

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



Vliv albinismu na sociální chování zvířat

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Vodáková

Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Slavík, Ph. D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv albinismu na sociální chování zvířat“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Mgr. Ondřejovi Slavíkovi, Ph. D. za velkou pomoc a odborné vedení. Dále chci poděkovat Ing. Pavlu Horkému, Ph. D. za pomoc při analýze dat a statistických výpočtech.

Vliv albinismu na sociální chování zvířat

Souhrn

Albinismus je komplexní geneticky podmíněná porucha melanogeneze doprovázená řadou syndromů a fyziologických i mentálních defektů. Tato omezení ovlivňují i chování postižených jedinců, objevuje se u nich strach z výšek a vyhýbání se přímému světlu kvůli očním vadám apod. V první části této práce jsem shrnula dostupnou literaturu zabývající se různými aspekty albinismu a sociální strukturou skupin. Dále jsme se v experimentální části zaměřili na sociální dopady této poruchy. Bylo již mnohokrát dokázáno, že skupina normálně pigmentovaných zvířat albinotické jedince diskriminuje. V našem pokusu jsme se zaměřili na porovnání sociality čistě albinotických skupin a skupin složených pouze ze zdravých jedinců. Na základě pozorování několika takovýchto skupin sumců velkých *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758) a následného měření vzájemné vzdálenosti jedinců se ukázalo, že albinotičtí jedinci mají tendenci mezi sebou udržovat podstatně kratší vzdálenosti. Tento trend se během pozorování s časem zesiloval.

Klíčová slova: albinismus, sociální chování, familiarita, ryby, sumec velký

The effect of albinism on the social behaviour of animals

Summary

Albinism is a complex genetic disorder of melanogenesis accompanied by a variety of syndromes as well as physiological and mental defects. These restrictions also affect behaviour of handicapped individuals. For example, they could be afraid of heights and avoid direct sunlight because of eye defects. In the first part of this thesis, I made a literature search focused on various aspects of albinism and social structure of a group. In the experimental part we focused on the social impact of this disorder. It was proved several times that an ordinary pigmented group discriminates albino individuals. In our experiment, the sociality of albino groups and groups consisting only of healthy individuals were compared. Based on our observations of several groups of European catfish *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758) and subsequent measurements of the distances between individuals, it has been proven that albinos tend to keep a closer distance between themselves. This trend was more pronounced with a longer time of observation.

Keywords: albinism, social behaviour, familiarity, fish, European catfish

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	8
3 Přehled literatury.....	9
3.1 Charakteristika albinismu.....	9
3.1.1 Formy albinismu	9
3.1.2 Fyziologická podstata albinismu	10
3.1.3 Fyziologická omezení	11
3.1.4 Behaviorální důsledky	13
3.1.5 Sociální důsledky	14
3.2 Sociální struktura skupiny	15
3.2.1 Definice, projevy, vlivy prostředí, potravy, úkrytu	15
3.2.2 Sociální chování na základě známosti	16
3.3 Souhrn literární části	17
4 Materiál a metody	18
4.1 Pokusná zvířata	18
4.2 Popis experimentu.....	18
4.3 Analýza dat	18
4.4 Statistická analýza.....	19
5 Výsledky.....	20
6 Diskuze	21
7 Závěr	23
8 Seznam literatury.....	24

1 Úvod

Albinismus pro divoká zvířata znamená velmi výrazný handicap (jak křehčí tělesnou stavbou, tak nemožností kamufláže) a pokud takoví jedinci dosáhnou pohlavní dospělosti, mají menší šanci na spáření. Ovšem šlechtitelé se často snaží o získání stabilní albinotické formy, jak z estetických chovných a obchodních důvodů, tak za účelem využití této formy pro vědecké účely.

U albinismu se jedná o geneticky podmíněné onemocnění. Kromě ztráty kožního a případně i očního pigmentu způsobené různě silnou poruchou melanogeneze může albinismus nést i řadu dalších omezení. Je spojen s mnoha syndromy, které postihují fyzický i mentální vývoj jedince. Zvířata se kupříkladu díky zhoršenému zraku bojí výšek a jsou náchylnější na stres, mají nižší libido, na druhou stranu se jedná o méně agresivní jedince. Dalším faktorem je sociální pozadí albinismu. Skupina povětšinou albinotické jedince diskriminuje, v hierarchii zaujímají nejnižší místo. Povětšinou jsou opomíjeni při výběru sexuálního partnera etc. Příklady diskriminace albinů najdeme i v tradičních afrických komunitách, kde jsou prakticky vyčleněni ze společnosti a nemají přístup k práci či vzdělání.

Změnám chování způsobené vlivem albinismu by se měla věnovat pozornost také kvůli možnému ovlivnění výsledků vědeckých pokusů. Např. Stryjek et al. (2013) zjistili, že albinotičtí laboratorní potkani vykazují větší noční aktivitu než divoké formy a pigmentované laboratorní kmeny. Jejich denní aktivita je nižší, zřejmě hlavně díky náchylnosti na přímé světlo způsobené vadami očí. Najdeme spoustu dalších prací, které se zabývají fyziologií albinismu, případně behaviorálními důsledky, avšak o jejich socialitě toho bylo zkoumáno málo. Proto jsem si jako zaměření bakalářské práce vybrala téma zabývající se právě jejich sociálním chováním.

2 Cíl práce

Cílem práce je studie literatury zabývající se albinismem a jeho důsledky. Dále shrnutí experimentu zaměřeného na vliv albinismu na sociální chování.

V první části práce jsou vysvětleny základní pojmy spojené s albinismem, fyziologické principy a dopady této poruchy, dále etologické problematika albinismu – chování postiženého jedince a jeho vztahu s okolím. Krátká kapitola se věnuje i vysvětlení etologických jevů souvisejících s pokusem, jako je struktura a účel sociální skupiny či familiarita.

Experimentální část práce obsahuje studii sociálního chování albinotických jedinců a ověření hypotézy o jejich větší socialitě v porovnání s normálně pigmentovanými. Výsledky této práce lze prakticky využít například v akvaristice a akvakultuře k porozumění vztahů v chovných skupinách a případné optimalizaci složení těchto skupin a tím omezení možného stresu jedinců. Albinotická zvířata jsou také díky svým genetickým předpokladům často využívána v laboratorních testech, přičemž by bylo dobré výsledky těchto experimentů vyhodnocovat ve spojení s jejich etologií.

3 Přehled literatury

3.1 Charakteristika albinismu

3.1.1 Formy albinismu

Albinismus lze charakterizovat jako geneticky podmíněné onemocnění, které zahrnuje poruchu systému tvorby melaninu a následnou hypopigmentaci zasažených tkání. Každá z forem tohoto onemocnění nastává jako důsledek genetické mutace na jiném chromozomu (Carden et al., 1998).

