

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Behaviorální důsledky albinismu**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Nicole Cvrčková**

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

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Behaviorální důsledky albinismu" 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. Ondřeji Slavíkovi Ph.D. za velmi profesionální odborné vedení a zároveň mimořádnou podporu, trpělivost a pomoc se získáním nových zkušeností v průběhu mé první bakalářské práce. Současně děkuji také Ing. Marii Wackermannové a Ing. Pavlu Horkému Ph.D. za jejich projevenou vstřícnost, trpělivost a odbornou pomoc s praktickým pokusem.

# Behaviorální důsledky albinismu

## Souhrn

Z rešerše literárních údajů vyplývá, že lze nalézt nejen množství důkazů, že albinotičtí jedinci jsou omezeni ve svých životních funkcích (fyziologické důsledky albinismu), ale také ve svém chování. Je zřejmé, že albinotičtí jedinci se např. více vyhýbají přímému slunečnímu světlu, hůře vidí a jsou více stresováni prostředím (např. při manipulaci s nimi) než je možné pozorovat u normálně zbarvených jedinců. Na fyziologické důsledky albinismu pak volně navazují behaviorální odlišnosti. Albíni vykazují odlišnosti ve struktuře spánku (např. častěji spí ve dne a mimo obvyklá nocoviště), nepřesně vnímají prostor a pohyb v něm, vyhýbají se výškám a vykazují i omezení reprodukčních schopností (nižší míra vzrušivosti, případně neschopnost kopulace) než normálně pigmentovaní jedinci. Ve své práci jsem se proto také zaměřila na odlišnost chování albínů a normálně zbarvených jedinců u ryb. Ryby jsou často postiženy albinismem, avšak albíni jsou také běžně chováni pro okrasné účely v akvakulturách. Potencionálně tak vznikají konflikty mezi chováním albínů a normálně pigmentovaných ryb, které mohou snižovat kvalitu života ryb v nádržích a následně snižovat i jejich produkci. Zaměřila jsem se na chování sumců *Silurus glanis* (L.), které se nazývá „úkrytové“, tedy na využívání úkrytů. Studovala jsem rozdíl mezi schopností albinotických a normálně pigmentovaných sumců úkryty obsadit a dále ochotou sumců později tyto úkryty opouštět. Podle dostupných předchozích informací jsem předpokládala, že albinotičtí jedinci budou projevovat vyšší snahu úkryty obsadit (albíni se obecně více vyhýbají přímému světlu) a také je budou méně ochotně opouštět. Tuto hypotézu jsem testovala v experimentální části chovných zařízení ČZU na celkem 80 jedincích (40 albínů a 40 normálně pigmentovaných sumcích) při 10 opakováních.

**Klíčová slova:** albinismus, ryby, sumec velký, chování, úkryt,

# Behavioural consequences of albinism

## Summary

According to literature search we can find a lot of evidence about albinos being restricted in their vital functions (physiological consequences of being an albino) and also in their behavior. It's evident that albinos tends to avoid direct sunlight, their eyesight is worse and they tend to get more stressed by the environment (for example during manipulation with them) than we can observe on normally colored animals. Behavioral differences are loosely linked to physiological consequences. Albinos sleep structure is different. (for example they usually sleep by day and out of their usual place to sleep), they inaccurately perceive space and movement in it, avoid heights and have a restrictions on reproductive performance (lower levels of arousal, eventually a copulation inability) than normally pigmented individuals. I also focused on fishes and the differences in behavior of albinos and normally pigmented ones. Albinism is common in fish and albinos are popular with breeders for their beauty. We can observe some conflicts between albinos and normally pigmented fishes and that can lead to decreased quality of life and it can also reduce fertility. I focused on behavior of *Silurus glanis* catfish. I studied the differences in ability to occupy the shelter and willingness to leave those shelters later in both albinos and normally pigmented catfish. According to previous available informations, I supposed that albinos would tend to occupy the shelters more (as they tend to avoid sunlight) and they would be less willing to leave those shelters later. This hypothesis was tested by me in experimental lab of ČZU on 80 catfishes (40 albinos, 40 normally pigmented catfishes) repeated 5 times.

**Keywords:** albinism, behaviour, fish, *silurus glanis*, shelter

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Přehled literatury .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Definice albinismu .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Fyziogické důsledky albinismu .....</b>	<b>9</b>
3.2.1	Fyziogické důsledky u lidí.....	10
3.2.2	Fyziogické důsledky u zvířat.....	11
<b>3.3</b>	<b>Evidence albinismu.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4</b>	<b>Behaviorální důsledky albinismu.....</b>	<b>13</b>
3.4.1	Behaviorální důsledky u lidí .....	13
3.4.2	Behaviorální důsledky u zvířat .....	14
<b>4</b>	<b>Materiály a metoda.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Pokusná zvířata .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Popis experimentu .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>Statistická analýza .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>25</b>

# 1 Úvod

Albinismus není v přírodním prostředí příliš častým jevem, jedinci jsou nalézáni spíše vzácně, a proto v minulosti nebyl často studován. Výzkum byl soustředěn na lidské albinotické pacienty a pak na laboratorní hlodavce, jejichž chování je však ovlivněno domestikací (Himmler a kol., 2014). Albinismus je sice znám především jako patologické onemocnění kůže. Typickým projevem albinismu je chybějící pigment, což většinou zapříčiňuje červené zbarvení očí a bílou barvu kůže a jejích derivátů. Avšak u albinismu se projevuje tzv. pleiotropický efekt (vícečetný projev genu pro albinismus, který se projevuje fenotypově). Albíni např. vykazují sníženou ostrost vidění, mají větší strach z výšek a jsou obecně méně pohybově aktivní. Stejně tak se albinismus projevuje i v sociálním chování. Např. lidští pacienti postižení albinotismem mají problémy se zařazením se do kolektivu, při získávání zaměstnání a partnerů. Navíc jsou v místních náboženstvích stigmatizováni, protože albinismus je označován jako trest za nevhodné činy předků (Hong a kol., 2006). Podobně se zdá, že i albinotická zvířata jsou omezena ve svém sociálním chování, protože albinismus byl dáván do souvislosti s nízkou pozicí v sociální hierarchii a submisivitou (Uieda, 2001).

Studium albinismu prokazatelně přináší zajímavé informace o změnách v chování a vlastnostech jedinců, kteří se odlišují od většiny populace. Pozorování albínů odděleně i ve skupině běžně zbarvených jedinců ukazuje, že albinismus není doposud podrobně prostudován.

