že explorační chování se může lišit i mezi dvěma blízce příbuznými druhy: pěnicí bělohřdlou (*Sylvia melanocephala momus*) a pěnicí slavíkovou (*Sylvia borin*). Porovnávali neofobii a explorační chování na konci rozmnožovacího období a pak ještě jednou o deset měsíců později na začátku následující rozmnožovací sezóny. Pěnice bělohřdlé (*Sylvia melanocephala momus*), které nejsou tažné, vykazovaly po celou dobu konsistentní chování, byly méně neofobické a více explorativní. Naproti tomu tažné pěnice slavíkové (*Sylvia borin*) se během testování konsistentně nechovaly a ani se u nich neprojevil vzájemný vztah mezi neofobií a exploračním chováním. Z pokusu se dá vyvodit, že rozdílné způsoby života vyžadují odlišné způsoby chování. Což potvrzují i předešlé experimenty Mettke-Hofmann et al. (2002) s jedenašedesáti druhy papoušků (*Psittacidae*). Ti byli testováni na neofobii a exploraci nového objektu. Ukázalo se, že papoušci žijící se pupeny nebo obývající složitá prostředí jako jsou okraje lesů, měli v exploračním testu menší latence. Oproti tomu velké latence byly spojeny s druhy pojidajícími semena a/nebo květy. Nejdelší doba explorace se objevila u papoušků žijících se ořechy nebo papoušků, kteří pocházeli z ostrovů. Krátkou dobu explorovali semenožraví ptáci. Neofobie pozitivně korelovala s insektivorií a negativně s pojidáním listů. Explorace a neofobie jsou tedy úzce spjaty s ekologií daných druhů.

**Tab 1.1** Behaviorální rozdíly „proactive“ a „reactive“ strategií (Koolhaas et al. 1999). Směr šipky znázorňuje míru aktivity projevovaného chování (nízká, vysoká).

Chování	Proaktive	Reaktive
Latence k útoku	↓	↑
Odmítavost	↑	↓
Obranné zahrabávání	↑	↓
Stavba hnízda	↑	↓
Formování rutinného chování	↑	↓
Podmíněná imobilita	↑	↓
Flexibilita	↑	↓

V rámci čeledi *Paridae* byly doposud podrobně studovány a popsány individuální rozdíly v exploračním chování u sýkory koňadry (*Parus major*). Díky laboratorním studiím s ručně odchovanými ptáčky sýkor koňader se zjistilo, že se jedinci individuálně liší svými reakcemi k novým podnětům, což se dá porovnat s reakcemi, kterými se v podobných experimentech projevovali hlodavci (Verbeek et al. 1994, Koolhaas et al. 1999, Groothuis a Carere 2005). U tohoto druhu sýkor, rychlost s jakou prozkoumali nové prostředí, souvisela jednak s mírou agresivního chování, které projevovali vůči příslušníkům vlastního druhu (Verbeek et al. 1996), s mírou odvahy, s jakou přistupovali k novým objektům (Verbeek et al. 1994), dále s riskantním chováním (van Oers et al. 2004, 2005), s intenzitou žadonění u ptáčat (Marchetti a Drent 2000) a také s mírou projevovaného stresu (Carere et al. 2001, 2003, Carere a van Oers 2004). Testovaní ptáci byli podle svých rozdílných životních strategií rozděleni na dvě skupiny a označeni jako „Fast explorers“ a „Slow explorers“. Fast jedinci přistupovali rychle k novým objektům a také rychle, ale povrchně prozkoumávali nové prostředí. Vytvářeli neměnné návyky ve vyhledávání potravy a hůře se přizpůsobovali změnám. Slow jedinci prozkoumali nové prostředí pomalu, ale zato důkladně a rychleji své chování přizpůsobovali změněným podmínkám (Verbeek et al. 1999). Rozdíly v exploračním chování u sýkor koňader souvisely i s mírou agresivního chování a dominancí. V krátkých konfliktních situacích více soubojů začínali a více jich i vyhrávali Fast jedinci (Verbeek et al. 1996). Podrobnější přehled behaviorálních a fyziologických rozdílů mezi Fast a Slow explorers je uveden v tabulce 1. 2.

**Tab. 1. 2** Rozdíly v chování mezi „Fast“ a „Slow“ jedinci sýkor koňader (*P. major*).

<b>CHOVÁNÍ</b>	<b>SLOW vs. FAST</b>
Latence přiblížení k novému objektu	S > F
Rychlost exploračního nového prostředí	F > S
Vznik rutinního potravního chování	F > S
"Risk-taking" chování	F > S
Sociální chování	S > F
Žadonění	F > S
Latence k útoku	S > F
Četnost útoků	F > S
Četnost agonistického chování	S > F
Latence přiblížení se k samici	S > F
Načasování reprodukce	S > F
Tendence ke kopírování jiných jedinců	F > S

Rozdílné způsoby, jakými sýkory získávají informace o novém prostředí u nich souvisí také s tím, jak budou reagovat na změny spojené s obstaráním potravy. Rychlí a povrchní průzkumníci věnují menší pozornost známému prostředí, spoléhají na osvědčené zdroje potravy, ulpívají na svých zvycích a často podléhají rutinnímu chování. Pomalejší a důkladnější průzkumníci zůstávají k podnětům ve známém prostředí stále ostražití a snadněji se adaptují (Verbeek et al. 1994). Adaptabilita, opatrnost, důkladnost a schopnost Slow jedinců nacházet alternativní zdroje potravy, představuje typ strategie, která je úspěšná v měnícím se nestabilním prostředí. Naproti tomu rychlí a agresivní jedinci typu Fast explorers profitují ve stálých a neměnných podmínkách. Přežívání sýkor i jejich ptáčat v průběhu roku souvisí tedy kromě nabídky a dostupnosti potravních zdrojů také s individuální variabilitou v exploračních schopnostech (Dingemanse et al. 2004). Změny prostředí mohou ovlivnit přežívání a reprodukci jedinců odlišných typů personalit. Takové kolísání může představovat jeden z mechanismů, který v populaci udržuje individuální rozdíly mezi jedinci a tím i jejich personalitu (Weinstein a Capitanio, in press).

S personalitou může souviset i přístup predátorů k nové a aposematické potravě. Reakce na aposematickou kořist a novou potravu je často vnitrodruhově velmi variabilní (Sillén-Tullberg 1985, Exnerová et al. 2007, Marples et al 1998, Marples & Kelly 1999, Marples et al. 2005). Podle základní charakteristiky dvou typů personalit u sýkor koňader by celkově opatrnější jedinci personalitu typu Slow měli k aposematické kořisti přistupovat opatrněji a projevovali vůči tomuto typu kořisti vyšší míru neofobie. Tento předpoklad potvrdili Exnerová et al. (2008) a Fuchsová (2007). Sledovali reakce ručně odchovaných sýkor koňader na aposematickou plošnici (*Pyrrhocoris apterus*). Jedinci personalitu typu Slow projevovali k tomuto typu kořisti větší averzi než ptáci s personalitou typu Fast. U jiných druhů sýkor však doposud nebyl vztah mezi personalitou a reakcemi na novou a aposematickou potravu podrobně studován. Nicméně existenci rozdílných typů personalit a následně také odlišných projevů neofobie lze předpokládat i u jiných druhů sýkor.

## **2. Aposematismus, neofobie a potravní konzervatismus**

Dalšími faktory, které ovlivňují explorační chování zvířat jsou vlastnosti jejich potenciální kořisti. Schopnost explorační nových potravních objektů je, pro převážně hmyzožravé ptáky jako jsou sýkory, nezbytně důležitá.

Existuje řada druhů hmyzu, které využívají pestrou škálu nejrůznějších obraných mechanismů, aby je uchránily před predací. Jedinci aposematických druhů disponují nápadnou

signalizací (zbarvení, pach, zvuky), jejímž prostřednictvím predátorům signalizují svoji nepalatabilitu nebo toxicitu (Poulton 1890). Pro optickou signalizaci nevýhodnosti kořisti jsou důležité především jasně barevné vzory červené, žluté a oranžové v kombinaci s černou barvou. Nápadně zbarvenou kořist predátor lépe rozpozná a naučí se jí vyhýbat snadněji než kořisti kryptické (Gittleman and Harvey 1980, Sillén-Tullberg 1985, Guilford 1986, Roper and Wistow 1986, Lindstrom et. al. 1999b, Riipi et al. 2001). Čím je její zbarvení nápadnější, tím lépe a po delší dobu si predátor pamatuje spojení výstražného signálu a nechutnosti (Roper 1994). Sillén-Tullberg (1985) zaznamenala u odchovaných sýkor koňader (*Parus major*) delší latenci na aposematicky zbarvené larvy ploštic *Lygaeus equestris* než na šedou formu této ploštic. Aposematické larvy přežívaly díky větší neochotě predátora na ně zaútočit a díky rychlejšímu učení se aposematicky zbarvené kořisti vyhýbat (Sillén-Tullberg 1985). Mezi další vlastnosti nepalatabilní kořisti patří často i pachové signály. Zápach hraje důležitou roli při učení predátora se nechutné potravě vyhnout a u ptáků se někdy může uplatnit silněji než vizuální podněty. Roper a Marples (1997) naučili kuřata odmítat tekutinu s obsahem chininu, mandlového zápachu a určitého zbarvení. Tato kuřata následně odmítala pít vodu s mandlovým aroma, ale zbarvenou vodu bez zápachu ochotně přijala. Je tedy zřejmé, že aposematickou kořist před predací nechrání pouze vlastnosti kořisti, ale nezbytně důležité jsou i kognitivní schopnosti samotných predátorů, které značně ovlivňují design těchto signálů (Ham et al. 2006).

Důležitá je i dosavadní zkušenost predátora, která silně ovlivňuje jeho přístup ke kořisti. Výstražné zbarvení má vliv na psychologii naivních i zkušených predátorů (Guilford 1990). Kromě vrozené averze (Smith 1975; Schuler & Hesse 1985) a přímé zkušenosti s aposematickou kořistí ovlivňují jejich ochotu zaútočit na danou kořist dva hlavní procesy: neofobie a potravní konzervatismus.

Pod pojmem neofobie rozumí Marples a Kelly (1999) strach z nové potraviny, kdy zvíře s útokem na ni váhá a nejdříve konzumuje známou potravu, je-li dostupná. To trvá poměrně krátce (v řádu minut, respektive několik předložení), zkušenosti s více barvami ji navíc ještě zmenšují. Poté, co predátor novou kořist otestuje, může ji přijmout a zařadit do svého jídelníčku. Mnohem delší odmítání nové potraviny způsobuje potravní konzervatismus, kdy zvířata dlouhodobě preferují známou potravu a novější do svého jídelníčku zařadit odmítají. Ochota ptáků vyzkoušet novou potravu může být spojena i s jejich momentální fyzickou kondicí. Pták riskuje méně, když je jeho zdravotní stav zhoršený nebo může riskovat více je-li hladový (Marples et al. 1998). Marples et al. (1998) testovali potravní chování kosů (*Turdus merula*) a červenek (*Erithacus rubecula*) v jejich přirozených teritoriích, přičemž zařazení

nové potravu do jídelníčku trvalo až tři měsíce každodenního předkládání a jejich přístup byl navíc velmi individuálně variabilní. Následnou odpověď ptáka na nový podnět, může ovlivnit i dosavadní zkušenost s novými stimuly. Prvotní zkušenost dospělých odchycených sojek chocholatých (*Cyanocitta cristata*) s nově zbarvenou nepoživatelnou potravou snižuje počet jejich útoků i na jedlou potravu neznámé barvy (Schlenoff 1984). Roper (1993) zjistil, že kuřata odmítají nově zbarvenou palatabilní tekutinu, jestliže jim byla předložena společně s již známou nepalatabilní tekutinou. Opatrnost utvořená po odpudivé zkušenosti s konkrétním podnětem může tedy dočasně zvýšit ostražitost i vůči jiným novým podnětům (Roper 1993).

Množství prací provedených na naivních, nezkušených ptačích predátorech (kuřatech (*Gallus gallus domesticus*), zebříčkách (*Taeniopygia guttata*), bažantech (*Phasianus colchicus*) a špačcích (*Sturnus vulgaris*) dokládá existenci averze vůči specifickým barvám a barevným vzorům uměle upravené kořisti (Schuler a Roper 1992). Coppinger (1970) ručně odchoval sojky chocholaté (*Cyanocitta cristata*), vlhovce červenokřídlé (*Agelaius phoeniceus*) a vlhovce nachové (*Quiscalus quiscula*) do věku 9-10 měsíců a nabízel jim různé druhy kořisti, které zahrnovaly i aposematicky zbarvené motýly z podčeledi *Nymphalinae*. Usoudil, že neobvyklost sama o sobě postačuje k tomu, aby naivní ptáci novou kořist odmítli a proto mohou mít tendenci vyhýbat se i aposematicky zbarvenému hmyzu jen na základě neofobie. Smith (1975, 1977) studovala reakce dvou druhů neotropických ptáků momota hnědého (*Eumomota spercilliosa*) a tyrana bentevi (*Pitangus sulphuratus*) na žlutočervený vzor jedovatého hada korálovce (*Micrurus* sp.). U těchto druhů se projevila vrozená odmítavost vůči žlutě a červeně pruhovanému zbarvení, která však nenesla příčinu v neofobii, protože stejný vzor v kombinaci bílé a zelené barvy byl mláďaty přijat. Ve své další práci Smith (1980) ručně odchovala a testovala tři druhy pěvců mírného pásu (*Passer domesticus*, *Cyanocitta cristata* a *Agelaius phoeniceus*). Ptáci bez delšího zaváhání atakovali všechny varianty předložených vzorů, včetně aposematického zbarvení jedovatého korálovce. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že jedovatí korálovci nežijí v oblasti přirozeného výskytu testovaných druhů, a tudíž s nimi tyto druhy ptáků nemají žádnou evoluční zkušenost. Mezi ptáky tedy neexistuje všeobecná vrozená odmítavost vůči aposematickému zbarvení. Ptačí predátoři se buď mohou naučit aposematické kořisti vyhýbat nebo můžou mít vrozenou averzi vůči určitému typu kořisti či nějaké její specifické vlastnosti (Lindstrom et al. 1999). Vrozená zaujatost k výstražnému zbarvení může být také skrytá a projeví se až ve chvíli, kdy jsou současně presentovány minimálně dvě složky tzv. multimodálních varovných signálů. Aposematický hmyz často kombinuje nápadnou barvu a pyrazinový zápach. Rowe a Guilford (1996) zjistili, že pyrazinový zápach v interakci s červenou nebo žlutou barvou vyvolává u kuřat silnou

odmítavost. Stejně intenzivní averzi už ale nezaznamenali u potravy stejné barvy bez zápachu, ani u potravy s pyrazinem nabarvené na zeleno. Také další experimenty ukázaly, že běžný výstražný zápach, pyrazin, může u ptáků vyvolat odpor k nápadné potravě, který ovšem není tak zřejmý při nepřítomnosti tohoto zápachu (Lindstrom et. al 2001).

Neofobie a přístup k nové potravě se může u ptáků v průběhu života měnit v závislosti na věku a nabytých zkušenostech. Lindstrom et al. (1999) testovala potravní preference u sýkor koňader (*Parus major*). Ptákům rozdílného věku nabízela hnědou a černožlutě pruhovanou kořist. Všichni ptáci projevili větší odmítavost k aposematicky zbarvené kořisti, ale roční odchycené sýkory byly vůči ní mnohem odmítavější než 35 dní stará ručně odchovaná ptáčata nebo dospělé sýkory. Podobné výsledky zaznamenali ve své práci i Exnerová et al. (2006). Fuchsová (2007) navíc zjistila, že aposematicky zbarvenou kořist nejvíce odmítají ptáčata koňader stará 25-35 dní, kdy jsou ještě krmena rodiči. Jedinci ve věku 35-110 dní s aposematickou potravou manipulovali a učili se ji odmítat. To by mohlo mít souvislost s osamostatněním a disperzí mláďat v tomto věku a tedy i nutností zkoušet nové potravní podněty a zdroje. Dospělí odchycení jedinci koňader manipulují s aposematicky zbarvenou potravou jen minimálně, protože se tomuto typu potravy již naučily vyhýbat (Exnerová et al. 2005, 2007, Fuchsová 2007, Lindstrom et al. 1999).

Je tedy zřejmé, že kromě vlastností kořisti, mají významnou roli v evoluci výstražných signálů i vlastnosti jejich predátorů. Ti se mohou ve svých exploračních schopnostech velmi podstatně lišit. Důležité jsou nejen mezidruhové rozdíly, ale také vnitrodruhová individuální variabilita těchto predátorů. Reakce na aposematickou kořist se velmi individuálně liší u sýkor koňader (Exnerová et al. 2007). Variabilita pozorovaná u dospělých odchycených ptáků mohla být způsobena jejich rozdílnou zkušeností s potravou, ovšem rozdíly v reakcích na aposematickou kořist byly zaznamenány i u ručně odchovaných mláďat. Exnerová et al. (2008) a Fuchsová (2007) zjistily, že tyto rozdílné reakce na aposematickou kořist u naivních koňader souvisejí s typem jejich personality. V obou pracích byla zaznamenána u jedinců s personalitou typu Slow větší míra neofobie vůči aposematické potravě (*P. apterus*), než u jedinců s personalitou typu Fast. Individuální variabilita chování k aposematické kořisti byla zaznamenána i u dospělých a naivních sýkor modřinek (Exnerová et al. 2007) a bylo by tedy zajímavé zjistit, jak se jejich individuální variabilita podílí na neofobii a vztahu k aposematické kořisti.

## 2. Biologie vybraných druhů

### 2.1 Sýkora koňadra

#### *Parus major* Linnaeus, 1758

Sýkora koňadra (*Parus major*, Passeriformes: Paridae) je 12,5-14 cm velký pěvec (obr. 2.1). Tento místy velmi hojný druh je rozšířen od Západní Palearktidy (Subarktida až Mediterán) po Asii, kde zasahuje na Japonské souostroví a na jihu se dostává až do Indonésie (del Hoyo 2007).

Sýkora koňadra je jedním z nejpočetnějších ptáků v Evropě. Obývá velmi pestrou paletu prostředí, kde jsou stromy. Z lesů preferuje listnaté a smíšené, běžná je i v zeleni v blízkosti člověka včetně vysloveně vnitřní městské zástavby (Šťastný et al. 2006).

Potrava druhu *P. major* obsahuje 21 řádů bezobratlých (Cramp a Perrins 1993). Koňadry preferují kořist o velikosti přibližně 1 cm. V létě se živí různými živočichy převážně z řádů: *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Hymenoptera* a *Coleoptera*, a v ostatních ročních obdobích do svého jídelníčku zahrnují i ovoce a semena (del Hoyo 2007). Sýkora koňadra sbírá hmyz na větvích stromů a keřů, na kmenech stromů nebo na zemi. Výjimečně ji chytá v letu (Hudec et al. 1983, Cramp a Perrins 1993).

V Západní Paleartidě probíhá hnízdní sezóna koňader od pozdního března až do září. Velikost snůšky se nejčastěji pohybuje mezi 5 až 12 vejci. Menší snůšky mívají koňadry ve druhém hnízdění nebo v chudších habitatech. Inkubační doba trvá 12 až 15 dní, oba rodiče krmí ptáčata 16 až 22 dní. Mladé koňadry se osamostatňují nejčastěji po 8 dnech následování svých rodičů, někdy je však rodiče mohou vodit a krmit déle (25 až 50 dní) (del Hoyo 2007).



Obr. 2.1 Sýkora koňadra (*P. major*) (<http://www.rspb.org.uk>).

## 2. 2 Sýkora modřinka

### *Cyanistes caeruleus* (Linnaeus, 1758)

Sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*, Passeriformes: Paridae) je 11-12 cm velký pěvec s malým zobákem a kulatou hlavou. Je to druh hojně rozšířený v západní Palearktidě. Východním směrem zasahuje na úroveň Kaspického moře, obývá Norsko, Finsko i Švédsko, celé Britské souostroví a své jižní hranice rozšíření dosahuje v Maroku a Alžírsku (del Hoyo 2007).

Sýkoru modřinku najdeme všude, kde jsou stromy s vhodnými dutinami, je běžná ve světlých listnatých i smíšených lesích, remízkách, zahradách a parcích, zarostlých hřbitovech, alejích a pásech stromů v blízkosti vod. Ve městech je jedním z nejběžněji hnízdících ptáků. V biotopech osídlených společně s konkurenčně silnější sýkorou koňadrou dosahuje vesměs nižší hnízdní hustoty (Šťastný et al. 2006).

Potrava druhu *C. caeruleus* obsahuje 16 řádů bezobratlých (Cramp a Perrins 1993). Modřinky si hledají kořist, která velikostně odpovídá 1 cm a méně. Převážně, z řádů: *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Araneae*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *coleoptera*, atd., živí se ale také některými druhy ovoce a semen, která do svého jídelníčku zahrnují nejčastěji mimo hnízdní sezónu (del Hoyo 2007). Potravu vyhledává většinou na tenkých větvičkách a listech stromů a keřů. Potravu sbírá se shora větví nebo zavěšená zespod větviček. Vzácněji loví na zemi (Hudec et al. 1983).

Hnízdění sýkor modřinek souvisí s výskytem a hojností housenek (*Tortrix* sp.), což spadá nejčastěji do období od dubna do pozdního června. V našich zeměpisných šířkách jsou u sýkor modřinek častá dvě hnízdění. Velikost snůšky čítá 7 až 13 vajec, inkubace trvá 12 až 16 dní. Mláďata modřinek jsou krmena oběma rodiči 16 až 23 dní (del Hoyo 2007).



**Obr. 2 .2** Sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*) (<http://www.rspb.org.uk>).



## 2. 3 Ruměnice pospolná

### *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758)

Ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*, Heteroptera: Pyrrhocoridae) je druhem ploštice, která má palearktické rozšíření. Nalezneme ji kromě Norska a Finska v celé Evropě. Jižní hranice rozšíření ruměnice pospolné se nachází v Maroku, Alžírsku a Tunisku. Nejvýchodněji bychom na tento druh mohli narazit v Číně zhruba po 45° východní délky (Pučkov 1974, Moulet 1995 ex Kopečková 2005).

Vývoj ruměnice pospolné prochází přes pět larválních stádií. V průběhu roku mohou mít jednu nebo dvě generace, přičemž první imaga nové sezóny se objevují na začátku července. Nejčastější potravou ruměnic představují především semena rostlin z čeledi Tiliaceae a Malvaceae. Dospělí jedinci přečkávají zimu zahrabaní v opadance, v seschlých listech na stromech nebo v dutinách stromů. Nejpravděpodobněji je nalezneme v blízkosti lípy srdčité (*Tilia cordata*) nebo jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum*), kde často tvoří agregace (Socha 1993). Larvy i dospělci ruměnice pospolné mají pachové žlázy, jejichž výměšek může obsahovat až 35 chemických látek (Remold 1963, Farine et al. 1992) Tyto látky mohou u predátorů po požití ploštice vyvolat nevolnost a zvracení (Exnerová et al. 2003). Ruměnice pospolné se vyskytují především v zahradách, parcích a stromořadích. Ze sýkor žijících na území České republiky se s nimi mohou nejčastěji setkat sýkory koňadry a modřinky (Hudec 1983).



**Obr. 2. 3** Imágo ruměnice pospolné (*P. apterus*)

### **3. Cíle práce**

- 1) Zjistit, jestli u sýkor modřinek existují dvě rozdílné explorační strategie (personality) jako u sýkor koňader.**
- 2) Zjistit, jestli typ personality sýkor modřinek ovlivňuje reakci na novou potravu.**
- 3) Porovnat reakce mlád'at a adultů na novou potravu.**
- 4) Zjistit, jestli typ personality sýkor modřinek ovlivňuje reakci na aposematickou potravu.**
- 5) Porovnat reakce mlád'at a adultů na aposematickou potravu.**

## 4. Materiál a metodika

V této diplomové práci se zabývám mezidruhovým srovnáním dvou druhů sýkor z čeledi *Paridae*. Celkové počty jedinců použitých pro statistické vyhodnocování jsou uvedeny v tabulce 4.1. Část dat, které jsem použila pro PCA analýzu mezidruhového srovnání exploračního chování a personality u dospělých a naivních sýkor koňader a modřinek mi byla poskytnuta Lucií Fuchsovou (Fuchsová 2007). Jedná se o latence a hodnoty naměřené v jednotlivých testech explorační sady (dechový test, test reakce na nové prostředí, test reakce na nový nepotravní objekt, startle reaction) sýkor koňader. Všechna ostatní data získaná testováním dospělců i mláďat sýkor modřinek vycházejí z mé vlastní práce.

Soubor zvířat zahrnutých do pokusů je tvořen dvěma základními kategoriemi: dospělé odchycené sýkory z volné přírody, u kterých lze předpokládat značnou zkušenost s různorodou potravou a naivní ručně odchovaná ptáčata, která byla ve věku 12-17 dní vybrána z budky, a proto doposud neměla s potravou žádnou vlastní zkušenost.

Obě kategorie sýkor prošly sadou exploračních testů a zkrácenou učicí sadou testů použitých již v práci Fuchsové (2007). Explorační sada zahrnuje tyto testy: „Breath test“ (Dechový test), „New environment test“ (Test reakce na nové prostředí), „New food object“ (Test reakce na nový potravní objekt), „Startle reaction“ (Test reakce na vyrušení), „New non-food object“ (Test na nový nepotravní objekt). Učicí sada zahrnuje soubor testů, kdy se jedinec naučí vyhybat se aposematicky zbarvené potravě. Zkrácený učicí test byl použit pro dospělé sýkory. Podrobný popis všech testů je uveden níže v této kapitole.

**Tab. 4. 1** Celkové počty jedinců

Druhy	Dospělé	Naivní
<i>Parus major</i>	45	27
<i>Cyanistes caeruleus</i>	38	29

## 4. 1 Testování ptáci

### 4. 1. 1 Mláďata

Mláďata sýkor koňader i modřinek byla vybírána z budek ve věku 12-17 dní. Vybrána byla vždy maximálně 4 ptáčata z jedné budky. Výběr probíhal v letech 2005 –2008 v průběhu celé hnízdní sezóny v lesích u Hradce Králové. Mláďata byla dokrmována ručně. Ptáci byli krmeni larvami *Tenebrio mollitor*, vařenými vejci, cvrčky *Acheta domestica* (ale až po absolvování testu na nový potravní objekt), piškoty a směsí pro hmyzožravé ptáky s vitamíny. Po dosažení vzletnosti byla ptáčata chována v kleci nejprve po čtyřech, pak po dvou jedincích. Klec měla rozměry 30 x 40 x 30 cm, plastové dno a mřížované stěny. V kleci byla umístěna tři bidýlka, dvě napáječky a na zemi misky s potravou. Světelný režim odpovídal venkovní fotoperiodě. Mláďata začala být testována v době, kdy už se bez problémů sama krmila a jednotlivé testy u nich probíhaly ve věku od 35 do 110 dní. Mláďata koňader i modřinek prošla sadou exploračních testů (dechový test, nové prostředí, nový potravní objekt, startle reaction a nový nepotravní objekt). Po explorační sadě následovala u koňader i modřinek učící série.