Podle projevů lze albinismus nejjednodušeji rozdělit na dvě základní formy: albinismus očí i kůže (tzv. OCA) a oční albinismus (OA). OCA je autozomálně recesivní onemocnění, kdy je melanin silně redukován či zcela chybí. Typ OCA 1 způsobuje mutace genu TYR ovlivňujícího syntézu enzymu tyrozinázy a nebo ovlivňuje její katalytické vlastnosti. OCA 1 se dále specifitěji dělí, přičemž nejzávažnější formou je OCA 1A, kdy je vliv tyrozinázy úplně inhibován a melanin v kůži i očích zcela chybí. Zato při onemocnění typu OCA 1B tyrozináza není potlačena úplně a s věkem a pobytem na slunci se hladina melaninu v kůži i očích zvyšuje. Avšak hned po narození od sebe nelze tyto dva typy OCA odlišit (Carden et al., 1998).

Typ OCA 2 je často popisován jako tzv. tyrozináza pozitivním albinismus, protože se jedná o mutace na genech, které neovlivňují přímo syntézu tyrozinázy, ale tzv. P protein (Carden et al., 1998). Při tomto typu onemocnění je v kůži, vlasech a duhovkách přítomno jisté množství barviv, takže pleť může být až krémová a duhovky od narození mění barvu s věkem. Černoši postižení touto formou albinismu mívají nažloutlé vlasy a pokožku. U bělochů OCA 2 často způsobuje růžovou neopalující se kůži a modré duhovky, které mohou s věkem po okrajích hnědnout. Zrakové vady jako kupříkladu nystagmus (nekontrolovatelné, trhavé pohyby očí) jsou u OCA 2 méně výrazné než u tyrozinázy negativních albinotických poruch (Nyhan et al., 2005).

Třetí verze OCA je vázána na tzv. hnědý lokus genu TRP-1, který u černochoů způsobuje světle hnědé zbarvení kůže a vlasů namísto černého, dále modré nebo hnědé oči, nystagmus a poškození ostrosti zraku. Tento typ albinismu nebyl nalezen u bělochů či asiátů, možná ovšem kvůli tomu, že příznaky by nebyly tak rozpoznatelné jako u černé rasy (Carden et al., 1998).

Byl zjištěn i čtvrtý typ OCA, avšak pacientům s OCA 4 byl povětšinou původně nesprávně diagnostikován OCA 2. Jedná se o podobné symptomy, ale mutace je zřejmě na genu MATP (Nyhan et al., 2005).

OA je gonozomálně dědičná (tzn. přenášena pohlavním chromozomem) recesivní porucha vázaná na gen X. I tento typ albinismu se spojuje s nystagem, zhoršenou ostrotí zraku, hypopigmentací, nízkým zornicovým reflexem etc. Mužům se tato porucha projevuje kompletními fenotypovými změnami. Přenašeči jsou ženy, u kterých lze najít hypopigmentační znaky na sítnici a kůži a hyperpigmentované pruhy na očním pozadí a periferii duhovky (Carden et al., 1998).

3.1.2 Fyziologická podstata albinismu

OA je spojen s mutací jednoho konkrétního genu Oa1, zatímco OCA je zapříčiněn spolupůsobením hned několika mutací na genech ovlivňujících řetězec reakcí tvorby melaninu (Gross, 2008).

Melanin je obsažen v pigmentových granulích (melanosomech), jedná se o intracelulární organely produkované melanocyty, v nichž se dají najít. V kožní tkáni jsou melanosomy transportovány z melanocytů do sousedících keratinocytů. Prekurzory melanosomů vycházejí z hladkého endoplasmatického retikula. Tyrozináza a další enzymy ovlivňující melanogenezi se tvoří v hrubém endoplasmatickém retikulu, dále upravují v Golgiho aparátu a následně jsou přemístěny do melanosomu, kde probíhá biosyntéza melaninu (Carden et al., 1998).

Melanogeneze je regulována řadou faktorů jak na buněčné tak na molekulární úrovni. Ale hlavním faktorem kontroly biosyntézy melaninu je enzym tyrozináza (Bouchard, 1993). Rychlost melanogeneze určuje přeměna tyrosinu na dihydroxyfenylalanin (DOPA), která je řízena převážně tyrozinázou. Ovšem k tomuto kroku není potřeba pouze tyrozináza, ale i komplex v melanocytech. Tento komplex se skládá z tyrozinázy, s ní souvisejícími proteiny TRP-1, TRP-2, membránovými proteiny lysozomu a hormony stimulující receptory melanocytu (Carden et al., 1998).

TRP-1 má roli při produkci černého melaninu, pokud je gen pro tento protein zmutován, zvýší se produkce hnědého melaninu na úkor černého. TRP-1 u zdravých jedinců stabilizuje tyrozinázu a některé enzymatické kroky melanogeneze. Také TRP-1 zlepšuje vlastnosti DOPA pro jeho další využití během melanogeneze (Carden et al., 1998).

Proč albinismus vlastně nastává, může mít celou škálu odůvodnění. Jedním z prvních, které se nabízí je inbreeding (Begum et al., 2010), kterým se zvyšuje pravděpodobnost mutací a kombinací recesivních alel genů.

Albinotická genetická mutace může vzniknout též radioaktivní kontaminací prostředí. Toto kupříkladu dokazují pozorování volně žijících populací zvířat v Černobylu. Abnormality v těchto populacích jsou rozmístěny nerovnoměrně a kromě albinismu zahrnují kupříkladu i zvýšený výskyt rakovinného bujení (Møller et al., 2013). Dále je albinismus známý jako přirozená adaptace na život v prostředí s malým nebo žádným přístupem světla. Jako je tomu u jeskynních nebo hlubokomořských druhů zvířat.

3.1.3 Fyziologická omezení

Kožní hypopigmentace se pohybuje na škále od kompletní ztráty melaninu po mírné snížení zbarvení vlasů a pokožky. Na druhé straně dopad albinismu na oční fenotyp je poměrně konstantní, zahrnuje sníženou ostrost vidění, nystagmus, světlé zbarvení duhovky či nedostatek stereopse (hloubka vidění) (Carden et al., 1998).

Jednotlivé genetické mutace vedoucí k albinismu mají též vliv na různé orgánové soustavy. Kromě očí může být ovlivněný i nervový, hematologický, respirační či gastrointestinální systém (Carden et al., 1998).

S albinismem je spojeno několik syndromů. OCA 2 je velice úzce doprovázen Prader-Williho syndromem (PWS) a Angelmanovým syndromem (AS). Obě tyto poruchy nastávají jako důsledek mikrodelece na lidském chromozomu 15q11-13. Na tomto místě je zakódován gen pro P protein, jehož produkce je v případě OCA 2 porušena (Carden et al., 1998). AS postihuje vzhled pacienta, jeho motoriku i chování. Jedná se např. o zvětšení dolní čelisti, mikrocefalii, trhavé pohyby, nedostatečné ovládní žvýkání a polykání, mentální retardaci. U sedmdesáti pěti až osmdesáti procent pacientů se vyskytuje i absence řeči (Reynolds et Fletcher-Janzen, 2007). PWS se projevuje kupříkladu obezitou, duševní nezpůsobilostí, hypotonií, hypogonadismem a menším vzrůstem (Carden et al., 1998).