## 2 Cíl práce

Albinismus je onemocnění způsobené dysfunkcí produkce pigmentu. Kromě fyziologické podstaty kdy organismy vykazují řadu omezení, jako např. krátkozrakost, nepřesné vnímání ostrosti hloubky a pohybu, nízká rezistence vůči infekcím, zvířata vykazují odlišné prvky chování. Jsou například více plachá, vyhýbají se světlu nebo jsou méně úspěšná v rozmnožovacím procesu. Nicméně u většiny skupin organismů je vliv albinismu na chování zcela neznámý. Cílem bakalářské práce bylo vypracovat rešerši dostupných údajů o behaviorálních důsledcích albinismu a stanovit hypotézu, která ověří vliv albinismu na chování ryb. Konkrétním cílem práce bylo studium rozdílů mezi chováním albinotických a normálně pigmentovaných sumců velkých *Silurus glanis* (L., 1758). Zaměřila jsem se na chování, které se nazývá „úkrytové“. Studovala jsem rozdíl mezi schopností sumců úkryty obsadit a dále ochotou sumců později tyto úkryty opouštět. Podle dostupných předchozích informací jsem předpokládala, že albinotičtí jedinci budou mít vyšší snahu úkryty obsadit (albíni se obecně více vyhýbají přímému světlu) a také je budou méně ochotně opouštět.



## 3 Přehled literatury

### 3.1 Definice albinismu

Albinismus je vrozený nedostatek, porucha biosyntézy, transportu a distribuce pigmentu melaninu v kůži, vlasech, duhovce oka, jinými slovy druh depigmentace. Nejčastěji vzniká na podkladě autozomálně recesivní dědičnosti (Carden a kol., 1998), dále narušením přirozeného prostředí (Ellegren a kol., 1997, Bolker a Hill, 2000) a jako adaptace na prostředí bez světla (Protas a kol., 2006). Postižený jedinec, tedy albín, má bělavě růžovou kůži, růžové oči a také vlasy a chlupy jsou bez pigmentu. Mezi další příznaky patří snížená zraková ostrost, trhavé pohyby očí, strabismus (šilhavost), absence binokulárního vidění. Mnohá domácí a laboratorní zvířata jsou albíni (Vokurka a kol., 2011).

### 3.2 Fyziogické důsledky albinismu

Albinismus je porucha metabolismu podmíněná defektem enzymu tyrozinázy. Tento enzym hydroxyluje tyrosin na DOPA (Carden a kol., 1998). Tyrozin je hlavním enzymem v syntéze melaninu, běžně mutovaný v albinismu. L – DOPA hraje důležitou roli při regulaci vývoje sítnice. Výslední jedinci jsou fenotypově albíni (Lavado, 2006).

*Okulární albinismus* (OCA) je albinismus omezený na duhovku a sítnici oka, projevující se sníženou zrakovou ostroší a fotofobií. Dědičnost je u mírnějších forem autozomálně recesivní, u plně vyjádřených forem jde nejčastěji o dědičnost vázanou na chromozom X. Kůže a vlasy jsou tyrosin pozitivní, obvykle velmi světlé, oči mají výrazně bledou modrou nebo zelenou barvu. Autozomálně dominantně dědičné formy jsou navíc doprovázeny hluchotou a lentigem (tmavé skvrny na kůži) (Vokurka a kol., 2011).

Rozeznáváme dva typy okulárního albinismu, OCA1 – tyranosa negativní a OCA2 – tyranosa pozitivní. U OCA1 je malá nebo žádná produkce melaninu, u OCA2, který je častější, je určitý stupeň činnosti tyronasy, čímž se vytvoří červenožlutý pigment. Proto albinotičtí lidé z Afriky mají písečně zbarvené vlasy a světle hnědé duhovky (Esther a kol., 2006).

*Parciální albinismus* je poměrně vzácná forma albinismu s autozomálně dominantní dědičností vyskytující se lokálně na různě rozsáhlých úsecích kůže a okřscích vlasů. Oči postiženy nejsou (Vokurka a kol., 2011).

Albinismus obecně nazývaný *okulokutánní* je generalizovaná forma albinismu, která se vyskytuje ve dvou hlavních variantách. Tyrosin negativní typ I je na podkladě deficiencie enzymu tyrosinázy. Dědičnost je autozomálně recesivní chromozom 11p. Jde o nejčastější formu s klasickými projevy na kůži, vlasech a očích. Tyrosin pozitivní typ II je pravděpodobně na podkladě poruchy distribuce melaninu v důsledku mutace nebo delece chromozomu 15p, kterému je připisována tato funkce. Jde o druhou nejčastější formu generalizovaného albinismu. Zvláštní variantou je *tyrosin pozitivní* albinismus v asociaci s absencí denzních tělísek trombocytů a akumulací ceroidů v tkáních, zvaný Hermansky-Pudlak syndrom. Mezi závažné následné komplikace patří slepota a vysoká incidence karcinomů kůže (Vokurka a kol., 2011).

### **3.2.1 Fyziologické důsledky u lidí**

Důsledky albinismu pro lidské pacienty jsou poměrně závažné a onemocnění pacienty doprovází celý život. Albinotičtí lidé mají především problémy s ostrotí zraku, která nelze odstranit brýlemi a mnoho albinotických lidí je úplně slepých. U albinotických lidí se také vyskytuje takzvaný Hermansky – Pudlak syndrom (HPS), to je albinismus se sklonem ke krvácení a onemocnění plic a někdy zahrnuje i onemocnění střev a ledvin (<http://www.albinism.org/publications/social.html>).

Dětství je pro albinotické lidi velmi stresující a riskantní. Děti postižené albinismem se musejí skrývat před přímými slunečními paprsky, protože jim hrozí rakovina kůže. Pacienti se tedy musí také více chránit oděvem. Například Lund a Taylor (2008) dokládají, že navzdory používání opalovacích krémů a klobouků, docházelo při přímém kontaktu se sluncem ke vzniku kožní rakoviny.

Dále nízká ostrot vidění a krátkozrakost se u dětí projevuje častým mrkáním a mhouřením očí. Proto si postižené děti přidržují své věci příliš blízko u obličeje (<http://www.albinism.org/publications/social.html>).

