

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Ovlivnění zbarvení kudlanek barvou okolí

Diplomová práce

Autor práce: Kristýna Winkelhöferová

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabc, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Ovlivnění zbarvení kudlanek barvou okolí" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D. za odborné vedení, svému dobrému příteli Martinu Korandovi za pomoc s překladem a přítelkyni a odbornici na kudlanky Karolíně Hamzové za rady, zkušenosti, chovný materiál a fotografie.

Ovlivnění zbarvení kudlanek barvou okolí

Souhrn

Diplomová práce s názvem „Ovlivnění zbarvení kudlanek barvou okolí“ měla za cíl ověřit, či vyvrátit hypotézu, která říká, že kudlanky se během svého individuálního vývoje a růstu barevně přizpůsobují barvě okolního prostředí.

V základu bylo třeba zjistit co nejvíce teoretických informací o studovaných druzích, barvoměně a komunikaci pomocí zbarvení obecně. Zkoumány byly tři druhy kudlanek – *Polyspilota griffinii* Giglio-Tos, 1911, *Sphodromantis gastrica* (Stal, 1858) a *Phyllocrania paradoxa* Burmeister, 1838. První dva jmenované jsou morfologicky podobné a vypadají jako typičtí zástupci kudlanek. Třetí kudlanka je svým vzezřením neobyčejně přizpůsobena ke splynutí se suchým listím. Její barva i tělní výrůstky a kresba jí poskytují dokonalé maskování. Zbarvení všech tří druhů se pohybuje ve škále odstínů hnědé a zelené barvy, které jim pomáhají maskovat se ve vegetaci.

Po nashromáždění dostatečného množství teoretických znalostí bylo možno začít samotný pokus. Bylo v něm zapojeno 64 kusů zvířat – 26 *Sphodromantis gastrica* (pokusná skupina 1), 28 *Phyllocrania paradoxa* (pokusná skupina 2) a 10 *Polyspilota griffinii* (pokusná skupina 3). Druhá a třetí skupina se skládala z mladých jedinců prvního a druhého instaru, první skupina pak ze starších sedmého a osmého instaru. Kudlanky byly vloženy do krabiček, které byly předem nabarveny z vnější strany na zelenou nebo hnědou barvu a upraveny tak, aby se z nich staly vhodné ubikace pro tato zvířata. Následně byly pozorovány a zaznamenány všechny změny ve zbarvení, které nastaly po dobu trvání experimentu. Ze získaných informací se pak sestavily pro přehlednost tabulky. Posledním úkolem bylo podrobit informace statistickému šetření, které nám poskytlo konečné výsledky.

Tyto výsledky nakonec v případě všech tří pozorování ukázaly, že původní hypotéza o změně zbarvení v závislosti na barvě okolí byla zamítnuta. U prvních dvou skupin byl tento fakt evidentní již při počátečním hodnocení a sestavení tabulky. Počty zvířat, která se zbarvovala v souladu s barvou chovné nádrže a těch, jež se zbarvovala opačně, byly totiž buď shodné, nebo dokonce převažovaly případy opačného zbarvení. Nebylo tedy pochyb o tom, že v tomto případě byl náš původní předpoklad mylný. U třetí skupiny byly sice výsledky na

pohled slibnější, ale protože byla příliš malá a protože i v tomto případě byly výsledky poměrně vyrovnané, statistické výpočty nakonec rozhodly i zde v neprospěch hypotézy.

Podle všeho se tedy zdá, že barva okolí pravděpodobně neovlivňuje zbarvení kudlanek a tato problematika tak i nadále zůstává otevřená.

Klíčová slova: Mantodea, přizpůsobení podkladu, barevná změna

Influence of coloration of surroundings on mantis

Summary

This thesis entitled as Influence of coloration of surroundings on mantis is intended to test the hypothesis that coloration of surroundings of mantis during its evolution and grow can change its own coloring.

Three species of mantis were tested - *Polyspilota griffinii*, *Sphodromantis gastrica* and *Phyllocrania paradoxa*. First two species are morphologically similar and look like typical representative of mantis. Third species looks different and is adapted to merge with its surroundings that are dry leaves in most cases. Coloration of all three species is from shades of green to brown and that help them to hide in vegetation.

In the experiment there were 64 mantis individuals: 26 of them belonged to *Sphodromantis Gastrica* (experimental group 1), 28 of them to *Phyllocrania Paradoxa* (experimental group 2) and finally 10 belonged to *Polyspilota Griffinii* (experimental group 3). The second and third group consisted of young individuals of the first and second instar and the first group consisted of older individuals of the seventh and eighth instar. Mantises were bred in boxes colored in green or brown. Color was from the outside of the box. All changes in the mantises coloration were recorded after a termination of the experiment. Results were organized into the tables and compared statistically.

The null hypothesis about the color change in case of different color of the surroundings was not confirmed. This fact was evident for first two experimental groups. Numbers of individuals that changed color same way as was the color of surroundings were same or fewer than those that changed color conversely. At the beginning it looked better for the third group, but statistical testing showed that null hypothesis was also not confirmed. First assumption was obviously wrong.

Despite of the fact that there could be some methodical errors and data for statistics were not so comprehensive the result seems to be clear. According to our experiment we can claim that with high probability the color of surroundings does not influence the coloring of mantis. The topic about coloring of mantis needs further research and probably other factors than coloration of surroundings have an influence.

Keywords: Mantodea, adaptation to surroundings, color changing

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce	11
3 Literární přehled.....	12
3.1 Kudlanky.....	12
3.1.1 Vzhled (morfologie)	12
3.1.2 Anatomie a fyziologie.....	17
3.1.2.1 Cévní soustava.....	17
3.1.2.2 Dýchací soustava	18
3.1.2.3 Trávicí soustava.....	19
3.1.2.4 Vylučovací soustava.....	21
3.1.2.5 Pohlavní soustava	22
3.1.2.6 Nervová soustava.....	24
3.1.2.7 Ekdyse	31
3.1.3 Způsob života.....	33
3.1.3.1 Rozšíření a biotop.....	37
3.1.4 Chov.....	38
3.1.5 Druhy použité ve vlastním experimentu	43
3.1.5.1 <i>Sphodromantis gastrica</i> (Stal, 1858).....	43
3.1.5.2 <i>Polyspilota griffinii</i> Giglio-Tos, 1911	47
3.1.5.3 <i>Phyllocrania paradoxa</i> Burmeister, 1838	49
3.2 Význam zbarvení v živočišné říši.....	53
3.2.1 Výzkum v oblasti mimeze	55
4 Metodika	59
4.1 Krabičky.....	59
4.2 Materiál.....	61
4.3 Statistické šetření	63
5 Výsledky	64

6	Diskuze	70
7	Závěr.....	73
8	Doporučení.....	74
9	Literatura.....	74
10	Seznam příloh	79
10.1	Obrázky.....	79
10.2	Tabulky	80

1 Úvod

Ovlivnění zbarvení kudlanek barvou okolí je práce, která si klade za cíl zjistit, zda se kudlanky během svého vývoje barevně ztotožňují se svým prostředím. Tento předpoklad je testován pokusem, ve kterém byly kudlanky umístěny do krabiček předem obarvených na zeleno, či na hnědo. Následně byly sledovány a zaznamenány všechny barevné změny, které u nich nastaly. Podle výsledků jsem se pokusila určit, jestli formulovaná hypotéza byla potvrzena, nebo zamítnuta.

Barvoměna je u kudlanek poměrně běžný jev. V současnosti se však stále s určitostí neví, z jakého důvodu k ní dochází. Snad se mi tedy povede svými výsledky alespoň z části přispět k objasnění této problematiky.

2 Cíl práce

Cílem je experimentální ovlivnění barvy dospělců kudlanek barvou podkladu a okolí, ve kterém jsou chovány. Testována bude hypotéza: Kudlanky se během svého individuálního vývoje a růstu barevně přizpůsobují barvě okolního prostředí.

3 Literární přehled

3.1 Kudlanky

Říše: Animalia – živočichové

Kmen: Arthropoda – členovci

Podkmen: Hexapoda – šestinozí

Třída: Insecta – hmyz

Řád: Dictyoptera (Dále obsahuje Blattodea – šváby a Isoptera – všekazi)

Podřád: Mantodea – kudlanky

Podřád kudlanky zahrnuje 18 čeledí, včetně dvou vyhynulých, dnes tedy 16. Původně jich bylo jen osm, ale dalších osm bylo nově vyčleněno z čeledi Mantidae a uznáno za samostatné (Kovařík, 2000). Dále budou jmenovány pouze dvě čeledi, do kterých spadají studované druhy.

Čeď: Mantidae

Rod: *Sphodromantis*

Rod: *Polyspilota*

Čeď: Hymenopodidae

Rod: *Phyllocrania*

Podřád Mantodea obsahuje dohromady okolo 2300 druhů kudlanek. Největší čeď je Mantidae, která zahrnuje přibližně 945 druhů ve 152 rodech (Kovařík, 2000).

Kudlanky patří do skupiny hmyzu s proměnou nedokonalou – hemimetabola.

System je převzat z www.biolib.cz

3.1.1 Vzhled (morfologie)

Kudlanky mají velmi specifický, typický vzhled, díky němuž je prakticky nelze zaměnit s žádnou jinou skupinou hmyzu. Jejich tělo je členěno na tři oddíly – hlavu (caput, cephalon), hrud' (thorax) a zadeček (abdomen). Typická kudlanka má hlavu trojúhelníkového tvaru s velkýma složenýma očima, obvykle v barvě těla.

Obrázek 1 – Typický zástupce kudlanek (samice *Polyspilota griffni*) (foto: vlastní)



Dále nese hlava pár nitkovitých, či zpeřených tykadel. Ústní otvor těchto živočichů je opatřen silnými chelicerami a jeho vnitřek je zpravidla jasně červený, čehož využívají při zastrašování. Hlava je k hrudi připojena pohyblivě. To umožňuje kudlankám otáčet hlavou a ještě tak zvýšit rozsah zorného pole. Tento znak je jeden z typických pro tuto skupinu živočichů. Thorax je protažený a je kryt hrudním štítem. Tento štít může mít různé tvary, kterými napodobuje listy, či květy. Z hrudi vyrůstají dva páry kráčivých a jeden pár lapavých (loupeživých) nohou. Lapavé nohy mají protaženou kyčel a masivní femur i tibií, které se proti sobě zavírají podobně jako klepeto. Na přiléhajících stranách jsou opatřeny různě dlouhými trny, které polapené kořisti brání v útěku (Obenberger, 1955, Loxton et Nicholls, 1979). Kromě nohou nese thorax také dva páry křídel. Svrchní jsou delší a pevnější, často mívají kresbu. Spodní jsou jemnější, obvykle jednobarevná a kratší. Kudlanky jsou tedy schopné letu, nicméně výrazně lepšími letci jsou samci, jejichž křídla jsou delší a nejsou také tak těžcí. Samice některých druhů, dokonce nelétají vůbec. Na zadečku lze pozorovat výraznou pohlavní dvojtvárnost, podle které se dá u kudlanek snadno určit pohlaví u všech druhů. Samci mají větší počet článků abdomenu než samice, aby byli schopni ho při páření stočit do vyžadované polohy.