Po skončení experimentů byla mláďata ponechána v laboratoři, než dosáhla věku minimálně 50 dní. Po té byla okroužkována (licence č. 876 a 975) a vypuštěna v lokalitě odkud byla odebrána. Testy byly prováděny na základě povolení (29532/2006-30 a ČZU150/99 uděleného ÚKOZ a 10918/2004/ŽP3/Voj uděleného Odborem životního prostředí magistrátu města Hradce Králové.

### 4. 1. 2 Dospělí ptáci

Dospělí ptáci byly odchyťováni do nárazových sítí v průběhu let 2004-2008 v Praze na několika lokalitách (Kunratice, Újezd nad Lesy, Botanická zahrada UK). Pokusy a odchycenými ptáky probíhaly v zimním období od listopadu do března. V tomto období se sýkory shlukují do hejn, ve kterých může být zastoupeno současně více druhů (např. *Parus major*, *Cyanistes caeruleus*, *Periparus ater*) (Cramp a Perrins 1993).

Ptáci byli chováni v domovské kleci, kde měli k dispozici různorodou potravu (larvy *Tenebrio mollitor*, slunečnicová semínka, vaječnou směs, lojovou kouli). Dospělé sýkory byly po odchytu drženy v domovské kleci minimálně tři dny, aby si na nové prostředí zvykly, a po té byly testovány na nový nepotravní objekt. Dále následovala explorační a zkrácená učící sada testů.

Po ukončení experimentů byli ptáci okroužkováni (licence č. 876 a 975) a vypuštěni v místě odchyty. Testy byly prováděny na základě povolení (29532/2006-30 a ČZU150/99 uděleného ÚKOZ a MHMP-154521/2004/OZP-V-1190/R-9/05/Pra uděleného Odborem životního prostředí magistrátu hlavního města Prahy.

## 4. 2. Ploštice

Ruměnice *Pyrrhocoris apterus* byly sbírány v průběhu léta a podzimu v Botanické zahradě UK, Na Slupi a v areálu zahrady Fakultní nemocnice UK, Kateřinská. Po té byly chovány v plastových přepravkách na semenech lípy srdčité (*Tilia cordata*) a během zimních období umístěny v temperovaných boxech (18 – 24°C) při světelném režimu L18:D6.

## 4. 3 Typy použitých klecí

Pro následující experimenty byly používány dva typy klecí: experimentální (pokusná) klec a klec domovská. Pokusná klec má rozměry 71x71x71 cm. Přední stěna je opatřena jednostranně průhledným sklem, zbývající stěny jsou z pletiva. Pro osvětlení byla využita zářivka simulující denní světlo (Biolux Combi 18W, Osram). Klec obsahuje dřevěný otočný karusel světle hnědé barvy umístěn v její přední části. V karuselu je šest otvorů pro kulaté skleněné misky o průměru 6 cm, ve kterých byla nabízena potrava. Uvnitř klece bylo umístěno bidýlko, ze kterého pták viděl na karusel (vzdálenost bidýlka od karuselu byla 20 až 30 cm), a miska s vodou. Pokusná klec byla použita pro explorační sadu testů (nové prostředí, startle reaction, nový potravní objekt) a pro učící sadu / zkrácenou učící sadu testů, a to pro dospělé ptáky i pro mláďata. Viz obr. 4.2.



Obr. 4. 2 Pokusná klec

Ptáci byli drženi samostatně v domovské kleci po dobu, kdy u nich byly prováděny explorační pokusy. Domovská klec má rozměry 40x71x40 cm, přední stěna je vertikálně mřížovaná a plastové jsou boční stěny, strop i výsuvné dno. V kleci jsou umístěna tři bidýlka, dvě napáječky (zavěšeny na přední stěně) a misky s potravou jsou umístěny na dně klece. Pro osvětlení byla opět použita zářivka Biolux Combi 18W. V této kleci probíhal test reakce na nový nepotravní objekt („New Object“). Viz. Obr. 4.3.



**Obr 4.3** Domovská klec

## **4. 4 Sada exploračních testů**

Způsobem objektivního hodnocení individuálních rozdílů mezi jedinci, založeném na hodnocení vlastností pomocí testových situací, je záznam prvků chování (behavioral codings). U jednotlivých zvířat hodnotíme a porovnáváme vždy úzce definované chování.

K získání dat o vlastnostech daného jedince, respektive k záznamu reakce na uměle vytvořenou situaci, slouží řada standardních testů. Využívají se hlavně testy explorační. V této práci byla použita sada exploračních testů vycházející z metodiky Drent et al. (2003), která však byla různě upravena z důvodů jiného účelu a rozdílných podmínek pokusů (Fuchsová 2007, 2008). Explorační sada použitá v mé práci obsahuje tyto položky: Breath test (dechový test), Novel environment test (test reakce na nové prostředí), Novel food object (test reakce na nový potravní objekt), Novel non-food object (test reakce na nový nepotravní objekt) a Startle reaction (test reakce na vyrušení). Kombinací výsledků těchto testů můžeme získat nejen typ exploračního chování, ale i osobnost daného jedince.

Pokusy byly natáčeny na video a současně byly jednotlivé aktivity jedince zaznamenávány do počítače jako kontinuální záznam pomocí programu Observer verze 3.0 (© Noldus). Konkrétní definované prvky chování pro dané testy jsou uvedeny v tabulkách u popisu příslušných testů.

#### **4. 4. 1 Dechový test**

Dechová frekvence by měla odrážet typ personality. Carere (2003) zjistil, že jedinci typu Slow explorer mají vyšší dechovou frekvenci (vyjádřenou jako počet dechů za jednu minutu), než jedinci personality typu Fast. Dechový test je záznam počtu dechů při manipulaci s pokusným zvířetem. Standardně měříme počet dechů za jednu minutu (Carere 2003).

Pták byl před každým měřením držen pět minut v plátěném pytlíku, abychom eliminovali vliv chytání jedince v kleci na počet dechů. Dech byl měřen u každého zvířete dvakrát, a to vždy před zahájením exploračních testů (tj. před vypuštěním do pokusné klece) a po jejich ukončení. Dechová frekvence testovaných jedinců by nám měla napomoci k určení typu jejich personality.

#### **4. 4. 2 Test reakce na nový nepotravní objekt**

V testu na nový neutrální objekt ( Novel nonfood / neutral object ) se zaznamenává jak se pták v přítomnosti objektu chová. Pokus se provádí ve známém prostředí (v našem případě to byla domovská klec (obr. 4.3), kde byli jedinci umístěni samostatně) a potrava je k dispozici ad libitum. Jako objekt může posloužit například tužková baterie nebo hračka – růžový panter (Drent 1993; Verbeek et al. 1994), barevný deštník (Visser et al. 2002), bavlněný mop (Mettke-Hofmann et al. 2005), hadice, balónky nebo aluminiová koule (Heinrich et al. 1995). Zaznamenává se doba přibližování se k objektu, vzdálenost od objektu, celková reakce na objekt a doba strávená v jeho blízkosti (Verbeek et al. 1994). V našem testu byla jako nový neutrální objekt použita modrá propisovací tužka (obr. 4.4), která byla na 10 minut zavěšena na přední mřížovou stěnu domovské klece. Standardní pozice byla vždy u pravého horního bidýlka. Barevně byla zvolena tak, aby odpovídala barvě štítku nalepeném na cvrčka v testu reakce na nový potravní objekt. Průběh pokusu byl zaznamenáván do programu Observer 3.0 a kontinuálně natáčen na video. Sledované prvky chování jsou uvedeny v tabulce 4. 5.



**Obr. 4. 4** Nový objekt

**Tab. 4. 5** Zaznamenávané prvky chování reakce na nový nepotravní objekt. Podtržená písmena byla použita jako klávesové zkratky pro Observer 3.0.

<b>Zaznamenávané prvky chování</b>
<b><u>N</u>ezájem</b>
<b>Dívá se <u>z</u>dálky</b> (prostor nad 10 cm od objektu)
<b>Dívá se <u>z</u>blízka</b> (prostor do 10 cm od objektu)
<b><u>K</u>love</b>

#### 4. 4. 3 Test reakce na nové prostředí

Tento druh testu spočívá v tom, že se zvíře vypustí do nového, pro něj neznámého prostředí, a zaznamenává se jeho explorační chování. Vychází z tzv. Open field testu (Hall 1934 ex Gosling 2001), který byl navržen pro získání standardního indexu emocionality u potkanů a myší. Zaznamenává se u nich např. míra aktivity v novém prostředí a množství defekace. Open field test se používal pro zkoumání vlastností jako je bázlivost, strach, aktivita a explorace (Gosling 2001).

Test reakce na nové prostředí použitý u sýkor (*Parus major*) vychází z práce Verbeek et al. (1994), kde standardizovaná místnost obsahuje pět umělých stromů s definovaným počtem větví, přičemž potrava je umístěna na stromě nejbližší klece, ze které je pták vypuštěn. Je zaznamenáno, jak dlouho jedinci trvá, než navštíví všech pět stromů v místnosti (počítáno jako přilet na poslední strom), počet navštívených stromů a počet navštívených větví po dobu deseti minut. Hodinu před začátkem byla testovanému ptáku odebrána potrava.

V našem případě byl jedinec (po 2 hodinách hladovění) vypuštěn do pokusné klece (obr. 4. 2) a po dobu desíti minut byly zaznamenávány aktivity, které jsou uvedeny v tabulce 4.



6. Pokusná klec obsahovala misku s vodou, větev a v karuselu byla umístěna skleněná miska s jednou larvou potměníka moučného (*Tenebrio molitor*). Celý pokus byl zaznamenáván pomocí programu Observer 3.0 do počítače a kontinuálně natáčen na video.

**Tab. 4. 6** Zaznamenávané prvky chování v testu reakce na nové prostředí. Podtržená a tučně zvýrazněná písmena byla použita jako klávesové zkratky pro Observer 3.0.

Typ chování	Místo
<b><u>S</u>edí</b> - s určením místa	na větvi
<b><u>L</u>eze</b> - s určením místa	na stropě
<b><u>K</u>love</b> - s určením místa	na zemi
<b>Dívá se <u>z</u>dálky</b> (na potravu) - s určením místa	stěna <b>h</b> orní půlka
<b>Dívá se <u>z</u>blízka</b> (na potravu) - s určením místa	stěna <b>d</b> olní půlka
<b><u>H</u>andling</b> (manipulace s potravou)	<b>k</b> arusel
<b><u>F</u>eeding</b> (konzumování potravy)	<b>n</b> apáječka
<b><u>L</u>eaving</b> (opuštění potravy)	
<b><u>P</u>oletuje</b> (lítá po kleci)	
<b><u>O</u>šklíbá se</b> (otřepávání, otírání zobáku, čištění)	
<b><u>D</u>rink</b> (pití, koupání)	

#### 4. 4. 4 Test reakce na nový potravní objekt

Test (Novel food object) sleduje reakci jedince na nový potravní objekt. Tímto objektem může být známá potrava neznámé barvy (Heinrich et al. 1995) nebo neznámého pachu, tedy pro testovaného jedince potrava nová.

Jako nový potravní objekt nám posloužil cvrček (*Acheta domestica*), kterému jsme nalepili modrý papírový štítek na dorzální stranu abdomenu. Použity byly larvy o délce těla cca 10mm, které velikostně odpovídaly imágům ruměnice (*Pyrrhocoris apterus*). Pokus probíhal v experimentální kleci a larvy cvrčků byly ptákům předkládány ve skleněné misce na otočném karuselu (každý pták dostal jen jednoho cvrčka). Test trval 5 minut, opět byl pořízen videozáznam a kontinuální záznam do počítače pomocí programu Observer 3.0. Prvky chování jsou uvedeny v tabulce 4. 7.

**Tab. 4.7** Zaznamenávané prvky chování v testu reakce na nový potravní objekt. Podtržená písmena byla použita jako klávesové zkratky pro Observer 3.0.

<b>Zaznamenávané prvky chování</b>
<b><u>E</u>xploring</b> – explorační chování po celé kleci bez vztahu k potravě
<b><u>S</u>earching</b> – pozorování nového potravního objektu z dálky (většinou z bidýlka)
<b><u>A</u>pproach</b> – přiblížení se k novému potravnímu objektu (pozice na karuselu)
<b><u>H</u>andling</b> – manipulace s novým potravním objektem
<b><u>F</u>eeding</b> – konzumování potravy
<b><u>G</u>rinning</b> – otřepávání, čepýření
<b><u>C</u>leaning bill</b> – otírání zobáku (většinou o větev)
<b><u>D</u>rink</b> – pití a koupel
<b><u>R</u>esting</b> – spaní, čištění se

#### 4. 4. 5 Startle reaction

Reakce na vyplašení (Startle reaction) je test, při kterém se zaznamenává reakce pokusného jedince na vyplašení v průběhu potravního chování. Důležitým aspektem je zde doba, která uplyne, než se testované zvíře vrátí k potravě po vyrušení. Van Oers (2003) používal ve své práci pro měření startle reakce zařízení, které bylo umístěno ve standardizované místnosti používané pro testování reakce na nové prostředí. Jednalo se o sklápěcí mechanismus – plechový čtverec. Byl dálkově ovládán, aby mohl přiklopit misku s nabízenou potravou. Tím došlo k vyplašení sýkory a od této chvíle byl měřen čas nutný k tomu, aby se pták opět k misce s potravou vrátil a zároveň předloženou potravu sežral.

V našich podmínkách byl tento test situován opět do pokusné klece a k vyplašení testovaného jedince bylo docíleno pootočením dřevěného karuselu. Nabízenou potravou zde byl moučný červ (*Tenebrio molitor*) ve skleněné misce. Zaznamenávali jsme celkem tři časy. Změřena byla doba přiletu k prvnímu předloženému červovi. Po jeho pozření byl sýkoře nabídnut hned druhý, ale při dosednutí ptáka na karusel jím bylo prudce pootočeno a pták byl od potravy vyrušen. Třetím měřeným časem byla doba, po kterou sýkorám trvalo, než se opět odvážily přiletět na karusel a předloženou potravu zkonsumovat.

## 4. 5 Učící sada

V těchto testech je naivním, ručně odchovaným sýkorám nabídnuta jako potrava aposematická ploštice *Pyrrhocoris apterus*. Této kořisti, která je chráněna jak aposematickým zbarvením, tak i chemickou obranou, by se měli ptáci naučit vyhýbat. Pokus byl proveden v explorační kleci následně po sadě exploračních testů. V pokusné kleci je umístěn otočný karusel se šesti miskami. Potrava se vždy nacházela jen na jedné z misek. Jednotlivé pokusy probíhaly po dobu pěti minut, kdy byla sýkorám střídavě předkládána kontrolní kořist - moučný červ (larva *Tenebrio molitor*), která sloužila k ověření potravní motivace a aposematická kořist - *Pyrrhocoris apterus*. Vždy byl předložen jen jeden jedinec kořisti; kontrolní kořist byla předložena jako první. Pokus byl ukončen pod podmínkou, že se pták nesnažil s předloženou kořistí nijak manipulovat při třech předloženích za sebou. Maximální počet předložených ploštic byl třicet (šedesát pokusů celkem). U sýkor modřinek byla zjištěna nenaučená averze k *Pyrrhocoris apterus* (Exnerová et al. 2007), a proto většina mláďat již od počátku pokusu s plošticí manipulovat odmítala. Proto bylo každému ptákovi v učícím testu předloženo nejméně deset ploštic. Je-li odmítavá reakce modřinek způsobená neofobií, mohlo by vyšším počtem předložení dojít k jejímu vymizení. Pokud se jedinec nesnažil manipulovat a žrát ani kontrolní potravu, byl pokus přerušen.

Záznam testu byl proveden do programu Observer 3.0 a kontinuálně nahrán na video. Zaznamenávané prvky chování jsou uvedeny v tabulce 4. 8.

**Tab. 4. 8** Zaznamenávané prvky chování v učícím testu. Podtržená písmena byla použita jako klávesové zkratky pro Observer 3.0.

<b>Zaznamenávané prvky chování</b>
<b><u>E</u>xploring</b> – explorační chování po celé kleci bez vztahu k potravě
<b><u>S</u>earching</b> – pozorování nového potravního objektu z dálky (většinou z bidýlka)
<b><u>A</u>pproach</b> – přiblížení se k novému potravnímu objektu (pozice na karuselu)
<b><u>H</u>andling</b> – manipulace s novým potravním objektem
<b><u>F</u>eeding</b> – konzumování potravy
<b><u>G</u>rinning</b> – otřepávání, čepýření
<b><u>C</u>leaning bill</b> – otírání zobáku (většinou o větev)
<b><u>D</u>rink</b> – pití a koupel
<b><u>R</u>esting</b> – spaní, čištění peří

## 4. 6 Zkrácená učicí sada

Zkrácená sada učícího testu byla použita u dospělých sýkor modřinek, kde předpokládáme minimální zájem o manipulaci s plošticí, a proto jim bylo nabídnuto ploštic pouze pět. Zaznamenávané prvky chování jsou stejné jako u učící sady v tabulce 4. 8.

## 4. 7 Statistické zpracování dat

Ke statistickému hodnocení dat byly použity programy Statistika 6.1, S-plus 4.0 a Canoco for Windows 4.5.

### Explorační skóre a určení personality

Výpočet exploračního skóre vychází z prací Verbeek et al. (1998), Dingemanse (2002), Carere (2003) a van Oers (2003). Pro zhotovení tohoto skóre byly použity naměřené latence z testu reakce na nové prostředí (latence první manipulace s moučným červem) a testu na nový nepotravní objekt (latence prvního klovnutí do objektu). Celková doba trvání pokusu byla u obou testů rozdělena na deset kategorií a jedincům byly přiřazeny body podle tabulky 4. 9. Udělovaný počet bodů byl u každého testu od 0 do 10. Např. zorientoval-li se jedinec rychle v novém prostředí a pro nabízenou potravu si přiletěl do 1 minuty od začátku pokusu, pak mu byl přidělen maximální počet bodů (10 bodů) z testu reakce na nové prostředí. Naproti tomu jedinec, který předloženou potravu neobjevil nebo se k ní bál po celou dobu pokusu (10 minut) slétnout byl za tento test ohodnocen minimálním počtem bodů (0 body).

**Tab. 4. 9** Bodové ohodnocení latence jednotlivých testů k určení personality.

LATENCE	BODY
do 1 min	10
do 2 min	9
do 3 min	8
do 4 min	7
do 5 min	6
do 6 min	5
do 7 min	4
do 8 min	3
do 9 min	2
do 10 min	1

Maximální dosažené skóre jedním ptákem z obou použitých testů byl 20 bodů a minimum, kterého mohl jedinec dosáhnout byla 0 bodů. Ptáci, jejichž bodové ohodnocení se pohybovalo mezi 11 až 20 body, byli zařazeni do kategorie „Fast explorer“ a ptáci, kteří získali od 0 do 10 bodů, byli zařazeni do kategorie „Slow explorer“ (Fuchsová 2007).



**Obr. 4. 10** Mladá sýkora modřinka při exploraci nového nepotravního objektu.

## PCA analýza

Analýza byla provedena:

- 1) společně pro oba druhy i věkové kategorie
- 2) samostatně pro všechny modřinky
- 3) a jen pro mladé koňadry a modřinky

Pro PCA analýzu byly použity proměnné z jednotlivých testových sad. Jako data „species“ jsem použila tyto proměnné: průměrné hodnoty ze dvou dechových testů, latence pro handling v testu reakce na nové prostředí, latence klování, latence pro approach, počet klování a dobu trvání klování u testu na nový nepotravní objekt, latence pro approach a pro handling u testu reakce na nový potravní objekt a latence 2 a 3 pro startle reakci. Latence startle 1 byla vyřazena, protože mohla být ovlivněna tím, že si jedinec nemusel všimnout předložené potravy a pro zhodnocení byla důležitá latence startlu 2 – návrat pro potravu bez vyrušení a latence startlu 3 – návrat pro potravu po vyrušení. Jako „environmentální proměnné“ byly použity druhy, věkové skupiny a typ personality.

## **Vliv personality a věku na dechovou frekvenci**

Podle Carere (2003) by dechová frekvence sýkor měla souviset se stresem při manipulaci a tím odrážet typ personality jedince. Zda je dechová frekvence u sýkor modřinek ovlivněna věkem či personalitou, bylo testováno dvoucestnou Anovou, a poté jednocestně vliv personality u každé věkové kategorie zvlášť.

## **Vliv personality a věku na latenci návratu po vyplašení (startle 3)**

Doba, za kterou se pták vrátí zpět pro předloženou potravu od chvíle, kdy jsme ho od ní vyplašili, by měla souviset s odvahou testovaného jedince. Na odvalu sýkor by mohl mít vliv věk nebo jejich personalita. Vliv personality a věku na latenci návratu sýkor zpět k předkládané potravě po vyplašení v testu Startle reaction byl testován dvoucestnou Anovou, a poté vliv personality u každé věkové kategorie zvlášť.

## **Korelace počtu bodů, dechové frekvence a latencí pro startle reakce**

Korelace celkového počtu bodů, které sýkory získaly v jednotlivých exploračních testech, s latencemi pro startle reakci a s dechovými frekvencemi byla provedena pro dospělé i mladé modřinky pomocí Spearmanova korelačního koeficientu.

## **Vliv personality a věku modřinek na reakci na novou potravu**

Vliv personality a věkové skupiny na reakci na novou potravu jsem testovala pomocí generalizovaného lineárního modelu (glm Anova) pro binomické rozdělení s logitovou link-funkcí. Závislá proměnná byla vyjádřena jako nepřítomnost nebo přítomnost (0/1) přiblížení se k objektu, manipulace s objektem nebo konzumace. Testovanými faktory byla věková skupina, personalita a jejich interakce. Nejprve byla provedena souborná analýza pro obě věkové skupiny a poté samostatný test vlivu personality u mládřat a dospělých jedinců.

Pomocí Spearmanova korelačního koeficientu byla také provedena korelace mezi první a druhou komponentou PC1 a PC2 a latencí prvního přiblížení se k nové kořisti a první manipulace s ní. Korelace byly provedeny zvlášť pro dospělé a zvlášť pro naivní modřinky.

Dále bylo testováno, zda má personalita a věk modřinek vliv na latenci prvního přiblížení se k novému potravnímu objektu a na latenci první manipulace s novou kořistí. Srovnání latencí bylo provedeno neparametricky Mann-Whitney U Testem. Vliv personality byl kvůli nízkému počtu Fast jedinců u naivních modřinek testován pouze pro adultní jedince.

## **Vliv personality a věku modřinek na reakci na aposematickou kořist**

Dále jsem testovala vliv personality a věku na přiblížení se k aposematické kořisti a na manipulaci s touto kořistí v průběhu zkrácené učící série. Použit byl generalizovaný lineární model (glm Anova) pro binomické rozdělení s logitovou link-funkcí. Závislá proměnná byla vyjádřena jako nepřítomnost nebo přítomnost (0/1) přiblížení se k plošticí nebo manipulace s plošticí. Testovanými faktory byla opět věková skupina, typ personality a jejich interakce. Kromě celkové analýzy pro obě věkové kategorie byl ještě samostatně testován vliv personality u mláďat i dospělců.

Stejně jako v testu reakce na nový potravní objekt byla i zde provedena Spearmanova korelace mezi první a druhou komponentou PC1 a PC2 a latencí prvního přiblížení se k aposematické kořisti a její první manipulace. Opět pro každou věkovou skupinu zvlášť.

I zde bylo testováno, zda má personalita a věk modřinek vliv na latenci prvního přiblížení se k aposematicky zbarvené kořisti. Srovnání latencí bylo provedeno opět Mann-Whitney U Testem. Netestoval se však vliv personality na latence pro manipulaci u adultů ani u ptáčat. Dospělí ptáci totiž s plošticí téměř nemanipulovali a u ptáčat kvůli malému počtu jedinců s Fast personalitou. Vliv věku také nebylo možné otestovat, protože sekvence pokusů pro adulty a pro ptáčata byly různě dlouhé.

## **Vliv věku u naivních modřinek na reakci na aposematickou kořist**

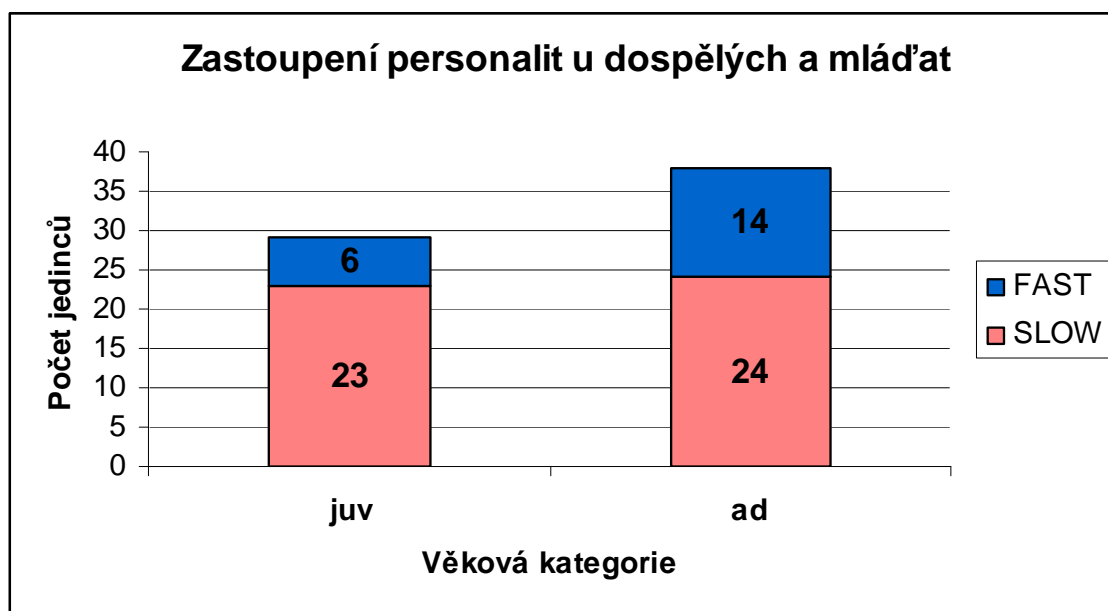
Testovala jsem zda manipulace s plošticí nebo přiblížení se k plošticí u naivních modřinek souvisí s jejich věkem. Věk u naivních modřinek můžeme vyjádřit jako spojitou proměnnou, a proto byl vliv věku na reakci na aposematickou kořist testován logistickou regresí.