### 3.2.2 Fyziologické důsledky u zvířat

Obdobně jako v lidské populaci jsou zaznamenávány nálezy albinotických zvířat ve volné přírodě. Také albinotická zvířata vykazují řadu omezení, která je znevýhodňují oproti normálně pigmentovaným jedincům. Například albinotické krysy mají špatnou zrakovou ostrost ve srovnání s normálně pigmentovanými jedinci (Buhusi a kol., 2005). V Japonsku byl nalezen albinotický krab *Chionoecetes japonicus*, který měl bílý krunýř a nohy postrádaly červené barvivo (Muraoka a Honma, 1993). Podobně byl nalezen krab *Portonius tuberculatus*, který měl nedostatek tmavě zelených a světle modrých pigmentů (Ariyama, 1997). Genetickou analýzou bylo potvrzeno, že tato vlastnost je homozygotně recesivní. To znamená, že se projevuje při reprodukci rodičů, kteří jsou nositeli shodné genetické mutace. Dále byl v Japonsku uloven albinotický rak *Procambarus klarkii* (Nakatani, 1999). Byl proveden pokus oddělit jeho albinotický fenotyp křížením s normálně pigmentovanou samicí. První generace (F1) žádné albinotické potomky neobsahovala. V o rok starší F2 generaci již byli zastoupeni pigmentovaní i albinotičtí jedinci (Nakatani, 1999). Produktivita albinotických raků *Procambarus klarkii* je menší než produkce divokého typu. Když se albinotická samice páří s více samci, stoupá u ní efektivita plodnosti (Begum a kol., 2010). U albinotických netopýrů byla zjištěna úplná absence melaninu. Proto měli světlou barvu, bílou srst a rudé oči (Herried a Davis, 1960). Fyziologická omezení mohou rovněž ovlivňovat i reprodukční úspěch. U samců různých chovných kmenů potkanů byla sledována spontánní erekce s estrálními samicemi, se kterými však neměli možnost fyzického kontaktu, ale pouze vizuální a pachový kontakt. Cílem pokusu bylo zjistit, zda tyto nekontaktní erekce (NCE) mají vztah k albinismu nebo představují druhově typické odezvy. U normálně pigmentovaných potkanů byl zjištěn vysoký podíl projevů NCE, zatímco u albínů se NCE vyskytovaly jen zřídka. Albinismus tak může přispívat k deficitu NCE a negativně ovlivňovat reprodukční schopnosti postižených jedinců (Sachs, 1996).

Rezistence albinotických mlžů *Biomphalaria glabrata* byla studována s ohledem na jejich náchylnost k infekci *Schistoma mansoni* (Allegretti a kol., 2009). Byla sledována úmrtnost po odstranění cercárií (parazitické stadium) během tří měsíců. Výsledky naznačily, že albinotičtí jedinci byly k parazitům méně citliví než tmavě zbarvení jedinci.

U hermafroditních mlžů *Biomphalaria tenagophila* byla sledována míra rezistence vůči parazitům (Freitas a kol., 1997). Testované skupiny byly složeny z homozygotních pigmentovaných a albinotických jedinců. Schopnost přežití kolísala ve skupině albínů mezi

10 a 70%, zatímco u normálně pigmentovaných jedinců byla vždy vyšší než 70%. Albinotičtí jedinci vykazovali podobné rozmnožovací chování jako normálně pigmentovaní jedinci, ovšem s nižším reprodukčním úspěchem. Ve všech testovaných případech byla reprodukce pigmentovaných jedinců s albinotickými úspěšná.

### 3.3 Evidence albinismu

Tabulka 1:

<b>Nálezy albinotických jedinců</b>		
<b>Název živočicha</b>	<i>Poznámka</i>	<b>Citace</b>
Měkkýš <i>Biomphalaria glabrata</i>	studium parazitických vztahů	(Allegretti a kol., 2009)
Loděnka <i>Nautilus pompilius</i>	mořské prostředí	(Mapes a kol., 2012)
Saranče <i>Locusta moratoria migratorioides</i>	ostrov	(Hoste a kol., 2003)
Blešivec <i>Gammarus minus</i>	v jeskyni	(Carlini a kol., 2013)
Rak <i>Procambarus klarkii</i>	Japonsko	(Nakatani, 1999)
Mihule <i>Epatretus stoutii</i>	pobřeží USA	(Jensen, 1959)
Sumec <i>Silurus glanis</i>	Loire River	(Dingerkus a kol., 1991)
Sumec <i>Bagre marinus</i>	moře	(Wakida-Kusunoki a kol., 2013)
Mexická tetra <i>Astyanax mexicanus</i>	v jeskyni	(Protas a kol., 2006)
Platýzi	akvakultura	(Bolker a Hill 2000)
Kormorán <i>Phalacrocorax capensis</i>	U moře	(Cook a kol., 2012)
Netopýři	V Brazílii 64 jedinců u 38 druhů	(Uieda, 2000)
Hraboš <i>Myodes glareolus-leucismus</i>	Norsko, divoká příroda	(Steen a Sonerud, 2012)
Kočka domácí	laboratorní prostředí	(Levental a kol., 1985)

Albinismus je onemocnění, které je evidováno ve většině prostředí a na většině kontinentů včetně lidské populace. V Evropské Unii a USA připadá na každých 100000 obyvatel 5 jedinců s albinismem (<http://www.albinism.org>). Ačkoliv se má práce nezabývá četností albinismu, uvádím zde několik příkladů (Tab. 1). Jako zvláštnost lze uvést albinismus rostlin, konkrétně jihoamerického bambusu *Phyllostachys bambusoides*, který je patrný pouze

u semen a ne na tělech rostlin (Smith, 1977). Mutace semen se tak přenáší na následné generace a snižuje produktivitu bambusu, protože albinotická semena nevyklíčí. Jak uvádí Tabulka 1, albinotické jedince lze nalézt, kromě zmiňovaných rostlin, u mořských i suchozemských bezobratlých a mořských, sladkovodních i suchozemských obratlovců. U ryb je albinismus poměrně častý. Byl nalezen například albín sumce *Silurus glanis* v řece Loire ve Francii (Dingerkus a kol., 1991). Podobně jsou evidováni albinotičtí rejnoci (Ball a kol., 2013). V moři u Filipín byla nalezena i albinotická loděnka *Nautilus pompilius* (Mapes a Landman, 2012). Loděnky v mořích přežívají již od prvohor a je možné, že albinotismus je jedním z nejstarších evidovaných postižení u zvířat. Jedněmi z často citovaných zástupců obratlovců s výskytem albinismu jsou netopýři. U netopýřů je albinismus relativně častým jevem, přestože albinismem bývá postižen pouze zlomek procenta jedinců. Např. Uieda (2000) našel v Jižní Americe 64 albinotických jedinců u 34 druhů netopýřů.

### **3.4 Behaviorální důsledky albinismu**

Jak mnohé výzkumy naznačují (viz kapitoly 1.2.1 a 1.2.2), albinotičtí jedinci jsou postiženi mnoha fyziologickými omezeními, které je často odlišují v normálním životě od zbytku populace. Není proto překvapivý předpoklad, že tato omezení se projeví i v chování lidí i zvířat.