Obrázek 2 – Pohlavní dvojtvárnost na zadečku *Phyllocrania paradoxa* (foto: vlastní)



Velikost, respektive délka kudlanek je také velmi variabilní. Nejmenší druh nedorůstá ani centimetr do délky, oproti tomu nejdelší kudlanka dosahuje až 25 cm (Kovařík, 2000).

Zbarvení má u kudlanek maskovací funkci. U většiny druhů se pohybuje v odstínech hnědé, či zelené. Pokud tedy kudlanka číhá v podrostu na kořist, je téměř neviditelná. Jsou ale druhy, které své maskování dovedly k dokonalosti. Příkladem mohou být *Phyllocrania paradoxa*, které dokonale napodobují uschlý list, či *Hymenopus coronatus* (Olivier, 1792), které připomínají květy orchidejí. Dalšími příklady mohou být i kudlanky rodu *Empusa* či *Gongylus gongylodes* (Linnaeus, 1758), které svým štíhlým tělem imitují větvičky a stébla trávy.

Obrázek 3 – *Phyllocrania paradoxa* napodobující list (foto: vlastní)



Najdou se ale i druhy kudlanek s poměrně výraznou kresbou. Ta slouží hlavně k zastrašování predátorů. Typickým příkladem jsou například rody *Creoboter* a *Pseudoreobotra*, které na křídlech nesou výrazná bílá oka, která při roztažení křídel ve výhrůžném postoji fungují, jako oka na křídlech motýlů. Vyvolávají zdání, že se protivník dívá do očí v tváři mnohem většího soupeře, než jakým kudlanka ve skutečnosti je. Jednou z nejpestřejších kudlanek je pak *Idolomantis diabolica* Saussure, 1869, která na první pohled nijak pestře nevypadá, ale roztáhne-li křídla a hlavně lapavé nohy, odhalí tak celé spektrum duhových barev (Prete, 1999)

Obrázek 4 – Nymfa *Idolomantis diabolica* – výhružný postoj (foto: Karolína Hamzová)

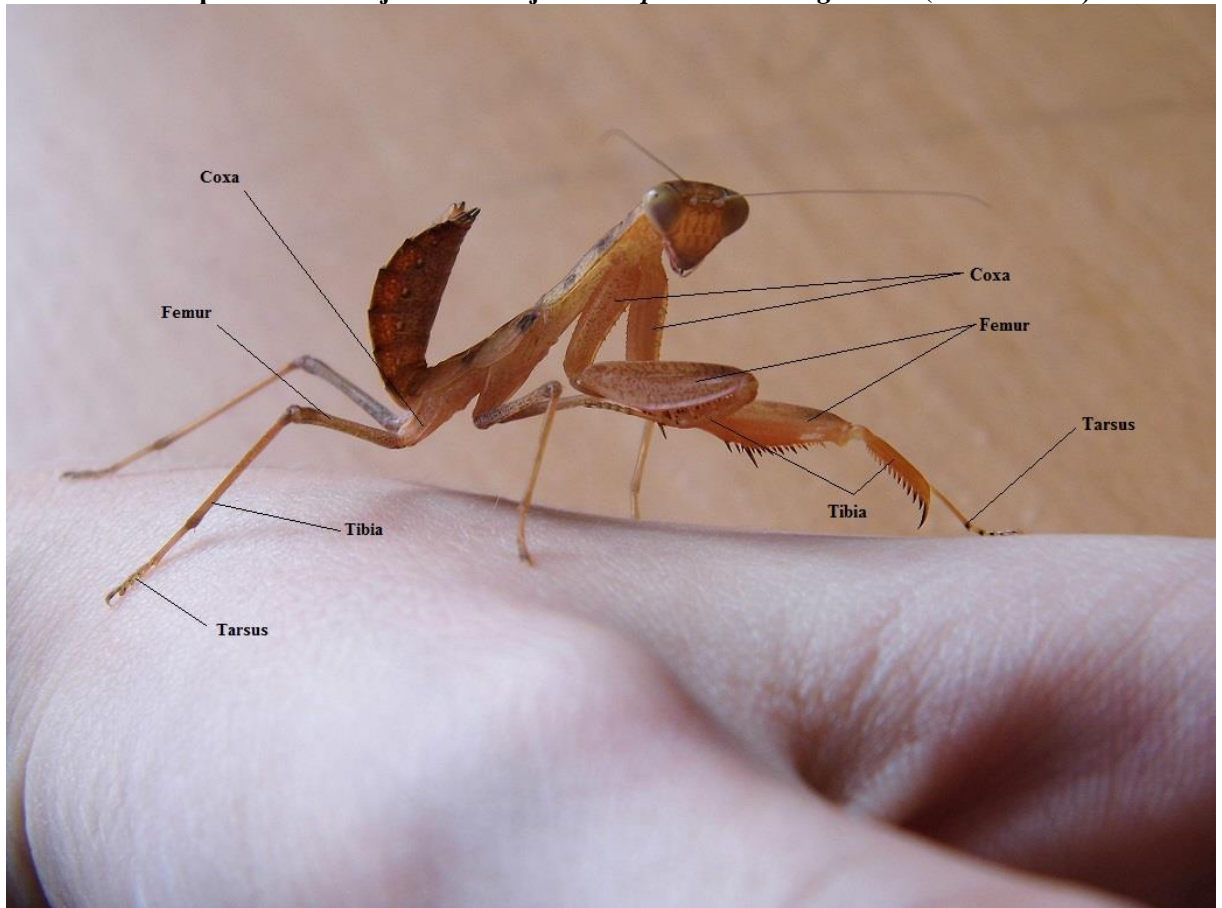


Kudlanky pocházejí již z Karbonu (Béthoux et Wieland, 2008), měli mnoho času se přizpůsobovat svému prostředí a vytvářet tak řadu různých forem. Morfologie kudlanek je tedy poměrně pestrá, což spolu se zajímavým stylem života a malou prostorovou náročností činí z tohoto podřádu stále častěji vyhledávané chovance terárií mnoha chovatelů.

3.1.2 Anatomie a fyziologie

Kudlanky patří mezi členovce. To znamená, že mají tělo složeno z původně 19 článků. Na rozdíl od jejich předchůdců, u členovců již není každý článek stejný a vybaven stejnými orgány. Tyto články se sdružují do tří oddílů, je to hlava – caput, hrud' – thorax a zadeček. Hrud' je ještě členěna na předohrud' (prothorax), středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax) a nese tři páry noh a dva páry křídel. Nohy se skládají z kyčle (coxa), příkyčlí (trochanter), stehna (femur), holeně (tibia) a chodidla (tarsus), která jsou dále rozdělena na několik článků a zakončena drápky. Zadeček je původně dvanáctičlánekový, ale počet je obvykle redukován. Redukován je také počet segmentů v orgánech, které abdomen obsahuje. Je to dáno jejich srůsty (Sedlák, 2000).

Obrázek 5 – Popis končetin u juvenilního jedince *Sphodromantis gastrica* (foto: vlastní)

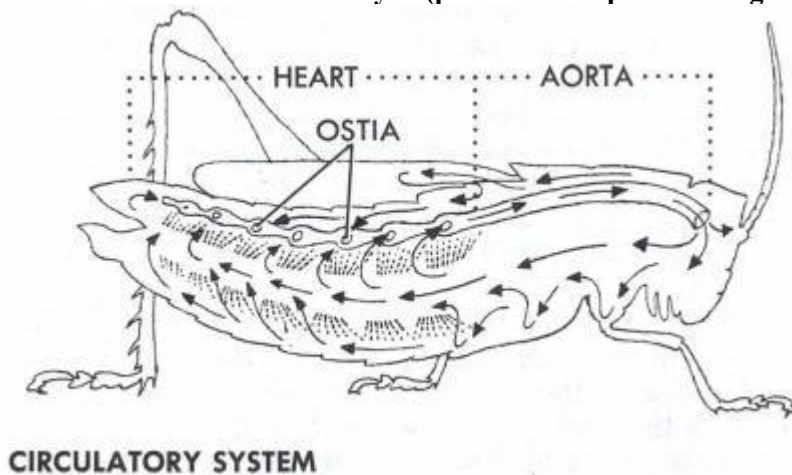


3.1.2.1 Cévní soustava

Cévní soustava kudlanek je otevřená, jako u ostatních členovců. Proudí v ní tedy hemolymfa, ve které mohou být obsaženy různé buňky, hemocyty, jejichž úkolem je především fagocytóza cizorodých částic. Součástí lymfy je také hemocyanin (u většiny hemimetabola), výjimečně hemoglobin (např. u akvatických druhů) (Burmestera et Hankelnb,

2007), které váží kyslík a umožňují tak naplnění hlavní funkce této soustavy – okysličování orgánů (Kovařík, 2000). Dominantním článkem cirkulačního systému je hřbetní céva. Prochází dorzálně po celé délce těla od hlavy, přes hrud' až po zadeček. V abdomenu přechází v trubicovité srdce. Laterálně po jeho stranách bychom našli drobné otvory zvané ostie. Těmi je pulzací, způsobenou křídlatými svaly uchycenými laterálně na stěnu srdce, nasávána volná okysličená hemolymfa (Sedlák, 2000). Po nasátí se ostie uzavřou a lymfa je ze srdce vytlačena kraniiálním směrem do hlavové tepny, popřípadě do drobnějších postranních tepen. Z Hlavové tepny se vylévá k hlavním hlavovým gangliím, které předně zásobuje kyslíkem (Bauma, et al, 2007). Postranní tepny pak zásobují ostatní orgány. Tělní dutinou se hemolymfa posléze vrací do zadečku, kam ústí dýchací orgány, opět se okysličuje a celý proces se opakuje (Kovařík, 2000).