## 5. Výsledky

### 5.1 Personalita a její zastoupení u mlád'at a dospělých jedinců

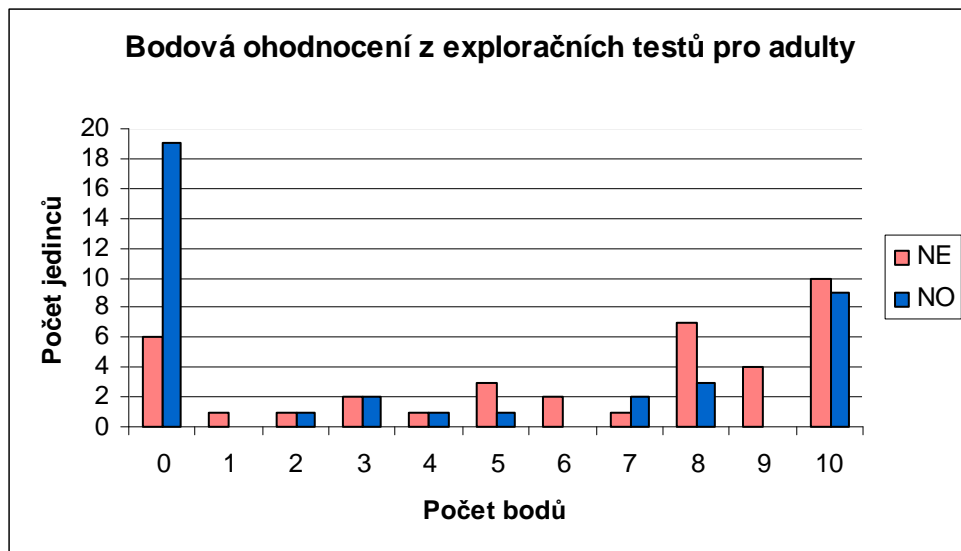
Všichni jedinci prošli testy v explorační sadě a byli ohodnoceni pomocí exploračního skóre-což je zisk určitého počtu bodů od 0 do 20 (viz Materiál a metodika). Explorační skóre vycházelo z testu na nový nepotravní objekt (modrá propiska) a testu na nové prostředí, které nejlépe odráží typ personality jedince (Drent 2003). Podle výše dosaženého skóre byli jedinci zařazeni do dvou kategorií: Fast explorer (11-20 bodů) nebo Slow explorer (0-10 bodů).

Poměrové zastoupení personalit se u jednotlivých věkových kategorií sýkor modřinek značně liší. U dospělých jedinců se jako Fast explorer projevila asi 1/3 z celkového počtu dospělých sýkor, zatímco u mladých naivních modřinek získala pouze 1/5 ptáků počet bodů potřebný pro zařazení do kategorie Fast explorer (graf 5. 1). V grafech 5. 2 a 5. 3 jsou zobrazena bodová ohodnocení (0-10 bodů) pro jednotlivé explorační testy, ze kterých jsem vycházela při určení personality, a počty ptáků, kteří těchto hodnot dosáhli. Z grafu 5. 3 je patrné, že většina mladých modřinek získala pro oba explorační testy nulové skóre.

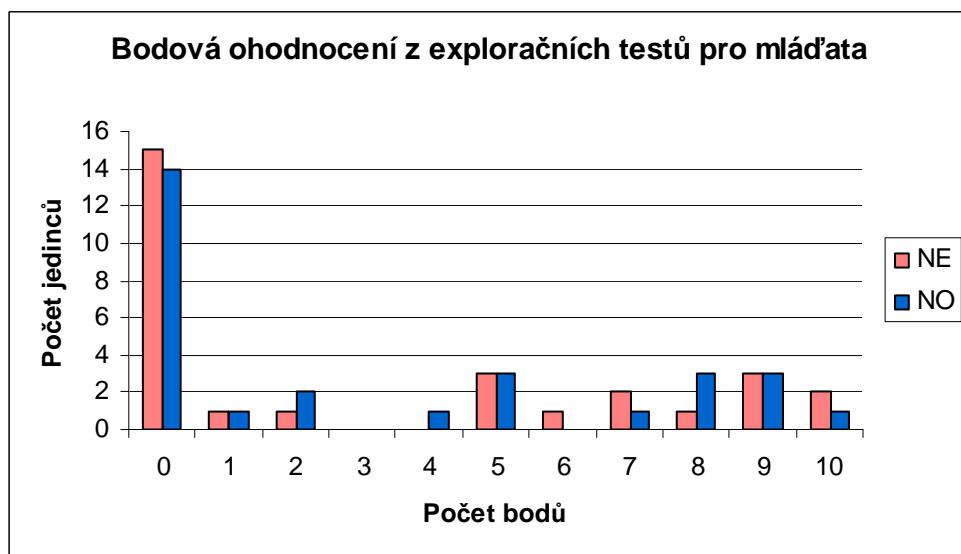


**Graf 5. 1** Zastoupení jednotlivých personalit u dospělých (ad.) a mladých (juv.) sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*).





**Graf 5. 2** Počty jedinců a počty bodů, kterých dosáhli dospělé modřinky při hodnocení explorační ve dvou posuzovaných testech. NE-test reakce na nové prostředí („New environment“), NO-test reakce na nový nepotravní objekt („Novel object“)



**Graf 5. 3** Počty jedinců a počty bodů, kterých dosáhli mladé modřinky při hodnocení explorační ve dvou posuzovaných testech. NE-test reakce na nové prostředí („New environment“), NO-test reakce na nový nepotravní objekt („Novel object“)

## 5. 2 Vzájemný vztah personalit a jednotlivých testů z explorační sady u různých druhů a věkových skupin

Pro porovnání vzájemného vztahu jednotlivých testů z explorační sady jsem použila PCA analýzu. Níže jsou uvedeny grafy pro všechny sýkory koňadry i modřinky dohromady, jen pro sýkory modřinky samostatně a dále jen pro naivní modřinky a koňadry. V tabulce 5. 6 jsou přehledně uvedeny všechny zkratky použité pro jednotlivé proměnné (vysvětlující i vysvětlované) v PCA analýze i grafech.

**Tab. 5. 6** Zkratky použité pro jednotlivé proměnné v PCA analýze i grafech.

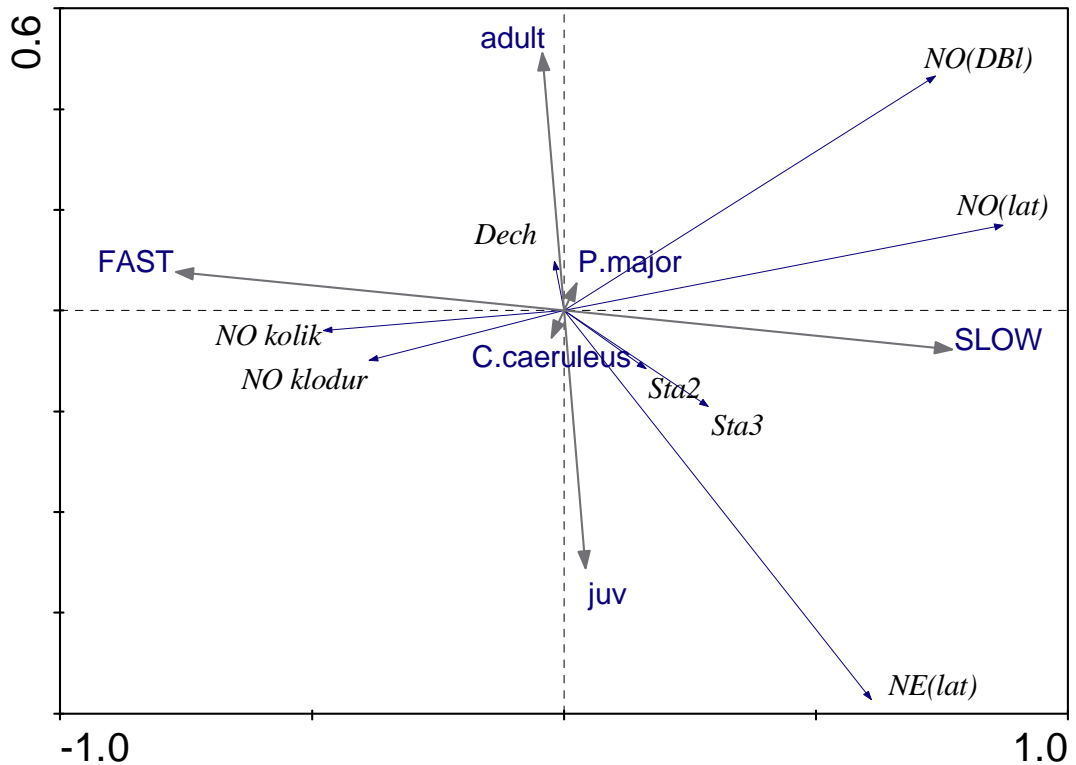
Zkratky použité v PCA analýze	Jejich stručný popis
<b>FAST</b>	Typ personality - Fast explorer
<b>SLOW</b>	Typ personality - Slow explorer
<b>C.caeruleus</b>	Druh (modřinka)
<b>P.major</b>	Druh (koňadra)
<b>AD</b>	Věková kategorie (adult)
<b>JUV</b>	Věková kategorie (juvenil)
<b>NO(lat)</b>	Latence klovaní do nového nepotr. objektu
<b>NO(DBI)</b>	Latence přiblížení se k novému nepotr. objektu
<b>NO kolik</b>	Počet klovaní do nového nepotr. objektu
<b>NO klovdur</b>	Délka trvání klovaní do nového nepotr. objektu
<b>NE(lat)</b>	Latence manipulace s potravou v testu na nové prostředí
<b>Sta 2</b>	Latence pro přiblížení u startle reakce
<b>Sta 3</b>	Latence pro manipulaci s potravou po vyrušení u startle reakce
<b>Dech</b>	Průměrný počet dechů ze dvou dechových testů

### PCA analýza pro obě věkové kategorie u druhů *P. major* a *C. caeruleus*

V PCA analýze pro porovnání dospělých a mladých sýkor obou druhů jsem jako vysvětlující proměnné použila věkovou kategorii, druh a typ personality. Vysvětlovanými proměnnými jsou zde jednotlivé hodnoty z vybraných exploračních testů (tab. 5. 6).

Z grafu 5. 7 je patrné, že sýkory koňadry a sýkory modřinky se svým exploračním chováním od sebe nijak podstatně neliší. Osa 1 od sebe odděluje typ personality. S personalitou typu Slow pozitivně korelují velké latence přiblížení se k novému nepotravnímu objektu, latence prvního klovnutí do objektu a latence první manipulace s potravou v testu reakce na nové prostředí. Naproti tomu s Fast personalitou koreluje počet a doba klovaní do nového nepotravního objektu. Osa 2 od sebe dělí dospělé a mladé sýkory. Mláďatům trvá déle než začnou manipulovat s předloženou potravou v novém prostředí a mají větší latence navracení

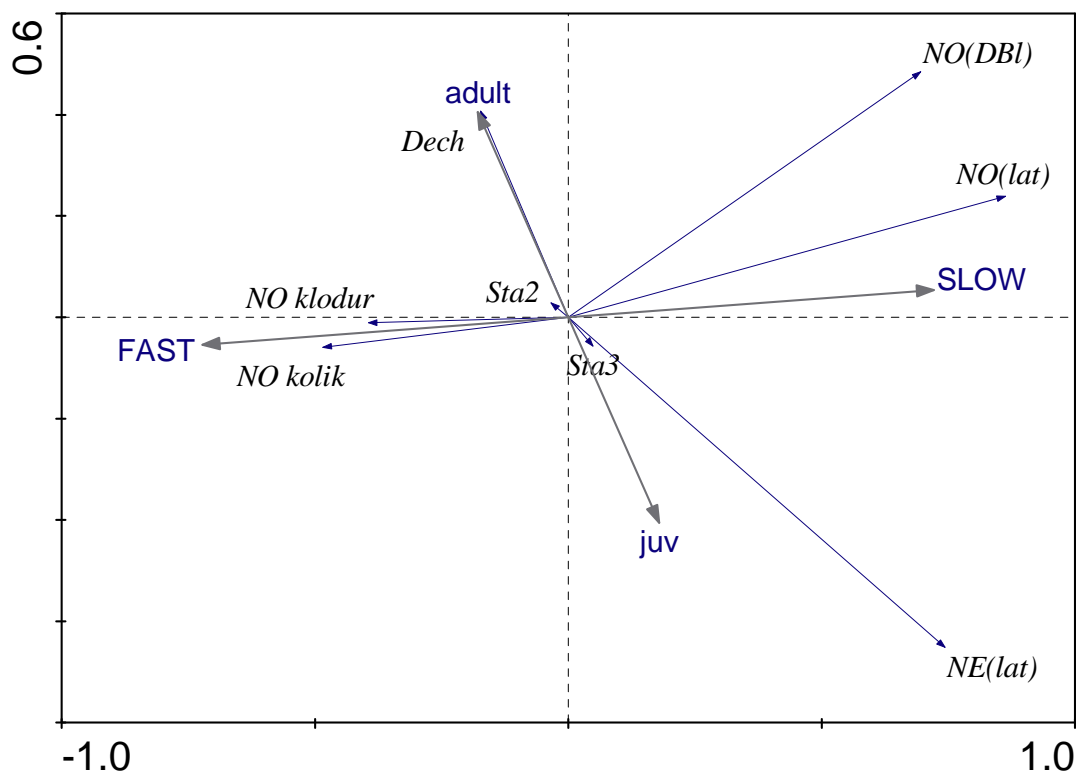
se k potravě po vyrušení. Dospělci zase projevují o něco vyšší dechovou frekvenci, což by mělo odrážet větší stres při manipulaci s nimi.



**Graf 5. 7** PCA analýza vztahu jednotlivých testů z explorační sady pro dospělé i naivní sýkory koňadry (*P. major*) a modřinky (*C. caeruleus*). FAST/SLOW (typ personality), NO(lat) – latence klování do nového nepotravního objektu, NO(DBI) – latence přiblížení se k novému objektu, NO kolik – kolikrát jedinec během pokusu do nového objektu klovnul, NO klodur – jak dlouho klování trvalo, Dech – počet dechů za minutu. **Osa 1 vysvětluje 50,72% variability, osa 2 vysvětluje 24,60% variability.**

#### PCA analýza pro mládřata i dospělé sýkory modřinky (*C. caeruleus*)

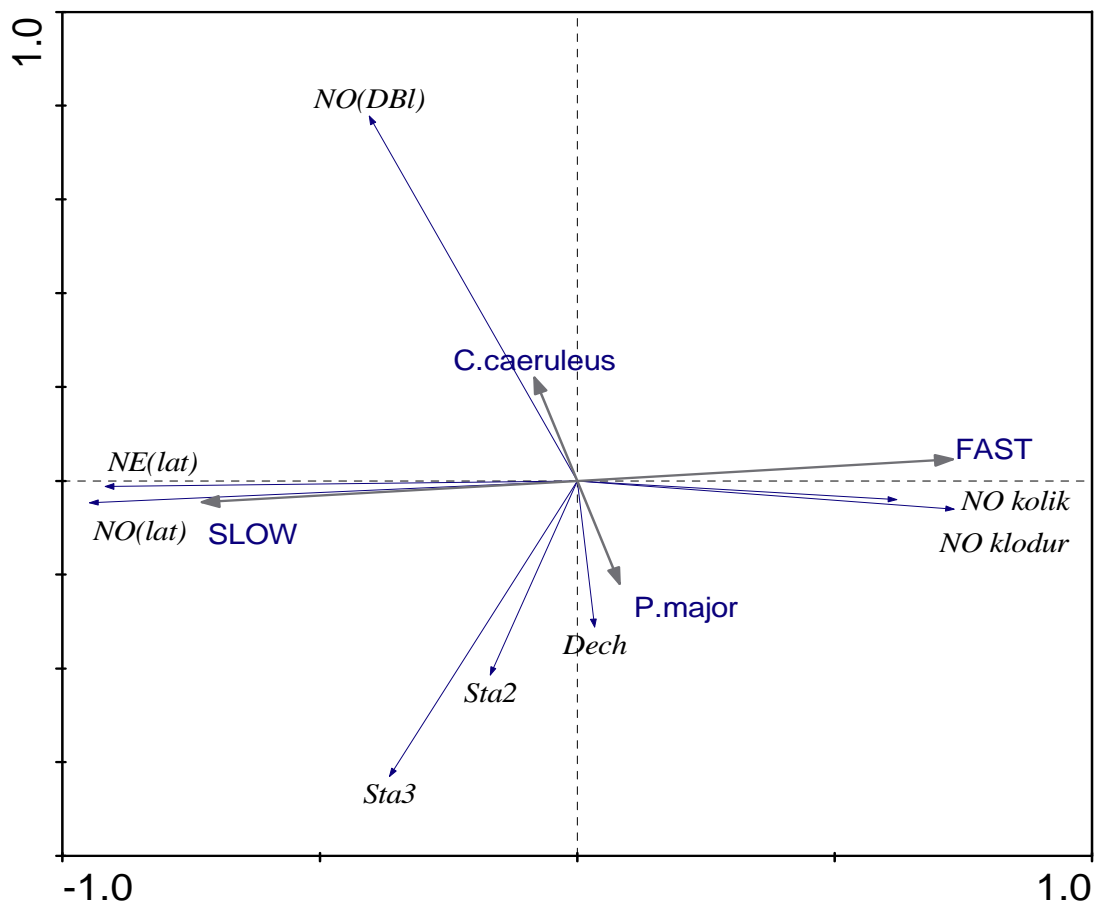
Podobné rozdíly jako v předchozím případě se projevují i mezi mladými a dospělými modřinkami v jejich samostatné PCA analýze. Stejně jako v porovnání zobrazeném v grafu 5. 7 je i zde patrná korelace velkých latencí přiblížení se k novému objektu, klování do něj a manipulace s potravou v novém prostředí a personality typu Slow. Jedinci Fast personality prozkoumají nové prostředí rychleji a také častěji a déle klovnou do nového nepotravního objektu. Opět se zde projevuje vyšší dechová frekvence u dospělců než u mládřat.



**Graf 5. 8** PCA analýza vztahu jednotlivých testů z explorační sady pro mladé a dospělé sýkory modřinky (*C. caeruleus*). FAST/SLOW (typ personality), NO(lat) – latence klování do nového nepotravního objektu, NO(DBI) – latence přiblížení se k novému objektu, NO kolik – kolikrát jedinec během pokusu do nového objektu klovnul, NO klodur – jak dlouho klování trvalo, Dech – počet dechů za minutu. **Osa 1 vysvětluje 56,55% variability, osa 2 vysvětluje 22,02% variability.**

#### **PCA analýza pro mladé sýkory koňadry (*P. major*) a modřinky (*C. caeruleus*)**

Zatímco ve společné analýze koňader a modřinek pro obě věkové kategorie se neprojevil mezi těmito dvěma druhy žádný podstatný rozdíl, u mladých sýkor je zřejmé, že mezi mláďaty modřinek je větší zastoupení Slow jedinců než u mladých koňader. Mláďata modřinek mají delší latence přiblížení se k novému nepotravnímu objektu. Kromě toho do propisky také méně a kratší dobu klovaly, což může souviset s jejich větší opatrností v raném věku. Avšak v reakci na vyplašení byly modřinky ve srovnání s koňadrami o něco odvážnější a měli také nižší dechové frekvence.



**Graf 5. 9** PCA analýza vztahu jednotlivých exploračních testů pro naivní sýkory koňadry (*P. major*) a modřinky (*C. Caeruleus*). FAST/SLOW (typ personality), NO(lat) – latence klování do nového nepotravního objektu, NO(DBI) – latence přiblížení se k novému objektu, NO kolik – kolikrát jedinec během pokusu do nového objektu klovnul, NO klodur – jak dlouho klování trvalo, Dech – počet dechů za minutu. **Osa 1 vysvětluje 64,78% variability, osa 2 vysvětluje 12,15% variability.**

### 5. 3 Vliv personality a věku na dechovou frekvenci

Závislost počtu dechů (za jednu minutu měřených při manipulaci s ptákem) na věku a personalitě jedince byla testována dvoucestnou Anovou, a poté jednocestně vliv personality u každé věkové kategorie zvlášť.

Neprokázalo se, že by dechová frekvence dospělých a mladých modřinek odrážela typ personality (ANOVA:  $F=0.179$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.673$ ), ale signifikantní byla závislost dechové frekvence na věkové kategorii sýkor (ANOVA:  $F=8,762$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0,004$ ). Průměrná dechová frekvence naměřená u mláďat se pohybovala okolo 116 dechů za minutu. U dospělých ptáků to bylo 132 dechů za jednu minutu. Mladé sýkory modřinky měly dechovou frekvenci

nižší než dospělí ptáci, což vypovídá o tom, že dospělci podléhali při manipulaci většímu stresu. Vliv personality na dechové frekvenci se neprokázal ani u dospělých sýkor (One-way Anova:  $F=0.044$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.835$ ) ani u mlád'at (One-way Anova:  $F=1.618$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.214$ ).

#### 5. 4 Vliv personality a věku na latenci návratu po vyplašení (startle 3)

Vliv personality a věku na latenci návratu sýkor zpět k předkládané potravě po vyplašení v testu Startle reaction byl testován dvoucestnou Anovou, a poté vliv personality u každé věkové kategorie zvlášť.

Na latenci návratu po vyplašení neměl vliv věk (Anova:  $F=0.0847$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.772$ ) ani personalita (Anova:  $F=0.321$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.573$ ). Vliv personality na latenci startlu 3 se neprokázal u mlád'at (One-way Anova:  $F=0.007$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.934$ ) a taktéž u adultů (One-way Anova:  $F=0.807$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.375$ ). Výsledky dokládají, že na latenci návratu ke kořisti po vyplašení nemá u sýkor modřinek vliv žádný z testovaných faktorů.

#### 5. 5 Korelace počtu bodů, latencí pro startle reakce a dechové frekvence

Spearmanovou korelací byl u dospělých i mladých modřinek porovnáván celkový počet bodů získaných v exploračním skórování s latencemi startle 1 (latence manipulace s první předloženou kořistí), startle 2 (latence pro přiblížení se ke druhé předložené kořisti), startle 3 (latence pro manipulaci s potravou po vyplašení) a s průměrnou dechovou frekvencí, která byla měřená dvakrát a vyjadřuje počet dechů za jednu minutu. U mlád'at se žádná korelace mezi těmito proměnnými neprokázala viz tabulka 5. 5. Ale u dospělých ptáků se jako signifikantní objevila pozitivní korelace mezi latencemi všech tří startle reakcí (tab. 5.4).

**Tab. 5. 4** Tabulka hodnot Spearmanova korelačního koeficientu pro testované proměnné u dospělých modřinek. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	Dech prům.	Startle 1	Startle 2	Startle 3	Bodů celkem
Dech prům.	1,000000	-0,213906	-0,053323	-0,281139	0,107520
Startle 1	-0,213906	1,000000	<b>0,549111</b>	<b>0,482215</b>	-0,067524
Startle 2	-0,053323	<b>0,549111</b>	1,000000	<b>0,681915</b>	-0,018844
Startle 3	-0,281139	<b>0,482215</b>	<b>0,681915</b>	1,000000	-0,026757
Bodů celkem	0,107520	-0,067524	-0,018844	-0,026757	1,000000

**Tab. 5. 5** Tabulka hodnot Spearmanova korelačního koeficientu pro testované proměnné u mladých modřinek. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	<b>Bodů celkem</b>	<b>Dech prům.</b>	<b>Startle 1</b>	<b>Startle 2</b>	<b>Startle 3</b>
<b>Bodů celkem</b>	1,000000	0,212981	-0,149188	0,073410	-0,105703
<b>Dech prům.</b>	0,212981	1,000000	-0,336825	-0,358023	-0,202761
<b>Startle 1</b>	-0,149188	-0,336825	1,000000	0,721360	0,644080
<b>Startle 2</b>	0,073410	-0,358023	0,721360	1,000000	0,533448
<b>Startle 3</b>	-0,105703	-0,202761	0,644080	0,533448	1,000000

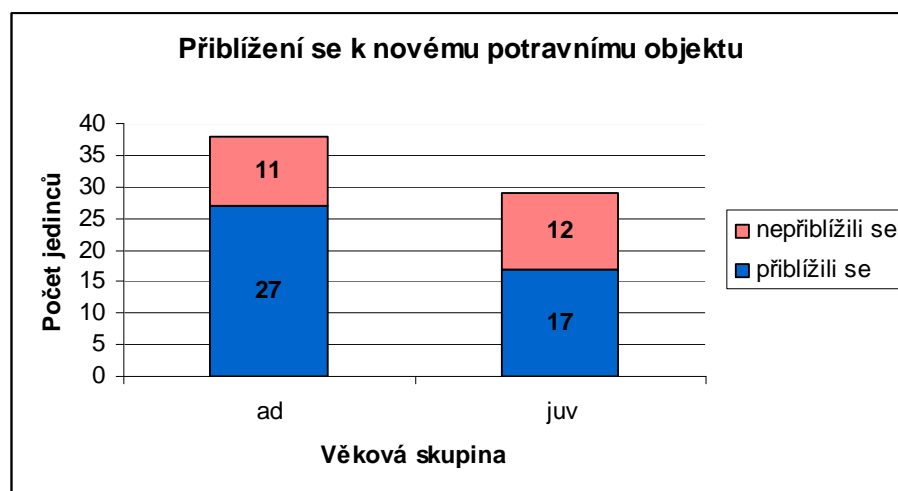
## 5. 6 Reakce na nový potravní objekt

### Vlivu personality a věku na přiblížení se k nové kořisti, manipulaci s ní a její konzumaci

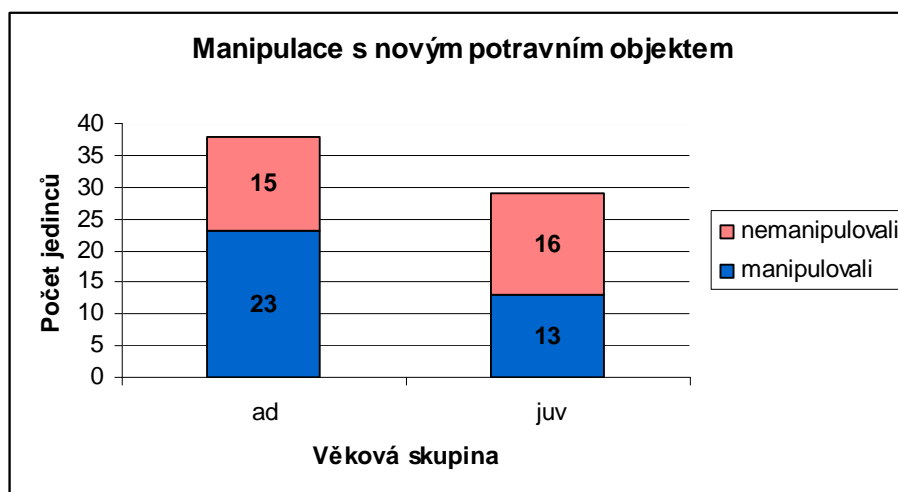
V testu na nový potravní objekt (cvrček a modrým štítkem) jsem posuzovala to, jestli se jedinci k neznámé kořisti přiblížili, jestli s ní manipulovali nebo jestli modrého cvrčka konzumovali. Na ochotu přiblížení se ke kořisti neměl vliv věk (glm ANOVA:  $F=1.057$ ,  $Df=1,65$ ,  $p=0.308$ ) ani personalita (glm ANOVA:  $F=0.766$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.385$ ). K nové kořisti se přiblížili jedinci obou typů personalit, přesto však ze všech testovaných Fast jedinců si přišlo prohlédnout kořist zblízka 75% ptáků, kdežto Slow jedinců jen 62%. K nové potravě se přiblížila více než polovina adultních jedinců i mladých modřinek viz. graf 5. 10.