#### **3.4.1 Behaviorální důsledky u lidí**

Vzhledem k častému výskytu albinismu v lidské populaci, jsou známé i behaviorální důsledky tohoto onemocnění. Albinotičtí lidé jsou často ve velkém stresu kvůli své odlišnosti od ostatních (<http://www.albinism.org>). Albinotičtí lidé v Africe někdy trpí ztrátou buněk tvořících kožní pigment. Od zbytku lidské populace se proto znatelně odlišují, což zhoršuje jejich kvalitu života. Když byla zkoumána četnost jejich úzkosti a depresí, bylo zjištěno, že především u starších pacientů se úzkosti a deprese vyskytovaly s vyšší četností. Ženy vykazovaly vyšší míru úzkosti (ale ne depresí) ve srovnání s muži (Ajose a kol., 2014). Albinotičtí pacienti jsou v některých zemích omezováni v možnosti studovat, svobodně volit, v zaměstnání a v uzavírání sňatků. Důvodem není jen samotná odlišnost barvy, ale také

regionální náboženství, které albinismus považuje za trest bohů pro nemravně žijící předky (Hong a kol., 2006). Albinotické děti jsou také více stresovány než normálně pigmentované, vykazují nižší schopnost bavit se interaktivními hrami a hůře se začleňují do kolektivu (Javangwe a Mukondyo, 2012).

### 3.4.2 Behaviorální důsledky u zvířat

Analýza účinků jednotlivých genů na chování může přinést informace o genetické výbavě jedinců, ale i o postaveních účinků genů samých. Je ovšem důležité prověřit, zda jsou účinky pleiotropní.

Rebousac a Schmidek (1997) studovali rozdíl chování mezi albinotickými, hnědě zbarvenými a černě zbarvenými krysami. Byla sledována aktivita v otevřeném prostoru, výkon (vzdálenost, na kterou se pohybovaly za jednotku času), hromadění potravy a požívání hmyzu. Albinotické krysy byly v otevřeném prostoru průměrně aktivní. Nejaktivnější byly hnědé a nejméně aktivní černé krysy. Stejně tak dopadlo i porovnání jejich výkonu. Naopak v hromadění potravy byly nejúspěšnější albinotické krysy a teprve potom krysy s hnědou kapucí. Nejmenší úspěšnosti v hromadění potravy dosáhly krysy s černou kapucí. Při zkoumání predace hmyzu byly nejúspěšnější krysy s černou kapucí, po nich albinotické krysy a nejhůře dopadli krysy s hnědou kapucí (Rebousac a Schmidek, 1997).

Tabulka 2:

<b>sledovaná vlastnost</b>	<b>albinotická krysa</b>	<b>hnědá krysa</b>	<b>černá krysa</b>
<b>míra aktivity</b>	průměrná	nejvyšší	nejnižší
<b>hromadění potravy</b>	nejvyšší	průměrná	nejnižší
<b>predace hmyzu</b>	průměrná	nejnižší	nejvyšší

Zajímavé je studium albinotické křesy druhu Lewis a pigmentované křesy druhu Brown Norway v experimentu, sledujícím spaní během světla a tmy. Jak albinotické krysy tak pigmentované spaly více během světla a více se budily během tmy. Nicméně albinotické krysy spaly více během tmy ve fázi tzv. hlubokého spánku REM (rapid eye movement – rychlé pohyby očí; Benca a kol., 1998).

Celkově je známo, že krysy jsou noční savci. Část jejich aktivit, jako konzumace jídla, rozmnožování, porody a podobně, se odehrává během noci, s největší pravděpodobností kvůli predátorům. Stryjek a kol. (2013) zjišťovali, zda lze nalézt rozdíl mezi pigmentovanými a albinotickými krysami v behaviorálních projevech. Krysy zavřeli společně do standardních chovných klecí a bez omezení jim byla podávána potrava. Při tomto experimentu byla denní doba simulována svícením po dobu 13 hodin, zatímco noc tak trvala 11 hodin. Rozsvěcelo se v 8 ráno. Jak pigmentované tak albinotické krysy byly aktivnější v noci. Pigmentované krysy byly přes den více aktivní než albinotické. Albinotické krysy v noci častěji vylézaly z úkrytu a za soumraku byly aktivnější.

Wilkinson (1985) uvádí, že po dobu 28 měsíců pozorování dvou hnědých a jedné albinotické samice netopýrů zjistil, že u dvou normálně pigmentovaných samic došlo k zabřeznutí, zatímco u albinotické ne. Z práce vyplývá, že reprodukce mezi albinotickými a normálně zbarvenými jedinci může být omezená. Jedním z důvodů může být samotná barva albinů. Nejsou ale vyloučeny ani fyziologické faktory, například neschopnost vzrušení jednoho z partnerů, která byla popsána u myši (Sachs 1996). Tyto výsledky však mají přesah z behaviorální oblasti do oblasti sociální.

Naopak Dubkin (1952) pozoroval kopulaci u albinotické samice a normálně zbarveného netopýra u druhu *Myotis lucifugus* ve volné přírodě. Z této práce tedy vyplývá, že albinotičtí netopýři naopak nemusí být od ostatních jedinců diskriminováni.

Uieda (2001) popisuje chování albinotické samice držené společně s normálně pigmentovanými jedinci v zajetí. Albinotická samice zde vykazovala znaky sociálního vyloučení. Samci normálně zbarvených netopýrů samici z pohledu reprodukce ignorovali. Navíc samice přijímala potravu vždy jako poslední. Bylo zde tedy patrné, že tato albinotická samice zaujímal nejnižší stupeň na sociálním žebříčku ve skupině. Podobně jako v předchozím případě mají tyto výsledky přesah z behaviorální tematiky do oblasti sociální.

Hoste a kol., (2003) studovali chování sarančete *Locusta migratoria*. Autoři zjistili, že neurotip His<sup>7</sup> – corozin způsobuje ve skupinách černé zbarvení nebo hnědé s černým zbarvením. Naopak u albinotických jedinců tento neurotip chybí a proto se u nich nevyskytuje typické skupinové zbarvení. Mezi normálně pigmentovanými a albinotickými jedinci nebyl v chování nalezen žádný rozdíl. Nicméně autoři diskutovali možnost snížené vizuální schopnosti albinotických sarančat. Podobně Lechner a Ladisch (2010) nenašli žádný rozdíl mezi albinotickými a normálně pigmentovanými sumci *Silurus glanis* ve schopnosti přijímat zvukové signály.

Velmi často bylo studováno chování albinotických myší ve vztahu ke strachu z výšek (akrofobie) a vyhýbání se přímému osvětlení. Bylo zjištěno, že albinotické myši se vyhýbají výškám více než normálně pigmentovaný typ. Ačkoliv albíni se vyhýbali přímému osvětlení, pod krátkovlnným světlem rozdíl od normálně pigmentovaných jedinců nebyl patrný (Abeelen van, a Kroes, 1967, Owen a kol., 1970).