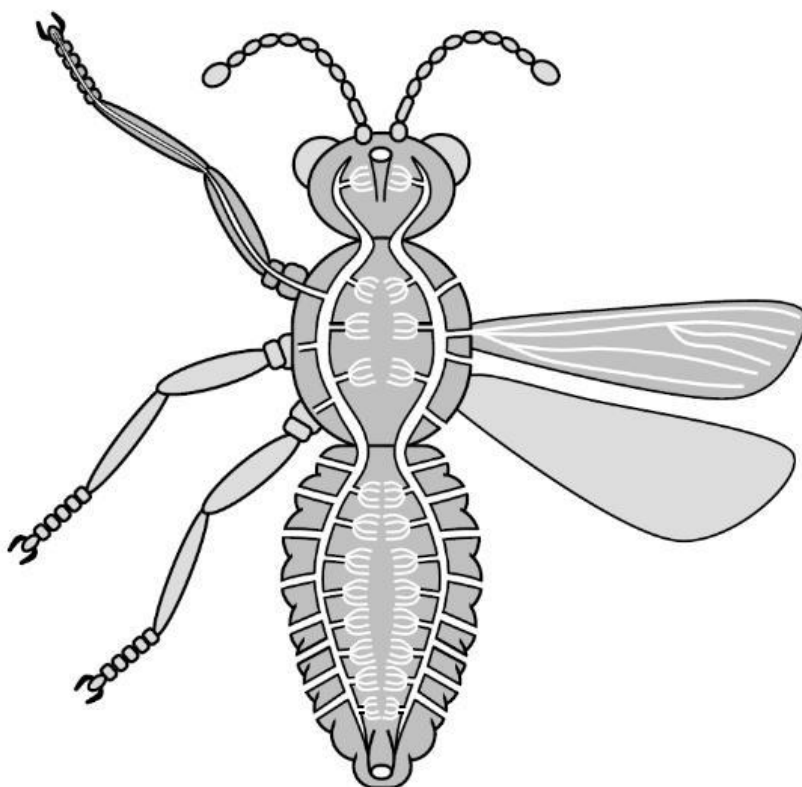
Obrázek 6 – Cévní soustava hmyzu (převzato z <http://www.rugusavay.com>)



3.1.2.2 Dýchací soustava

Kudlanky patří mezi vzdušnicovce. Jak již název napovídá, dýchají vzdušnicemi. Vzdušnice jsou vlastně pokožkové vchlípeniny ústící na povrch těla takzvanými spirákuly, či stigmaty. Jsou umístěny laterálně na těle hmyzu. Kudlanky mají dvě hrudní spirakula a osm abdominálních. Pulzujícími pohyby zadečku je těmito průduchy nasáván vzduch (respektive je stahy expirován, inspirace probíhá pasivně) (Obenberger, 1955). Ten pak dále pokračuje do hlavních tracheálních kmenů, které jsou též uloženy laterálně po celé délce těla. Z nich vybíhají dorzálně k hřbetní cévě, ventrálně k nervové pásece a mediálně k trávicí trubici užší vzdušnice, které se dále větví a jsou ukončeny v tracheolárních buňkách, tracheoblastech, jednotlivých tkání a orgánů. Z nich vybíhají tracheoly, které jsou vyplněny tekutinou a zasahují do jednotlivých buněk orgánů (Sedlák, 2000, Grieshaber et Terblanche, 2014).

Obrázek 7 – Dýchací soustava hmyzu (převzato z <http://cronodon.com>)



3.1.2.3 Trávicí soustava

Trávicí soustava je u kudlanek rozdělena do tří základních oddílů. Nazýváme je stomodeum, mesodeum a proctodeum. První a poslední oddíl je ektodermálního původu, při ekdysi se tedy svléká s kutikulou (Sedlák, 2000).

Stomodeum

Tímto oddílem trávicí soustava začíná. Skládá se z šesti částí, úst, hltanu (pharynx), jícnu, (oesophagus), volátka (ingluvies), žvýkací žaludku (proventriculus) a kardiální valvy (valvula cardiaca) (Sedlák, 2000).

Ústní ústrojí Mantodea je kousací. Kromě horního pysku vzniklo přeměnou tří párů končetin (každý tělní článek má původně založené končetiny). Svrchu je kryto svrchním pyskem, pod ní se nachází párová kusadla (mandibulae), dále párové čelisti (maxillae) a ze spodu je ohraničeno spodním pyskem. Svrchní pysk je částečně pohyblivý, kusadla jsou velká a ostrá a kudlanka s nimi doslova stříhá kousky tkáně z kořisti. Na čelistech bychom našli makadla čelisti (palpus maxillaris) a vnější daseň čelisti (galea). Druhý pár makadel a dva páry dásní (glossae, paraglossae, palpus labialis) jsou pak na spodním pysku, což je zapříčiněno tím, že spodní pysk vznikl srůstem druhého páru čelistí (Kovařík, 2000).

Stomatodeum dále pokračuje hltanem a jícnem, který se rozšiřuje v objemné vole. Žvýkací žaludek je jednoduchý a má šest dovnitř směřujících vrás s chitinozními brvami a štětinkami.

Mesodeum

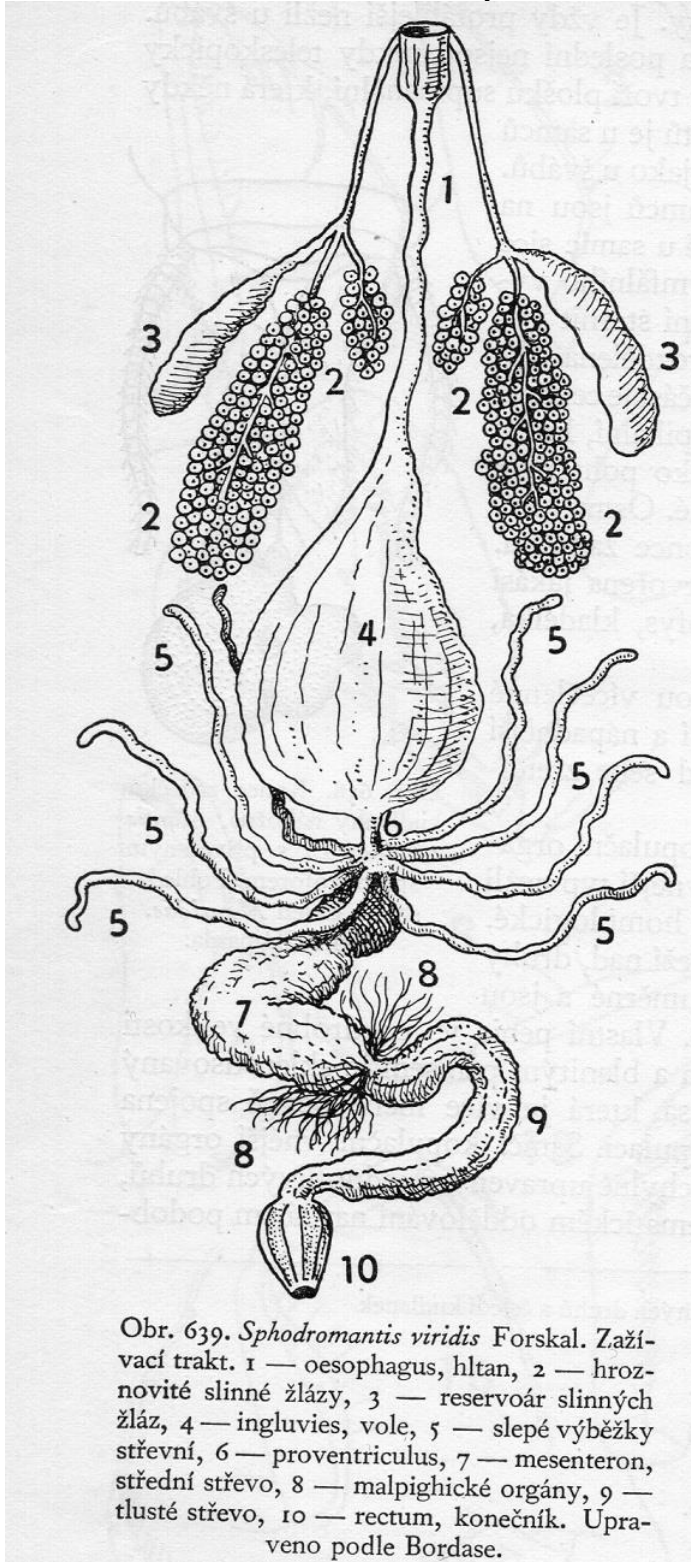
Mesodeum, tedy střední část trávicí soustavy, je vystláno peritrofickou membránou. Pod ní se nachází výstelka s trávicím epitelem. Úkolem membrány je tuto výstelku chránit před mechanickým poškozením. Je tedy nepropustná pro všechny větší částice. Zároveň ale dokáže propouštět enzymy z trávicího epitelu. V přední části mesodea je u kudlanek osm slepých výběžků střevních (Obenberger, 1955, Kovařík, 2000, Sedlák, 2000).

Proctodeum

I koncový oddíl trávicí soustavy je členěn na tři úseky. První je vstupní část pylorus, následuje střední, který se dále dělí na tenké střevo – illeum a tlusté střevo – colon. Koncový úsek se skládá z konečníku – rectum a řitního otvoru – anus (Sedlák, 2000).

K trávicí soustavě jsou připojeny u kudlanek také slinné žlázy. Jsou velmi rozsáhlé a protažené až do zadečku. V ústní dutině ústí nepárovým vývodem. Tento vývod bychom našli u základu vnitřního okraje mandibuly (Obenberger, 1955). Zásobní látky se u kudlanek stejně jako u ostatního hmyzu skladují v tukovém tělese (corpus adiposum), které se nachází v zadečku. U kudlanek však není příliš rozsáhlé (Obenberger, 1955, Kovařík, 2000).