Stejně tak není signifikantní vliv věku (glm ANOVA:  $F=1.537$ ,  $Df=1,65$ ,  $p=0.22$ ) ani vliv personality (glm ANOVA:  $F=0.972$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.328$ ) na manipulaci s novou potravou. Graf 5. 11 ukazuje počty manipulujících a nemanipulujících jedinců v každé věkové kategorii. Na konzumaci cvrčka měl průkazný vliv věk (glm ANOVA:  $F=8.847$ ,  $Df=1,65$ ,  $p=0.004$ ), signifikantní zde opět není vliv personality (glm ANOVA:  $F=2.2$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.143$ ) a ani interakce obou faktorů (glm ANOVA:  $F=0.118$ ,  $Df=1,63$ ,  $p=0.732$ ).

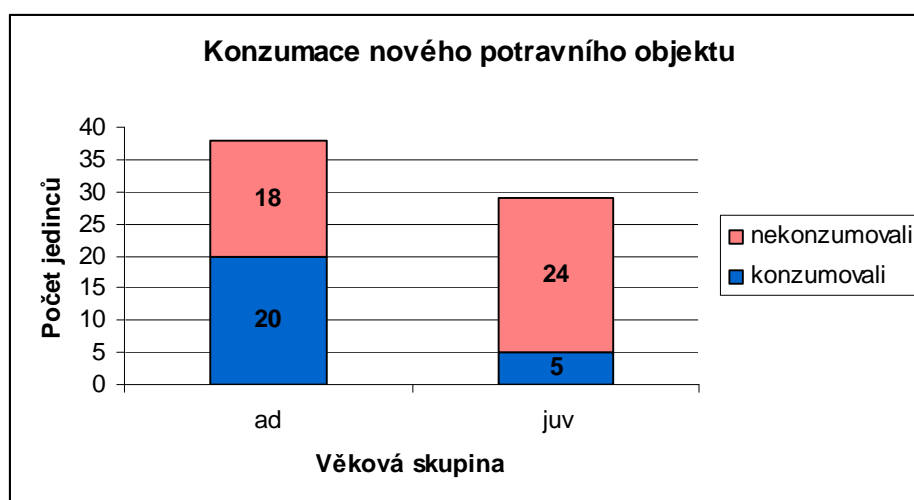
Graf 5. 12 zobrazuje velký rozdíl v počtu jedinců, kteří konzumovali novou potravu (cvrčka s modrým štítkem). Zatímco většina naivních modřinek konzumaci nové potravu zcela odmítla, více než polovina testovaných dospělců cvrčka ochotně konzumovala. Cvrčka konzumovalo 55% z celkového počtu testovaných Fast jedinců a jen 30% ptáků Slow personality.



**Graf 5. 10** Vliv věkové skupiny (ad-adult, juv-juvenil) na přiblížení se k nové potravě u modřinek.



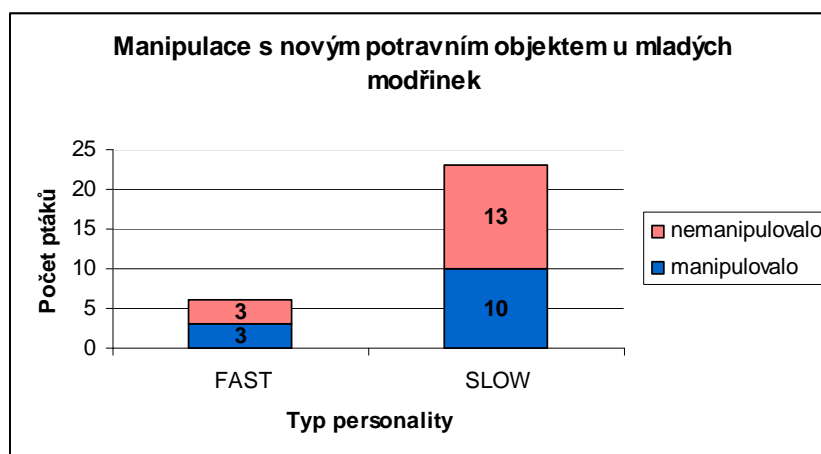
**Graf 5. 11** Vliv věkové skupiny (ad-adult, juv-juvenil) na manipulaci s novou potravou u modřinek.



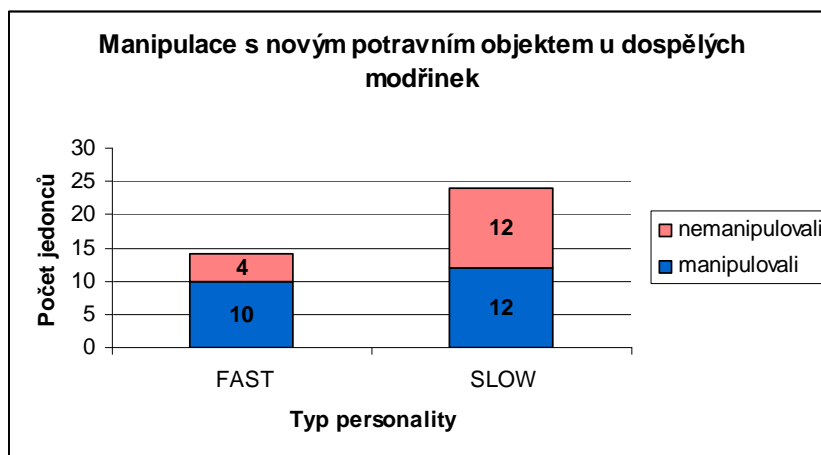
**Graf 5. 12** Vliv věkové skupiny (ad-adult, juv-juvenil) na konzumaci nové potravy u modřinek.



U mládřat a dospělých jedinců byl proveden samostatný test vlivu personality na přiblížení se k potravě, manipulaci a konzumaci. Vliv personality se neprokázal u žádné testované proměnné ani u mládřat: approach (glm ANOVA:  $F=0.192$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.665$ ), handling (glm ANOVA:  $F=0.076$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.785$ ), feeding (glm ANOVA:  $F=1.129$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.297$ ) a ani u dospělců: approach (glm ANOVA:  $F=0.595$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.446$ ), handling (glm ANOVA:  $F=1.067$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.308$ ), feeding (glm ANOVA:  $Z=1.158$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.289$ ). U mládřat se neprokázal vliv personality na žádnou testovanou aktivitu. Zde je pravděpodobně důvodem velmi nevyrovnaný podíl jedinců personality typu Fast ( $N=6$ ) a personality typu Slow ( $N=23$ ). Graf 5. 13 znázorňuje počet manipulujících a nemanipulujících ptáků u obou personalit. Vliv personality jedince na manipulaci s novou potravou se neprokázal ani u adultů, ale přesto můžeme u dospělých modřinek pozorovat určitý trend ve vyšším počtu manipulací se cvrčkem u jedinců s personalitou typu Fast. Zatímco převážná většina „Fast“ jedinců s cvrčkem manipulovala, u „Slow“ jedinců stejnou aktivitu projevovala jen polovina testovaných jedinců (viz. Graf 5. 14).



**Graf 5. 13** Vliv personality na manipulaci s novým potravním objektem u mladých sýkor modřinek.



**Graf 5. 14** Vliv personality na manipulaci s novým potravním objektem u dospělých sýkor modřinek.

### Korelace komponent PC1 a PC2 s reakcí na nový potravní objekt

V PCA analýze rozděluje osa 1 (PC1) jedince podle typů personality a osa 2 (PC2) podle věku. Korelace komponent PC1 a PC2 byla u modřinek provedena zvláště pro obě věkové skupiny. Testována byla korelace latence přiblížení se k nové potravě a latence manipulace.

Korelace osy 1 i osy 2 a latence na přiblížení se k nové kořisti (approach) i latence manipulace s ní (handling) jsou neprůkazné jak u dospělých, tak i u naivních sýkor modřinek viz. tab. 5. 15 a 5. 16.

Průkazně spolu korelují jen latence přiblížení se ke kořisti a latence manipulace s novým potravním objektem u dospělých modřinek. Modřinky s větší latencí pro přiblížení měly i větší latenci pro manipulaci s kořistí.

**Tab. 5. 15** Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu latencí pro approach a handling s PC1 a PC2 k novému potravnímu objektu u dospělých sýkor modřinek. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	<b>appr lat</b>	<b>hand lat</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>appr lat</b>	1,000000	<b>0,872607</b>	0,092487	0,092487
<b>hand lat</b>	<b>0,872607</b>	1,000000	0,251508	0,251508
<b>PC1</b>	0,092487	0,251508	1,000000	1,000000
<b>PC2</b>	0,092487	0,251508	1,000000	1,000000

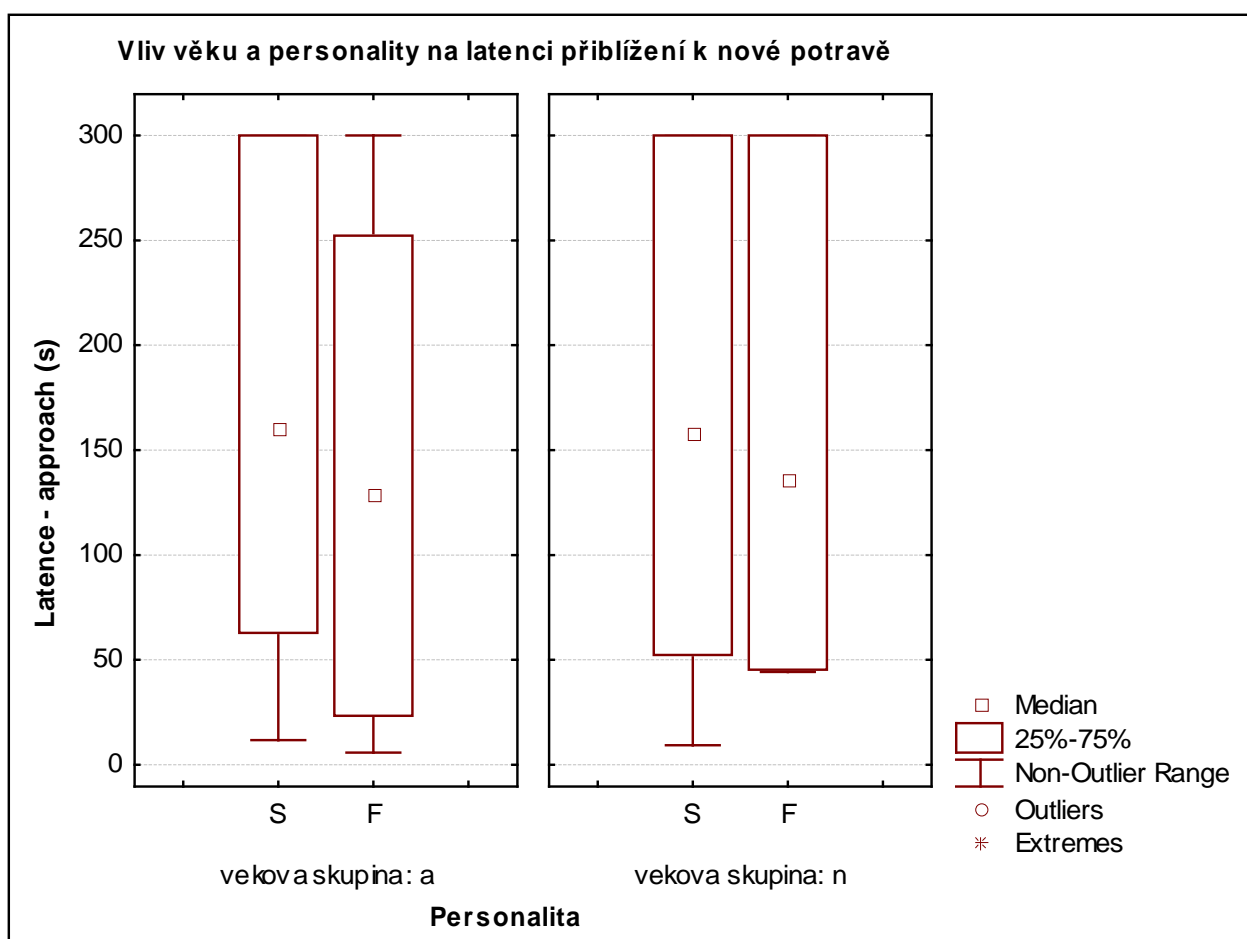
**Tab. 5. 16** Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu latencí pro approach a handling s PC1 a PC2 k novému potravnímu objektu u naivních sýkor modřinek. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	<b>appr lat</b>	<b>hand lat</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>appr lat</b>	1,000000	0,815327	0,168098	0,168098
<b>hand lat</b>	0,815327	1,000000	0,061818	0,061818
<b>PC1</b>	0,168098	0,061818	1,000000	1,000000
<b>PC2</b>	0,168098	0,061818	1,000000	1,000000

## Vliv personality a věku na latenci prvního přiblížení k novému potravnímu objektu

Vliv personality a věku na latenci přiblížení se k nové kořisti (approach) byl testován neparametricky pomocí Mann-Whitney U Testu.

Vliv personality byl kvůli nízkému počtu naivních Fast jedinců otestován pouze pro dospělé sýkory. Ale ani zde se neprojevil průkazný vliv personality na latence prvního přiblížení k nové potravě ( $N_1=24$ ,  $N_2=14$ ,  $U=133,0$ ,  $p=0.301$ ). Stejně tak se neprokázal vliv věku na latenci přiblížení ( $N_1=38$ ,  $N_2=29$ ,  $U=518,0$ ,  $p=0.683$ ). Graf 5. 17 ukazuje, že chování sýkor modřinek obou věkových skupin i obou typů personalit vůči nové potravě je velmi podobné. Latence pro přiblížení se k neznámé kořisti mají široký rozptyl u všech posuzovaných kategorií. Střední hodnota latence pro approach je však u jedinců personality typu Fast o něco menší než u Slow jedinců.

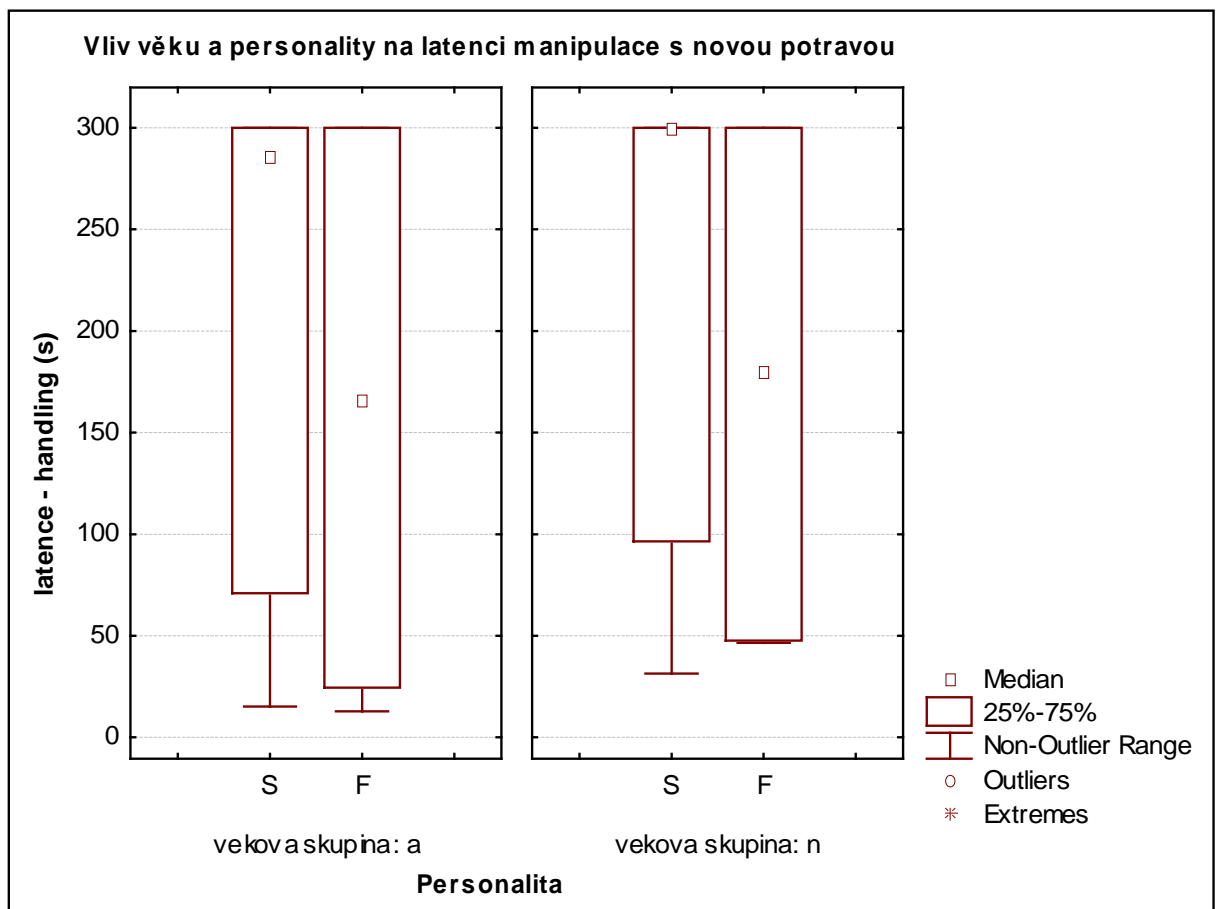


**Graf 5. 17** Vliv věku a personality na latenci přiblížení se k novému nepotravnímu objektu u modřinek: S-Slow explorers, F-Fast explorers, a-adultí, n-mláďata.

### Vliv personality a věku na latenci první manipulace s novým potravním objektem

Vliv věku a personality na latence pro manipulaci s novým potravním objektem byl i zde porovnán neparametricky Mann-Whitney U Testem. Vliv personality byl opět testován pouze u adultních sýkor. Ten se znovu ukázal jako neprůkazný ( $N_1=14$ ,  $N_2=24$ ,  $U=125.0$ ,  $p=0.201$ ). Signifikantní se neukázal ani vliv věku ( $N_1=38$ ,  $N_2=29$ ,  $U=489.0$ ,  $p=0.439$ ).

Grafické znázornění ukazuje podobnou situaci jako v předchozím případě. Latence mají ve všech případech velký rozptyl a jejich střední hodnota je menší u Fast jedinců v případě dospělých i naivních sýkor modřinek.

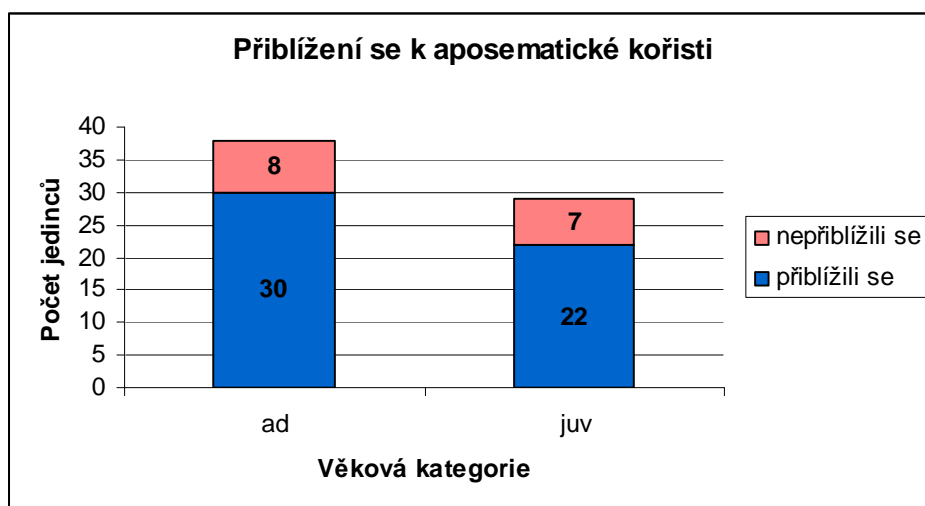


**Graf 5.18** Vliv věku a personality na latenci manipulace s novým nepotravním objektem u modřinek: S-Slow explorers, F-Fast explorers, a-adulti, n-mláďata.

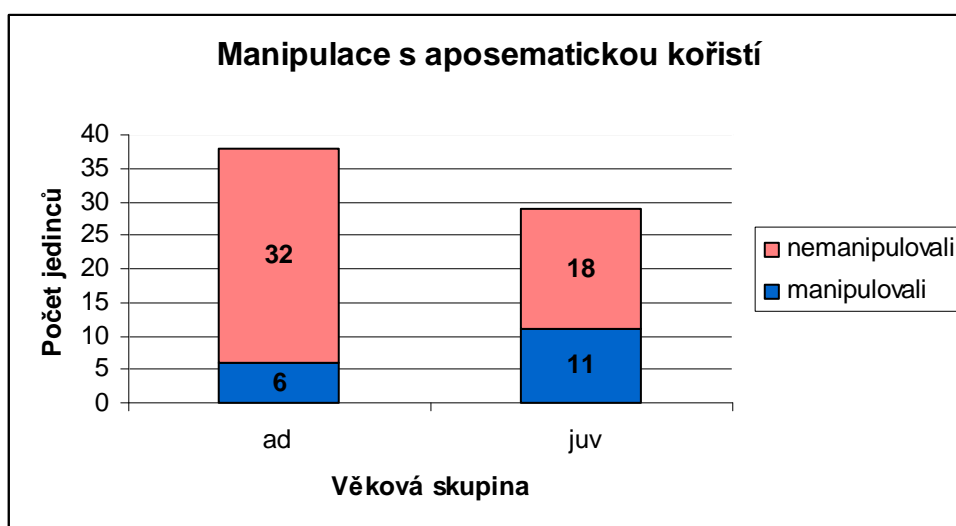
## 5. 7 Reakce na aposematickou kořist

### Vlivu personality a věku na přiblížení se k aposematické kořisti a na manipulaci s ní

U sýkor modřinek jsem dále testovala vliv věku a personality na přiblížení se k aposematické kořisti a na manipulaci s touto potravou. Konzumace byla z analýzy vyloučena, protože ani dospělé a stejně tak ani naivní modřinky aposematickou kořist nezabýjely a ani ji nekonzumovaly. Na přiblížení se k plošticí nemá průkazný vliv věk (glm ANOVA:  $F=0.084$ ,  $Df=1,65$ ,  $p=0.772$ ) ani personalita (glm ANOVA:  $F=2.592$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.112$ ). Z grafu 5. 19 je patrné, že převážná většina sýkor obou věkových kategorií se k nepalatantní kořisti přiblížila. U manipulace s aposematickou kořistí byl marginálně průkazný vliv věku (glm ANOVA:  $F=4.0$ ,  $Df=1,65$ ,  $p=0.0498$ ), ale vliv personality ptáků na manipulaci s aposematickou kořistí se opět neprokázal (glm ANOVA:  $F=0.107$ ,  $Df=1,64$ ,  $p=0.745$ ), průkazná nevyšla ani interakce mezi těmito dvěma faktory (glm ANOVA:  $F=0.442$ ,  $Df=1,63$ ,  $p=0.508$ ). Graf 5. 20 znázorňuje počet manipulujících a nemanipulujících jedinců v každé věkové kategorii. U dospělých sýkor byla manipulace s plošticí zaznamenána jen u šesti ptáků a to většinou jen s jednou (v jednom případě se dvěma) plošticemi. Tři ptáci manipulovali hned s první předloženou plošticí, jeden se třetí a dva se čtvrtou. U mláďat s plošticí manipulovala polovina ptáků, kteří se ke kořisti přiblížili. Osm ptáčat manipulovalo jen s jednou plošticí, dvě sýkory manipulovaly se dvěma plošticemi a jen jeden pták byl v průběhu pokusu ochotný manipulovat se třemi ruměnicemi. První manipulovanou plošticí byla pro dva ptáky první předložená ploštice, pro tři ptáky druhá, dva jedinci poprvé manipulovali se třetí předloženou plošticí, dva se šestou a dva ptáci manipulovali jako první až se sedmou předloženou ruměnicí. Čtyři mláďata se tedy k manipulaci odhodlala až po pěti předloženíích. Manipulace s ruměnicemi probíhala u ptáků obou věkových skupin krátce a většinou se podobala jen lehkému doteku a ponechání kořisti v misce, jen výjimečně si ptáci předloženou kořist odnesli s sebou na větev a po chvíli ji zase pustili.

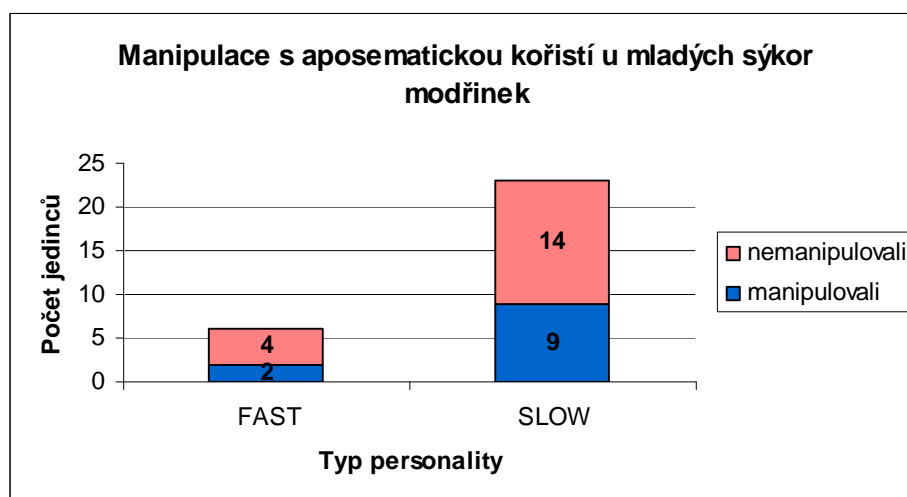


**Graf 5. 19** Vliv věku na přiblížení se k aposematicky zbarvené kořisti.



**Graf 5. 20** Vliv věku na manipulaci s aposematicky zbarvenou kořistí.

Stejně jako v reakci na modrého cvrčka byl i zde testován vliv personality na reakci vůči předkládané aposematické kořisti samostatně pro každou věkovou skupinu. Vliv personality na přiblížení se k plošticí se neprokázal u mláďat (glm ANOVA:  $F=0.309$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.583$ ) ani u adultů (glm ANOVA:  $F=2.634$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.113$ ). Neprůkazný je také vliv personality na manipulaci s plošticí u mláďat (glm ANOVA:  $F=0.064$ ,  $Df=1,27$ ,  $p=0.802$ ) i dospělých sýkor modřinek (glm ANOVA:  $F=0.488$ ,  $Df=1,36$ ,  $p=0.489$ ). U dospělých sýkor patřila polovina manipulujících ptáků k personalitě typu Fast a polovina k personalitě typu Slow. U mladých vůči aposematicky zbarvené kořisti naivních modřinek patřily manipulující jedinci také k oběma typům personality (graf 5. 21). Výsledky u mláďat jsou však pouze orientační kvůli malému počtu ptáků personality typu Fast.