Jelikož je OA vázán na gonozom X, je s ním úzce spojena trojice recesivně geneticky podmíněných chorob vázaných taktéž na gen X: Kallmannův syndrom, ichtyzoza a chondrodysplazie punctata. Tyto syndromy se pojí také s nystagmem, hypopigmentací duhovky, sníženou ostrostití vidění, anosmií (ztráta čichu) a neurologickými abnormalitami (Carden et al., 1998).

OA je též doprovázená pozdní percepční hluchotou (souhrnně OASD). Ty společně způsobují zhoršení zraku a hluchotu nastupující ve středním věku a na rozdíl od syndromů

způsobujících hluchotu, které jsou vázány na gen X, OASD způsobuje také nerovnoměrnou kožní hypopigmentaci a hyperpigmentaci (Carden et al., 1998).

OA může být dále pojena s mikroftalmií s lineárními kožními defekty (MLS). Tato porucha je vázána na gen X a projevuje se pouze u ženské populace (Carden et al., 1998). Je charakterizována jednostrannou nebo bilaterální mikroftalmií, případně anoftalmií (Morleo et Franco, 2009) a erytrotatózními skvrnami v oblasti krku a hlavy (Carden et al., 1998). Díky léčbě se kožní defekty v průběhu života minimalizují. MLS mohou doprovázet i poruchy nervového systému (infantilní záchvaty, opožděný vývoj), srdeční vady, malý vzrůst či urogenitální vady (Morleo et Franco, 2009).

Dalším syndromem doprovázejícím albinismus je Chediak-Higashiho syndrom. Charakterizuje ho oční a kožní albinismus ve spojení s imunologickým oslabením. Imunitní systém je slabší díky nízkému počtu NK buněk. V krevních destičkách, lymfocytech, granulocytech, melanocytech, neuronech, Schwannových buňkách, fibroblastech a histiocytech pacientů se nacházejí intacytoplasmatické inkluze. Dále mají pacienti defektní buněčný vezikulární transport z lyzozomů a endozomů. Bez transplantace krevní dřeně pacienti s tímto syndromem často umírají již v dětství (Carden et al., 1998).

Hermansky-pudlakův syndrom (HPS) je autosomálně dědičné onemocnění charakterizované jednak albinismem, ale také defekty lyzozomů (Rodak et al., 2007) a poruchami srážlivosti krve kvůli nedostatku trombocytů. Kromě trombocytů a lyzozomů HPS ovlivňuje i melanocyty. Pozdějšími projevy HPS jsou záněty střev, plicní fibróza, selhávání ledvin a kardiomyopatie (Carden et al., 1998).

Albinismus je velmi často doprovázen vrozeným nystagmem. S poruchou pigmentace očí souvisí multifaktoriální poruchy zrakového mechanismu. Při typu foveální hypoplazie, který se vyskytuje spolu s albinismem, jsou středové čípky daleko od sebe, takže je snižena centrální ostrost vidění, avšak periferní zrak je normální. Častějšími zrakovými poruchami jsou refrakční vady a to zejména astigmatismus. Albíni mají dále vysoké riziko strabismu (šilhavosti). Často je degradován obraz dopadající na sítnici a to kvůli špatnému rozptylu světla při dopadu, čímž je sníženo celkové vnímání ostrosti a hloubky obrazu, stejně jako vnímání pohybů (Carden et al., 1998).

Jak již bylo výše zmíněno, albinismus se často pojí se zrakovými vadami. K normálnímu vývoji zrakových drah je totiž nutná kritická spodní hranice tvorby melaninu. Pokud je melanin syntetizován málo, dochází k defektům během embryonální migrace buněk z neurodermu, zhoršení zraku, strabismu a nystagmu. Pravidelnou vadou u všech typů albinismu je také zvýšený počet překřížených axonů v chiasmu opticum. Toto může být

ovlivněno i nízkou činností tyrozinázy. Na buněčné úrovni je tato vada způsobena komplexem interakcí mezi gangliovými buňkami axonů a embryonálními neurony chiasmu opticum. Výsledkem je špatné zformování chiasmu opticum a zkrácené gangliové buňky optických nervů v místě, kde by za normálních okolností nerv vstupoval do chiasmu opticum (Carden et al., 1998).

Protože melanin slouží jako pigment chránící před slunečním zářením, je s albinismem pojena dále i zvýšená citlivost na sluneční světlo a jelikož se pokožka nemůže účinně bránit ultrafialovému záření, tak je u albinotických jedinců zvýšené riziko rakoviny kůže (Mabula et al., 2012).

Při výzkumu rozmnožování krevet *Procambarus Clarkii* (Girard, 1852) bylo zjištěno, že pár normálně zbarvených jedinců má statisticky větší počet mláďat než albinotický pár. Menší plodnost může být zapříčiněna i menším počtem styků a vyšší pravděpodobností imbreedingu a vlivem pleiotropie (odlišného účinku jednoho genu na více znaků) (Begum et al., 2010).

3.1.4 Behaviorální důsledky

V důsledku kombinací očních vad je u albinotických jedinců statisticky častější a silnější akrofobie (strach z výšek) (Abeelen et Kroes, 1967). Také u nich byla zjištěna vyšší míra fotofobie (Owen et al., 1970). Při výzkumu na myších bylo potvrzeno, že albinotičtí jedinci jsou celkově náchylnější ke stresu. Toto má za následek větší snahu se stresu vyhýbat, a proto albinotické myši trávily méně času na otevřené ploše, která je sama o sobě stresorem, a navíc jsou zde více vystaveny slunečnímu záření. Dále vykazovaly silnější defekaci, pokud byly pod přímým jasným světlem (DeFries, 1969). Albinotické myši se také pomaleji učily než více pigmentovaní jedinci, což bylo zkoumáno na pokusu, při němž se myši učily vyhnout se elektrickému šoku (Abeelen et Kroes, 1967).

Bylo též zjištěno, že albinotičtí samci myši vykazují nižší počet nekontaktních erekcí nežli je tomu u tmavě zbarvených samců. Nekontaktní erekce albínů je málo častá a nepravidelná. Celkově jsou albinotičtí jedinci hyposenzitivní k vizuálním sexuálním podnětům (Sachs, 1996).

Výše zmíněná náchylnost na stres byla zaznamenána i u lidských pacientů s albinismem, např. byli pozorováni jedinci více psychicky labilní a celkově méně sociálně asertivní než lidé bez albinismu (Hong et al., 2006). Tento jev může být ovšem způsobeno i špatným sociálním pozadím, které je popsáno dále.

Stewart a Keeler (1965) provedli psychologickou studii šesti albinotických a šesti zdravých lidí. Tyto dvě skupiny nevykazovaly rozdílnou inteligenci, avšak albíni byly méně psychicky stabilní, méně agresivní a méně komunikativní (Robins, 2005). Po srovnání albinotických hrajících si dětí s dětmi bez této poruchy, bylo zjištěno, že albinotické děti si hrají méně pro-sociálně a majetnicky. Hlavní rozdíl byl v kooperativním aspektu hry, který byl u albinotických dětí mnohem nižší. Avšak v agresivitě během hry nebyl rozdíl (Javangwe et Mukondyo, 2011).