Fuller (1967) zjistil další rozdíly mezi chováním albinotických a normálně pigmentovaných myší. Albinotické myši utíkají pomaleji z vody v testovacím prostředí, dále byly méně aktivní v otevřeném prostoru a nedokázaly řešit testovací úkoly na stejné úrovni kvality jako normálně pigmentované myši. U chování v kleci, rozmnožování a v přežívání v laboratorních podmínkách nebyl nalezen žádný rozdíl. Vše nasvědčuje tomu, že albinotické myši vykazovaly vyšší míru strachu při provádění testů.

Myši z kmene BALB/c jsou široce používány pro výzkum chování albínů, které mohou objasnit vztah mezi jejich chováním a činností mozku (Lassalle a kol., 1994). Srovnání albinotických a normálně pigmentovaných jedinců ukázalo, že pigmentované myši byly méně aktivní a vykazovaly horší orientaci v bludišti než albinotické myši. Z toho vyplývá, že neschopnost BALB myší pro prostorové učení nesouvisí s jejich vizuálními schopnostmi. Jinými slovy, albinismus se projevuje na mnoha úrovních funkce organismu a omezení jedinců nemusí mít tradiční projev (pro albíny je typické zhoršené vidění), ale může se projevovat neschopností se učit.

Studie Refinettiho (2007) sledovala chování u několika druhů myší a syrských křečků včetně albinotických jedinců. V testované skupině byly 3 denní a 4 noční druhy. Druhové rozdíly se očekávaně projevíly v chování během tmy a noci. Z několika testovaných parametrů byla odlišnost pro albinotické jedince prokázána pro hromadění potravních zásob, kdy albinotičtí jedinci dělali větší zásoby. Tato velmi zajímavá behaviorální adaptace je v souladu s obecnou představou, že albinotičtí jedinci se více vyhýbají dennímu světlu. Doba pro shánění potravy u nich tedy může být výrazně kratší (pouze v noci) než u normálně pigmentovaných jedinců.

Další příklad odlišného chování byl popsán u tetry mexické *Astyanax mexicanus*, obývající rozsáhlé jeskynní komplexy bez přístupu světla, ale i povrchové vrstvy těchto komplexů (Protas a kol., 2006). Povrchové vrstvy obývají tetry s normální schopností vidět, zatímco jeskynní komplexy tetry slepé. Slepé albinotické tetry žijící v jeskyních jsou agresivnější než normálně zbarvené žijící na povrchu. (Rozdíl v agresivitě tato práce však pouze zmiňuje a zaměřuje se na genetickou expresi genů pro albinismus).



## 4 Materiály a metoda

### 4.1 Pokusná zvířata

Prováděla jsem pokus na sumci velkém *Silurus glanis* (L.), který je největší sladkovodní rybou v Evropě, oblíbený ve sportovním rybářství a je velmi důležitý v biologické rovnováze společenstev ryb (Copp a kol., 2009). Srovnávala jsem chování standardně pigmentovaných a albinotických sumců.



Foto 1. Experimentální jedinec sumce velkého

### 4.2 Popis experimentu

Podstatou tohoto experimentu bylo zjistit, zda albinotičtí jedinci preferují úkryty více, než lze sledovat u běžně pigmentovaných jedinců. Pokus jsem prováděla v demonstračních a pokusných stájích České zemědělské univerzity v Praze. Sumci byli chováni ve dvou akváriích o obsahu 380 litrů v počtu 40 kusů. Sumci pocházeli z líhně Hluboká a.s.. Byli tedy narození i odchováni v zajetí a pobyt v akváriích je neomezoval v prosperitě a chování, na které byli zvyklí. Průměrná délka sumců byla 10 cm a hmotnost 4 gramy. Albinotičtí i běžně

pigmentovaní jedinci byli chováni odděleně. Sumci byli jednou za 24 hodin krmeni a v akváriu byla také vyměněna jedna třetina objemu vody. Akvárium bylo vybaveno filtrem a vzduchovacím zařízením. V chovných nádržích byly instalovány úkryty, vytvořené z umělohmotných vodárenských trubek. Každý úkryt byl 5 cm široký a 20 cm dlouhý. Tyto úkryty byly pro behaviorální studie již použity v minulosti (Slavík a kol., 2012). Úkrytů v každé chovné nádrži bylo 20 kusů, což odpovídalo počtu 2 kusy na úkryt. Sumci však některé úkryty využívali i několika jedinci současně, zatímco jiné úkryty zůstávaly prázdné.