**Graf 5. 21** Vliv personality na manipulaci s aposematickou plošticí u mladých modřinek.

### Korelace komponent PC1 a PC2 s reakcí na aposematicky zbarvenou kořist

V PCA analýze rozděluje osa 1 (PC1) jedince podle typů personality a osa 2 (PC2) podle věku. Korelace komponent PC1 a PC2 byla u modřinek provedena zvlášť pro obě věkové skupiny. Testována byla korelace latence přiblížení se aposematické kořisti a latence manipulace s plošticí.

Korelace osy 1 i osy 2 a latence na přiblížení se k plošticí (approach) i latence manipulace s ní (handling) jsou neprůkazné jak u dospělých (tab. 5. 22), tak i u naivních sýkor modřinek (tab 5. 23).

**Tab. 5. 22** Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu latencí pro approach a handling s PC1 a PC2 k plošticí u adultů. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

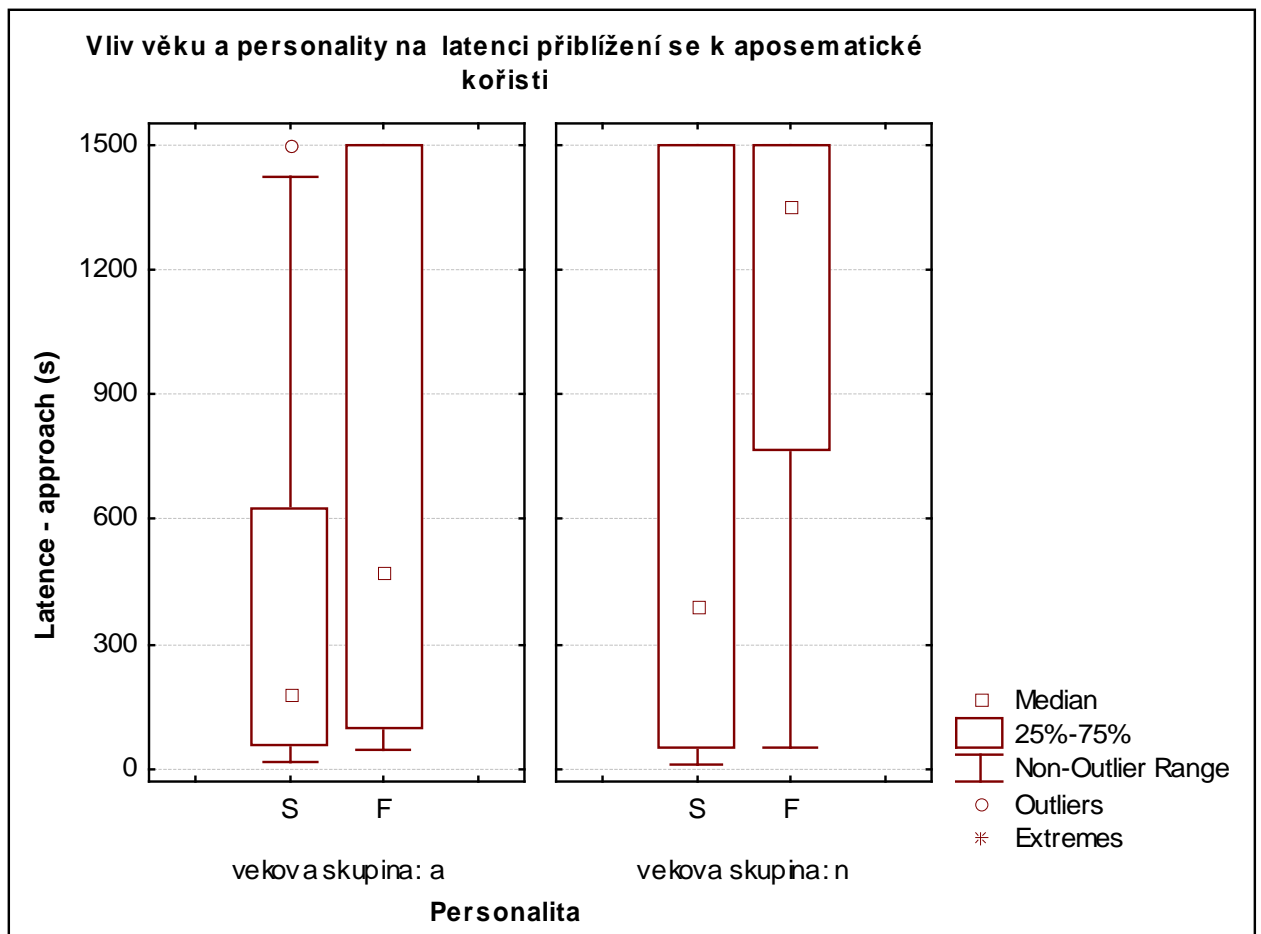
	<b>appr lat</b>	<b>hand lat</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>appr lat</b>	1,000000	0,309442	0,259649	0,259649
<b>hand lat</b>	0,309442	1,000000	0,076013	0,076013
<b>PC1</b>	0,259649	0,076013	1,000000	1,000000
<b>PC2</b>	0,259649	0,076013	1,000000	1,000000

**Tab. 5. 23** Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu latencí pro approach a handling s PC1 a PC2 k plošticí u mláďat. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	<b>appr lat</b>	<b>hand lat</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>appr lat</b>	1,000000	0,251563	0,177584	0,177584
<b>hand lat</b>	0,251563	1,000000	0,175581	0,175581
<b>PC1</b>	0,177584	0,175581	1,000000	1,000000
<b>PC2</b>	0,177584	0,175581	1,000000	1,000000

### Vliv personality a věku na latenci prvního přiblížení k aposematicky zbarvené kořisti

Vliv personality a věku na latenci přiblížení se k aposematické kořisti (approach) byl testován pomocí Mann-Whitney U Testu. Z testu vyplývá, že typ personality nemá na latenci přiblížení se k aposematické kořisti průkazný vliv ani u dospělých (N=14, N=24, U=128,5, p=0.235), ani u naivních sýkor modřinek (N=6, N=23, U=46.0, p=0.233). Na latenci přiblížení se k plošticí nemá signifikantní vliv ani to, jestli je sýkora dospělý zkušený predátor nebo naivní ptáče (N=38, N=29, U=474.0, p=0.335). Graf 5. 24 ukazuje, že u dospělých modřinek jsou latence pro přiblížení se k plošticí menší u Slow jedinců než u ptáků personality typu Fast. Příčinou může být důkladnější explorační chování Slow jedinců. Podobnou tendenci můžeme sledovat také u naivních predátorů, zde však musíme brát ohled na velmi nevyrovnaný soubor, protože většina testovaných ptáčat patří mezi Slow explorers.

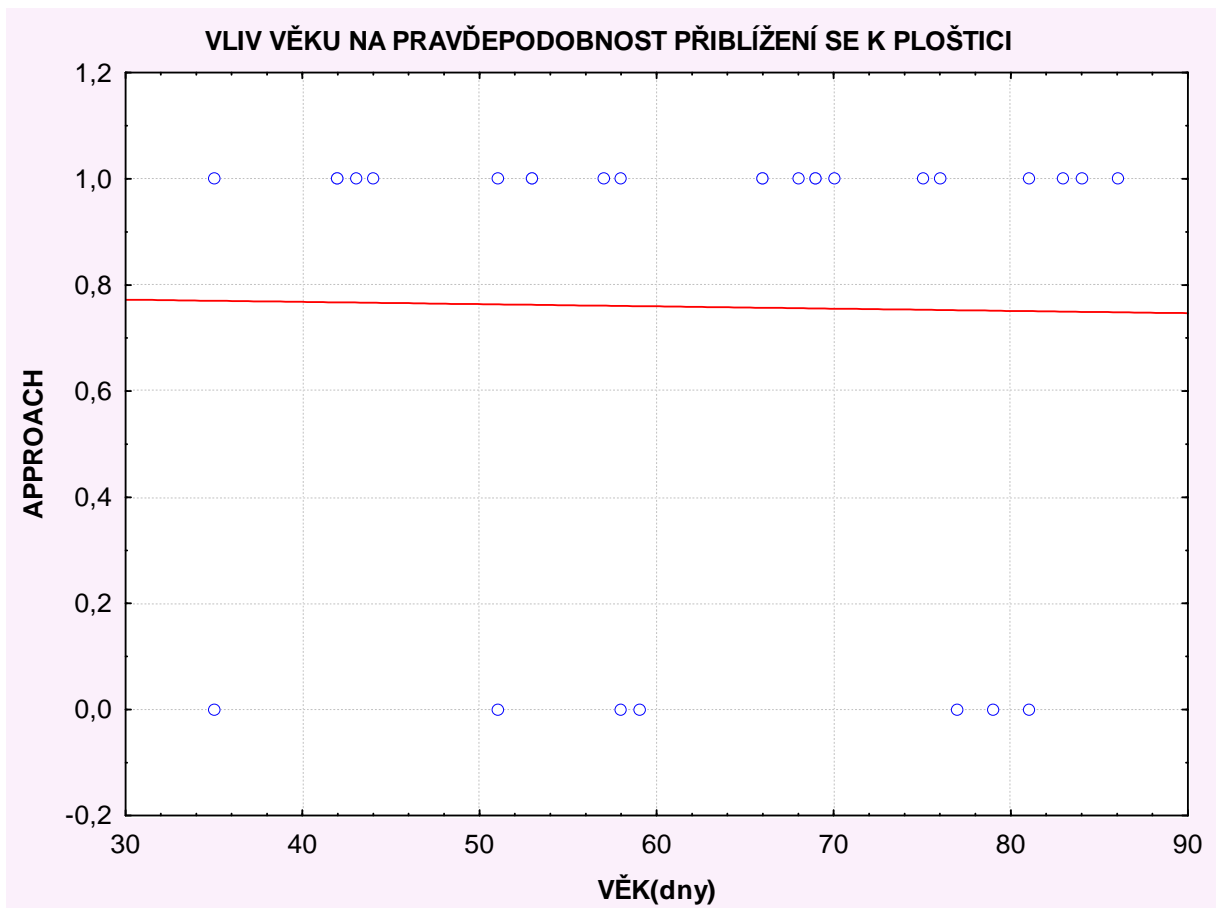


**Graf 5. 24** Vliv věku a personality sýkor modřinek na latenci přiblížení se k aposematické kořisti: S-Slow explorers, F-Fast explorers, a-adulti, n-naivní mládřata.

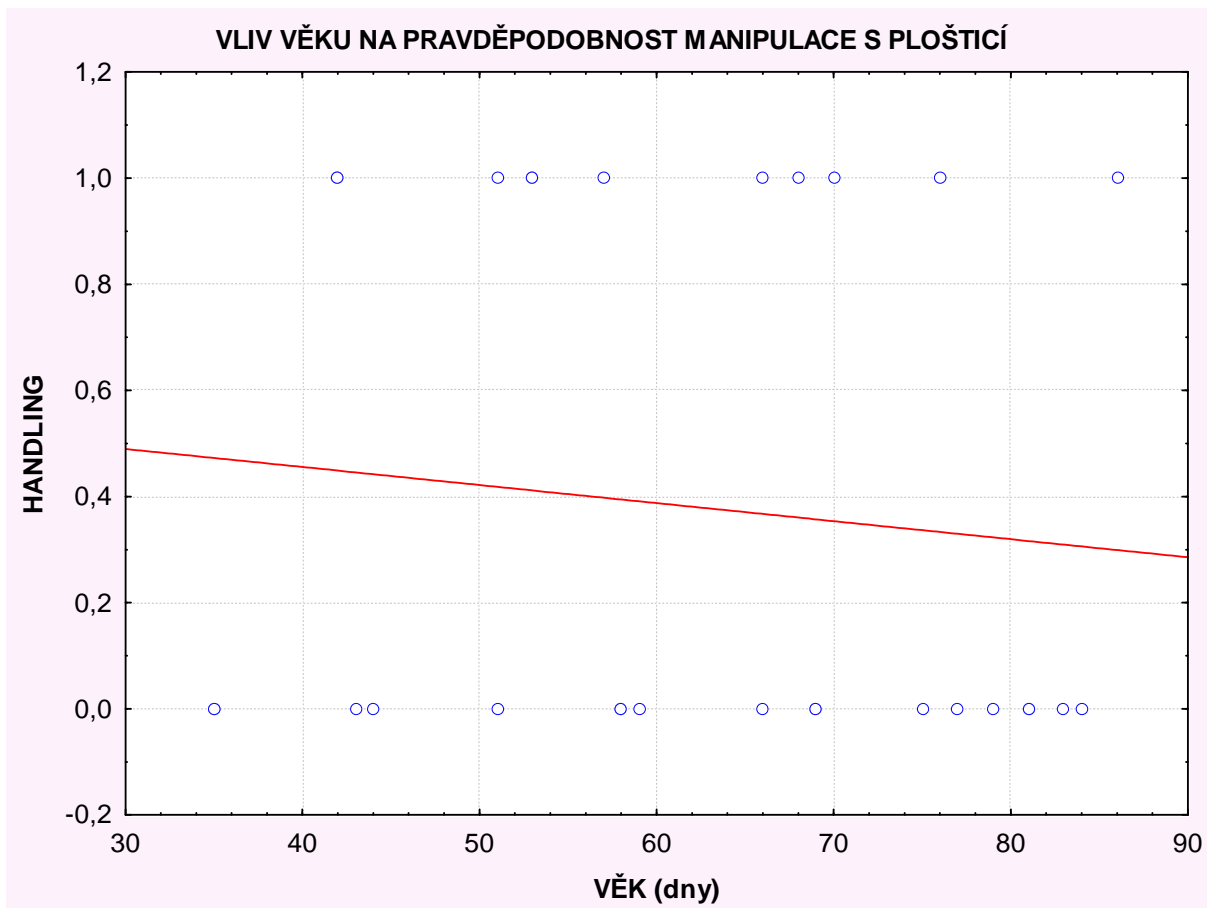


## 5. 8 Vliv věku na reakci na aposematickou kořist u naivních modřinek

Vliv věku (spojitá proměnná) na pravděpodobnost, že se pták přiblíží nebo bude manipulovat alespoň s jednou plošticí v průběhu učící série, byl testován logistickou regresí. Testována byla mláďata modřinek ve věku 35-86 dnů. Vliv věku na přiblížení se naivních modřinek k aposematické kořisti se neprokázal ( $N=29$ , Wald. Stat.=0.007,  $p=0.935$ ) a průkazný nebyl ani vliv věku na manipulaci s plošticí ( $N=29$ , Wald. Stat.=0.329,  $p=0.567$ ). V grafech 5. 25 a 5. 26 jsou znázorněny jednotlivé sýkory a věk, ve kterém prošly učícím testem. Rozložení jedinců v rámci věkového rozpětí je rovnoměrné pro přiblížení se k aposematické kořisti a stejně je tomu i pro manipulaci s plošticí. Můžeme tedy říci, že u naivních modřinek (testovaných ve stáří 35 až 86 dní) nemá věk vliv na přiblížení se k aposematické kořisti a ani na manipulaci s ní.



**Graf 5. 25** Vliv věku u naivních sýkor modřinek na přiblížení se k plošticí.



**Graf 5. 26** Vliv věku u naivních sýkor modřinek na manipulaci s plošticí.

## 6. Diskuse

### Explorační chování a personalita u sýkor modřinek

V exploračním chování ptáků existuje velká individuální variabilita. Tato variabilita je patrná nejen mezi jednotlivými druhy, ale také mezi jedinci téhož druhu. Vnitrodruhové rozdíly v exploračním chování ptáků jsou nejlépe popsány u druhu *Parus major*. Tyto individuální explorační schopnosti sýkor koňader jsou ovlivněny jejich personalitou. Podle rozdílů v exploračním chování byli jedinci rozděleni do dvou kategorií. Podle typu personality na Slow explorers a Fast explorers (Verbeek et al. 1999). Stejně rozdíly v exploračním chování u sýkor koňader zaznamenala i Fuchsová (2007).

Zda existují dva rozdílné typy osobností i u sýkor modřinek doposud nebylo známo. Moje výsledky ukazují, že explorační chování jednotlivých modřinek se od sebe značně liší, a to jak mezi dospělými, tak i mezi mladými jedinci. Zastoupení jednotlivých typů osobností u dospělých modřinek byl přibližně 1:2 ve prospěch osobnosti typu Slow, což se shoduje se zastoupením jednotlivých typů osobností u dospělých koňader v práci Fuchsové (2007). Dospělé modřinky se svými exploračními schopnostmi nijak neliší od dospělých sýkor koňader. Podle počtu bodů dosažených dospělými modřinkami v jednotlivých exploračních testech se ptáci rozdělili na dvě skupiny. To je patrné v grafu 5. 2, kde největší počet ptáků dosáhl buď nulového nebo maximálního exploračního skóre. Totéž se však už nedá říci o mladých modřinkách. Zde se velká většina testovaných ptáků projevila jako Slow explorers (graf 5. 3). Mladí ptáci prozkoumávali pomalu nejen nové prostředí, ale projevovali také velkou neofobii vůči novému nepotravnému objektu. Můžeme tedy konstatovat, že mladé a ještě nezkušené sýkory modřinky jsou vzhledem k novému prostředí a novým objektům mnohem opatrnější než zkušenější dospělé sýkory. Velký rozdíl v zastoupení jednotlivých typů osobností u adultů a juvenilních ptáků může souviset také se skutečností, která se projevila u sýkor koňader a tedy, že Slow jedinci s narůstajícím věkem zrychlují své explorační chování, zatímco Fast jedinci se s časem už téměř nemění (Verbeek et al. 1994; Groothuis a Carere 2004). Další vysvětlení malého podílu ptáčat s osobností typu Fast bychom mohli hledat v práci Fuchsové (2007), která testovala explorační chování u mláďat sýkor koňader ve věku 25 až 35 dní. Z dvaceti testovaných jedinců se jako Fast explorers projevili jenom čtyři ptáci, což je podobný podíl osobností jako u mladých modřinek v této práci. Fuchsová (2007) vysvětluje nízký počet ptáků s osobností typu Fast tím, že projevy osobnosti mohou být v tomto raném věku u sýkor zastíněny jejich vrozenou opatrností, kterou projevovali k novému

nepotravnímu objektu i v novém prostředí. Stejná opatrnost zaznamenaná v exploračních testech u mlád'at modřinek byla důsledkem malého počtu ptáků s Fast personalitou. Příčina tohoto chování u mladých sýkor modřinek by tedy mohla být v déle trvající periodě této „juvenilní opatrnosti“. Samozřejmě, že zde nemůžeme vyloučit ani vliv náhody, která se mohla podílet na získaných výsledcích.

V současnosti existuje jen málo prací, které by se zabývaly mezidruhovými rozdíly v exploračním chování u ptáků. Mettke-Hofmann et al. (2002, 2005) objevili rozdíly v exploračním chování mezi jedenašedesáti druhy papoušků a také mezi blízkými příbuznými druhy pěnic. Avšak v obou případech byli ptáci testováni až v dospělosti, a tak není možné výsledky exploračního chování ptáků v těchto pracích porovnat s chováním zaznamenaným v raném věku u mlád'at sýkor. Přesto však tyto literární zdroje dokládají existenci rozdílů v exploračním chování u jiných druhů ptáků. Rozdíly v exploraci studovaných druhů měly úzkou souvislost s jejich ekologií a životními strategiemi.

## **Vliv personality a věku na dechové frekvenci**

Carere (2003) měřil dechovou frekvenci u 14-ti denních ptáčat sýkor koňader a na základě znalosti typů personalit jejich rodičů mohl porovnat, jestli dechová frekvence ptáčete odráží typ jeho personality. Zjistil, že mlád'ata rodičů patřících ke Slow explorers mají při manipulaci vyšší dechové frekvence, než mlád'ata rodičů Fast explorers a tudíž, že dechová frekvence u mladých sýkor koňader souvisí s typem personality daného jedince. Totéž se ale nepotvrdilo v mé práci u sýkor modřinek. Dechová frekvence neodrážela typ personality ani u mlád'at ani u adultních jedinců. Důvodem, proč se u mladých modřinek neprojevil vliv personality na počtu dechů může být pokročilejší věk testovaných ptáčat. Mladé modřinky byly testovány ve věku 35 až 86 dní, což znamená, že jejich způsob života byl zcela odlišný od způsobu života 14-ti denních mlád'at koňader, která jsou ještě krmena svými rodiči a chráněna bezpečím dutiny stromu nebo budky. V období, kdy byly mladé modřinky testovány, již intenzivně vnímaly všechny okolní vlivy prostředí, které se mohly projevit na naměřené dechové frekvenci. Vyšší citlivost na stresové podněty z okolí by tedy u mladých modřinek mohla stírat vliv personality na jejich dechovou frekvenci. Využitím dechové charakteristiky pro určení personality se u 14-ti denních mlád'at sýkor koňader zabývá i Fučíková (2007). Pomocí tzv. „isolation testu“ měřila dech před a po patnácti minutové izolaci ptáčete. Naměřené dechové frekvence byly potom porovnány s výsledky testu na nové prostředí, který byl s ptáčaty proveden ve stáří 35 dnů a více. Korelace mezi testy však nabyla úplně průkazná

a jako důvod byl udán nízký počet testovaných jedinců. Vliv personality na dechovou frekvenci u mladých sýkor koňader, testovaných ve stáří 25 až 110 dní, se neprokázal ani v práci Fuchsové (2007). Při porovnání dechových frekvencí Fast a Slow jedinců zaznamenala jen mírně vyšší dechové frekvence u ptáčat s personalitou typu Slow.

U sýkor modřinek se však prokázalo, že dechové frekvence naměřené u mladých ptáků jsou o poznání nižší než průměrný počet dechů za jednu minutu u adultů. Tento jev je pravděpodobně způsobený častější manipulací s mládřaty. Mládřata sýkor modřinek byla při manipulaci spojené s měřením dechové frekvence klidnější a méně stresovaná.

## **Reakce na nový potravní objekt**

V testu reakce na nový potravní objekt (cvrček modré barvy) měl u sýkor modřinek podstatný vliv věk. Mladá ručně odchovaná ptáčata přistupovala k neznámé potravě s větší opatrností než dospělí ptáci. Všechny posuzované aktivity, kterými byly přiblížení se k nové potravě, manipulace s ní a konzumace, byly u mladých modřinek zastoupeny v menší míře než u adultů. Vliv věku byl průkazný na konzumaci nové potravy. Cvrčka konzumovalo více než polovina dospělých modřinek, zatímco u mládřat byla jeho konzumace spíše výjimkou. Příčinu tohoto rozdílu mezi aduly a mládřaty můžeme hledat například v tom, že dospělé sýkory mají s různorodou potravou větší zkušenost. Pro mladé modřinky navíc nebyla nová jen barva kořisti, ale také její celkové vzezření a způsob pohybu, protože jedinou živou potravou, se kterou se doposud setkala byla larva potemníka moučného (*Tenebrio molitor*). Vliv věku na ochotu k manipulaci s novou potravou se prokázal u sýkor koňader v práci Fuchsové (2007). Fuchsová (2007) testovala tři skupiny mládřat ve věku od 25 do 110 dní. Všechny tři skupiny se lišily v ochotě s modrým cvrčkem manipulovat, ale ochota k manipulaci se u nich zvyšovala spolu s narůstajícím věkem, což platilo pro Fast i Slow personality. V téže práci bylo také prokázáno, že vliv na manipulaci s novou potravou u mladých koňader má také personalita jedince. Převážná většina mládřat personality typu Fast s novou potravou ochotně manipulovala, což by odpovídalo předpokladu, že Fast explorers jsou odvážnější a projevují menší neofobii vůči neznámé potravě. Stejný vliv personality na reakci vůči nové potravě se však neprokázal u dospělých sýkor koňader. U blízce příbuzných sýkor modřinek se neprokázal vliv personality na žádný z posuzovaných prvků chování (přiblížení se ke kořisti, manipulace, konzumace) ani u mladých a ani u dospělých ptáků. U ptáčat však nebylo možné vliv personality na reakci ke cvrčkovu spolehlivě posoudit kvůli velmi malému počtu jedinců personality typu Fast. U dospělých modřinek byla stejně jako u

koňader zaznamenána velká variabilita v chování, které vůči nové kořisti projevovali. Jistý trend ve větší ochotě manipulovat s novou kořistí se však jeví pro Fast jedince. S novou potravou manipulovalo více než dvě třetiny dospělých sýkor modřinek patřících ke zmíněnému typu personality. K tomu, aby se vliv personality sýkor modřinek na reakci vůči nové potravě prokázal by bylo pravděpodobně třeba otestovat větší počet jedinců. Nebo bychom mohli také připustit, že personalita u sýkor modřinek na reakci k nové kořisti vliv nemá.

## **Reakce na aposematicky zbarvenou kořist**

Výstražné zbarvení některých druhů hmyzu by mělo svým predátorům signalizovat nepalatabilitu kořisti a odvrátit tak jejich útok. Takový typ kořisti představuje i ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*). Z experimentů Exnerové et al. (2003) vyplývá, že různé ptačí predátoři se v reakcích na ruměnici velmi liší. Některé druhy testovaných ptáků plošnice zabíjely a konzumovaly, jiné s nimi jen více či méně manipulovaly. V reakci na aposematickou kořist však nezáleží jen na druhu, ke kterému konkrétní predátor náleží, ale také na jeho dosavadní zkušenosti s takovým typem kořisti. V práci Exnerové et al. (2007), kde bylo porovnáváno chování šesti druhů sýkor se zjistilo, že převážná většina dospělých ptáků všech testovaných druhů s aposematickou plošticí vůbec nemanipulovala. Rozdílně se však chovala vůči tomuto typu kořisti naivní ručně odchovaná mláďata. Ptáčata některých druhů sýkor ruměnici zabíjela a konzumovala (koňadry, parukářky), jiné druhy naopak projevovali již od počátku k plošticí silnou nedůvěru a odmítaly s ní jakkoli manipulovat. K takovému druhu patří i sýkora modřinka. Příčinou této odmítavosti naivních modřinek může být neofobie nebo vrozená averze k tomuto typu kořisti. Ve své práci jsem testovala reakce devětadvaceti naivních modřinek na plošticí *P. apterus*. Abych zjistila, jestli je za odmítavost u mladých modřinek zodpovědná neofobie, bylo všem ptáčatům v testu předloženo deset ploštic. Jestliže byla averze způsobena neofobií, mělo by při takovém počtu předložení dojít k jejímu vymizení. Většina naivních modřinek však i přesto s aposematickou plošticí odmítala manipulovat. I když nelze zcela vyloučit vliv neofobie, můžeme předpokládat, že by mohla existovat i jiná příčina, která je zodpovědná za vrozenou averzi k aposematické kořisti u sýkory modřinky. Protože odmítání aposematické kořisti naivními modřinkami přetrvávalo i po opakovaném předkládání, je možné hledat příčinu averze k neznámé kořisti také například v potravním konzervatismu (Marples a Kelly 1999). Otázkou však zůstává, zda se mohl potravní konzervatismus u ptáků vytvořit již v tak raném věku?