3.1.5 Sociální důsledky

Některé publikované údaje ukazují, že albinismus může ovlivňovat i sociální chování. Např. bylo pozorováno, že v zajetí chovaná albinotická samice upíra obecného *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810) byla opomíjena samci při výběru sexuální partnerky. Avšak Dubkin (1952) pozoroval kopulaci mezi normálně zbarveným samcem a albinotickou samicí ve volné přírodě u druhu netopýra *Myotis lucifugus* (LeConte, 1831). Z této skutečnosti lze odvozovat, že u všech druhů sexuální diskriminace albinotických jedinců nastat nemusí (Uieda, 2001).

Další případ diskriminace albinotických jedinců u upíra obecného byl pozorován v průběhu krmení. Normálně zbarvení jedinci sáli krev nahlučení do skupiny, zatímco albinotická samička sála vždy osamoceně a později. Samice sála na méně vhodné části těla zvířete než normálně pigmentovaní jedinci. V sociální hierarchii skupiny tato samice zaujímala nejnižší postavení, ale nebyly vůči ní pozorovány žádné výrazné antagonistické projevy (Uieda, 2001). Ovšem je vhodné zdůraznit, že uvedené údaje jsou výsledkem prostého pozorování jedné skupiny s jedním albinotickým jedincem. Otázkou je proto relevance těchto údajů, protože ve skupině pozorovaných jedinců bylo pouze jedno albinotické zvíře a pokus nebyl opakován s další skupinou a opačným pohlavím.

V Africe je u tradičních komunit albinismus považován za symbol propojení jedince se spirituálním světem. V některých regionech byly děti s albinismem hned po narození zabity nebo obětovány. Albinotickým jedincům je znemožněno se vzdělávat, být zaměstnán, dokonce jsou vyloučeni i ze systému hromadné dopravy a mají celkově horší životní podmínky než ostatní populace (Baker, 2012). Diskriminováni nejsou pouze samotní albinotičtí jedinci, ale i jejich příbuzní – a to zejména matky (Hong et al., 2006). Tradice totiž vnímá těžké zdravotní poruchy jako trest za provinění rodiny či kmene (Baker, 2012), případně jako trest za kulturně nepřijatelné početí během menstruace. Díky malé průměrné vzdělanosti obyvatel jsou veřejností tato odůvodnění albinismu více rozšířená než informace

o genetickém původu nemoci (Hong et al., 2006). K negativnímu stigmatu přispívá i současná popkultura, která často dosazuje albíny na pozici záporných charakterů (Simmons et. al., 2015).

3.2 Sociální struktura skupiny

3.2.1 Definice, projevy, vlivy prostředí, potravy, úkrytu

Sociální interakce mohou značně zvýšit pravděpodobnost úspěchu jedince pro přežití, což se může např. realizovat snížením souvisejících nákladů (Brown et al., 2011b).

Jednou z výhod skupiny je zlepšení informovanosti. Daný jedinec má nejen informace, získané jeho vlastními receptory, ale i informace, které mu předají členové skupiny. Skupina tak funguje jako pole senzorů, které jedinci rozšiřuje efektivní rozsah interakce s prostředím. Tímto způsobem může lépe najít a zapamatovat si vhodná stanoviště jako například potravní zdroje nebo trdliště (Brown et al., 2011b). Rychlost předávání informací se mění spolu s hustotou skupiny. Je pravděpodobné, že při pohybu v rychle se měnícím prostředí jsou výhodnější větší skupiny (Pacala et al., 1996). Z potravního hlediska je tvoření skupin vhodné i pro dravé druhy, kteří si mohou vzájemně pomoci při lovu, jako je tomu např. u kosatek dravých *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) nebo lva pustinného *Panthera leo* (Linnaeus, 1758) (Veselovský, 2008).

Ve skupině jsou jedinci lépe chráněni před predací (Veselovský, 2008). Využívají konfuzní efekt, kdy má predátor problém ulovit jedince ve složitě se pohybující skupině (Ruxton et al., 2007). Predátora zmate větší počet podobných cílů, což zvyšuje šanci na přežití případné kořisti. K úspěchu této taktiky je nutná i souhra jedinců, protože větší koordinovanost pohybu zvyšuje účinnost dané strategie (Brown et al., 2011b). Tento jev je kromě ryb popsán i u mnoha druhů ptactva. Konfuzní efekt se pojí s mechanismem sobeckého stáda, kdy jedinci ve skupině snižují svou predaci použitím sousedních zvířat jako „živého štítu“. Dále některé druhy využívají společného zastrašování a odhánění nepřítele. Např. kolonie drozda kvičaly *Turdus pilaris* (Linnaeus, 1758) společně zahání krkavce svým trusem, podobné chování bylo pozorováno i u malých druhů promykovitých Herpestidae (Bonaparte, 1845). Tuří pižmoví *Ovibos moschatus* (Zimmermann, 1780) se před smečkou vlků seskupují do kruhu, v jehož středu jsou chráněna mláďata (Veselovský, 2008).

Sociální struktura skupin je založena na hierarchii utvářenou dominancí a subdominancí. Dominance označuje nadřazenou pozici v sociální hierarchii, přičemž podřízená zvířata jsou vzhledem k dominantnímu jedinci tzv. subdominantní (Immelmann

et Beer, 1989). V lineární hierarchii je všem nadřazen alfa jedinec, přičemž beta jedinec je dominantní vůči všem kromě alfy, gama jedinec je subdominantní alfe a betě a dominantní vůči všem ostatním etc. Perfektně lineární dominance je ovšem velmi vzácná, častější je dominance nelineární, kde jsou vztahy komplikovanější a jednou či vícekrát se zde objeví zacyklení. Uspořádání skupiny samozřejmě není trvalé a hierarchie se může měnit (Lehner, 1998).

3.2.2 Sociální chování na základě známosti

Porozumění sociálnímu chování spojeného se známostí (familiaritou) je spojené s tím, jak je pro jedince důležitá znalost nejbližšího okolí. Tato bezprostřední zóna by měla zahrnovat i zvířata, se kterými má největší pravděpodobnost interakce. Mezi jedinci, kteří se velmi často střetávají, se vyplatí vzájemně projevit jistý stupeň kooperace. Jedná se o tzv. „dear enemy“ fenomén (Ward et Hart, 2003).