Obrázek 8 – Trávicí soustava kudlanky (ilustrace: Jan obenberger)



3.1.2.4 Vylučovací soustava

Vylučovacími a osmoregulačními orgány jsou malpighické trubice (King et Denholm, 2014). Nacházejí se v přechodu mesodea a proctodea. Jejich úkolem je filtrovat zplodiny z

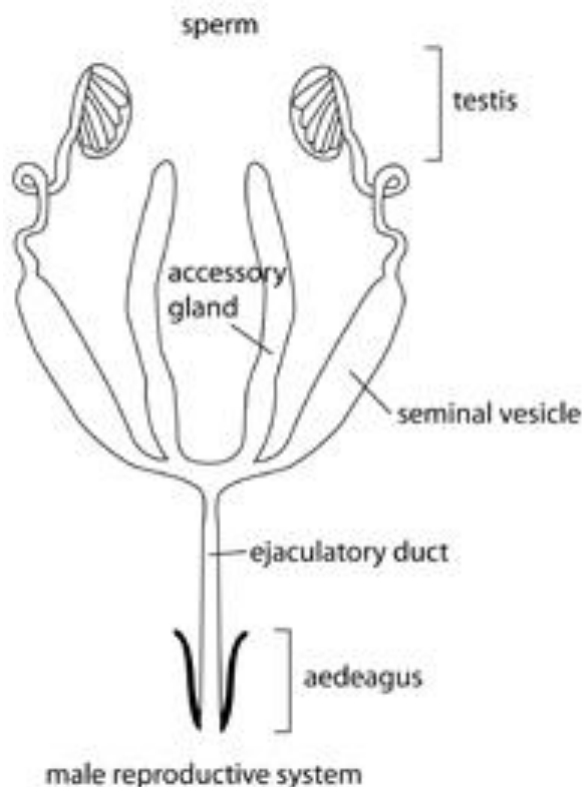
hemolymfy mixocoelu a vylučovat je ve formě moči do koncového oddílu trávicí trubice (Sedlák, 2000). U kudlanek jsou velmi četné, tenké až vlasovité. Dále bychom u kudlanek poměrně hojně našli tak zvané nefrocyty. Jsou to měňavkovité pohyblivé vyměšovací buňky. Zpravidla se seskupují okolo slinných žláz, na bázi předních noh, v krajně čelní atd. (Obenberger, 1955)

3.1.2.5 Pohlavní soustava

3.1.2.5.1 Samci

Samčím vnitřním pohlavním orgánem jsou párová varlata. Chrání je blána zvaná tunica a jsou poměrně objemná. Uložena jsou po straně zadečku. Navazuje na ně vývod rozšiřující se v semenné komůrky, které se dále spojují v nepárový chámovod. Do koncové pohlavní komory ústí v podobě penisu. Do vývodného kanálku (ductus ejaculatorius) ústí čtyři skupiny přídatných pohlavních žláz. Na samčí pohlavní soustavě zkoumali australští vědci evoluční procesy. Jejich výzkum mimo jiné odhalil zajímavý fakt, že morfologie samčích pohlavních orgánů se liší i v rámci jednoho rodu, podle místa rozšíření (Holwell, 2008, Winnick, et al, 2009). Tyto anatomické odchylky mohou tedy sloužit i jako determinační znak (Svenson, 2014).

Obrázek 9 – Pohlavní soustava samce (převzato z extension.entm.purdue.edu)

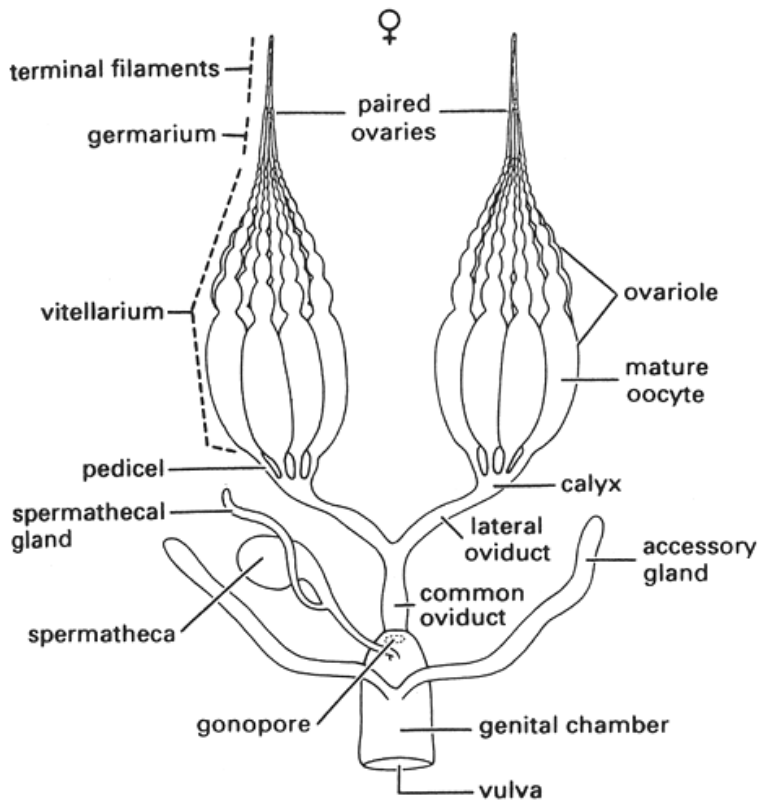


3.1.2.5.2 Samice

Samičí vnitřní pohlavní orgány jsou ovaria. Jsou párové a skládají se z panoistických ovariol, tedy ovariol bez výživných buněk, vajíčko je vyživováno jen z folikulární tkáně. Tyto ovariole jsou duté provazcovité útvary, ve kterých se vyvíjí vajíčka. Při vývoji sestupují stále níž až k místu, kde se jednotlivé ovariole sbíhají a vytváří vejcovod, neboli oviductus. Oviducty obou vaječníků se pak sbíhají v jeden společný. Tento společný vývod je zakončen kopulační komůrkou (bursa copulatrix), kam při kopulaci samec vkládá spermatofor. Do společného vejcovodu dále ústí vedlejší pohlavní žlázy a zásobní váček, kde může samice uchovávat po nějakou dobu sperma, je-li to nutné. V ektodermální vchlípenině na konci zadečku u samičky vyúsťují vývody složitých přídatných pohlavních žláz, jejich sekret je nezbytný pro stavbu ootéky (Obenberger, 1955, Kovařík, 2000, Winnick, et al, 2009)

U některých druhů (např. *Brunneria borealis* Scudder, 1896) je známá partenogeneze, tedy stav, kdy i z neoplozených vajíček vzejdou mladé kudlanky. Všechny však budou zase jen samičího pohlaví (Obenberger, 1955).

Obrázek 10 – pohlavní soustava samice (převzato z bugs.bio.usyd.edu.au)

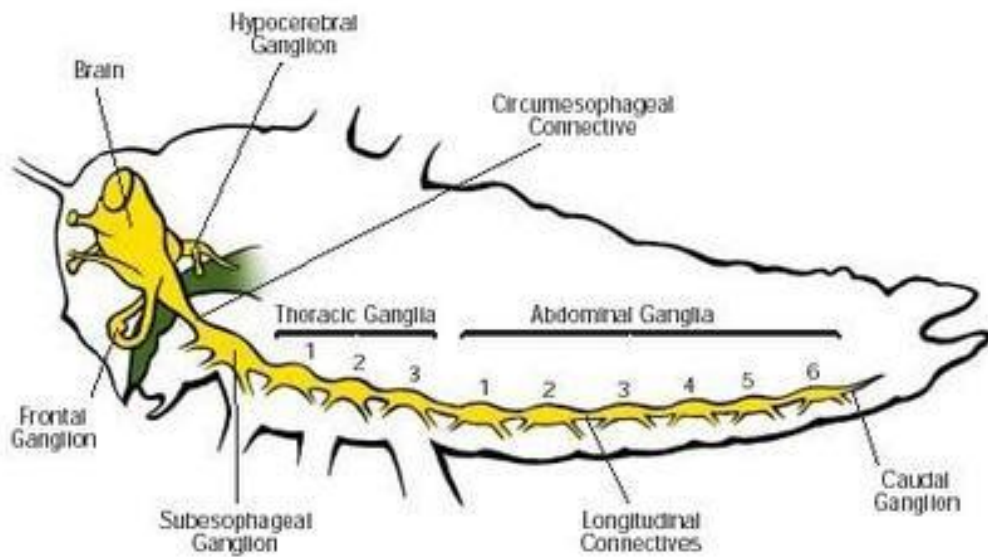


3.1.2.6 Nervová soustava

Nervová soustava hmyzu je označována jako žebříčková. Vyplývá to z faktu, že v každém tělním článku je původně založen jeden pár nervových zauzlin, ganglií, které jsou spolu v páru spojeny mohutnými spojkami, zvanými komisury, a s předchozí i následující zauzlinou jinými spojkami, konektivy. Vytvářejí tak strukturu připomínající žebřík. Kromě toho vybíhají nervy i k orgánům a končetinám. Zauzliny jsou tvořeny především těly nervových buněk, zatímco spojky jejich výběžky (Kovařík, 2000). Skutečnost se však od tohoto žebříkového schéma obvykle značně odlišuje. Jednotlivá ganglia mají tendenci splývat, což bude mít pravděpodobně jistou spojitost i se splýváním jednotlivých článků. U kudlanek vytváří tato splnutí v hlavové části takzvané gangliony. Dále pokračuje ventrální nervová páska (vzniká přiblížením ganglií v páru) třemi ganglii thorakálními a sedmi abdominálními. (Obenberger, 1955). Jak již název napovídá je uložena ventrálně v tělní dutině.