Kromě naivních mláďat jsem na reakci k aposematické kořisti testovala také dospělé odchycené sýkory modřinky a mohla jsem tedy porovnat jaký vliv má na sledované reakce věk. Vliv věku se sice neprokázal ani v přiblížení se k aposematické kořisti ani v ochotě s ní manipulovat, ale u dospělých sýkor jsem mohla pozorovat výrazný rozdíl mezi těmito dvěma typy chování. Převážná většina adultních jedinců si přišla ploštici prohlédnout zblízka, zatímco k manipulaci se odhodlal jen minimální počet ptáků. Dalo by se tedy usoudit, že ruměnici před útokem predátora nechrání jen aposematické zbarvení, ale důležitý je zřejmě pach kořisti, který ptáky od manipulace odradil.

Dále jsem u dospělých i naivních modřinek testovala, zda-li má na reakce k aposematické ploštici vliv také personalita jedince. Fuchsová (2007) zjistila rozdíl v ochotě manipulovat s aposematickou kořistí u naivních sýkor koňader. Mláďata personality typu Fast s ploštici více manipulovala, zabíjela i konzumovala, což souhlasí s teorií, že Slow jedinci jsou opatrnější a projevují se vyšší mírou neofobie. Stejných výsledků u naivních koňader dosáhli i Exnerová et al. (2008.), kdy ptáci Slow personality nejen, že s aposematickými plošticemi méně manipulovali, ale také se jim naučili rychleji vyhýbat. U sýkor modřinek se neprokázal vliv personality na přiblížení se k aposematické kořisti, protože zblízka si ploštici prohlíželi Fast i Slow jedinci. Vliv personality se u nich neprokázal ani na manipulaci s ploštici. Adulti s ploštici téměř nemanipulovali a u naivních modřinek je velmi malý počet jedinců, kteří byli na základě exploračního skóre zařazeni k personalitě typu Fast.

Kromě samotného přiblížení se ke kořisti a manipulace s ní, jsem také testovala, zda má věk nebo personalita sýkor vliv na letenci přiblížení se k aposematické kořisti a na latenci manipulace s ploštici. Vliv těchto dvou faktorů se sice opět neprokázal ani u jedné testované aktivity, ale přesto se projevil rozdíl v latencích přiblížení se k ploštici u Slow a Fast adultních jedinců. Většina testovaných Slow ptáků se k ploštici přiblížila v první polovině pokusu, zatímco latence přiblížení u Fast jedinců se pohybovaly v rozpětí celého pokusu od začátku až do konce. Větší latence přiblížení k aposematické kořisti Fast jedinců byly zaznamenány i u mláďat, zde však musíme přihlídnout k malému počtu testovaných Fast jedinců. Skutečnost, že se Slow jedinci k aposematické kořisti přibližovali dříve než Fast jedinci může souviset s jejich důkladností při prozkoumávání potravních zdrojů. V přírodě jsou Slow jedinci od potravních zdrojů odháněni agresivnějšími Fast jedinci, a proto jsou nuceni hledat alternativní zdroje potravy a tudíž důkladněji prozkoumat i na první pohled nedůvěryhodnou potravu. Opačný trend se však projevil ve velikosti latencí přiblížení se k nové potravě, modrému cvrčkovi. Zde jde vidět, že pokud se jedná o sice neznámou, ale neaposematickou potravu, prozkoumají ji

odvážnější Fast jedinci rychleji než opatrnější sýkory Slow personality. To by opět odpovídalo popisu exploračních strategií Slow a Fast jedinců.

### **Vliv věku na reakci na aposematickou kořist u naivních modřinek**

Na reakci vůči aposematicky zbarvené kořisti nemusí mít v souvislosti s věkem vliv pouze to jestli je pták dospělý a má zkušenosti s různorodou potravou nebo se jedná o naivní ručně odchované ptáče. Vliv věku naivních sýkor na reakci na aposematickou kořist testovala Fuchsová (2007) u sýkor koňader. Sýkora koňadra patří mezi druhy, které se musí o nepalatabilitě aposematicky zbarvené ploštic poučit (Exnerová et al. 2007). Porovnávala ochotu manipulace s aposematickou plošticí, zabíjení a konzumaci ploštic u ptáčat starých 25 až 55 dní. Ptáčata odmítala manipulovat s plošticí do věku nejméně 28 dní, většina z nich se o kořist začala zajímat až ve stáří okolo 34 dní. V této době přestávají být mláďata koňader závislá na rodičích a učí si hledat potravu samostatně. V tomto věku začínají být ptáčata koňader méně neofobická a testují doposud neznámé zdroje potravy. Všechny naivní modřinky v mé práci byly testovány po 35 dnech věku a jejich averze k aposematické potravě je patrně vrozená, takže u nich nemůžeme předpokládat větší míru manipulace s plošticemi, jejich zabíjení nebo dokonce konzumaci. Přesto jsem ověřovala, jestli se u nich neobjeví vliv věku na přiblížení se k plošticí nebo na ochotu s ní manipulovat. U sýkor modřinek se prokázalo, že ve stáří 35 až 86 dní nemá jejich věk žádný vliv na přiblížení se k aposematicky zbarvené kořisti ani na ochotu s ní manipulovat. Averze vůči aposematické kořisti se tedy u mladých sýkor modřinek s věkem nezvyšuje ani nesnižuje.



Učení a personalita u sýkor parukářek  
(*Lophophanes cristatus*).



## 7. Učení, paměť a aposematismus

Sýkory osídlily široké spektrum různých prostředí hlavně díky jejich exploračním schopnostem a učenlivosti. Ale různé druhy sýkor mají ve stejných podmínkách rozdílné schopnosti (Sasvári 1979, 1985). Sasvári (1979, 1985) testoval tři druhy sýkor (*Parus major*, *Cyanistes caeruleus*, *Poecile palustris*) a zjišťoval jejich schopnost učit se odpozorováním od jiných jedinců. V tomto experimentu projevily koňadry lepší kapacitu v učení se odpozorováním než modřinky nebo babky. Koňadry se učí daleko lépe od příslušníků svého vlastního druhu než od druhů jiných. Sýkory modřinky a babky se od sebe v rychlosti učení neliší a na rychlost učení nemá vliv ani příslušnost jedince ke konkrétnímu druhu. U mláďat všech tří druhů se však učenlivost signifikantně neliší a Sasvári (1985) tedy vyvodil, že vyšší schopnost učení odpozorováním u koňader se vyvíjí až v průběhu dospívání a může se projevit v jejich větší adaptabilitě.

Učenlivost sýkor se projevila i ve známém fenoménu otevírání lahví od mléka ve 20. letech minulého století ve Velké Británii. Tento druh obživy pravděpodobně vynalezla vždy malá část populace sýkor (nejčastěji *C. caeruleus*, *P. major*, *P. ater* a *P. palustris*) na několika místech nezávisle na sobě, a ostatní se od nich otevírání lahví naučily odpozorováním. Metoda se rozšířila dokonce i mezidruhově a při otevírání lahví bylo zaznamenáno 11 druhů ptáků (Fisher a Hinde 1949). Mezi pozorované druhy však nepatřila, jinak velmi učenlivá, sýkora parukářka (*Lophophanes cristatus*). Důvodem bude pravděpodobně skutečnost, že parukářky obývají jehličnaté lesy a v lidských sídlištích se většinou nevyskytují (Šťastný et al. 2006).

Schopnost učení a paměť je důležitou vlastností všech sýkor. Převážnou část jejich potravy tvoří hmyz. Některé druhy hmyzu jsou však pro sýkory nepoživatelné a mohou být vybaveny různými aposematickými signály, které je mají před útokem predátora chránit.

Aposematismus je typ antipredační strategie, kdy kořist signalizuje predátorům svoji nevýhodnost (Ruxton et al. 2004). Predátoři mohou aposematickou kořist odmítat buď kvůli své vrozené averzi vůči nějaké specifické vlastnosti kořisti nebo na základě učení (Lindström et al. 1999). Asociační učení u predátora podporují tyto hlavní vlastnosti kořisti: barva (Sillén-Tullberg 1985), pach (Roper a Marples 1997) agregace kořisti (Gamberale a Tullberg 1998, Riipi et al. 2001) a její kontrast s pozadím (Roper 1994).

Ptáci by se měli rychleji naučit odmítat nepoživatelnou potravu, je-li nápadná a snadno odlišitelná od jedlé, většinou krypticky zbarvené kořisti. Laboratorní studie s holuby a kuřaty potvrdily, že ptáci se díky charakteristicky nápadným signálům mohou naučit rychleji rozlišovat mezi pozitivními a negativními (nebo neutrálními) podněty, pokud byly tyto podněty

nápadné (Ruxton et al. 2004). Např. Kramer (1984) učil holuby, aby na základě vizuálních podnětů promítaných na obrazovce odlišily od sebe ty, za které byli odměněni potravou od těch, které pro ně potravu nepředstavovaly. Holubi se učili tím rychleji, čím více se od sebe obrazce lišily (např. barvou nebo počtem teček) (Kramer 1984 ex Ruxton et al. 2004). Také odchované sýkory koňadry (*Parus major*) se rychleji naučily neútočit na červenou formu larev *Lygaeus equestris* než na její šedou mutaci. Osmi jedincům z jedenácti stačil pouze jeden kontakt s aposematickou larvou plošnice, zatímco jen jedna koňadra z dvanácti přestala atakovat šedou formu jen po jediném kontaktu (Sillén-Tullberg 1985). Zde se tedy opět dostáváme k samotnému aposematismu a jeho podstatné signalizační funkci nevýhodnosti pro predátora. Experimenty s aposematickou a neaposematickou kořistí prováděla i Fučíková (2005). Testovala šest druhů sýkor (*P. major*, *C. careuleus*, *P. ater*, *L. cristatus*, *P. montanus*, *P. palustris*) a jejich reakce na aposematickou červenočerně zbarvenou plošnici *Pyrrhocoris apterus* a na její nahnědo obarvenou neaposematickou formu. Zaznamenala větší manipulaci i zabíjení neaposematické kořisti u všech studovaných druhů. Aposematické zbarvení tedy působí výstražně a chrání ruměnice před predátory (Fučíková 2005, Exnerová et al. 2007). Totéž se potvrdilo v práci Exnerové et al. 2006, kde byly porovnávány reakce dospělých odchycených sýkor koňader na různě barevné mutované formy nepalatabilní aposematické kořisti *P. apterus*. Dospělé koňadry atakovaly nejvíce hnědou variantu, dále bílou a žlutou a nejvíce chráněna před predací byla oranžová a přírodní červená varianta této kořisti. Reakce dospělých ptáků však mohou být ovlivněny jejich dosavadní zkušeností s různorodou potravou. Otázkou je, zda barva nepalatabilní kořisti ovlivňuje učení se jí vyhýbat u naivních ručně odchovaných sýkor. Svádová (in prep.) zjistila, že naivní koňadry, které byly naučeny odmítat červenou přírodní formu *P. apterus*, negeneralizují svoji zkušenost na žlutou nebo bílou mutovanou formu. Ale ptáci s naučenou averzí ke žluté variantě plošnice vykazovali stejnou averzi i k červeně zbarvené nepalatabilní kořisti. Červená barva tedy představuje pro predátora efektivnější signál.

K větší rychlosti diskriminačního učení může přispět i agregace kořisti. Kuřata v experimentu Gagliardo a Guilforda (1993) se naučila rozlišovat nepalatabilní žlutou potravu od jedlé rychleji, když jim předkládali více než jeden kus nepoživatelné potravy současně. Vliv agregace kořisti na rychlost učení se prokázal i u sýkor koňader v práci Riipi et al. (2001).

Některé druhy sýkor mají averzi vůči aposematické kořisti vrozenou, jiné se musí naučit aposematické kořisti vyhýbat, což bylo zjištěno v testech se čtyřmi ručně odchovanými druhy sýkor. U dvou z nich (*P. ater* a *C. caeruleus*) byla zjištěna vrozená odmítavost vůči plošticím *P. apterus*. Naproti tomu se prokázalo, že mláďata sýkor koňader (*P. major*) a sýkor

parukářek (*L. cristatus*) se musí averzi k tomuto druhu plošnice naučit (Exnerová et al. 2007). Naivní sýkory koňadry manipulovali v průběhu pěti předložení plošnice s první až pátou aposematickou i neaposematickou variantou kořisti. U naivních parukářek se počet manipulovaných ploštic s jejich zvyšujícím se pořadím při předkládání snižoval jak u neaposematické, tak hlavně u aposematické varianty předkládané kořisti. Tudíž by se dalo předpokládat, že na rozdíl od koňader by barva nepalatabilní kořisti mohla mít vliv na rychlost učení u sýkor parukářek.

Výstražné signály mohou u zvířat také předcházet nebo zpomalovat proces zapomínání (Speed 2000). Snadnějšimu rozpoznání nevhodné kořisti, se kterou se predátor již někdy v minulosti setkal, může napomáhat konkrétní barva nebo její kontrast s podkladem. Roper a Redston (1987) nechali domácí kuřata (*Gallus gallus domesticus*) klovat do špendlíkové hlavičky určité barvy ošetřené odpudivou látkou a druhý den testovali, jestli a kolikrát budou do stejně barevného špendlíku opět klovat. Důležitým aspektem v tomto experimentu byl podklad. Pokud byla barva špendlíku s podkladem v kontrastu, kuřata do něj klovala méně. Roper a Redston (1987) prokázali, že čím nápadnější je potravní objekt, tím rychleji u predátora vzniká averze a zapomínání se zpomaluje. Landová et al. (2003) testovaly vliv barvy na učení a paměť u ručně odchovaných koňader. Učily je odmítat přírodní červenočernou a nahnědo nabarvenou plošticí *P. apterus*. Na druhý den a po třech měsících ověřovaly, jestli si ptáci nechutnou kořist pamatují. Po třech měsících se plošticím více vyhýbaly ty, které znaly její přírodní formu.

## 8. Biologie vybraných druhů

### 8. 1. Sýkora parukářka

#### *Lophophanes cristatus* (Linnaeus, 1829)

Sýkora parukářka (*Lophophanes cristatus* Passeriformes: Paridae) je 11,5-12 cm velký pěvec s chocholkou na temeni a černobílými vzory na tvářích. Areál rozšíření tohoto druhu sýkor se rozprostírá od západní Evropy po Rusko. Na severu se sýkora parukářka vyskytuje v Norsku, Švédsku i Finsku a jižní hranici jejího rozšíření tvoří Pyrenejský a Balkánský poloostrov (del Hoyo 2007).

Sýkora parukářka je úzce vázaná na starší jehličnaté porosty, především borové, jedlové a smrkové. Smíšené lesy akceptuje jen v případě, že převažují jehličnany (Šťastný et al. 2006). Ve městech využívá jen příměstské jehličnaté a smíšené lesy a rozsáhlejší parky v okrajových čtvrtích, do vlastního městského prostředí většinou neproniká (Fuchs et al. 2002, Kelcey, Rheinwald 2005 ex. Šťastný et al. 2006).

V potravě druhu *L. cristatus* se nachází 16 druhů bezobratlých (Cramp a Perrins 1993). Potravu tvoří nejčastěji drobní bezobratlí a jejich larvy. Loví hlavně pavouky a hmyz pohybující se rychle po kmenech stromů a větvích. Parukářky je hledají ve spodní a vnitřní části koruny, kde je méně jehličí a pták zde má větší rozhled (Winkler a Kothbauer-Hellmann 2001). Mimo období rozmnožování zahrnují sýkory parukářky do svého jídelníčku také semena a ovoce (del Hoyo 2007).

Sýkory parukářky mají jednu, příležitostně dvě snůšky během období rozmnožování, které trvá od března do června. Snůšku tvoří 5 až 11 vajec, inkubace je dlouhá 13-18 dní, 16-22 dní jsou ptáčata krmena v hnízdě oběma rodiči a dalších 23-25 dní jsou ještě na rodičích závislá (del Hoyo 2007).



**Obr. 8. 1** Sýkora parukářka (*Lophophanes cristatus*) (<http://www.rspb.org.uk>).

## 8. 2 Ruměnice pospolná

### *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758)

Ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*, Heteroptera: Pyrrhocoridae) je druhem ploštice, která má palearktické rozšíření. Nalezneme ji kromě Norska a Finska v celé Evropě. Jižní hranice rozšíření ruměnice pospolné se nachází v Maroku, Alžírsku a Tunisku. Nejvýchodněji bychom na tento druh mohli narazit v Číně zhruba po 45° východní délky (Pučkov 1974, Moulet 1995).

Vývoj ruměnice pospolné prochází přes pět larválních stádií. V průběhu roku mohou mít jednu nebo dvě generace, přičemž první imaga nové sezóny se objevují na začátku července. Nejčastější potravou ruměnic představují především semena rostlin z čeledi Tiliaceae a Malvaceae. Dospělí jedinci přečkávají zimu zahrabaní v opadance, v seschlých listech na stromech nebo v dutinách stromů. Nejpravděpodobněji je nalezneme v blízkosti lípy srdčité (*Tilia cordata*) nebo jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum*), kde často tvoří agregace (Socha 1993). Larvy i dospělci ruměnice pospolné mají pachové žlázy, jejichž výměšek může obsahovat až 35 chemických látek (Remold 1963, Farine et al. 1992) Tyto látky mohou u predátorů po požití ploštice vyvolat nevolnost a zvracení (Exnerová et al. 2003). Ruměnice pospolné se vyskytují především v zahradách, parcích a stromořadích. Ze sýkor žijících na území České republiky se s nimi mohou nejčastěji setkat sýkory koňadry a modřinky (Hudec 1983).



**Obr. 8. 2** Imágo ruměnice pospolné (*P. apterus*)

## 9. Cíle práce

- 1) Zjistit, jestli má barva kořisti vliv na učení se jí vyhýbat u mladých sýkor parukárek (*L. cristatus*).
- 2) Zjistit, jestli se u mladých ručně odchovaných sýkor parukárek projeví rozdíly v exploračním chování a zda i u nich existují dva rozdílné typy personalit jako u sýkor koňader.

## 10. Materiál a metodika

V této části své diplomové práce jsem testovala pouze naivní ručně odchovaná mláďata sýkor parukářek (*Lophophanes cristatus*). Celkový počet mláďat testovaných na učení a paměť je 26 jedinců. U 15 z nich byly před samotným učícím testem provedeny také tytéž explorační testy pro určení personality jako u modřinek a koňader (viz. kapitola Materiál a metodika v první části). Počet ptáků použitých pro jednotlivé testy je pro větší přehlednost uveden v tabulce 10. 1.

**Tab. 10. 1** Počet parukářek použitých pro jednotlivé sady testů. A-aposematická *P. apterus*, N-neaposematická varianta *P. apterus*.

	Učení a paměť' (A)	Učení a paměť' (N)	Personalita
Počet testovaných ptáků	13	13	15

### 10. 1 Testování ptáci

Testy probíhali pouze s naivními ručně odchovanými mláďaty, která neměla žádnou dosavadní zkušenost s neznámou potravou. Mláďata sýkor parukářek byla vybírána z budek ve věku 12-17 dní. Vybrána byla vždy maximálně 3 ptáčata z jedné budky. Výběr probíhal v letech 2005 –2008 v průběhu celé hnízdní sezóny v lesích u Hradce Králové. Ptáci byli krmeni larvami *Tenebrio mollitor*, vařenými vejci, cvrčky *Acheta domestica*, piškoty a směsí pro hmyzožravé ptáky s vitamíny. Po dosažení vzletnosti byla ptáčata chována v kleci nejprve po čtyřech, pak po dvou jedincích. Klec měla rozměry 30 x 40 x 30 cm, plastové dno a mřížované stěny. V kleci byla umístěna tři bidýlka, dvě napáječky a na zemi misky s potravou. Světelný režim odpovídal venkovní fotoperiodě. Mláďata začala být testována v době, kdy už se bez problémů sama krmila (36 až 86 dní).

Po skončení experimentů byla mláďata ponechána v laboratoři, než dosáhla věku minimálně 50 dní. Po té byla okroužkována (licence č. 876 a 975) a vypuštěna v lokalitě odkud byla odebrána. Testy byly prováděny na základě povolení (29532/2006-30 a ČZU150/99 uděleného ÚKOZ a 10918/2004/ŽP3/Voj uděleného Odborem životního prostředí magistrátu města Hradce Králové.



## 10. 2 Kořist

Jako kořist byly použity dospělé aposematicky zbarvené ploštice (obr. 10.3) *Pyrrhocoris apterus* a jejich neaposematická varianta (obr. 10.4). Tou byla dospělá ruměnice nabarvená nahnědo směsí tvořenou vodou a křídou barvy siena pálená. Tato barva je netoxická a bez zápachu a neomezuje pohyb kořisti ani její sekreci. Jako kontrolní kořist pro zjištění potravní motivace u ptáků byly použity larvy potemníka moučného (*Tenebrio mollitor*).

## 10. 3 Učící test

Naivní parukářky byly rozděleny na dvě skupiny. První skupině byla nabízena aposematická forma ruměnice a druhé skupině neaposematická nahnědo nabarvená *P. apterus*. Každý pták byl použit pouze pro jednu sérii pokusů. Sýkorám byla 2-3 hodiny před začátkem pokusu odebrána potrava.

Testování probíhalo v pokusné kleci, kde je umístěn otočný karusel se šesti miskami. Potrava se vždy nacházela jen na jedné z misek. Jednotlivé pokusy probíhaly po dobu pěti minut, kdy byla sýkorám střídavě předkládána kontrolní kořist - moučný červ (larva *Tenebrio mollitor*), která sloužila k ověření potravní motivace a aposematická nebo neaposematická (nahnědo nabarvená) kořist - *Pyrrhocoris apterus*. Vždy byl předložen jen jeden jedinec kořisti; kontrolní kořist byla předložena jako první. Pokus byl ukončen pod podmínkou, že se pták nesnažil s předloženou kořistí nijak manipulovat při třech předloženích za sebou. Maximální počet předložených ploštic byl třicet (šedesát pokusů celkem). Pokud se jedinec nesnažil manipulovat a žrát ani kontrolní potravu, byl pokus přerušen.

Záznam testu byl proveden do programu Observer 3.0 a kontinuálně nahrán na video. Zaznamenávané prvky chování jsou uvedeny v tabulce 2. 5.

## 10. 4 Paměťový test

Druhý den byl pokus s každým ptákem zopakován, ale už jen s pěti předloženými plošticemi. To nám posloužilo jako kontrola, jestli si pták něco zapamatoval a naučil se nepoživatelné kořisti vyhýbat. Prvky chování (tab. 10. 2) byly zaznamenány do Observeru 3.0 a celý pokus byl opět natáčen na videokameru.

**Tab. 10. 2** Zaznamenávané prvky chování v učicím a paměťovém testu. Podtržená písmena byla použita jako klávesové zkratky pro Observer 3.0.

<b>Zaznamenávané prvky chování</b>
<b><u>E</u>xploring</b> – explorační chování po celé kleci bez vztahu k potravě
<b><u>S</u>earching</b> – pozorování nového potravního objektu z dálky (většinou z bidýlka)
<b><u>A</u>pproach</b> – přiblížení se k novému potravnímu objektu (pozice na karuselu)
<b><u>H</u>andling</b> – manipulace s novým potravním objektem
<b><u>F</u>eeding</b> – konzumování potravy
<b><u>G</u>rinning</b> – otřepávání, čepýření
<b><u>C</u>leaning bill</b> – otírání zobáku (většinou o větev)
<b><u>D</u>rink</b> – pití a koupel
<b><u>R</u>esting</b> – spaní, čištění peří



**Obr. 10. 3** Aposematická *P. apterus*



**Obr. 10. 4** Neaposematická varianta *P. apterus*

## 10. 5 Statistické zpracování dat

Ke statistickému hodnocení dat byly použity programy Statistika 6.1, S-plus 4.0 a Canoco for Windows 4.5. Ze statistické analýzy posouzení vlivu barvy kořisti na rychlost učení u sýkor parukářek byli vyloučeni jedinci, kteří s předloženou plošticí v průběhu celého testování odmítali manipulovat. Počet vyloučených jedinců byl 1 v každé kategorii. Ptáci, kteří první den manipulaci s plošticí odmítli a učení u nich začalo až druhý den v průběhu paměťového testu byli vyloučeni ze statistické analýzy pro posouzení zapamatování si nepalatability předkládané kořisti. To znamená, že v kategorii, kterou jsem testovala na aposematickou variantu ruměnice bylo nakonec porovnáno 11 jedinců a v kategorii testované s neaposematickou variantou plošticí bylo porovnáno 10 naivních parukářek.

## **Vliv barvy plošnice na rychlost učení u parukářek**

Vliv barvy plošnice na počet manipulovaných, zabíjených a konzumovaných plošnic jedním ptákem v průběhu učicí série byl testován pomocí generalizovaného lineárního modelu (glm ANOVA) s poissonovskou distribucí a logaritmickou link funkcí. Ze statistické analýzy posouzení vlivu barvy kořisti na rychlost učení u sýkor parukářek byli vyloučeni jedinci, kteří s předloženou plošnicí v průběhu celého testování odmítali manipulovat. Počet vyloučených jedinců byl 1 v každé kategorii.

## **Zapamatování do druhého dne**

K porovnání počtů manipulovaných, zabíjených a konzumovaných plošnic u prvních pěti pokusů z učicího testu a pěti pokusů z paměťového testu byl použit párový Wilcoxonův test, který by měl ukázat, jestli se mláďata poučila o nepalatabilitě předkládané kořisti. Ptáci, kteří první den manipulaci s plošnicí odmítli a učení u nich začalo až druhý den v průběhu paměťového testu byli vyloučeni ze statistické analýzy pro posouzení zapamatování si nepalatability předkládané kořisti. To znamená, že v kategorii, kterou jsem testovala na aposematickou variantu ruměnice bylo nakonec porováno 11 jedinců a v kategorii testované s neaposematickou variantou plošnice bylo porováno 10 naivních parukářek.

## **Vliv barvy plošnice na latenci přiblížení a manipulace**

Vliv barvy plošnice na latenci přiblížení a na latenci manipulace s plošnicí byl po logaritmické transformaci testovaných proměnných testován parametricky jednocestnou Anovou (One-Way Anova).