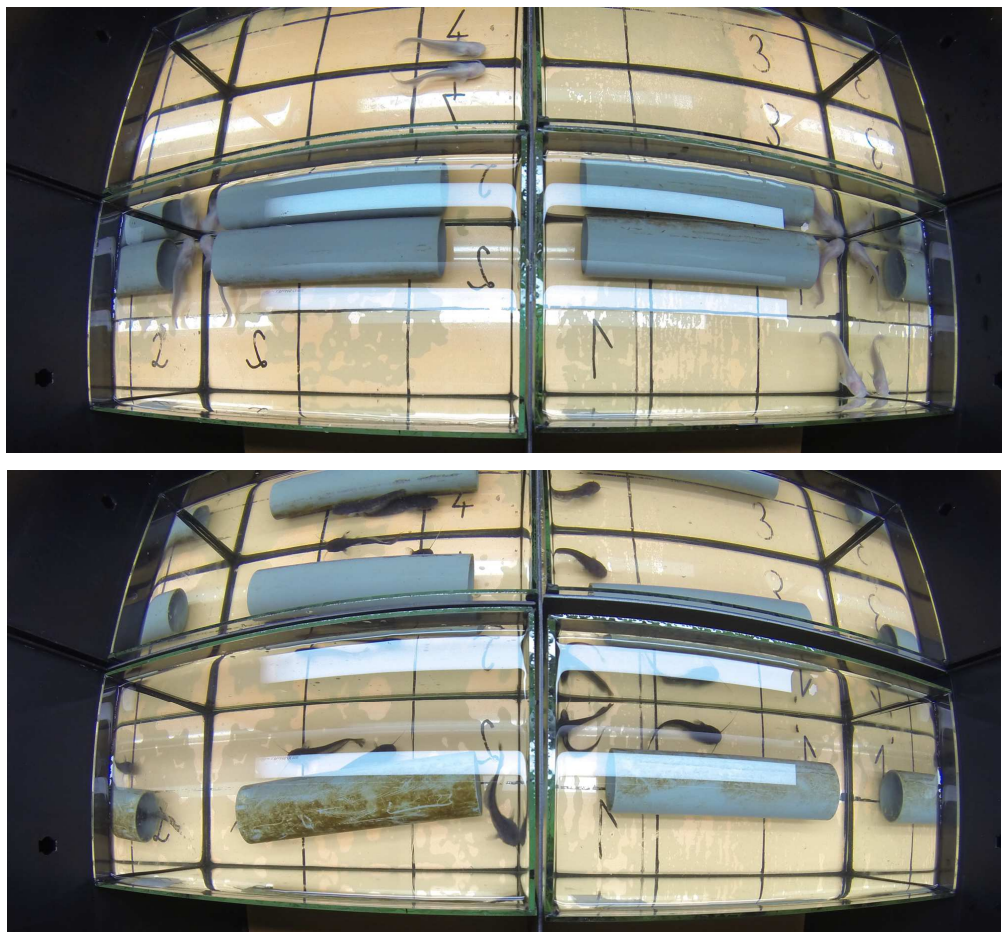


Foto 2. Experimentální akvária s albinotickými a pigmentovanými sumci

Vlastní pokus se sestával z jednoduchého postupu, při kterém byli sumci přeneseni do experimentální nádrže (5l). Během časového intervalu 60 minut bylo sledováno jejich chování. V každém akváriu byl pro pozorované sumce vymezen prostor s možností úkrytu a typ úkrytů se shodoval s naučeným typem z chovného akvária.

Do každého akvária jsem umístila vždy 4 kusy sumce stejné barvy. Sumce jsem před pokusem vážila (min – max g). V průběhu pokusu jsem sledovala a zaznamenávala, kolik sumců je na každém snímku mimo úkryt a kolik v úkrytu. Záznam byl proveden pomocí

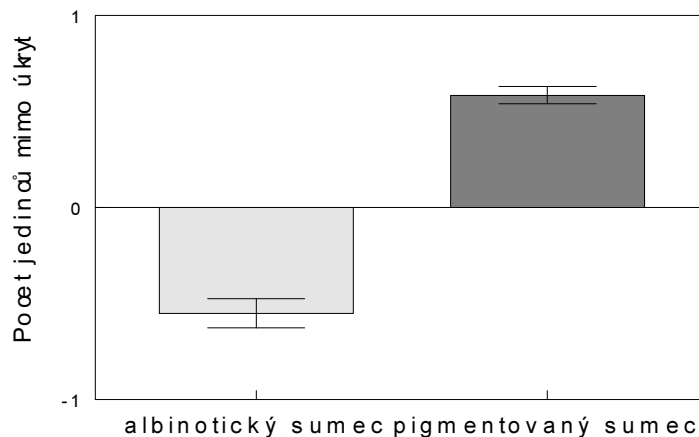
kamery GoPro, ve které bylo nastaveno snímkování ve frekvenci 1 snímek za 2 min. Jedna kamera snímala situaci ve dvou akváriích zároveň. Celkově tak byly pro 4 experimentální akvária použity 2 kamery. Celkem bylo provedeno 5 pozorování ve čtyřech akváriích současně, tedy 10 opakování pro albinotické a 10 pro standardně zbarvené jedince.

### **4.3 Statistická analýza**

Statistická analýza byla realizována pomocí programu SAS (Statistical Analyses System, verze 9.4). Vzhledem k charakteru dat (počet jedinců mimo úkryt nabýval hodnot 1 - 4), byla použita procedura GLIMMIX s Poissonovým rozdělením. Tato procedura umožňuje modelovat závislou proměnnou s Poissonovým rozdělením se započítáním náhodných faktorů.

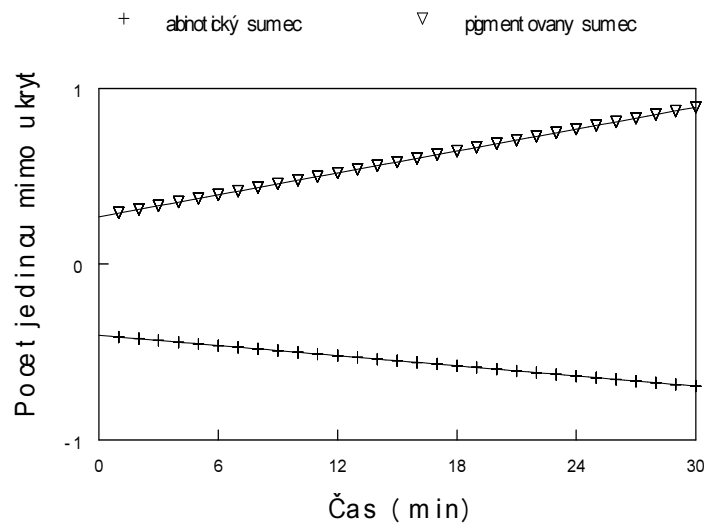
## 5 Výsledky

Pro analýzu bylo použito 80 sumců, z toho 40 albinotických a 40 běžně pigmentovaných. Celkem bylo u sumců zaznamenáno 723 projevů chování, které bylo předmětem hodnocení. Cílem analýzy bylo zjištění případného rozdílu v chování albinotických a běžně pigmentovaných sumců. Byl ověřován předpoklad, že rozdíl chování ve využívání úkrytů oběma barevnými skupinami bude průkazný. Jako analyzovaná proměnná byl zvolen počet ryb mimo úkryt. Jak je znázorněno na Obr. 1, albinotičtí sumci (světlý sloupec) jednoznačně více preferují úkryty (se vzrůstající kladnou hodnotou na ose Y sumci méně využívali úkryty;  $F_{1,580}=14.39$ ,  $P<0.0002$ , Adj. P.  $<0.0001$ ).



Obr. 1 Preference pobytu mimo úkryt u albinotických a pigmentovaných sumců

Další otázkou bylo, jak albinotičtí a běžně pigmentovaní sumci využívají úkryty během časového vývoje. Obr. 2 ukazuje, že albinotičtí sumci využívali úkryty s postupem času s vyšší intenzitou, zatímco normálně pigmentovaní sumci s nižší intenzitou ; ( $F_{2,580}=8.52$ ,  $P<0.0002$ ). Na ose X je znázorněn čas, jak byly pořizovány snímky jednotlivých testů (30 snímků během 60 minut), na ose Y je znázorněno využívání úkrytů. Opět platí (stejně jako pro Obr. 1), že s klesající hodnotou na ose Y sumci úkryty využívají více a se vzrůstající hodnotou méně.



Obr. 2 Využití úkrytu v čase u albinotických a pigmentovaných sumců

Lze tedy konstatovat, že hypotéza předpokládající vyšší preferenci úkrytů u albinotických sumců byla potvrzena. Navíc tendence zůstat v úkrytech u albínů v čase vzrůstala.