Rozeznáváme dva hlavní hlavové ganglion. Nadjícnové, který je často označován jako mozek a podjícnové, které obepínají esophagus. Nadjícnové ganglion se skládá z několika částí. Prvním oddílem je protocerebrum. Skládá se pravděpodobně ze dvou párů zauzlin a inervuje oční orgány. Druhý oddíl je nazýván deutocerebrum. Jeho úkolem je inervace tykadla. Třetí a poslední je oddíl je tritocerebrum. Jedná se o část nejmladší a má řadu funkcí. Jeho ganglia jsou spojena komisurou, která vede pod jícnem. Přímo na tritocerebrum je vázán vegetativní nervový systém. Podjícnové ganglion je s nadjícnovým spojeno objícnovými konektivy. Skládá se ze tří párů ganglií. Toto centrum inervuje hlavové končetiny. To znamená celé žvýkací ústní ústrojí. To je u kudlanek dobře vyvinuto, což bude pravděpodobně důvod poměrně značné mohutnosti tohoto ganglion. Stejně tak nadjícnové je relativně objemné. Zde to bude dáno vazbou na dobře vyvinuté oči těchto lovců. (Obenberger, 1955, Wielandb, et al, 2012)

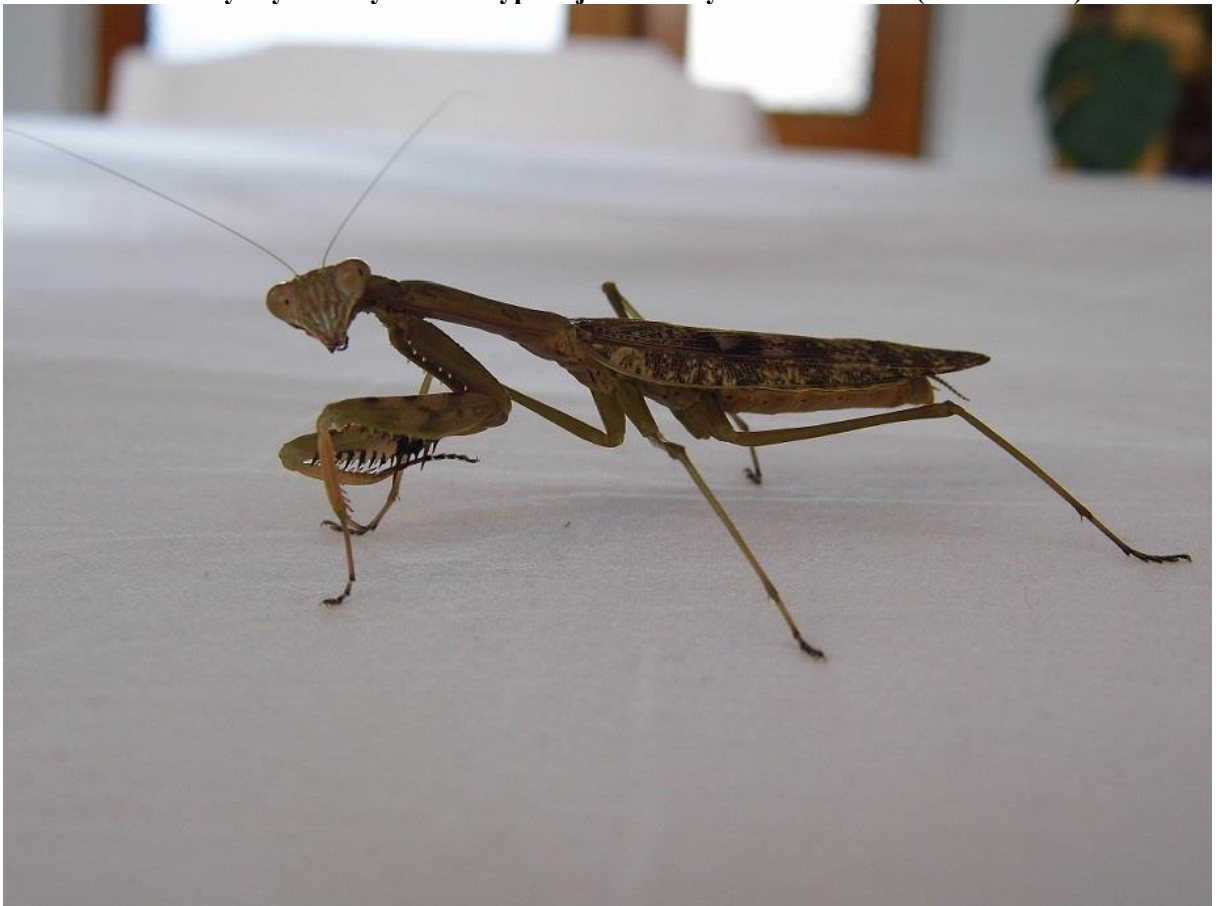
Obrázek 11 – Nervová soustava hmyzu (převzato z [honorsbiologyp6.wikispaces.com](https://honzbiologyp6.wikispaces.com))



3.1.2.6.1 Smysly

V tomto oddílu se budeme věnovat především zraku, neboť princip práce stojí na tom, že se kudlanky barevně přizpůsobují svému prostředí. Tato hypotéza však předpokládá, že musí barvu svého prostředí nejprve rozeznat a k tomu jim slouží právě zrak.

Obrázek 12 – Díky svým velkým očím vypadají kudlanky stále ve střehu (foto: vlastní)



3.1.2.6.1.1 Zrak

Kudlanky mají dobře vyvinutý zrak. Každá kudlanka má dvě velké složené oči, takzvané oculi (popř. oculi compositi) a tři malá jednoduchá temenní očka – ocelli uspořádaná v trojúhelníku. Dobrý zrak potřebují kudlanky k lovu, aby dokonale zaměřily kořist.

Složené oko hmyzu je poměrně komplikovaný aparát. Skládá se jednotlivých kuželovitých podjednotek – omatidií. Každé omatidium má svou malou šestihrannou sítnici (faseta) a čočku, čímž se odlišuje od jednoduchých očí. Omatidia se primárně rozdělují na dvě části. Svrchní optickou, kterou prochází světlo (diopic apparatus) a vnitřní sensorickou, která se napojuje na sensorické nervstvo (receptor apparatus). Optická část se skládá z rohovky, čočky a primárních pigmentových buněk. Sensorická z receptorových buněk, rhabdomu a sekundárních pigmentových buněk. Schopnost fotorepce poskytuje rhodopsin. (Singh, 2007). Světločivné buňky omatidií jsou podlouhlé a uskupují se do kruhů. Do středu tohoto kruhu směřují čípky světločivných (sensorických) buněk a vytváří tak osu omatidia, tzv. rhabdom (Kovařík, 2000).

Obrázek 13 – Schéma složeného oka a omatidia (převzato z Elements of entomology)

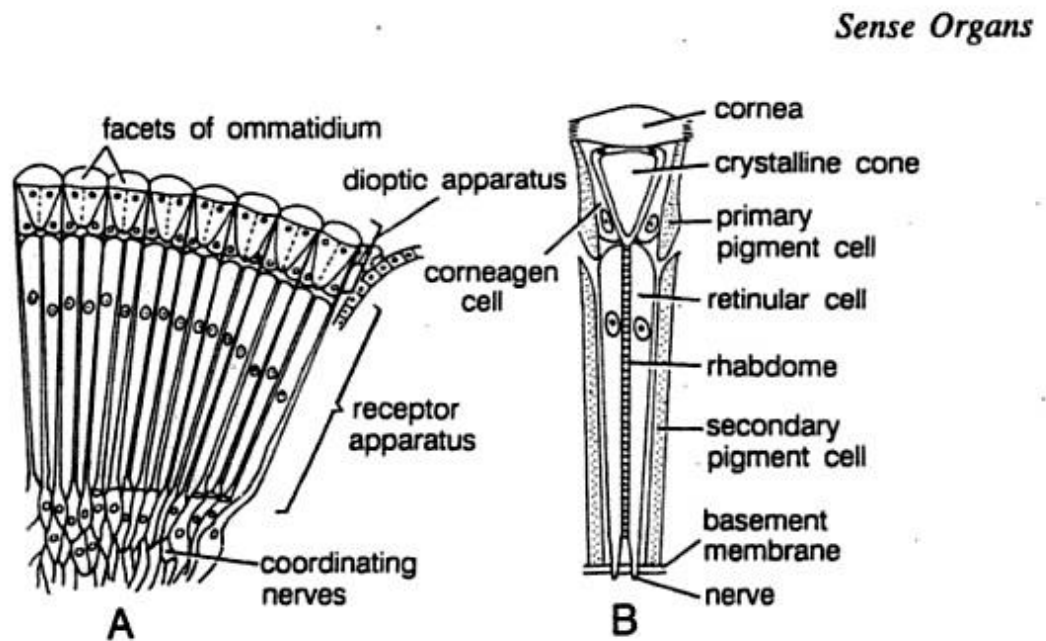


Fig. 9. (A) Vertical section of part of compound eye. (B) Typical structure of an ommatidium

Každá z podjednotek poskytuje vizuální informaci o určité malé výseči prostoru. Tyto výseče se v mozku hmyzu skládají a vzniká tak ucelený obraz prostředí, ve kterém se kudlanka nachází. Protože je složen z obrázků z jednotlivých podjednotek jako z kousků skládačky, říká se tomuto typu vidění mozaikové (Singh, 2007). Stejně jako u mozaiky také platí, že čím více

menších kamínků (v našem případě omatidií) se na malém prostoru nachází, tím ostřejší je obraz. Nejostřeji v říši hmyzu tedy vidí živočichové, kteří mají velké oči složené z desítek tisíc omatidií, jako u vážek – až 28000, ale kudlanky nezůstávají daleko za nimi. Počet podjednotek jednoho oka kudlanky dosahuje až 15000 (Yong, 2013), což poukazuje na poměrně dobrý zrak. Jiný zdroj ale uvádí, pouze 4000 u nejmladších nymf a 9000 u dospělců (Král, 2012), Počet omatidií se tedy bude pravděpodobně druh od druhu lišit. Oči kudlanek jsou také klenuté, poskytují tedy větší zorný úhel, který dosahuje až 230° horizontálně a 245° vertikálně (Král, 2012), ke kterému dále přispívá i schopnost hlavou otáčet (pro kudlanky zcela specifická) (Sedlák, 2000, Hernández, 2013). Přední partie složeného oka kudlanky mají omatidia aposiční, postranní superposiční (Obenberger, 1955). Způsob vnímání obrazu i jejich vnitřní organizace je odlišná, neboť jeden typ je určen primárně pro denní vidění, zatímco druhý pro noční. U aposičních omatidií se sensorické buňky nacházejí přímo za čočkou a nevytváří se mezi nimi žádný prostor. Pigment v primárních pigmentových buňkách v tomto případě není schopen žádného přesunu. Sousední omatidia jsou od sebe tedy pigmentovými buňkami dokonale odstíněna a světlo do nich prochází pouze jejich vlastní čočkou. Naproti tomu u superposičních omatidií platí, že sensorické buňky a čočka mezi sebou vytvářejí prostor, který je vyplněný primárními pigmentovými buňkami (uprostřed nich jako osa prochází rhabdom). Jejich pigmenty jsou schopné se přesouvat a tímto způsobem od sebe omatidia buď odstínit, jako v předchozím případě, nebo otevřít průzory a tím umožnit sdílení světelných paprsků z více čoček. Tyto paprsky jsou posléze soustředěny do jednoho rhabdomu. Díky tomuto systému mohou tedy kudlanky vidět i ve slabším, např. soumrákném světle (Singh, 2007).