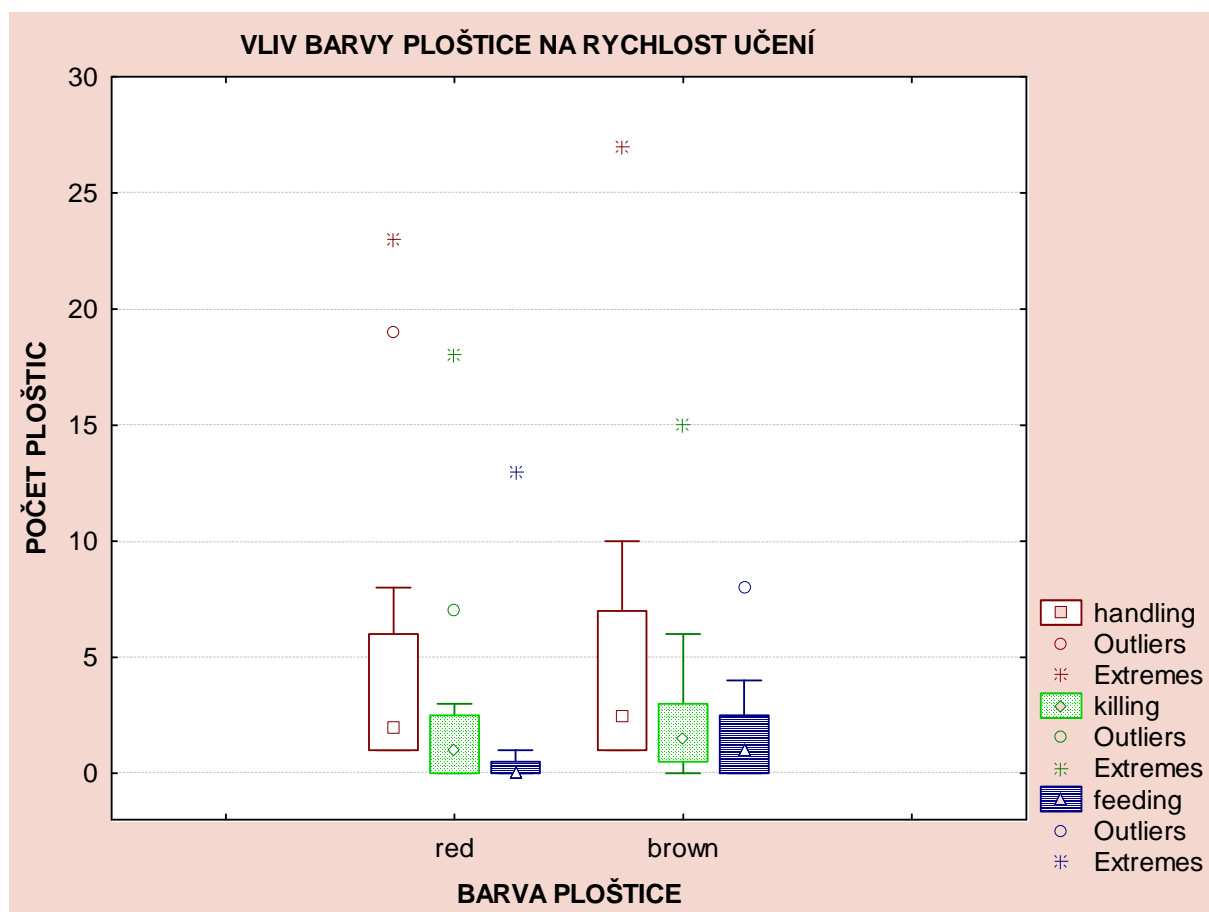
## **Naivní sýkory parukářky a personalita**

Patnáct naivních parukářek bylo pomocí explorační sady testováno na zjištění typu jejich personality. Jednotliví ptáci byli ohodnoceni určitým počtem bodů. Pro jejich skórování jsem použila stejná kritéria jaká byla zvolena pro určení personality u sýkor koňader a modřinek. Podle těchto kritérií se všechny testované naivní parukářky projeví jako jedinci s personalitou typu Slow. Pro srovnání jednotlivých aktivit exploračních testů s naivními koňadrami a modřinkami byla provedena PCA analýza. Protože všechny testované sýkory parukářky patří do kategorie Slow explorer, mohla být u nich dále provedena už jen Spearmanova korelace celkového počtu bodů, latencí v testu na vyplašení (startle reaction) a dechové frekvence.

# 11. Výsledky

## 11.1 Vliv barvy plošnice na rychlost učení u parukářek

U sýkor parukářek jsem testovala zda má barva u nepalatabilní kořisti vliv na rychlost učení se jí vyhýbat. Testována byla manipulace s kořistí, zabítí kořisti a její samotná konzumace. Prokázalo se, že barva plošnice nemá u naivních sýkor parukářek vliv ani na jednu z výše uvedených aktivit. Barva kořisti neměla signifikantní vliv na manipulaci s plošticí (glm ANOVA:  $F=3.056e-014$ ,  $DF=1,22$ ,  $p=0.999$ ) ani na její zabíjení (glm ANOVA:  $F=0.007$ ,  $Df=1,22$ ,  $p=0.932$ ) a ani na samotnou konzumaci kořisti (glm ANOVA:  $F=0.1$ ,  $Df=1,22$ ,  $p=0.754$ ). V grafu 11.1 si můžeme přesto všimnout, že konzumace hnědých ploštíc byla o málo vyšší než aposematicky zbarvených.



**Graf 11.1** Vliv barvy plošnice na rychlost učení u naivních sýkor parukářek (*L. cristatus*), red-apsematická varianta, brown-neapsematická varianta plošnice.

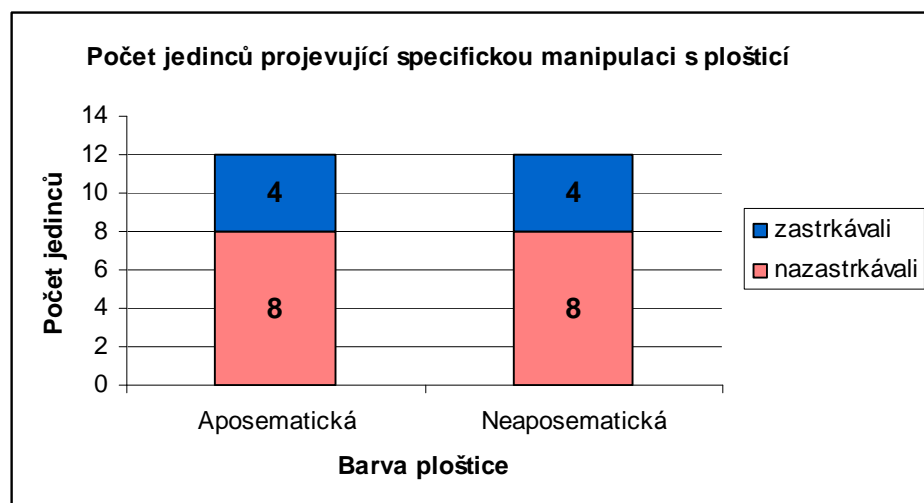
### Vliv barvy plošnice na poučení ve druhém dni

Porovnání mezi počty manipulovaných, zabíjených a konzumovaných ploštíc z prvních pěti testů učící série prvního dne a pěti testů z paměťové série bylo provedeno pomocí

párového Wilcoxonova testu. Porovnán byl počet manipulovaných, zabitých a konzumovaných aposematicky zbarvených ploštic a totéž bylo provedeno pro hnědou neaposematickou variantu kořisti. Výsledky by měly vypovídat o tom, jak se mláďata poučila o nepalatabilitě kořisti. U ptáků patřících do druhé skupiny testované na reakci vůči neaposematicky zbarvenou *P. apterus* nebyl rozdíl v počtu manipulovaných (N=10, Z=0.592, p=0.554), zabitých (N=10, Z=0.169, p=0.866) ani konzumovaných (N=10, Z=0.73, p=0.465) ploštic mezi oběma dny. Žádný rozdíl v počtu manipulací (N=11, Z=0.05, p=0.96) a zabití (N=11, Z=0.629, p=0.529) mezi prvním a druhým dnem se neprojevil ani u skupiny testované na červenou aposematicky zbarvenou ruměnici. U této kategorie se však objevil marginální rozdíl v počtu konzumovaných ploštic (N=11, Z=2.022, p=0.043). Aposematické ploštice byly druhý den konzumovány více než první den v pěti pokusech učícího testu. Za tento překvapivý výsledek je pravděpodobně zodpovědná specifická manipulace parukářek s tímto typem kořisti, kterou jsem zaznamenala celkem u osmi jedinců (graf 11. 1).

### Specifická manipulace parukářek s nepalatabilní kořistí

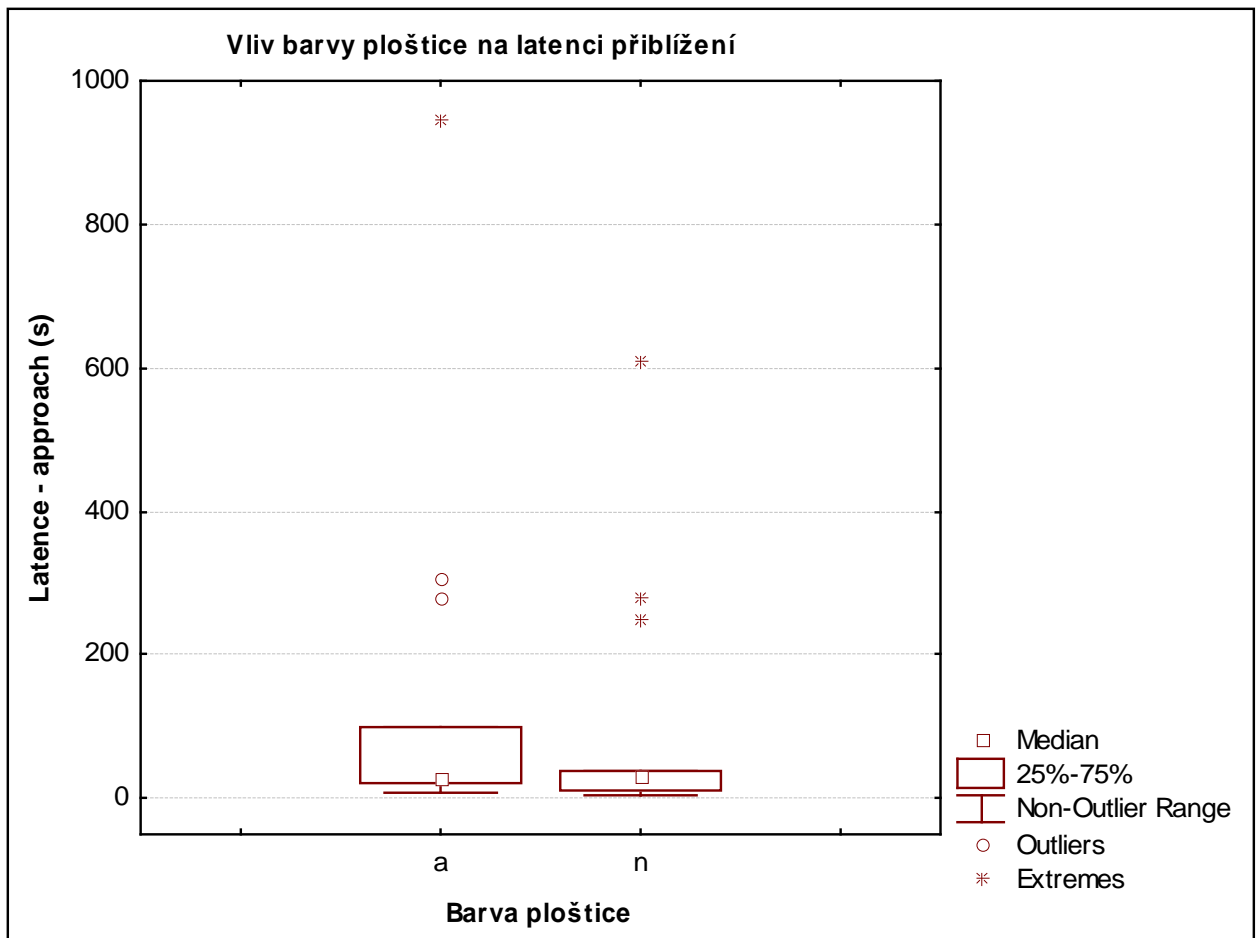
V průběhu testování jsem měla možnost u naivních sýkor parukářek pozorovat typ chování, při kterém mláďata velmi specificky manipulovala s plošticemi obou barevných variant. Některé naivní parukářky si kořist schovávaly (většinou za větev nebo mezi nosné sloupky v pokusné kleci) a po čase se k ní opět vracely a znovu ji konzumovali. Touto specifickou manipulací nejspíše eliminovali působení chemických látek ploštic, a tím i jimi způsobenou nevolnost. V grafu 11. 2 je znázorněn poměr zastrkávajících a nezastrkávajících sýkor zvlášť pro aposematickou a neaposematickou variantu ploštice.



**Graf 11. 2** Podíl jedinců specificky manipulujících s plošticí *P. apterus* pro každou kategorii.

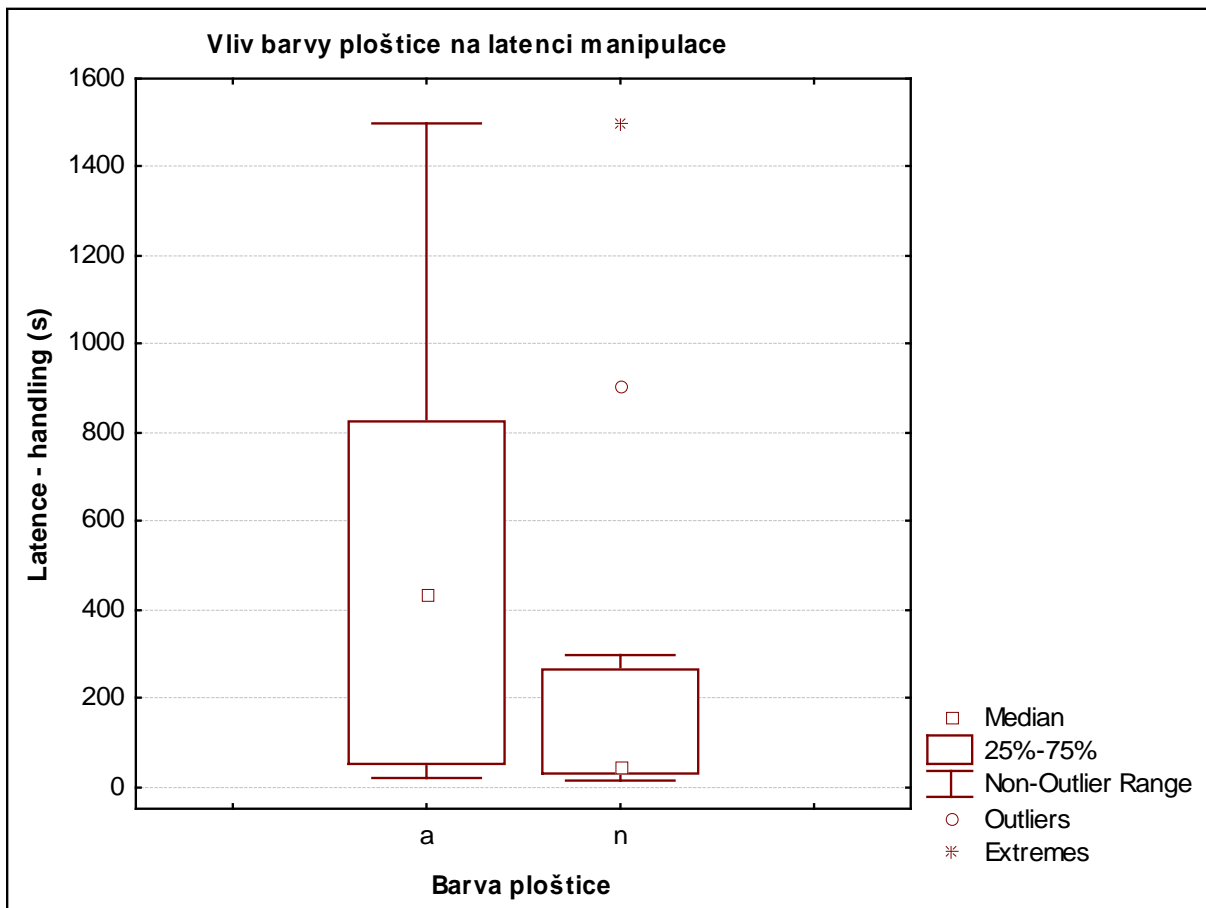
## Vliv barvy plošnice na latenci prvního přiblížení a první manipulace

Vliv barvy na latenci prvního přiblížení k plošnici (approach) a první manipulace (handling) byl po provedení logaritmické transformace testován jednocestnou Anovou (One-Way Anova). Na latenci přiblížení se k plošnici se vliv barvy neprokázal (One-Way ANOVA:  $F=0.279$ ,  $Df=1,24$ ,  $p=0.602$ ). Většina sýkor se k předložené aposematické i neaposematické potravě přiblížila již v první minutě pokusu (graf 11. 3).



**Graf 11. 3** Vliv barvy plošnice na latenci přiblížení u naivních sýkor parukárek: a-aposematická varianta, n-neaposematická varianta plošnice.

Marginálně průkazný byl vliv barvy plošnice na latenci manipulace (One-Way ANOVA:  $F=3.985$ ,  $Df=1,24$ ,  $p=0.057$ ). Z grafu 11. 4 je zřejmé, že mladé parukářky začaly manipulovat dříve s neaposematickou nahnědo nabarvenou ruměnicí *P. apterus*, než s její přírodní aposematicky zbarvenou formou.

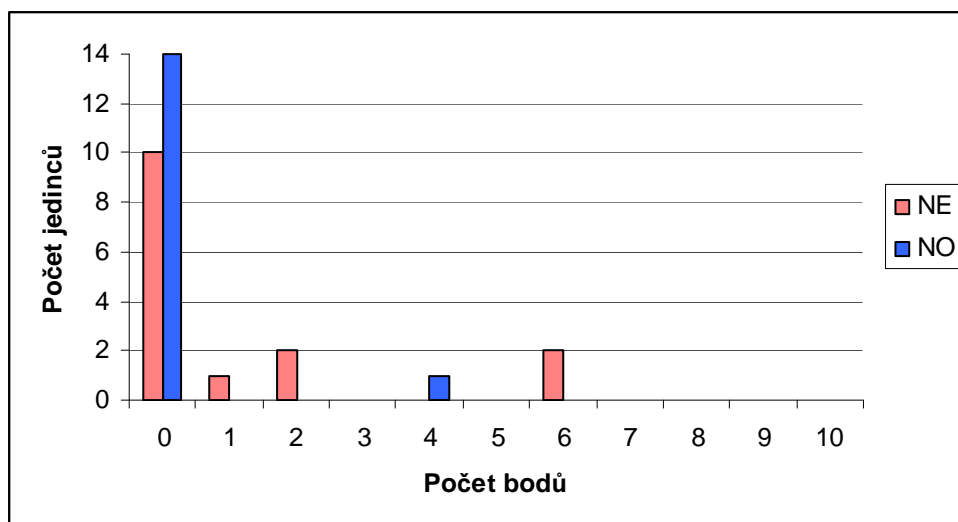


**Graf 11. 4** Vliv barvy plošnice na latenci manipulace u naivních sýkor parukářek:  
a-aposematická vrianta, n-neaposematická varianta plošnice.

## 11. 2 Explorační chování a personalita

### Personalita a její zastoupení u naivních sýkor parukářek

Všichni jedinci prošli testy v explorační sadě a byli ohodnoceni pomocí exploračního skóre - což je zisk určitého počtu bodů od 0 do 20 (viz Materiál a metodika v první části). Explorační skóre vycházelo z testu na nový nepotravní objekt (modrá propiska) a testu na nové prostředí, které nejlépe odráží typ personality jedince (Drent 2003). Podle výše dosaženého skóre byli jedinci zařazeni k příslušné kategorii. Podle kritérií použitých pro sýkory koňadry a modřinky se všechny testované naivní parukářky projeví jako typ personality Slow explorer. V grafu 11. 5 proto uvádím jen počet bodů dosažených jednotlivými ptáky v testu reakce na nové prostředí a na nový nepotravní objekt.



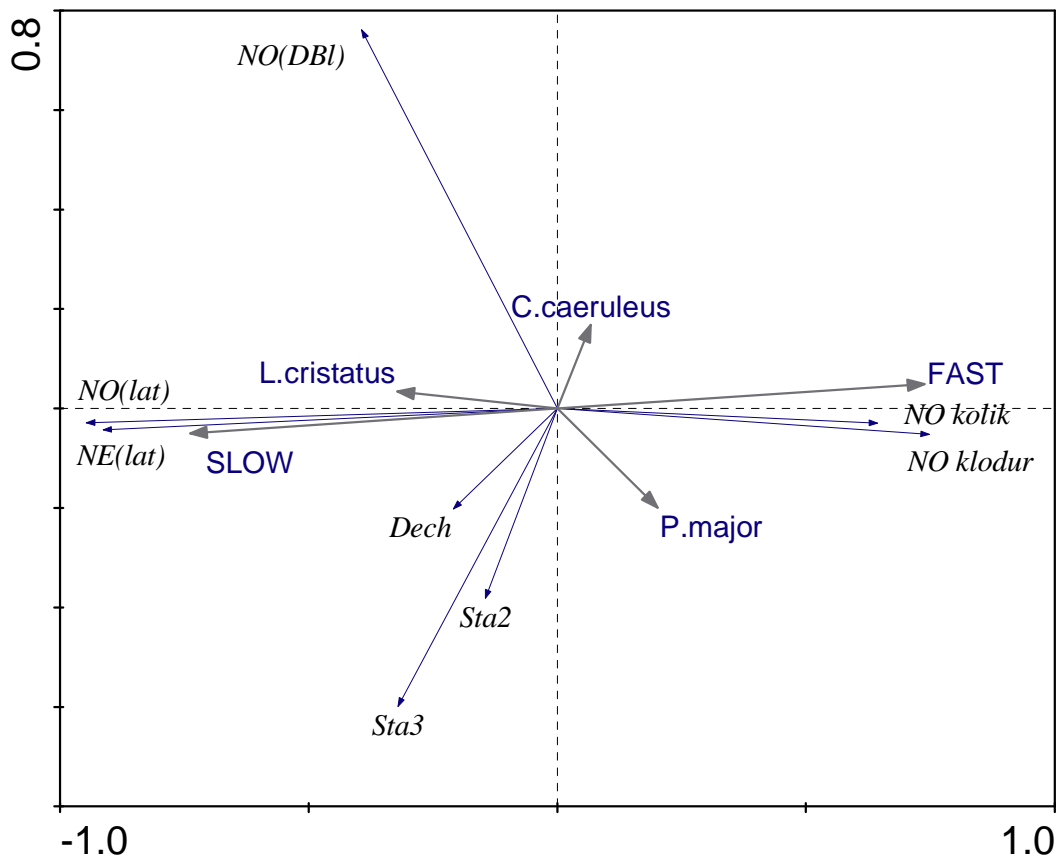
**Graf 11. 5** Počty jedinců a počty bodů, kterých dosáhli při hodnocení explorační sady ve dvou posuzovaných testech. NE-test reakce na nové prostředí („New environment“), NO-test reakce na nový nepotravní objekt („Novel object“)

### Vzájemný vztah personalit a jednotlivých testů z explorační sady u tří druhů naivních sýkor z čeledi *Paridae*

Pro porovnání vzájemného vztahu jednotlivých testů z explorační sady jsem použila PCA analýzu. V grafu 11. 6 je znázorněn vzájemný vztah personalit a jednotlivých testů z explorační sady pro naivní sýkory koňadry, modřinky a parukářky. V tabulce 5. 6 (v první části práce) jsou přehledně uvedeny všechny zkratky použité pro jednotlivé proměnné



(vysvětlující i vysvětlované) v PCA analýze i grafu. V grafu PCA analýzy jsou zjevné velké latence pro přiblížení se k novému nepotravnému objektu i k larvě potemníka moučného v testu na nové prostředí u naivních sýkor parukářek. Mladé parukářky měly také vyšší dechové frekvence a větší latence navracení se pro předkládanou kořist po vyplašení.



**Graf 11. 6** PCA analýza vztahu jednotlivých exploračních testů pro mladé sýkory koňadry (*P. major*), modřínky (*C. Caeruleus*) a parukářky (*L. cristatus*). FAST/SLOW (typ personality), NO(lat) – latence klovnání do nového nepotravného objektu, NO(DBI) – latence přiblížení se k novému objektu, NO kolik – kolikrát jedinec během pokusu do nového objektu klovnul, NO kłodur – jak dlouho klovnání trvalo, Dech – počet dechů za minutu. **Osa 1 vysvětluje 62,55% variability, osa 2 vysvětluje 12,70% variability.**

## Korelace celkového počtu bodů, latencí pro startle reakce a dechové frekvence

Spearmanovou korelací byl u naivních parukářek porovnáván celkový počet bodů získaných v exploračním skórování s latencemi startle 1 (latence manipulace s první předloženou kořistí), startlu 2 (latence pro přiblížení se ke druhé předložené kořisti), startle 3 (latence pro manipulaci s potravou po vyplašení) a s průměrnou dechovou frekvencí, která byla měřená dvakrát a vyjadřuje počet dechů za jednu minutu. Zjistila jsem, že spolu průkazně pozitivně koreluje dechová frekvence a latence návratu po vyplašení (startlu 3) (tab. 11. 8). Což znamená, že ptáci s vyšší dechovou frekvencí mají i větší latence u navracení se ke kořisti po vyplašení. Můžeme tedy říci, že jedinci, kteří podléhají většímu stresu při manipulaci, jsou tedy i méně odvážní než jedinci s nižší dechovou frekvencí. Dále se v tomto testu projevila signifikantní záporná korelace latencí pro startle 3 a celkovým počtem bodů (tab. 11. 8). Čím víc bodů ptáci získali, tím menší byly latence k navracení se ke kořisti po vyplašení. To souhlasí s teorií, že ptáci, kteří získají vyšší počet bodů v exploračních testech, jsou odvážnější než jedinci s nízkým bodovým ohodnocením.

**Tab. 11. 8** Tabulka hodnot Spearmanova korelačního koeficientu pro testované proměnné. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou průkazné na 5% hladině pravděpodobnosti.