Benefity shlukování se známými jedinci jsou významnější pro hejnové ryby než pro solitérní teritoriální druhy. Avšak i u těchto druhů má vliv na chování, např. výrazně snižuje jejich vzájemnou agresivitu (Ward et Hart, 2003). Což může být způsobené i tím, že během souboje jsou jedinci viditelnější zvítězit proti familiárnímu než proti neznámému soupeři (Griffiths et al., 2004). Vztah mezi agonistickým chováním a familiaritou lze pozorovat i v akvakulturách. Ukazuje se to např. ve studii chování sumce velkého *Silurus glanis* (Linnaeus, 1785). Jedinci mezi sebou navzájem soupeří o úkryty, přičemž se zvyšuje míra stresu, pokud se ryby navzájem neznají. Po jejich opakovaném kontaktu se může agonistické chování zmírnit. A bylo dokázáno, že si ryby úkryt vybírají na základě familiarity (Slavík et al., 2012).

Familiarita u sociálních druhů ryb stabilizuje hierarchii. Pokud je skupina tvořená navzájem známými rybami, její hierarchie je stálější. Takovéto skupiny zkonsumují více potravy, a tedy více rostou, což vede ke zvýšení celkového fitnessu jedinců v dané skupině (Höjesjö, 1998). Vliv familiarity na hierarchii byl pozorován také mimo jiné u čížka lesního *Carduelis spinus* (Linnaeus, 1758). Pokud se začlení do nefamiliárního hejna, je donucen zaujmout subordinátní pozici, čímž se pravděpodobně sníží jeho fitness (Ward et Hart, 2003).

U některých hejnových ryb má familiarita vliv na pospolitost vytvořeného hejna. U jelečka velkohlavého *Pimephales promelas* (Rafinesque, 1820) bylo zjištěno, že hejna tvořená známými jedinci jsou soudržnější a vykazují více antipredačního chování než skupiny tvořené nefamiliárními zvířaty (Sievers et Magurran, 2011).

Profit z kooperace využívají i larvy některých druhů hmyzu. Malé larvy mají v blízkosti větších larev menší pravděpodobnost predace. Během výzkumu na larvách třásněnky západní *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) a predátora *Iphiseius degenerans* (Berlese, 1889) bylo zjištěno, že procento přežití malých larev je vyšší ve familiárních skupinách příbuzných jedinců. Aby byla tato strategie úspěšná, musí se jednat o smíšenou skupinu malých a velkých příbuzných larev, které vyrůstaly společně. Pokud larvy nejsou příbuzné, anebo se navzájem neznají, strategie je neúspěšná (de Bruijn et al., 2014).

Tvoření familiárních skupin má benefity i v oblasti předávání informací. Mezi zvířaty se informace šíří mnohem efektivněji pokud jí předává známá ryba (Ward et Hart, 2003). Familiarita má vliv i na výběr sexuálního partnera. Ukázalo se, že samci živorodky duhové *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) výrazně upřednostňují nefamiliární samice, což umožňuje lepší využití energie vložené do reprodukce (Ward et Hart, 2003). Při výzkumu vlivu familiarity na reprodukci sýkory koňadry *Parus major* (Linnaeus, 1758) se ukázalo, že čím více mají samice známé „sousedy“, tím větší byla jejich hnízda a samci i samice s familiárnějšími sousedy mají větší pravděpodobnost na úspěšný odchov potomků (Grabowska-Zhang et al., 2012).

3.3 Souhrn literární části

Dostupné prameny ukazují, že albinismus je pleiotropické onemocnění, ovlivňující pacienta v mnoha směrech. Jeho fyziologická podstata je dobře prozkoumána, jednotlivé formy jsou vázány na vady rozličných genů. Všechny druhy albinismu spojuje různě silná porucha melanogeneze zasahující oči anebo kůži. Každá z forem může být doprovázena škálou syndromů zahrnujících fyziologické i mentální poruchy. Mnoho výzkumů také bylo věnováno fyziologickým omezením vyplívajícím z albinismu a k jejich behaviorálním dopadům, které hlavně souvisí s citlivostí očí, silnější stresovou reakcí a horším mentálním vývojem. K sociologii albinismu se váže jen hrstka prací, většinou se shodují na různých stupních a druzích diskriminace albinotických jedinců.

O tématu sociální struktury skupiny lze sumarizovat, že shlukování je pro zvířata jednoznačně přínosné, jak z potravního hlediska tak jako ochrana před predátory. V každé skupině existuje hierarchické uspořádání jedinců, přičemž na jeho stabilitu má vliv familianty. Známost má dále vliv na pospolitost hejna, rychlost informačních toků, výběr úkrytů, sexuálního partnera či na míru agresivity.

4 Materiál a metody

4.1 Pokusná zvířata

K pokusu byli použiti juvenilní jedinci sumce velkého *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758). Celkem se jednalo o osmdesát ryb, z toho čtyřicet albinotických jedinců a čtyřicet normálně pigmentovaných.

Pigmentovaní jedinci byli chováni v 380 l nádržích odděleně od albinotických. Do dané pokusné skupiny byla vždy vybírána familiární zvířata ze stejné nádrže, takže spolu byla před testem v dlouhodobém kontaktu (třicet dní).

Jedinci byli též vybíráni s ohledem na velikost a to tak, aby mezi nimi nebyl významný velikostní rozdíl. Teplota vody byla udržována na konstantní teplotě 20°C, fotoperioda měla přírodní režim, a přísun potravy byl zajišťován 1x denně do plné sytosti všech jedinců. V akváriu byl sumcům poskytnut úkryt z plastových trubek o rozměrech 20 x 5 cm.

4.2 Popis experimentu

Podstatou pokusu bylo sledování vzájemné vzdálenosti ryb ve skupině v závislosti na čase. Skupiny byly tvořeny vždy čtyřmi jedinci. Ti se po zvážení umístili do malého akvária na jednu hodinu.

Fotoaparát umístěný nad akváriem vytvořil sérii fotek, přičemž testovanou skupinu fotil v intervalu dvou minut. Focení probíhalo automaticky, bez vyrušování ryb. Na těchto fotografiích se během vyhodnocení určila vzdálenost mezi jedinci.

Do pokusu bylo použito deset albinotických skupin a deset skupin s normálně zbarvenými jedinci.

Na začátku a na konci každého opakování byly také pořízeny fotografie očí testovaných subjektů, za účelem následné analýzy míry stresu.

4.3 Analýza dat

Celkem bylo k analýze vzdálenosti mezi jedinci použito 313 fotografií (kamera GoPro 4, USA). Na každé z fotografií byla určena vzájemná vzdálenost všech ryb a to na stupnici od nuly do tří. K určování složilo rozdělení plochy dna akvária na šachovnici dva krát tři, přičemž byla rozhodující pozice hlavy jedince. Vzájemná vzdálenost jedinců byla následně