Obrázek 14 – Aposiční a superposiční omatidia (převzato z Elements of entomology)
Sense Organs

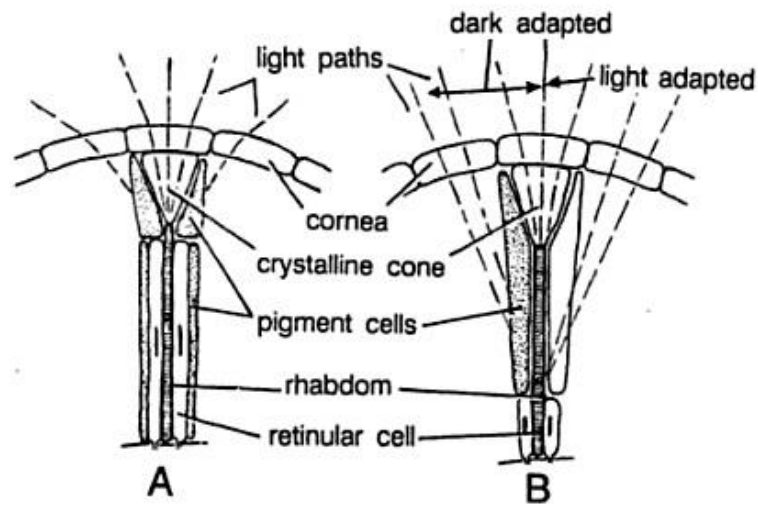


Fig. 10. Image formation in compound eyes. (A) Apposition type of ommatidium (apposition image formation), (B) Superposition type of ommatidium: left-side shows light adapted image formation (apposition image formation), right-side shows dark adapted image formation (superposition image).

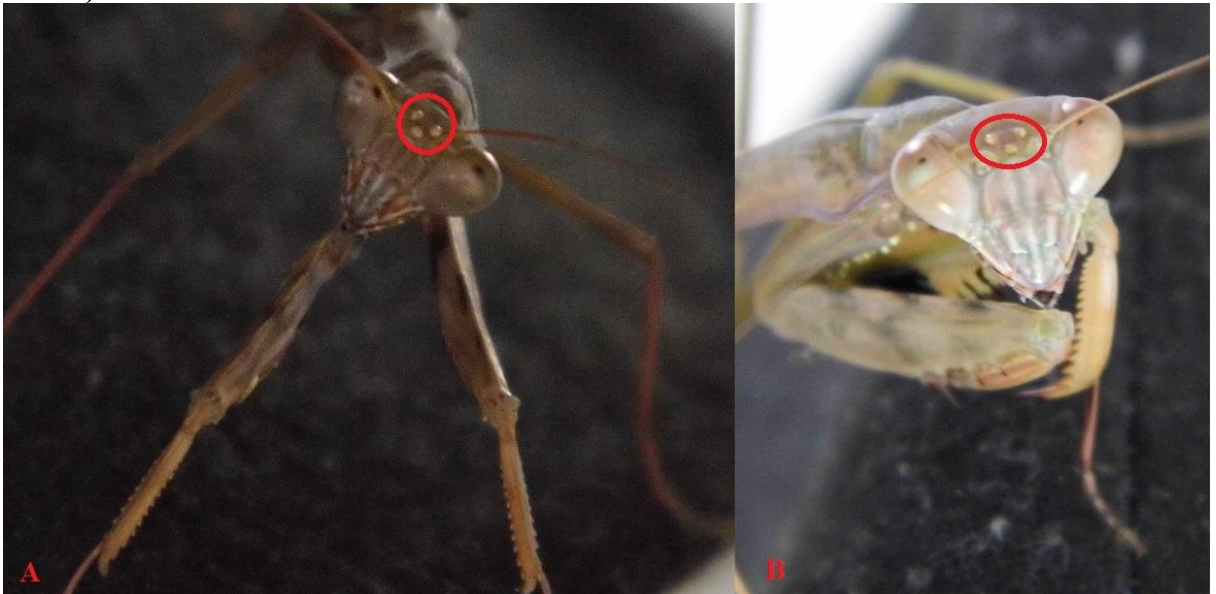
To, že se světlo z více čoček soustřeďuje do rhabdomu jednoho omatidia má však za následek, že se zhoršuje kvalita vidění, neboť v praxi se to rovná stavu, kdy se sníží počet omatidií na jednotku plochy. Přesuny pigmentu v primárních pigmentových buňkách je u kudlanek možné pozorovat i pouhým okem. Je známo, že kudlanky mají k večeru o mnoho tmavší oči, než přes den, nebo v plném světle (Schirmer et al., 2014).

Obrázek 15 – *Polyspilota griffinii* focená v šeru – oči jsou výrazně tmavší než přes den (foto: vlastní)



Jednoduchá očka mají na rozdíl od složených jednu společnou sítnici a čočku (Kovařík, 2000). Podle jiného výkladu však mají pouze rohovku, nikoli čočku (Singh, 2007). Pod ní se nachází vrstva rohovkových buněk, ze kterých rohovka pochází, shluk pigmentových buněk a buňky světločivné, tedy receptorové. Ty vytváří různý počet rhabdonů v závislosti na druhu hmyzu. Ty se pak napojují na oční nervy. Funkce těchto oček je spíše vedlejší. Kudlanka jimi vnímá pravděpodobně pouze intenzitu světla, nikoli samostatné obrazy krajiny (Singh, 2007). U samců kudlanek jsou ocelli obvykle větší a více blízko u sebe, než u samic (Obenberger, 1955).

Obrázek 16 Ocelli (temenní očka) u dospělého samce (A) a samice (B) *Polyspilota griffinii* (foto: vlastní)



Složené oči umožňují svým nositelům velmi dobře vnímat pohyb (Singh, 2007). Kudlanky proto spíše lapí kořist, která okolo nich prochází (Prete, et al, 2013, Baum et al., 2014), zatímco když se zastaví, zaváhají a často čekají na opětovný pohyb, aby se ujistili o poloze oběti a zaútočili na ni. Pro lovce, jako je kudlanka, je také důležité umět odhadnout vzdálenost objektu. Mají-li něco ulovit, musí vědět, zda na to vůbec dosáhnou. I v tom jim jejich oči pomohou, umí totiž pravděpodobně složit binokulární obraz kořisti (což vyplývá z rozsahu jejich zorného pole) a tím jeho vzdálenost určit (Rossel, 1996). Mezi zrakové schopnosti hmyzu v neposlední řadě patří také schopnost vidět barevně. Vidí však mnohem širší barevné spektrum než člověk (viditelné světlo, které vnímá člověk má rozsah vlnové délky asi 400 – 700 nm). Jeho rozsah se pohybuje od ultrafialového světla (méně než 400 nm) po téměř infračervené (více než 760 nm). Barvy tedy vidí ale ne tak, jak si člověk představí. Nicméně s dokonalýma očima se kudlanky nelíhnou. Zrak stejně dobrý, jako dospělci, mají nymfy asi až třetí den po svleku, pravděpodobně v důsledku tvrdnutí jejich první kutikuly. Orientační chování mají však stejné jako dospělci již od počátku (Kráal, 2014).

3.1.2.6.1.2 Tykadla (anntenae)

Dalším výrazným a hlavně významným smyslovým ústrojím je tykadlo. Jeho vzhled a délka je u kudlanek rozdílná u různých instarů, ale také u samců a samic. Důvodem tohoto pohlavního dimorfismu je, že tykadla jsou především chemoreceptory. Samci je tedy nezbytně potřebují, aby podle pohlavních feromonů dokázali najít samici připravenou k páření. Výzkumy ukázaly, že tykadla slouží samcům hlavně k vyhledávání partnerek na větší

vzdálenosti, zblízka se pak již orientují spíše zrakem (Allen, et al, 2012). Proto jsou u samců tykadla z pravidla delší než u samic a u některých druhů dokonce jinak utvářena. Například známe druhy, jako *Idolomantis diabolica*, u které má samice tykadla nitkovitá a samec hřebínkovitá (zpeřená). Avšak tento druh pohlavního dimorfismu je obvykle patrný až v dospělosti. Nedospělé instary mají anteny stejné.

Obrázek 17 – Dlouhá tykadla u samce a krátká u samice *Phyllocrania paradoxa* (foto: vlastní)



Tykadlo se skládá z jednotlivých článků, které jsou dále členěny do tří oddílů. První, připojující tykadlo k hlavě, je násadec (scapus), druhý je prsteneček (pedicellus) a třetí bičík (flagellum). Násadcem a prstencem pohybuje specializovaná skupina svalů, bičík se pohybuje pouze v závislosti na nich. Jak bylo již řečeno, tykadla mají hlavně funkci chemoreceptorů. Tuto schopnost zajišťují hmyzu mikroskopické chloupky umístěné na bičíkové části tykadla (Allen, et al, 2012). Pomocí tykadel ale hmyz určuje i řadu dalších věcí. Například rychlost letu, chvění vzduchu a další. K tomu slouží mechanoreceptory umístěné na bázi tykadel. Johnstonovy a Böhmovy receptory zase slouží k určení polohy a pohybu tykadel. (Resh et Cardé, 2009)

Na těle hmyzu bychom dále našli mnoho dalších struktur sloužících ke smyslovému vnímání. Různými chloupky počínaje a tympanálními orgány konče. Většina má funkci mechanoreceptorů, receptorů vnímajících otřesy, nebo zvukové vlny, či termoreceptorů. Řadou z nich disponují i kudlanky. Toto téma je však obsáhlé a přesahuje rámec práce.

3.1.2.7 Ekdyse

Tělo kudlanek je stejně jako u ostatního hmyzu kryto ochrannou vrstvou zvanou kutikula. Její vnitřní vrstva se nazývá endokutikula, vnější exokutikula. Endokutikula je

nejspodnější vrstva, je velmi pružná a poměrně silná. Exokutikula může být buď sklerotizovaná a tvrdá, nebo pružná a blanitá (spoje článků). Významným znakem této vrstvy je, že je pigmentovaná. Určuje tedy barvu jedince. Na povrchu exokutikuly leží tenká vrstvička, epikutikula, bez chitinu. Je složena ze směsi vosků, parafinů, proteinů a fenolických látek a rozděluje se na další tři vrstvy – cementovou, voskovou, kutikulínovou a sklerotinovou (Souček, 2007). Tato vnější pokožka pokrývající celé tělo a část tělních výstelek ale neslouží pouze k ochraně, je také oporou pro řadu svalů, které vyvolávají peristaltické pohyby, ale i pohyb končetin. Díky této funkci je označována jako vnější kostra, tzv. exoskelet. Z kutikuly vyrůstá také řada kutikulárních derivátů. Jedná se hlavně o drobnou chloupky, které plní funkci smyslového vnímání. Postupem času se však jak tyto deriváty, tak svrchní ochranná epikutikula odírají a ztrácejí své vlastnosti. Další skutečností je, že pevnější části kutikuly nemění svou velikost, jako ty blanité. Například hlava, tvořená pouze sklerotizovanou pokožkou, by tak neměla možnost růst a živočich by pak musel zůstat stále stejně velký. Tyto problémy řeší složitý mechanismus ekdyse, neboli svlékání kutikuly.