	<b>Bodů celkem</b>	<b>Dech prům.</b>	<b>Startle 1</b>	<b>Startle 2</b>	<b>Startle 3</b>
<b>Bodů celkem</b>	1,000000	-0,376089	-0,112832	-0,349142	<b>-0,576935</b>
<b>Dech prům.</b>	-0,376089	1,000000	0,509384	0,150134	<b>0,623771</b>
<b>Startle 1</b>	-0,112832	0,509384	1,000000	0,385714	0,221429
<b>Startle 2</b>	-0,349142	0,150134	0,385714	1,000000	0,217857
<b>Startle 3</b>	<b>-0,576935</b>	<b>0,623771</b>	0,221429	0,217857	1,000000

## 12. Diskuse

### 12.1 Vliv barvy plošnice na učení se jí vyhýbat u sýkor parukářek

Aposematismus je antipredační strategií, kterou kořist signalizuje predátorům svoji nevýhodnost (Ruxton et al. 2004). Predátoři mohou mít averzi k tomuto typu kořisti vrozenou nebo se musí naučit aposematické kořisti vyhýbat (Lindström et al. 1999). Exnerová et al. (2007) testovali reakce několika druhů sýkor na aposematicky a neaposematicky zbarvenou variantu ruměnice pospolné (*P. apterus*). Zjistili, že sýkora parukářka patří mezi druhy, které se musí tomuto typu kořisti naučit vyhýbat. Každému ptákovi bylo v průběhu pokusu předloženo pět ploštic. Mláďata sýkor parukářek manipulovala, zabíjel a konzumovala obě barevné varianty ruměnice. S neaposematickou nahnědo nabarvenou plošticí však manipulovaly naivní parukářky více než s přírodní aposematickou formou. Barva kořisti by tedy u mladých sýkor parukářek mohla mít vliv na manipulaci, zabíjení i konzumaci plošnice. Abych zjistila jaký vliv má u sýkor parukářek barva plošnice na učení se jí vyhýbat, předkládala jsem každému jedinci plošnice do té doby, dokud se jí pták třikrát za sebou nedotknul. V mé práci se však neprokázalo, že by barva plošnice měla na manipulaci, zabíjení nebo konzumaci kořisti vliv. Rychlost učení naivních sýkor parukářek vyhýbat se nepalatable kořisti tedy nezávisí na její barvě. Přesto parukářky konzumovaly neaposematickou variantu plošnice o něco více než aposematickou formu. Reakce na aposematickou a neaposematickou variantu kořisti studovala u naivních sýkor koňader Sillén-Tullberg (1985) a zaznamenala podstatně vyšší přežívání aposematické larvy *Lygaeus equestris* než její kryptické šedé formy. Ham et al. předkládali mladým koňadrám uměle vytvořenou kořist různého zbarvení. Zaznamenali, že měli-li ptáci možnost výběru, útočili nejdříve na šedou formu předkládané kořisti. Pravděpodobně by bylo třeba otestovat větší počet jedinců, aby se projevil výraznější rozdíl v jejich reakcích na aposematickou a neaposematickou variantu *P. apterus*.

Všechna ptáčata parukářek byla na druhý den otestována, jestli se dostatečně poučila o nepalatabilitě předkládané kořisti. Ale neprokázal se u nich žádný rozdíl v počtu manipulovaných a zabíjených ploštic mezi oběma dny ani u jedné barevné varianty kořisti. Avšak prokázal se rozdíl v počtu konzumovaných aposematicky zbarvených ploštic. Aposematické plošnice byly druhý den konzumovány více než v prvních pěti pokusech učicího testu. Za tento překvapivý výsledek je pravděpodobně zodpovědná specifická manipulace, kterou mladé parukářky s plošticemi prováděly. U jedné třetiny testovaných sýkor jsem pozorovala chování, při kterém si ptáci plošnice v pokusné kleci schovávali na různá místa, zastrkávali je mezi větve a pletivo nebo nosné sloupky konstrukce klece a po čase se k nim

opět vraceli a konzumovali je. Tento typ chování je typický například pro brhlíky. Brhlíci s plošticemi provádějí specifickou manipulaci, kdy je otírají o větev, zastrkávají za kůru a opět se k nim vracejí a manipulují s nimi (Fučíková 2005). Sýkory parukářky patří stejně jako brhlíci ke druhům ptáků, kteří si vytvářejí zásoby. Specifická manipulace s plošticemi se tedy mohla vyvinout právě díky „food-storingu“. Při ukládání zásob ptáci běžně zastrkávají potravu za kůru a do různých škvír. Že si sýkory parukářky vytvářejí zásoby je obecně známo už dlouhou dobu, nevědělo se však, zda se tuto dovednost naučí až s narůstajícím věkem, zkušenostmi nebo odpozorováním od jiných ptáků. Díky vlastnímu pozorování naivních ručně odchovaných mláďat mohu konstatovat, že tato vlastnost u sýkor parukářek není naučená, ale vrozená. Chování spojené s food-storingem se u mladých parukářek pravděpodobně spouští při setkání s novou potravou. Specifickou manipulací s plošticemi mladé parukářky nejspíše dosáhly eliminace působení chemických látek ruměnic a tím i nevolnost, kterou tyto sloučeniny způsobují. Tento typ chování mladých parukářek mohl tedy vést k větší konzumaci aposematicky zbarvených ploštic ve druhém dni testování. Podobný typ specifické manipulace s nepalatabilní kořistí pozoroval Reuven a Whitman (1992) u tuhýka (*Lanius ludovicianus*) na Floridě. Tento druh tuhýka je schopen konzumovat extrémě toxickou luční kobylku (*Romalea guttata*) po té, co ji nechá 1 až 2 dny napíchnutou na větvi, aby eliminovali působení jejich chemické obrany.

Testovala jsem také, jestli barva kořisti ovlivní rychlost s jakou se k ní sýkory parukářky přiblíží nebo s ní začnou manipulovat. Na rychlost přiblížení mladých parukářek k plošticím se vliv barvy kořisti neprokázal. Většina testovaných ptáků se k aposematické i neaposematické plošticím přiblížila již v počátku pokusu. Vliv barvy ploštice se však marginálně prokázal na latence manipulace s plošticemi. Při posouzení průkaznosti marginálního výsledku musíme brát zřetel na nízký počet testovaných ptáků (13 v každé kategorii). Mladé parukářky začínaly manipulovat s neaposematickými nahnědo nabarvenými plošticemi dříve než s jejich přírodní aposematickou variantou. I když se ptáčata přiblížila k oběma variantám kořisti přibližně stejně rychle, s útokem na aposematicky zbarvenou kořist prokazatelně déle váhala a k manipulaci s ní se odhodlala často až po několika předloženích. Také Sillén-Tullberg (1985) zaznamenala u naivních sýkor koňader podstatně delší váhání k útoku na aposematicky zbarvenou formu larvy ploštice *Lygaeus equestris* než na její krypticky zbarvenou mutovanou variantou.

## 12. 2 Explorační chování a personalita u sýkor parukářek

Patnáct mladých parukářek prošlo kromě učící sady také sadou exploračních testů. Průběh exploračních testů a následné bodové ohodnocení jednotlivých ptáků bylo stejné jako u sýkor modřinek v první části této práce. Po přidělení exploračního skóre se však všechny otestované parukářky projevíly jako Slow explorers. Mláďata sýkor parukářek projevovale velkou neofobii vůči novému nepotravnímu objektu (modré propisce), ke kterému se často nepřiblížila ani na polovinu délky bidýlka. Mladé parukářky si také dlouho přivykaly na nové prostředí. Některé z nich například dlouhou dobu nehybně visely na stropě pokusné klece a na předloženou potravu se jen dívaly nebo si moučného červa za celou dobu pokusu nevšimly. Většina testovaných ptáků byla tedy ohodnocena 0 body z obou exploračních testů (graf 11. 5). Příčin, proč se všechna testovaná mláďata projevila jako „Slow explorer“, může být hned několik: např. příliš přísná kritéria bodového hodnocení, které bylo vytvořeno primárně pro sýkory koňadry nebo celkově větší opatrnost naivních ptáčat tohoto druhu nebo také skutečnost, že většina ptáků prošla sadou exploračních testů ve věku, kdy ve volné přírodě ještě spadají do doby, ve které následují své rodiče. Mláďata parukářek se osamostatňují ve stáří 39 až 47 dní (del Hoyo 2007). Projevy neofobie mohou tedy u sýkor parukářek souviset s nízkým věkem, ve kterém byli ptáci testováni. Podobných výsledků dosáhla i Fuchsová (2007) u sýkor koňader testovaných ve věku 25 až 35 dní. V tomto věkovém rozmezí mladé koňadry ještě následují své rodiče. Stejně jako mladým parukářkám tak i koňadrám testovaných v nízkém věku trvalo dlouho než se k něčemu odvážily a ve svém důsledku se tedy chovaly jako Slow explorers. Aby se zjistilo, jestli jsou mláďata sýkor parukářek v ranném věku skutečně opatrnější než jiné druhy sýkor nebo zvýšená opatrnost testovaných jedinců souvisela spíše s jejich nízkým věkem při testování, bylo by třeba otestovat více jedinců různého věkového rozmezí.

I když všechny mladé parukářky patřily podle bodového ohodnocení k personalitě typu Slow, mohla jsem u nich prověřit souvislost mezi celkovým počtem získaných bodů, dechovou frekvencí a latencemi z testu na vyplašení (startle reaction). Prokázalo se, že spolu pozitivně koreluje dechová frekvence parukářek a latence navracení se k předkládané kořisti po vyplašení. To znamená, že ptáci, kteří při měření dechové frekvence a manipulaci s nimi podléhali menšímu stresu, byly také odvážnější a po vyplašení se rychleji k předložené kořisti navraceli. Průkazná byla u mladých sýkor parukářek také negativní korelace celkového počtu bodů získaných v exploračních testech a latence navracení se pro kořist po vyplašení. Čím více bodů v exploračních testech sýkory získaly, tím menší byly jejich latence pro navracení se ke

kořisti po vyplašení. Odvážnější ptáci tedy také projevovali menší neofobii k novému nepotravnímu objektu a rychleji prozkoumávali nové prostředí.

Vliv exploračních schopností na obstarávání potravy byl u sýkor parukářek podrobněji zkoumán jen v práci Winkler a Kothbauer-Hellmann (2001). Porovnávali chování spojené s vyhledáváním potravy u dospělých sýkor parukářek a sýkor uhelníčků. Zjistili, že explorace ptáků při hledání potravy souvisí s jejich způsobem života a prostředím, které obývají. Sýkory parukářky vyhledávají převážně rychle se pohybující kořist ve vnitřních a prostornějších částech jehličnatých stromů, zatímco menší uhelníčci dávají přednost spíše okrajovým částem větví a prostoru mezi jehlicemi. U těchto dvou druhů porovnávali schopnost detekce kryptické kořisti umístěné ve velké nebo malé misce. Ukázalo se, že parukářky detekovaly kořist ve větší misce snáze než uhelníčci. Uhelníčci zase vyhledávání kořisti v miskách vzdávali méně často a později. Tyto rozdílné explorační strategie mohou být také interpretovány jako mezidruhové rozdíly v „coping style“. Winkler a Kothbauer-Hellmann (2001) usoudili, že sýkory parukářky by svým chováním mohly odpovídat strategii Fast explorer a uhelníčci zase strategii Slow explorer. Tyto dvě rozdílné explorační strategie byly podrobně popsány u sýkor koňader (Verbeek 1994).

Aby se zjistilo, jestli i u sýkor parukářek existují dvě rozdílné explorační strategie jako je tomu u sýkor koňader a modřinek, bude třeba provést ještě řadu experimentů jak s ručně odchovanými ptáčaty tak především s dospělými odchycenými ptáky.

## Závěr

- 1) U sýkor modřinek existují rozdíly v exploračním chování. Sýkory modřinky vykazují odlišné typy exploračních strategií, podle kterých mohou být rozděleny na dvě skupiny: Fast explorer a Slow explorer. Zařazení k určitému typu explorační strategie vypovídá o personalitě daného jedince.
- 2) Typ personality sýkor modřinek pravděpodobně neovlivňuje jejich reakci na novou potravu.
- 3) Reakce na novou potravu se u sýkor modřinek liší mezi dvěma věkovými kategoriemi. Adulti konzumují novou potravu více než mlád'ata, která jsou vůči ní opatrnější.
- 4) Typ personality sýkor modřinek pravděpodobně neovlivňuje jejich reakce na aposematickou kořist.
- 5) Reakce na aposematickou potravu se u sýkor modřinek mírně liší mezi dvěma věkovými kategoriemi. Naivní nezkušená mlád'ata s aposematickou kořistí manipulují více než dospělé a zkušenější sýkory modřinky.
- 6) Barva nepalatabilní kořisti nemá u sýkor parukářek vliv na rychlost učení se jí vyhýbat a nemá vliv ani na lepší zapamatování si nepalatabilitu kořisti do druhého dne. Barva kořisti má však vliv na latenci útoku. Sýkory parukářky atakují neaposematicky zbarvenou variantu kořisti rychleji než aposematickou.
- 7) U mladých sýkor parukářek existují rozdíly v exploračním chování, avšak podle kritérií stanovených pro sýkory koňadry a modřinky je nelze přiřadit k jednotlivým typům personality.

## Seznam literatury:

- Carere, C., Welink, D., Drent, P.J., Koolhaas, J.M. & Groothuis, T.G.G. (2001).** Effect of social defeat in a territorial bird (*Parus major*) selected for different coping styles. *Physiol. Behav.* 73: 427-433.
- Carere, C., 2003.** Personalities as epigenetic suites of traits. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Carere, C., Groothuis, T.G.G., Möstl, E., Daan, S. And Koolhaas, J.M., 2003.** Fecal corticosteroids in a territorial bird selected for different personalities: daily rhythm and response to social stress. *Hormones and Behavior* 43: 540-548
- Carere, C., & van Oers, K., 2004.** Shy and bold great tits (*Parus major*): body temperature and breath rate in response to handling stress. *Psychol. Behav.* 82:905-912.
- Clarke, A. S., & Boinski, S. (1995).** Temperament in nonhuman primates. *American Journal of Primatology*, 37, 103-125.
- Coppinger RP, 1970.** The effect of experience and novelty on avian feeding behaviour with reference to the evolution of warning colorations in butterflies. II. Reactions of naive birds to novel insects. *American Naturalist* 104:323-335.
- Cramp, S., Perrins, C.M., 1993.** Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. In. New York: Oxford University Press; 574.
- Dingemanse, N.J., Both, C., Drent, P.J., and Tinbergen, J.M. 2004.** Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. *Proceedings of the Royal Society London, Behavioural Biology Science* 271: 847–852
- \*Drent, P.J., 1983.** The Functional Ethology of Territoriality in the Great Tit (*Parus major* L.) Ph.D. Thesis, University of Groningen, The Netherlands
- Drent, P.J., Van Oers, K. & Van Noordwijk, A.J., 2003.** Realized heritability of personalities in the great tit (*Parus major*). *Proc. R. Soc. Lond. B* 270:45-51.
- Exnerová A, Landová E, Štys P, Fuchs R, Prokopová M, Cehláriková P, 2003.** Reactions of passerine birds to aposematic and nonaposematic firebugs (*Pyrrhocoris apterus*, Heteroptera). *Biological Journal of the Linnean Society* 78:517-525.
- Exnerová A, Svádová, K., Štys P, Barcalová, S., Landová E, Prokopová M, Fuchs R,**



- Socha, R., 2006.** Importance of colour in the reaction of passerine predators to aposematic prey: an experiment with mutants of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera). *Biological Journal of the Linnean Society* 88:143-153.
- Exnerová A, Štys P, Fučíková, E., Veselá, S., Svádová, K., Prokopová, M., Jarošík, V., Fuchs, R. a Landová, E. 2007.** Avoidance of aposematic prey in European tits (*Paridae*): learned or innate? *Behavioral ecology* 18(1): 148-156.
- Exnerová, A., Svádová, K., Drent, P., Fučíková, E. a Štys P.** Personality matters: Individual variation in reactions of naive bird predators to aposematic prey. (in prep).
- Farine JP, Bonnard O, Brossut R, Le Quere JL, 1992.** Chemistry of defensive secretions in nymphs and adults of fire bug, *Pyrrhocoris apterus* L.(Heteroptera, Pyrrhocoridae). *Journal of Chemical Ecology* 18 (10):1673-1682.
- Fisher, J. & Hinde, R.A., 1949.** The opening of milk bottles by birds. *British Birds*, 42:347-357.
- French, J.M., 1993.** Assessment of donkey temperament and the influence of home environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 36: 249-257.
- Fučíková, E., 2005.** Reakce sýkor a brhlíků vůči aposematické a neaposematické *Pyrrhocoris apterus*. (Diplomová práce). Praha. Univerzita Karlova.
- Fučíková, E., van Oers, K., Smits, N., Heesen, M. and Drent, P.J. 2007.** A teenagers personality: How to test already in 14 days old nestlings. (in press)
- Fuchs, R., Škopek, J., Formánek, J., Exnerová, A., 2002.** Atlas hnízdního rošíření ptáků Prahy 1985-1989 (aktualizace 2000-2002). ČSO v nakl. Consult Praha.
- Fuchsová, L. 2007.** Individuální variabilita na aposematickou kořist u sýkor koňader: Vliv personality a věku. (Diplomová práce). Praha. Univerzita Karlova.
- Gagliardo, A. & Guilford, T., 1993.** Why do warning colored pray live gregariously. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 251:69-74.
- Gamberale, G. & Tullberg, B. S. 1998.** Aposematism and gregariousness: the combined effect of group size and coloration on signal repellence. *Proceeding of the Royal Society in London – Series B*, 265: 889-894.
- Gittleman, J. L. & Harvey, P.H. 1980.** Why are distasteful prey not cryptic? *Nature* 286:149.
- Gosling, S. D., & John, O. P. (1999).** Personality dimensions in non-human animals: A crossspecies review. *Current Directions in Psychological Science*, 8: 69–75.
- Gosling, S.D. 2001.** From mice to men: what can we learn about personality from animal research. *Psychological Bulletin*, 127: 45–86.

- \*Gray, J.A. 1965:** A time-sample study of the components of general activity in selected strains of rats. *Canadian Journal of Psychology*, 69: 74-82
- Groothuis, T. G. G., & Carere, C. (2005).** Avian personalities: characterization and epigenesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29: 137-150.
- Guilford, T. 1986.** How do warning colours work? Conspicuousness may reduce recognition errors in experienced predators. *Animal Behaviour*, 34, 286–288.
- Guilford, T. 1990.** The secrets of aposematism: unlearned responses to specific colours and patterns. *Trends in Ecology and Evolution*, 6:323.
- \*Hall, C.S., 1934.** Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measure of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative Psychology*, 18:385-403.
- Ham, A.D., Ihalainen, E., Lindström, L., Mappes, J., 2006.** Does colour matter? The importance of colour in avoidance learning, memorability and generalization. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 60: 482-491.
- del Hoyo, J., Elliot, A. & Christie, D.A. eds., 2007.** Handbook of the birds of the world. Vol. 12. Picathartes to Tits and Chickadees. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hudec, K. 1983.** Fauna ČSSR. Ptáci. In. Praha: Academia.
- \*Kelcey, J.G., Rheinwald, G., 2005.** Birds in European Cities. Ginster Verlag, St. Katharinen.
- Koolhaas, J.M., Korte, S.M., De Boer, S.F., Van Der Vegt, B.J., Van Reenen, C.G., Hopster, H., De Jong, I.C., Ruis, M.A.W., Blokhuis, H.J. 1999.** Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Review* 23: 925-935
- Kopečková, M. 2005.** Mimetický komplex evropských černočervených ploštic. (Diplomová práce). Praha: Univerzita Karlova
- \*Kraemer, P.J., 1984.** Forgetting of visual discrimination by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 10: 530-542.
- Landová, E., Exnerová, A., Svádová, K., 2003.** Jak jsou na tom koňadry s pamětí aneb o trvandlerivosti (ne)naučeného. In: Zoologické dny Brno 2003 (Bryja J, Zukal J, eds).
- Lindström L, Alatalo RV, Mappes J, 1999.** Reactions of hand-reared and wild-caught predators toward warningly colored, gregarious, and conspicuous prey. *Behavioral Ecology* 10:317-322.
- Lindström L, Rowe C, Guilford T, 2001.** Predator experience on cryptic prey affects the survival of conspicuous aposematic prey. *Proceedings of the Royal Society of London Series B - Biological Sciences* 268:357 – 361.

- Marchetti, C. & Drent, P.J., 2000.** Individual differences in the use of social information in foraging by captive great tits. *Animal. Behav.* 60: 131-140.
- Marples, N.M., Roper, T.J., Harper, D.G.C., 1998.** Responses of wild birds to novel prey: evidence of dietary conservatism. *Oikos* 83:161-165.
- Marples, N.M., Kelly DJ, 1999.** Neophobia and dietary conservatism: two distinct processes? *Evolutionary Ecology* 13:641-653.
- Mettke-Hofmann, C., Winkler, H., Leisler, B., 2002.** The Significance of Ecological Factors for Exploration and Neophobia in Parrots. *Ethology* 108: 249-272.
- Mettke-Hofmann, C., Ebert, C., Schmidt, T., Steiger, S., Stieb, S., 2005.** Personality traits in resident and migratory warbler species. *Behaviour* 142: 1357-1375.
- \*Moulet, P., 1995.** Hemiptères Coreoidea, Pyrrhocoridae, et Stenocephalidae. Euro-Méditerranéens. Paris: Federation Francaise des Sociétés de Sciences Naturelles.
- van Oers, K., 2003.** Additive and nonadditive genetic variation in avian personality traits. Thesis.
- van Oers, K., Drent, P.J., De Jong, G. And Van Noordwijk, A.J. 2003.** Additive and Nonadditive genetic variation in avian personality traits. Heredity Dietary conservatism may facilitate the initial evolution of aposematism. *Oikos* 101:458-466.
- van Oers, K., Drent, P.J., de Goede, P. & van Noordwijk, A.J. (2004b).** Repeatability and heritability of risk-taking behaviour in relation to avian personalities. — *Proc. R. Soc.Lond. B* 271: 65-71.
- van Oers, K., Klunder, M. & Drent, P.J. (2005a).** Context dependence of personalities: risktaking behavior in a social and non-social context. — *Behav. Ecol.* 16: 716-723.
- Poulton, E.B. 1890.** The colours of animals, their meaning and use. Especially considered in the case of insects. London: Kegan Paul, Trench, Trübner.
- \*Pučkov, V.G., 1974.** Berytidae, Pyrrhocoridae, Piesmatidae, Aradidae, Tingidae. Fauna Ukrainy 21(4). Kyjev: Vidavnictvo Akademii Nauk Ukrainskoj.
- Remold, H. 1963.** Scent glands of Land-Bugs, their physiology and Biological Function. *Nature* 198: 764-768.
- Reuven, Y., Whitman, D.W., 1992.** Predator exaptations and defensive adaptations in evolutionary balance: No defence is perfect. *Evol. Ecol.*, 6: 527-536.
- Riipi M, Alatalo RV, Lindström L, Mappes J. 2001.** Multiple benefits of gregariousness cover detectability costs in aposematic aggregations. *Nature.* 413:512–514.
- Roper, T.J. and Wistow, R. 1986.** Aposematic coloration and avoidance learning in chicks. *The Q. J of Exper. Psych.* Vol 38 (2): 141-149.

- Roper T.J., Redston S, 1987.** Conspicuousness of distasteful prey affects the strength and durability of one-trial avoidance learning. *Animal Behaviour* 35:739-747.
- Roper T.J., 1990.** Responses of domestic chicks to artificially coloured insect prey: effects of previous experience and background colour. *Animal Behaviour* 39:466-473.
- Roper, T.J. 1993.** Effect of novelty on taste-avoidance learning in chicks. *Behaviour*, 125:265-281.
- Roper T.J., 1994.** Conspicuousness of prey retards reversal of learned avoidance. *Oikos* 69:115-118.
- Roper T.J., Marples NM, 1997.** Odour and colour as cues for taste-avoidance learning in domestic chicks. *Animal Behaviour* 53:1241-1250.
- Rowe, C. & Guilford, T. 1996.** Hidden colour aversions in domestic chicks triggered by the pyrazine odours of insect warning displays. *Nature*, 383:520–522.
- Ruxton G.D., Sherratt T.N., Speed M.P., 2004.** *Avoiding Attack*, 1. vydání ed. New York: Oxford University Press.
- Sasvári, L., 1979.** Observational learning in Great, Blue and Marsh tits. *Anim. Behav.*, 27:767-771.
- Sasvári, L., 1985.** Different observational learning capacity in juvenile and adult individuals of congeneric bird species. *Z. Tierpsychol.*, 69:293-304.
- Schlenoff DH. 1984.** Novelty: a basis for generalization in prey selection. *Anim Behav.* 32:919–921.
- Schuler W, Hesse E. 1985.** On the function of warning coloration: a black and yellow pattern inhibits prey-attack by naive domestic chicks. *Behav Ecol Sociobiol.* 16:249–255.
- Schuler, W. & Roper, T. J. 1992.** Responses to warning colouration in avian predators. *Advances in the Study of Behavior*, 21:111–146.
- Sih, A., Bell, A. and Johnson, J.Ch. 2004:** Behavioral Syndromes : an ecological and evolutionary overview. *TRENDS in ecology and evolution* , Vol.19, No.7:372-377.
- Sillén-Tullberg B, 1985.** Higher survival of an aposematic than cryptic form of a distasteful bug. *Oecologia* (Berlin) 67: 411-415.
- Smith, S.M., 1975.** Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. *Science* 187:759-760.
- Smith, S.M., 1977.** Corral-snake patern recognition and stimulus generalization by naive great kiskadees (Aves: Tyrannidie). *Nature*, 265:535-536.
- Smith, S.M., 1980.** Responses of naive temperate birds to warning coloration. *The American Midland Naturalist*, 103(2):346-352.

- Socha, R. 1993.** Pyrrhocoris apterus (Heteroptera) – an experimental model species : a review. *European Journal of Entomology* 90: 241-286.
- Speed, M. P. 2001.** Can receiver psychology explain the evolution of aposematism? *Anim. Behav.* 61:205–216.
- \*Stevenson-Hinde, J., Zunz, M. 1978.** Subjective assessment of individual rhesus monkeys. *Primates*, 19: 473-482
- Šťastný, K., Bejček, V., Hudec, K., 2006.** Atlas hnízdního rozšíření v ČR 2001-2003, Aventinum.
- Verbeek, M.E.M., Drent, P.J. & Wiepkema, P.R. 1994:** Consistent individual differences in early exploratory behaviour of male great tits. *Animal Behaviour*, 48:1113-1121
- Verbeek, M. E. M., Boon, A., & Drent, P. J. (1996).** Exploration, aggressive behavior and dominance in pair-wise confrontations of juvenile male great tits. *Behaviour*, 133, 945-963.
- \*Verbeek, M.E.M. 1998.** Bold or Cautious. Behavioural Characteristics and Dominance in Great Tits. Ph.D. Thesis, University of Wageningen, The Netherlands.
- Verbeek, M.E.M., de Goede, P., Drent, P.J. & Wiepkema, P.R. 199.** Individual behavioural characteristics and dominance in aviary groups of great tits. *Behaviour* 136: 23-48.
- \*Visser, E.K, van Reenen, C.G., Rundgren, M., Zetterqvist, M., Morgan, K., Blokhuis, H.J., 2002.** Responses of horses in behavioural tests correlate with temperament assessed by riders. *Equine Veterinary Journal* (in press)
- Weinstein, T. A. R., Capitanio, J. P., & Gosling, S. D. (forthcoming).** Personality in animals. In O. P. John, R. W. Robins & L. A. Pervin (Eds.), *Handbook of Personality Theory and Research*. New York: Guilford.
- Winkler, H., Kothbauer-Hellmann, R., 2001.** The role of search area in the detection of cryptic prey by crested tits and coal tits. *Behaviour* 138:873-883.