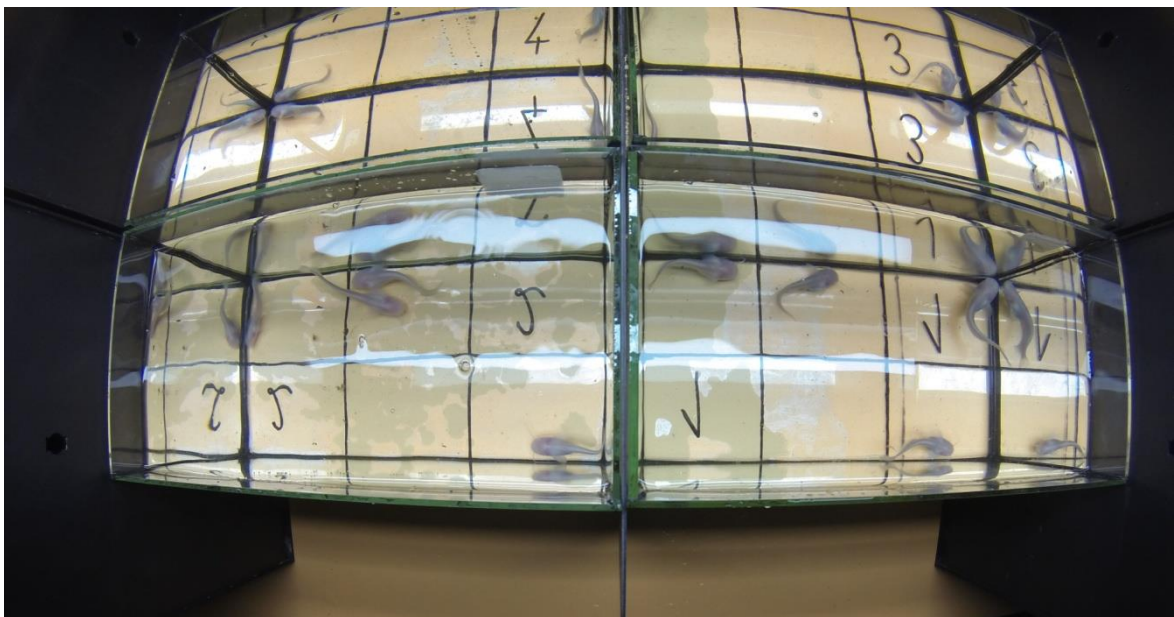
použita jako měřítko sociality, skupiny normálně zbarvených ryb sloužily převážně jako kontrola.

Druhou částí pokusu byla dokumentace míry stresu na základě analýzy fotografií očí jedinců. Tuto metodu zkoumal Volpato et al. (2003) na tilápii nilské *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Autoři zjistili, že barva oka je spolehlivým indikátorem aktuálního sociálního postavení jedince. Deset minut po začátku pozorování měly dominantní ryby potmělou necelou čtvrtinu oka, zatímco subordinátní jedinci přes osmdesát procent. Dále Suter a Huntingford (2002) uvádí, že ztmavnutí bělma lososovitých je silnější u subordinátních jedinců, kteří byly vystaveni většímu počtu útoků než u podřízených ryb ze skupin s nižší agresí (Volpato et al., 2003).

Analýza fotografií očí testovaných jedinců bude zpracována v následné diplomové práci.

4.4 Statistická analýza

Statistická analýza byla realizována pomocí programu SAS (StatisticalAnalyses Systém, verze 9.4). Vzhledem k charakteru dat (vzdálenost jedinců nabývala hodnot 0 – 3), byla použita procedura GLIMMIX s Poissonovým rozdělením. Tato procedura umožňuje modelovat závislou proměnnou s Poissonovým rozdělením se započítáním náhodných faktorů.



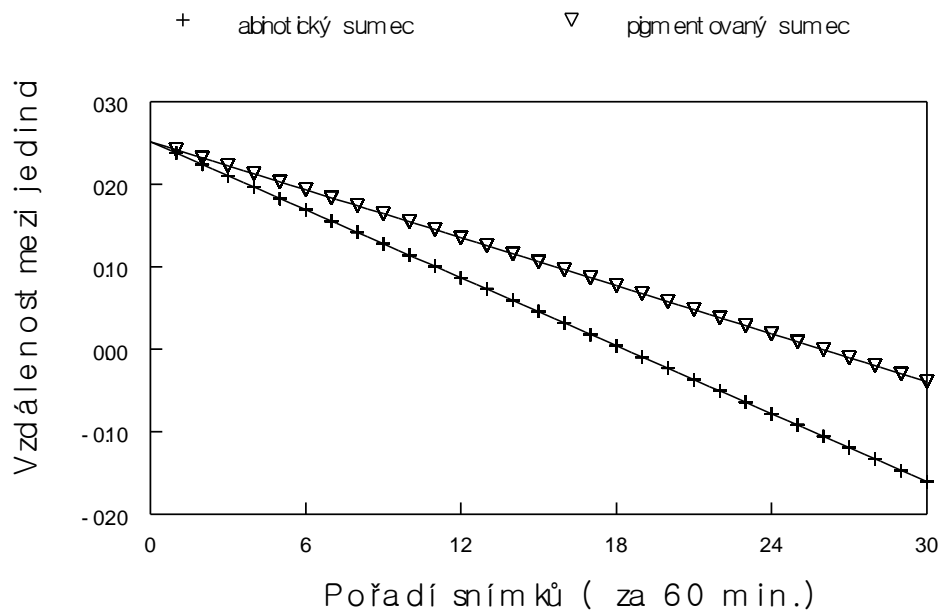
Obrázek 1: Průběh pokusu

5 Výsledky

Jak bylo výše zmíněno, pro analýzu bylo použito celkem osmdesát jedinců, z toho čtyřicet albinotických a čtyřicet pigmentovaných. Celkem bylo provedeno dvacet pozorování.

Cílem pozorování bylo zjištění možného rozdílu v sociálním chování albinotických a normálně pigmentovaných sumců. Byl testován předpoklad, že tento rozdíl bude průkazný formováním struktury obou barevných skupin. Jako analyzovaná proměnná byla zvolena vzájemná vzdálenost mezi jedinci v dané skupině určité barvy. Na obrázku č. 2 je znázorněno, že albinotičtí sumci mezi sebou udržovali prokazatelně kratší vzdálenosti ($F_{2,3579}=24.97$, $P<0.0001$). V průběhu času (dle pořadí po sobě jdoucích snímků pořízených v rámci jedné hodiny) se vzdálenost zkracovala u obou barevných forem, avšak tento trend byl zřetelně průkaznější u albinotických jedinců.

Na základě získaných výsledků lze tedy konstatovat, že albinotičtí sumci mezi sebou udržovali kratší vzdálenost než sumci pigmentovaní, přičemž se vzdálenosti albinotických sumců v čase zkracovaly výrazněji nežli u normálně zbarvených jedinců.



Obrázek 2: výsledky experimentu

6 Diskuze

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že albinotičtí sumci mezi sebou udržovali kratší vzdálenosti než normálně pigmentovaní a tento trend byl zesilován v čase. Můžeme se tedy domnívat, že albinotičtí sumci vykazují více sociální chování než normálně pigmentovaní jedinci.