Ekdyse má dvě fáze, proekdyse a samotný svlek. V proekdyse dále rozeznáváme fázi exuviální a kutikulární. Když kudlanka vstoupí do fáze proekdyse nejprve dojde k takzvané apolýze, což v podstatě znamená oddělení kutikuly od všeho, s čím je spojena. Tedy svalů, nervových zakončení i pokožkových buněk, které ji vytváří. V této době živočich zpravidla nepřijímá potravu a pokud možno se nehýbe. K oddělování kutikuly slouží exuviální enzymy, které rozpouštějí endokutikulu a jsou vylučovány buňkami pokožky. Ty pak začnou vytvářet pokožku novou. To je počátek kutikulární fáze. Kudlanky si pro svlek vždy vybírají co nejvýše umístěné místo, kde se zavěsí za kráčivé nohy. Potřebují dost prostoru, aby se při svlékání mohli spouštět dolů. Samotný svlek začíná prasknutím kutikuly v oblasti hlavy, krku a hrudi od týlu po konec hrudního štítu. Takto vzniklým otvorem se kudlanka vysouká ze staré kutikuly, teď již svlečky, nebo-li exuvie, a setrvává na místě svleku dokud nová pokožka neztuhne, popř. dokud se dospělcům nenapnou křídla (Kovařík, 2000). Ve fázi tuhnutí je kudlanka velmi zranitelná, nemůže se dostatečně dobře hýbat a není chráněna pevnou kutikulou. Je tedy třeba, aby měla možnost bez vyrušení „uschnout“ a proto se v tuto dobu nekrmí ani nerodí.

Obrázek 18 – Exuvie z posledního svleku *Phyllocrania paradoxa* (vpravo) a *Polyspilota griffinii* (vlevo) (foto: vlastní)



3.1.2.7.1 Hormonální regulace svlékání.

Na svlékání se podílejí tři hormony. Jsou to ekdysiotropin, juvenilní hormon a ekdyson. Ekdysiotropin vylučují buňky protocerebra a je pravděpodobně nadřazen ostatním dvěma – spouští jejich produkci. Kromě vyvolání ekdyse určuje také poměr těchto hormonů zda bude jedinec po svleku již dospělý, nebo zda se bude jednat o další larvální instar (Kovařík, 2000).

3.1.3 Způsob života

Kudlanky jsou striktně masožraví živočichové (Prete, et al, 2013). Loví převážně ve dne a k lovu jsou dokonale uzpůsobeny. Díky speciální morfologické přeměně prvního páru

kráčivých končetin na loupeživé s řadou dlouhých trnů jsou kudlanky obvykle schopné polapit a sežrat prakticky všechno, co nepřekračuje polovinu jejich vlastní velikosti. Některé druhy mají však kratší výčnělky lapavých nohou, proto preferují menší kořist, kterou snáz udrží. Oproti tomu jsou ale některé druhy opatřeny natolik silnými končetinami a takovou dravostí, že jsou schopné ulovit i menší ještěry, či drobné ptáky (Prete, et al, 2013). Tyto případy jsou však spíše výjimečné a požívání masa vyšších živočichů kudlankám pravděpodobně způsobuje zdravotní potíže (Hamzová, 2014, pers. comm.).

Obrázek 19 – Kudlanka požírající ptáka (převzato z www.reddit.com)



Kudlanka zpravidla číhá na svou potravu v kečích a stromech, maskovaná v listí nebo v podrostu, a čeká, až se k ní dostatečně přiblíží. Pak provede bleskový výpad a hned po uchopení začíná lapený hmyz požírat. Vzhledem k nižšímu stupni vývoje soustav je pro kudlanku poměrně komplikované kořist okamžitě zabít. Klíčem k tomu, zda oběť pozře, či ne, se tedy stává to, jestli ji udrží, nikoli jestli ji dokáže usmrtit. Proto záleží mnohem více na tom, jak je kořist silná a bojovná, než jak je velká. Pokud se kudlanka cítí ohrožená, staví se do výhružného postoje. Roztahuje křídla a lapavé končetiny a odhaluje tak pestré barvy, které

jsou jinak skryty, popřípadě ukazuje oka na křídlech. Také tímto způsobem zdánlivě zvětšuje svoji velikost (Prete F. R., 1999).

Obrázek 20 – *Prohierodula picta* ve výstražné postoji (foto: Karolína Hamzová)



Kudlanky jsou známé také svou nesnášenlivostí k ostatním zástupcům vlastního druhu. Tento jev je v teráriu možné pozorovat již záhy po vylíhnutí, pokud nemají mladé nymfy jinou potravu (Fea, et al, 2013). Ani s dospělostí se v tomto ohledu nic nemění. Kudlanky tedy společnost jiného jedince vyhledávají pouze za účelem páření. Ani tehdy si však samec nemůže být svou bezpečností jistý. Pokud samice není na páření připravena, často neopatrného samce napadne a v lepším případě pouze zažene, v horším uloví jako kořist. Samci jsou totiž v dospělosti vždy menší než samice a u některých druhů je tento velikostní rozdíl velmi markantní (Allen, et al, 2014). Zvláště v takovém případě není pro samici nijak obtížné samce zpacifikovat a sežrat. V některých případech dokonce dochází k napadení samce i přímo při aktu. Samice však v tomto případě obvykle dosáhne jen na hlavu, maximálně hrud' samce. Dochází tedy jen k dekapitaci. Samec však i tak stále dokáže splnit svůj úkol v rozmnožovacím aktu. Nervová ganglia odpovědná za tuto činnost leží totiž v abdomenu. Nejen že tedy samec tento útok přežije (může žít i poměrně dlouho, dokud nezemře hladem), ale dále kopuluje, dokud samici neoplodní.

Obrázek 21 – Dekapitace (foto: Karolína Hamzová)



Oproti všeobecné představě však není tento manželský kanibalismus u kudlanek zdaleka tak běžným jevem, jak se předpokládá. Ve skutečnosti, pokud je všechno jak má být a samec i samice jsou na páření připraveni, obvykle se kopulace obejde bez zabití samce. Je však třeba aby nebyli rušeni a samozřejmě také, aby měl sameček možnost po aktu rychle utéct. Nejčastěji je totiž napaden samicí právě v případě, že nestihne, popřípadě nemá kam, utéct. Jako v případě, kdy je pár na páření spolu uzavřen v jednom inktáriu. Pokud se páření podaří a samice je oplodněna, vytvoří pěnovitou ootéku, do které ukládá oplodněná vajíčka. Tyto kokony vytváří, i pokud oplodněna není, dokonce i pokud se nikdy neseťká se samcem. V takovém případě se však až na výjimky žádná mláďata nevylíhnou. Případy partenogenetického množení se u kudlanek vyskytují, avšak jen u některých druhů a není to pro Mantodea běžné. Z oplozených vajíček v ootéce se líhnou mladé nymfy, označované jako L0, které se okamžitě svlékají do L1, které již mají podobu malé kudlanky. Jejich počet a velikost záleží hlavně na druhu, ale také zdraví a kondici samice a podmínkách prostředí. To samé platí i pro ootěky samotné. Může jich být různý počet a tvar je druhově odlišný. Jedna samice dokáže zplodit od 50 do 250 ks potomků, podle druhu. Obecně však platí, že čím více je mláďat, tím slabší mají kondici a jsou méně odolná. Tento jev je v přírodě běžný. Čím více mladých zvířata plodí, tím menší procento se jich obvykle dožije dospělosti. Kudlanky, které

žijí v méně teplých oblastech, například u nás, kladou většinou na podzim. V tomto stavu vajíčka přečkají zimu a na jaře se vylíhne nová generace.

Obrázek 22 – Líhnutí kudlanek (převzato z waspish-headed.deviantart.com)



3.1.3.1 Rozšíření a biotop

Kudlanky jsou typickými obyvateli hlavně tropických a subtropických oblastí. Tamní teplé podnebí je pro tento hmyz zcela ideální. Nedá se však říct, že jinde by se nevyskytovaly. Jeden druh, kudlanka nábožná, se vyskytuje dokonce i u nás. Je to však její asi nejsevernější výskyt. Největší množství druhů lze najít v orientální zoogeografické oblasti. Ale ani ostatní oblasti nezůstaly kudlankami neobsazené. S výjimkou oblasti antarktické najdeme tato zvířata ve všech (Obenberger, 1955).

Kudlanky se přizpůsobily také řadě biotopů. Nejpřirozenější je pro ně však biotop teplý a polosuchý. Co se ale vlhkosti týče, řada druhů se přizpůsobila i velmi vlhkým, či suchým oblastem, jako je deštný les a savana, či dokonce polopoušť. Důležité však je, aby v jejich domovské oblasti byla nějaká vegetace, ideálně keře, či stromy, ve kterých se mohou pohybovat a maskovat.