## 6 Diskuse

Albinotičtí jedinci v experimentu prokazatelně více využívali úkryty než běžně pigmentovaní jedinci a tento rozdíl v chování se zvětšoval v čase. Lze se tedy oprávněně domnívat, že albinotičtí sumci se více než běžně pigmentovaní sumci zdržovali v úkrytech proto, aby se vyhnuli světlu. To podporuje hypotézy a zkoumání o rozdílném chování jiných albinotických druhů. Výsledky jsou např. v souladu s nálezy Stryjek a kol., (2013), ve kterých autoři popisují, že albinotické krysy jsou méně aktivní za světla a více za tmy. Podobně Fuller (1967) zjistil, že albinotické myši jsou obecně méně aktivní (více se zdržují v úkrytech). Reffinetti (2007) prokázal, že albinotičtí křečci se také více vyhýbají světlu. Je pro ně tudíž mnohem těžší sehnat potravu, neboť ji na rozdíl od normálně pigmentovaných jedinců shánějí pouze v noci. Lze si i povšimnout nepřímé vazby mezi výskytem slepých albinotický mexických teter v jeskynních systémech, zatímco v povrchových vodách se vyskytují normálně pigmentované tetry se standardně vyvinutou zrakovou schopností (Protas a kol., 2006). Z toho vyplývá, že mezi autory lze nalézt shodu v názoru, že albinotičtí jedinci jsou omezeni ve svém chování, v tomto případě v pohybové aktivitě. Fotofobie albinotických jedinců se projevuje nižší denní aktivitou a tedy úměrně tomu i delším časovým intervalem stráveným v úkrytech. Zajímavý je i rozdíl v chování samotných sumců s odlišnou barvou. Ačkoliv je sumec obecně považován za nočního dravce (Carol a kol., 2007), s přírodního prostředí jsou popsána pozorování výrazné denní pohybové aktivity (Slavík a kol., 2007; Cucherousset a kol., 2012). Výsledky mého experimentu dokládají, že normálně pigmentovaní sumci nejen využívali úkryty méně než albinotičtí jedinci, ale dokonce se jejich výskyt v úkrytech během pokusu zkracoval. Sumci se tedy během pokusu seznámili prostředím experimentálního akvária a s úkryty, které po odeznění stresu opouštěli. Naopak albinotičtí sumci se po seznámení s novým prostředím více zdržovali v úkrytech než na začátku experimentu. Lze se tedy domnívat, že i denní pohybová aktivita sumců pozorovaná v přírodním prostředí byla pro pigmentované sumce potvrzena i experimentálně v laboratorních podmínkách. Vzhledem ke skutečnosti, že albinotičtí jedinci se vyhýbají světlu více než pigmentovaní jedinci, je zřejmé, že na zajištění dostatečného množství potravy mají k dispozici méně času. Zajímavou informací by jistě bylo, jak se odlišuje i délkový a hmotnostní růst obou barevných forem v přírodním prostředí.

Faktory, které se na odlišném chování albinotických sumců mohou podílet je jejich případná krátkozrakost a horší vnímání pohybu a ostrosti. Z těchto omezení pak může

vyplývat i nižší konkurenceschopnost albinotických jedinců v dobrých světelných podmínkách, a to v rámci svého druhu i mezidruhově. Je však otázka, zda zrovna tyto uváděné faktory se na behaviorálních omezeních sumců mohou podílet. Je např. známo, že sumec se při lovu orientuje čichem, hmatem a především sledováním zvukových a hydraulických stop prchající kořisti, které vnímá weberovým aparátem a senzory v postranní čáře (Pohlmann a kol., 2001). Např. byl i sledován i sluch albinotických sumců, který však žádná omezení neprokázal (Ladisich a Lechner, 2010).

Další příčinou odlišného chování albinotických jedinců může být skutečnost, že úkryty a noční aktivita jim poskytují více ochrany před potencionálními predátory. Např. Ellegren a kol., (1997) uvádějí, že jedním z hlavních faktorů regulujících početnost albínů v přírodním prostředí je snadná detekce predátory. U albinotických sumců jsem během experimentu pozorovala velmi málo agresivních interakcí a naopak se zdálo, že ochotně využívají společné úkryty.

## 7 Závěr

Závěrem mohu shrnout, že výzkum albinotických jedinců má své opodstatnění nejen jako studium přírodní odchylky, ale také vzhledem dosud podceněné léčbě a péči pro lidské pacienty (Estrada-Hernandez a Harper, 2007). Stejně jako v dalších případech humánní medicíny, znalost chování zvířecích modelů umožňuje účinnou aplikaci léčby pro lidské pacienty. Albinotičtí jedinci se obecně více vyhýbají světlu a jsou proto aktivnější během noci. Důsledky jejich odlišného chování za denních a nočních podmínek se následně promítají do nižší úspěšnosti při reprodukci, získávání potravy nebo pozice v sociální hierarchii. V mém experimentu, který pro mne osobně byl velmi zajímavý, se potvrdil předpoklad o vyšší fotofobii albinotických jedinců ve srovnání s jejich normálně pigmentovanými protějšky.



## 8 Seznam použité literatury

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

**Ajose, F. O. A., Parker, R. A., Merrall, E. L. C., Adewuya, A. O., Zachariah, M. P.** 2014. Quantification and comparison of psychiatric distress in African patients with albinism and vitiligo: a 5-year prospective study. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venerology*, 28(7), 925-932.

**Allegretti, S. M., Carvalho, J. F., Magalhaes, L. A., Zanotti-Magalhaes, E. M.** 2009. Behaviour of albino and melanic variant of *Biomphalaria glabrata* Say, 1818 (Mollusca: Planorbidae) following infection by *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1), 217-222.

**Ariyama, H.** 1997. Albino of the swimming crab *Portunus (Portunus) trituberculatus* caught in Osaka bay. *Cancer*, 6, 9-10.

**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.

**Benca, R. M., Gilliland, M. A., Obermeyer, W. H.** 1998. Effects of lifting conditions on sleep and wakefulness in albino Lewis and pigmented Brown Norway rats. *Sleep*, 21(5), 451-460.

**Ball, R. E., Jones, C. S., Lynghammar, A., Noble, L. R., Griffiths, A. M.** 2013. The first confirmed case of full albinism in rajid species. *Journal of Fish Biology*, 82, 1433-1440.

**Bolker J. A., Hill, C. R.** 2000. Pigmentation development I hatchery – rezed flatfishes. *Journal of Fish Biology*, 56, 1029-1052. (doi:10.1111/j.1095-8649.2000.tb022121.x).

**Buhusi, C. V., Perera, D., Meck, W. H.** 2005. Memory for timing visual and auditory signals in albino and pigmented rats. *Journal of Experimental Psychology – Animal behavior processes*, 31(1), 18-30. (doi:10.1037/0097-7403.31.1.18).

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

**Carol, J., Zamora, L., Garcia-Berthou, E.** 2007. Preliminary telemetry data on the movement patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro Spain. *Ecology Of Freshwater Fish*, 16, 450-456.