Sociální interakce mezi zvířaty jsou málokdy náhodné (Brown et al., 2011b). V přírodě má velký vliv na sociální chování familiarita. Teritoriální ryby vykazují nižší agresivitu vůči familiárním jedincům a mnohá zvířata mají tendenci se sdružovat do těsných skupin právě na základě familiarity. Sdružování jako takové umožňuje jednotlivci šetřit energií a lépe střídat pozornost mezi sledováním možných predátorů a potravou. Ryby sdružené do skupin rychleji reagují na predátory a zkonzumují více potravy. Takže toto chování dává jednoznačně výhodu v podobě zvýšení aktuálního fitnessu (Griffith et al., 2004). Informační tok a pospolitost hejna jsou ještě umocněny, pokud je skupina tvořena familiárními jedinci. Lepší pospolitost familiární skupiny souvisí také se stabilnější hierarchií takovýchto hejn. Ryby upřednostňují familiární hejna do té míry, že pokud mají na výběr mezi větším nefamiliárním a menším známým hejnem, preferují menší ale za to známou skupinu. Tato preference vymizí až v případě, že velikost neznámého hejna je oproti familiárnímu téměř dvojnásobná (Brown et al., 2011a). Ve spojitosti s našimi výsledky se dá usuzovat, že větší socialita albinotických jedinců může sloužit jako kompenzace nevýhody, kterou jim tato porucha snižuje fitness. Výsledky by pravděpodobně byly méně zřetelné, pokud by byli použiti nefamiliární jedinci. Opakované interakce totiž usnadňují vytváření kooperativních skupin, takže ryby se spíše sdružují s familiárními jedinci než s neznámými (Höjesjö, 1998). Tento fakt také vysvětluje, proč se během experimentu zkracovaly vzdálenosti mezi jedinci v závislosti na čase.

Výhody hejnového chování jsou účinnější díky sklonu tvořit skupinu s jedinci podobného vzhledu, což umocňuje např. konfuzeční efekt. Ryby se tedy shlukují s co nejpodobnějšími jedinci, přičemž samozřejmě preferují i identickou barvu (McRobert et Bradner, 1998). Výzkum Rogerse et al. (2010) provedený na duhovce jižní *Melanotaenia australis* (Castelnau, 1875) ukázal, že ryby mohou aktivně rozlišovat jedince stejného zbarvení. Jedinec odlišné barvy, tvaru nebo velikosti snadněji v hejnu upoutá pozornost případného predátora (Landeau et Terborgh 1986). Výrazně světlé zbarvení albinů z nich v přirozeném smíšeném hejnu dělá snadný terč, jejich větší tendence ke vzájemnému sdružování by tedy opět dobře sloužila ke snížení jejich handicapu.

Albinismus má pleiotropický efekt s řadou projevů. Větší socialitu albínů bychom měli posuzovat i s ostatními fyziologickými a etologickými aspekty této poruchy.

Mezi hlavní fyziologická omezení způsobená albinismem patří poruchy zraku jako nižší ostrost vidění, světlé zbarvení duhovky, šilhavost, astigmatismus, problémy s hloubkou vidění či degradace obrazu dopadajícího na sítnici. Často je tím porušeno celkové vnímání pohybů a ostrosti obrazu. Tyto zrakové vady mohou být také jednou z příčin udržování menších vzdáleností mezi albinotickými sumci, kteří mohou mít vnímání vzájemné vzdálenosti značně zkreslené.

U albínů se setkáváme s nižší agresivitou a vyšší náchylností ke stresu. Přičemž jejich větší tendence ke shlukování může být částečně způsobena i tímto. Vyšší náchylnost na stres má za důsledek snahu se vyhýbat stresovým situacím, což by v tomto případě mohl být pobyt mimo hejno.

Jak ukázal pokus provedený Himmlerem et al. (2014) nejsou rozdíly jen v chování divokých a domestikovaných zvířat, ale také mezi jednotlivými domestikovanými kmeny. Pozoroval hru tří kmenů laboratorních potkanů a následně je porovnával s hrou nedomestikovaných jedinců. Všechny kmeny byly více hravé než jejich nedomestikovaný protějšek, avšak ve hře jako takové byly mezi kmeny signifikantní rozdíly. Ukázalo se, že základní struktura hry (např. bránění zranitelných míst) zůstala vždy zachována, měnila se např. míra motivace ke hře či byla snížena vzájemné vzdálenosti jedinců. V souvislosti s naším pokusem se tedy musí při vyhodnocování vzít v úvahu původ testovaných subjektů. Za použití divokých zvířat nebo jiného kmene sumce velkého by se výsledky mohly lišit. Na což poukazuje i Himmlerovo zjištění, že laboratorní kmeny potkanů udržovali kratší vzájemné vzdálenosti.

Dalším aspektem, který hraje roli při zvažování výsledků je metodika experimentu jako takového. Při použití dvou kamer na čtyři akvária došlo k částečnému zkreslení obrazu, které by se mohlo omezit pomocí dvojnásobného počtu kamer. Data by byla podrobnější při využití hustější vyhodnocovací sítě na dně akvária namísto použitých šesti čtverců. Avšak takovéto vyhodnocení by bylo komplikovanější a mnohem subjektivnější díky zmenšenému poměru velikosti jedinců ke čtvercům šachovnice.

7 Závěr

Zkoumaný předpoklad silnější sociality albinotických jedinců se během provedeného experimentu podařilo potvrdit. Přičemž u všech testovaných skupin se s časem zvyšovala tendence shlukování, avšak u albinotických skupin výrazně silněji. Do pokusu bylo zapojené takové množství jedinců, že lze jeho výsledky považovat za průkazné.

Výsledky se dají dobře dát do logických souvislostí s dříve zjištěnými fakty, jako jsou jejich fyziologická omezení, nižší agresivita a větší snaha vyhýbat se stresu u albínů, hejnové tendence sumců, snaha albinotických jedinců trávit co nejméně času na volném prostranství etc.

8 Seznam literatury

Abeelen van, J.H.F., & Kroes, W.H. (1967). Albinism and mouse behaviour. *Genetica*, 38 (1). 419-429.

Baker, Ch. 2012. Chromatic Ambivalence: Colouring the Albino. In: Horrocks, C. (ed.). *Cultures of Colour: Visual, Material, Textual*. Berghahn Books. USA. p. 143-152. ISBN: 978-0857454645

Begum, F., Nakatani, I., Tamotsu, S., Goto, T. 2010. Reproductive characteristics of the albino morph of the crayfish, *procambarus clarkii* (Girard, 1852) (decapoda, cambaridae). *Crustaceana*. 83 (2). 169-178

Bouchard, B. 1993. Proteins Regulating Melanogenesis – Molecular-genetics of Cutaneous Albinism. *M S-Medicine Sciences*. 9 (4). 425-430

Carden, A. M., Boissy, R. E., Schoettker, P. J., Good, W. V. 1998. Albinism: modern molecular diagnosis. *British Journal of Ophthalmology*. 82 (2). 189-195

De Bruijn, P. J. A., Sabelis, M W., Egas, M. 2014. Effects of kinship or familiarity? Small thrips larvae experience lower predation risk only in groups of mixed-size siblings. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 68 (6). 1029-1035

DeFries, J.C. 1969. Pleiotropic effects of albinism on open field behaviour in mice. *Nature* 221, 65-66

Griffiths, S. W., Brockmark, S., Höjesjö, J., Johnsson, J. I. 2004. Coping with divided attention: the advantage of familiarity. *Proceeding of The Royal Society*. 217 (1540). 695-699

Griffiths, S. W., Ward, A. 2011. Social Recognition of Conspecifics. In: 2nd edn. Brown, C., Laland, K., Krause, J. (eds.). *Fish Cognition and Behavior*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, p. 217-234, ISBN: 978-1-4443-3221-6

Grabowska-Zhang, A. M., Wilkin, T. A., Sheldon, B. C. 2012. Effects of neighbor familiarity on reproductive success in the great tit (*Parus major*). *Behavioral Ecology*. 23 (2). 322-333

Gross, L. A. Molecular Link between Albinism and Visual Deficits. *PLoS Biol* [online]. Zář 2008. 6 (9). [cit. 2014-04-20]. Dostupné z <<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0060248>>

Himmler, S. M., Modlinska, K., Stryjek, R., Himmler, B. T., Pisula, W., Pellis, S. M. 2014. Domestication and Diversification: A Comparative Analysis of the Play Fighting of the Brown Norway, Sprague-Dawley, and Wistar Laboratory Strains of (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*. 128 (3). 318-327

Höjesjö, J., Johnsson, J. I., Petersson, E., Järvi. 1998. The importance of being familiar: individual recognition and social behavior in sea trout (*Salmo trutta*). *Behavioral Ecology*. 9 (5). 445-451

Hong, E. S., Zeeb, H., Repacholi, M. H. Albinism in Africa as a public health issue. *BMC Dermatology* [online]. Srpen 2006. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z <<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/6/212>>

Ioannou, C. C., Couzin, I. D., James, R., Croft, D. P., Krause, J. 2011. Social Organisation and Information Transfer in Schooling Fish. In: 2nd edn. Brown, C., Laland, K., Krause, J. (eds.). *Fish Cognition and Behavior*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, p. 217-234, ISBN: 978-1-4443-3221-6

Immelmann, K., Beer, C. 1989. *A Dictionary of Ethology*. Harvard University Press. USA. p. 352. ISBN: 978-0674205062

Javangwe, G., Mukondyo, R. Z. 2011. A comparicon of the interactive play behaviours between childern with albinism and their siblings and childern without albinism nad their non-albino siblings. *Early Child Development and Care*. 182 (12). 1593-1610.

Landeau L., Terborgh J. 1986. Oddity and 'confusion effect' in predation. *Animal Behaviour* 34, 1372-1380.

Lehner, P. L. 1998. *Handbook of Ethological Methods*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 694. ISBN: 9780521637503

Mabula, J. B., Chalya, P. L., Mchembe, M. D., Jak, H., Giiti, G., Rambau, P., Masalu, N., Kamugisha, E., Robert, S., Gilyoma, J. M. 2012. Skin cancers among albinos at university teaching hospital in Northwestern Tanzania: a retrospective review of 64 cases. *BMC Dermatology* [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z <<http://www.biomedcentral.com/1471-5945/12/5>>

McRobert, S. P., Bradner, J. 1998. The influence of body coloration on shoaling preferences in fish. *Animal Behaviour*. 56. 611-615

Møller, A. P., Bonisoli-Alquati, A., Mousseau, T. A. 2013. High frequency of albinism and tumours in free-living birds around Chernobyl. *Mutation research-genetic toxicology and environmental mutagenesis*. 757 (1). 52-59

Morleo, M., Franco, B. Microphthalmia with Linear Skin Defects Syndrome. *GeneReviews* [online]. Červen 2009. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7041/>>

Nyhan, W., Barshop, B. A., Ozand, P. T. 2005. *Atlas of Metabolic Diseases* 2nd ed. Crc Press. p. 739. ISBN: 0340809701

Owen, K., Thiessen, D. D., Lindzey, G. 1970. Acrophobic and Photophobic Responses Associated With the Albino Locus in Mice. *Behavior Genetic*. 1 (3-4). 249-255

Pacala, S. W., Gordon, D. M., Godfray, H. C. J. 1996. Effects of social group size on information transfer and task allocation. *Evolutionary Ecology*. 10 (2). 127-165

- Reynolds, C. R., Fletcher-Janzen, E.** 2007. *Encyclopedia of Special Education: v. 1: A Reference for the Education of Children, Adolescents, and Adults with Disabilities and Other Exceptional Individuals*. John Wiley & Sons. p. 816. ISBN: 978-0471677987
- Robins, A. H.** 2005. *Biological Perspectives on Human Pigmentation*. Cambridge University Press. p. 268. ISBN: 0-521-36514-7
- Rodak, B. F., Fritsma, G. A., Doig, K.** 2007. *Hematology: Clinical Principles and Applications*. Saunders. p. 832. ISBN: 978-1416030065
- Rodgers, G. M., Kelley, J. L., Morrell, L. J.** 2010. Colour change and assortment in the western rainbowfish. *Animal Behaviour*. 79 (5). 1025-1030
- Ruxton, G. D., Jackson, A. L., Tosh, C. R.** 2007. Confusion of predators does not rely on specialist coordinated behavior. *Behavioral Ecology*. 18 (3). 590-596
- Sachm, B. D.** 1996. Penile Erection in Response to Remote Cues From Females: Albino Rats Severely Impaired Relative to Pigmented Strains. *Psychology a Behavior*. 60 (3). 803-808
- Sievers, C., Magurran, A. E.** 2011. Context dependent acquisition of familiarity recognition in Trinidadian quppies. *Behaviour*. 148 (7). 843-855
- Simmons, B. J., Falto-Aizpurua, L. A., Griffith, R. D., Nouri, K.** 2015. The Portrayal of Albinism in pop Culture: A 360° Change From Previous Ideology. *JAMA Dermatology*. 151 (3). p. 258
- Slavík, O., Maciak, M., Horký, P.** 2012. Shelter use of familiar and unfamiliar groups of juvenile European catfish *Silurus glanis*. *Applied Animal Behaviour Science*. 142 (1-2). 116-123
- Stryjek, R., Modlinska, K., Turlejski, K., Pisula, W.** Circadian Rhythm of Outside-Nest Activity in Wild (WWCPS), Albino and Pigmented Laboratory Rats. *PLoS ONE*. [online]. Červen 2013. 8 (6). [cit. 2015-03-25]. Dostupné z <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0066055>>

Uieda, W. 2001. Behavior of an albino vampire bat, *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae), in captivity. *Revta bras. Zool.* 18 (2). 641-644

Veselovský, Z. 2008. *Etologie – Biologie chování zvířat.* Academia. 408 s. ISBN: 9788020016218

Volpato, G. L., Luchiari, A. C., Duarte, C. R. A., Barreto, R. E., Ramanzini, G. C. 2003. Eye color as an indicator of social rank in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 36 (12). 1659-1993

Ward, J. W., Hart, P. J. 2003. The effects of kin and familiarity on interactions between fish. *Fish and Fisheries.* 4 (4). 348-358