**Copp, G. H., Britton, J. R., Cucherousset, J., Garcia-Berthou, E., Kirk, R., Peeler, E., Stakenas, S.** 2009. Voracious invader of benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish And Fisheries*, 10, 252-282.

- Cucherousset J., Bouletreau, S., Azemar, F. Compin, A., Guillaume, M., Santoul, F.** 2012. Freshwater killer whales: beaching behavior of an alien fish to hunt lund birds. *Plos One*, 12(7), 1-6.
- Dingerkus, G., Seret, B., Guilbert, E.** 1991. The first albino wels, *Silurus glanis Linnaeus*, 1758, from France, with a review of albinism in catfishes (Teleostei: Siluriformes). *Cybium*, 15(3), 185-188.
- Dubkin, L.** 1952. *The white lady*. London, McMillan, 136p.
- Ellegren, H., Lindgren, G., Primmer, C. R., Møller, A. P.,** 1997. Fitness loss and germline mutations in barn swallows breeding in Chernobyl. *Nature*, 389(9), 593.
- Esther, S. H., Zeeb, H.** 2006. Albinism in Africa as a public health issue. *BMC Public Health*, 6, 212. (doi:10.1186/1471-2458-6-212).
- Estrada-Hernández, N. & Harper, D.C.** 2007. Research on psychological and personal aspects of albinism. *Rehabilitation Psychology*, 52, 263–271.
- Freitas, J. S., Paula, D. P., Cariello, M. O.** 1997. The influence of self-fertilization performance and copulation behaviour in reproduction by cross-fertilization in *Gross of Biomphalaria tenagophila* (Mollusca, Planorbidae). *The Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92(6), 739-743.
- Fuller, J. L.** 1967, Effects of the albino gene upon behaviour of mice. *Animal Behaviour*, 15(4), 467-470.
- Herried, C. F., Davis, R. B.** 1960. Frequency and placement of white fur on free-tailed bats. *Journal of Mammalogy* , 41(1), 117-119.
- Himmler, S.M., Modlińska, 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*, 14, 0735-7036. (doi:10.1037/a0036104)
- Hong E.S., Zeeb, H., Repacholi, M.H.** 2006. Albinism in Africa as a public health issue. *BMC Public Health* 6, 212. (doi:10.1186/1471-2458-6-212).
- Hoste, B., Simpson, S. J., Loof, A., Breuer, M.** 2003. Behavioural differences in *Locusta migratoria* associated with albinism and their relation to (His<sup>7</sup>)-corazonin. *Physiological l Entomology*, 28, 32-38.

- Javangwe, G., Mukondyo R. Z.** 2012. A comparison of the interactive play behaviours between children with albinism and their siblings and children without albinism and their non-albino siblings. *Early Child. Dev. Care.* 182, 1593–1610.
- Lassalle, J. M., Halley, H., Roulet, P.** 1994. Analysis of behavioral and hippocampal variation in congenic albino and pigmented BALB mice. *Behavior Genetics*, 24(2), 161-169.
- Lavado, A., Jefery, G., Tovar, V., de la Villa, P., Montoliu, L.** 2006. Ectopic expression of tyrosine hydroxylase in the pigmented epithelium rescues the retinal abnormalities and visual dysfunction common in albinos in the absence of melanin. *Journal of Neurochemistry*, 96(4) 1201-1211. (doi:10.1111/j.1471-415.2006.03657.x).
- Lechner, W., Ladich, F.** 2010. How do albino fish hear? *Journal Of Zoology*, 283, 186-192.
- Lund, P. M., Taylor, J. S.** 2008. Lack of adequate sun protection for children with oculocutaneous albinism in South Africa. *BMC Public Health*, 8, 225. (doi:10.1186/1471-2458-8-225).
- Mapes, R. H., Landman, N. H.** 2012. An albino shell of *Nautilus pompilius* (Cephalopoda: Nautilidae) from the Philippines. *Nautilus*, 126(3), 113-116.
- Muraoka, K., and H. Honma.** 1993. Albino of the tanner crab, *Chionoecetes japonicus* Rathbun collected from Hokkaido. *Cancer*, 3, 23-25.
- Nakatani, I.** 1999. An albino of the crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) and its offspring. *Journal of Crustacean Biology*, 19(2), 380-383.
- Owen, K., Thiessen, D. D., Lindzey, G.** 1970. Acrophobic and photophobic responses associated with the albino locus in mice. *Behavior Genetics* 1, 249-255.
- Pohlmann, K., Grasso, F. W. & Breithaupt, T.** 2001. Tracking wakes: the nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 13, 7371–7374.

- Protas, M. E., Hersey, C., Kochanek, D., Zhou, Y., Wilkens, H., Jeffery, W. R., Zon, L. I., Borowsky, R., Tabin, C. J.** 2006. Genetic analysis of cavefish reveals molecular convergence in the evolution of albinism. *Nature Genetics*, 38(1), 107-111.
- Rebousac, R. C. R., Schmidek, W. R.** 1997. Handling and isolation in free strains of rats affect open field, exploration, hoarding and predation. *Physiology and Behaviour*, 62(5), 1159-1164.
- Refinetti, R.** 2007. Enhanced circadian photoresponsiveness after prolonged dark adaptation in seven species of diurnal and nocturnal rodents. *Physiology and Behaviour*, 90(2-3), 431-437.
- Sachs, B. D.,** 1996. Penile erection in response to remote cues from females: albino rats severely impaired relative to pigmented strains. *Physiology and Behaviour*, 60(3), 803-808.
- 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, 116–123.
- Slavík, O., Horký, P., Bartoš, L., Kolářová, J., Randák, T.** 2007. Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radio-telemetry in the River Berounka. *Journal of Fish Biology*, 71, 104–114.
- Smith, A. P.** 1977. Albinism in relation to competition in bamboo *Phyllostachys bambusoides*. *Nature*, 266, 527–529.
- Stryjek, R., Modlinska, K., Turlejski, K., Pisula, W.** 2013. Circadian rhythm of outside-nest activity in wild (WWCPS), albino and pigmented laboratory rats. *PLoS ONE*, 8(6), e66055. (doi:10.1371/journal.pone.0066055).
- Uidea, W.** 2000. A review of complete albinism in bats with five new cases from Brazil. *Acta Chiropterologica*, 2(1), 97-105.
- Uieda, W.** (2001). Behavior of an albino vampire bat, *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomatidae), in captivity. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18, 641-644.

**Vokurka, M., Hugo, J.** 2011. Praktický slovník medicíny. MAXDORF. Praha, p. 520. ISBN:978-80-7345-262-9.

**Wilkinson, G. S.** 1985. The social organization of the common vampire bat. II. Mating system, genetic structure and relatedness. Behav. Ecol. Sociobiol., 17, 123-134.

**Elektronická citace:**

<http://www.albinism.org/publications/social.html>