3.1.4 Chov

Kudlanky se chovají jednotlivě v insektáriích (Prete F. R., 1999). Tyto nádrže mohou mít různé tvary a mohou být také z různého materiálu, musí však splňovat alespoň základní požadavky pro chov těchto zvířat. Ubikace pro kudlanky by měly být orientovány spíše vertikálně. Tato zvířata totiž ráda šplhají do výšek a dostatečnou výšku terária také potřebují ke správnému průběhu svlékání. Pokud při tomto aktu narazí na nějaké překážky, dno, vyrušení nebo nemají vhodná místa k zavěšení, může se stát, že svlek neproběhne správně. V důsledku toho dojde k jejich deformaci, či dokonce úmrtí. Jako vhodná místa k uchycení dobře poslouží různé větvičky, horizontálně nebo šikmo umístěné špejle nebo síťka, či pletivo uchycené na stropě insektária. Velmi se také osvědčilo vytvořit pro kudlanku na tomto místě v teráriu nějaké chráněné území, na které se nedostane krmný hmyz. Docílí se toho tak, že krmíme hmyzem, který neleze po stěnách, a větvičky, bidýlka a jiné opěrné konstrukce umístíme tak, aby buď nedosáhla až ke stropu nádrže, nebo naopak na dno. Jinými slovy se snažíme, aby nedošlo k propojení dna a stropu. Chovaná zvířata mají pak možnost se někde skrýt a v klidu se svléknout, aniž by je vyrušoval krmný hmyz, který je navíc může v krajním případě napadnout a způsobit jim vážná zranění. Chovná nádrž by dále měla obsahovat vrstvu rašeliny, lignocelu, písku, či jejich směsi, ve které se dobře drží vlhkost. Dají se případně nahradit i ubrouskem, nebo savým papírem. Někdy se kudlankám, chovaným v krabičkách, dává do ubikace kulička ze savého papíru, nebo vaty nasáklá vodou, slouží jako zdroj vody nejen, co do vlhkosti, ale také z ní zvířata mohou pít. Jak již bylo řečeno, nádrž samotná může mít v podstatě jakýkoli tvar, pokud je v ní dostatek prostoru, hlavně do výšky. Chovatelé si často pomáhají využíváním různých nádob, které je možné v domácnosti najít. Využívají se běžně zavařovací sklenice, které mohou mít objem i 5l, dobře tedy poslouží i velkým druhům. Dokonce se dají po určité úpravě použít i PET lahve, dále kelímky od jogurtů, různé kyblíky atd. V současné době se ale nejvíce využívají asi plastové krabičky všech možných velikostí (Allen, et al, 2014). Jejich výhodou je, že se dají snadno vymýt a znovu použít, lze do nich dle potřeby vytvořit dírky pro lepší odvětrávání a jsou průhledné, takže o dění uvnitř máme dobrý přehled. Nespornou výhodou je také to, že se dají obvykle prázdné skládat do sebe, šetří tedy místo. Pokud není chov příliš velký a máme jen pár jedinců, lze samozřejmě pro kudlanky opatřit klasická malá insektária, ale je to velmi nákladné.

Obrázek 23 – Chovná nádrž s kudlankou (foto: vlastní)



Otázka krmení u kudlanek většinou není nijak složitá. Živí se živočišnou potravou a obvykle nejsou nijak vybíravé (Prete F. R., 1999). Od malička jsou dravé a loví prakticky vše, co dokáží udržet v lapavých nohách, sourozence nevyjímaje (Fea, et al, 2013). Obvyklé krmení představují cvrčci *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) nebo *Acheta domestica* (Linnaeus, 1758), sarančata *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758, švábi např. *Blaptica dubia* (Serville, 1839) nebo tzv. mouční červi *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758. Většina kudlanek též ráda loví různé druhy much, které se také dají u některých chovatelů koupit. V létě lze krmit i přiměřeně velkým smýkaným hmyzem. Pro kudlanky to bude příjemné zpestření

jídelníčku. Nese to sebou však určitá rizika. Odlovený hmyz může trpět parazitárními onemocněními, které tím zavlečeme do chovu. Pestrá strava však zvířatům prospívá, je tedy dobré obměňovat alespoň průmyslově chované druhy krmného hmyzu. Kudlanky se obvykle líhnou velmi maličké. Tomu je třeba přizpůsobit i krmení. Pro drobné nymfy se s úspěchem používají octomilky rodu *Drosophila* (Fea, et al, 2013). Jsou malé, velmi pohyblivé a mají měkký exoskelet. Dnes již dokonce existují vyšlechtěné formy se zakrnělými křídly, které nelétají. Lezou sice po stěnách a mohou tak kudlanky rušit při svleku, ale zase nenapadají své predátory jako další často používaný krmný hmyz, jímž jsou mikro cvrčci. V případě „mikrocvrčků“ se jedná o mladé cvrčky brzy po vylíhnutí. Jsou droboucí a výživní, ale cvrček je bohužel všežravec a může se tak stát, že role lovce a kořisti se rychle otočí v neprospěch kudlanky. Výhodou cvrčků je to, že se s nimi dá většina druhů krmit až do dospělosti. Rostou stejně jako kudlanky, je tedy třeba jen přizpůsobit velikost velikosti lovce. Pro nymfy nejmenších druhů lze jako startovní hmyz použít i mšice, popřípadě chvostoskoky (Kovařík, 2000).

Obrázek 24 – *Sphodromantis gastrica* požírající cvrčka (foto: vlastní)



Když má kudlanka vytvořené vhodné životní podmínky i insektáriu, bez problémů přijímá potravu a dospěla do posledního instaru, je na čase začít se zabývat vlastním chovem.

Pářit se mohou samozřejmě pouze dospělí jedinci. Za dospělou, považujeme kudlanku po posledním svleku. Počet svleků je různý v závislosti na druhu, poslední je však vždy ten, po kterém kudlance narostou křídla. Výjimkou jsou samozřejmě bezkřídlé druhy, těch ale není mnoho. Než však přistoupíme k samotnému páření, je ještě třeba u samice minimálně týden od posledního svleku počkat. U samce je třeba o něco delší čas (Prete F. R., 1999). I délka tohoto období je druhově různá. Pak jsou teprve kudlanky připraveny se spářit. Než k sobě však připustíme dva jedince stejného druhu, je samozřejmě třeba nejprve zjistit jejich pohlaví. U řady členovců je určování pohlaví poměrně ošemetná záležitost, která vyžaduje léta praxe. Kudlanky jsou v tomto ohledu výjimkou. Čím jsou starší, tím snáz se pohlaví určuje, ale zjistit se dá již v poměrně útlém věku podle počtu zadečkových článků (viz obrázek 2). Samice mají šest a méně viditelných článků, zatímco samci jich mají více, obvykle devět. Abdomen také u samců bývá plošší a užší než u samic. V dospělosti pak rozeznáváme i řadu dalších morfologických odlišností pohlavní dvojtvárnosti. Samci jsou celkově štíhlejší, subtilnější, samice jsou mohutnější a celkově také větší. Samci jsou vybaveni dlouhými křídly, která zpravidla překrývají celý zadeček. U samic jsou křídla kratší, někdy dokonce postrádají schopnost letu (Kovařík, 2000). Oproti tomu, samcům zachování této únikové možnosti může zajistit přežití právě i v případě setkání se samicí. Aby se s ní však mohl setkat, musí jí nejprve najít. K tomu mu slouží tykadla, která jsou delší a u některých druhů i složitěji utvářená (viz obrázek 16). Samice připravené k páření totiž vysílají do vzduchu feromony, které samci pomocí tykadel zachytávají a „čtou“. V přirozených podmínkách si tak samice samce k sobě vlastně přiláká. V zajetí ale obvykle takovou volnost nemají a v zájmu ochrany jich samých jsou chováni odděleně. Je tedy na chovateli, aby zvolil správný čas a jedince a zkusil štěstí. Samici je před pářením třeba řádně nakrmit, aby nebyla hladová a v samci tak nespátrovala primárně potravu (Prete F. R., 1999). Ani pak ale ještě není jisté, že se potravou skutečně nestane. A protože v chovu jsou málokdy obě pohlaví ve vyrovnaném počtu a samců je tak může být méně než samic, snažíme se jejich usmrcení předcházet. Jeden samec totiž dokáže oplodnit i více než jednu samicí. Typů, jak uchránit jeho život, je hned několik. Uváděny jsou dva:

První je zároveň také nejčastěji používaný. Spočívá v tom, že chovatel samicí zaměstná krmením a ta si pak samce nevšímá a nechá ho dělat, co je třeba. Tento způsob obvykle dobře funguje, ale vzhledem k tomu, že samotné páření trvá i 16 hodin (Kovařík, 2000), není možné samicí krmit nepřetržitě a vzhledem k lidským potřebám ani nepřetržitě hlídat. Nicméně alespoň průběžně můžeme samicí dávat cvrčky, pokud je přijímá. Také při prvním kontaktu se samcem je to užitečné. Pokud totiž samice není připravena na páření, ale

je zaměstnána potravou, samec ji spíše překvapí, protože si ho příliš nevšímá. Ona pak zahodí potravu a stává se do výhružného postoje. Pravděpodobnost napadení je tak menší, než když si samce všímá hned od začátku.

Obrázek 25 – *Polyspilota griffinii* – samice zaměstnaná požíváním potravy při páření (foto: Karolína Hamzová)



Druhý způsob vychází z fyziologie této skupiny živočichů. Kudlanky, stejně jako ostatní hmyz, jsou neaktivnější, když jsou vyhřáté. Naopak mají-li nízkou teplotu, jsou pomalé, neaktivní, jako by „usínaly“. Samce tedy umístíme do vyhřáté krabičky pod zdroj tepla. Samici naopak na velmi krátkou chvíli zchladíme. Když je pak dáme k sobě, samec je rychlý a velmi aktivní, naopak krátkodobě podchlazená samice je pomalá a nestihne tak samce napadnout, pokud by páření odmítala a on pak může včas uletět. Riskantní na této metodě je, že samice se v průběhu páření postupně zahřeje a může tedy samce napadnout později. Kromě toho ji nesmíme podchladiť příliš. Většina kudlanek nesnáší nízké teploty nijak dobře, je tedy nezbytné předejít přílišnému podchlazení, které může v důsledku znamenat smrt. Podobná metoda je také využívána ke sladění dospívání samců a samic. Samci totiž často dosáhnou dospělosti dříve než jejich protějšky a protože mají kratší život, může se stát, že se samic ani nedožijí. V tomto případě se tedy naopak mírně podchlazují samci. Dosáhneme toho tak, že je umístíme na klidné místo s nižší pokojovou teplotou, nebo i mírně pod ní a snížíme krmnou dávku. Rosíme i nadále. Tímto způsobem se sníží samcův

metabolismus a ten tak vydrží o něco déle naživu. Obdobný způsobem lze prodloužit život i samicím. V podstatě je tato metoda aplikovatelná na veškerý hmyz. Udržováním teploty okolo nižší, ale pro daný druh stále přirozené, hranice a nižším přidělem krmiva lze prodloužit jejich život.

3.1.5 Druhy použité ve vlastním experimentu

Sphodromantis gastrica (Stal, 1858)

(African mantis, Common Green Mantid, kudlanka dravá)

3.1.5.1.1 Vzhled

Tento druh se vzhledem řadí k typickým kudlankám (Bruins, 2001). Má trojúhelníkovou hlavu s velikýma očima a dlouhými nitkovitými tykadly. Nechybí ani protažená hlavohruď a zadeček krytý křídly. Zbarvení u mladých jedinců se pohybuje v odstínech hnědé a zelené barvy. Dospělci jsou pak zelení, hnědí, nebo žlutozelení. Barva je u tohoto druhu jednolitá a bez kresby. Jedinou výjimkou jsou malá bílá oka na vnějších křídlech, která jsou, více či méně viditelně, černě ohraničena (Bruins, 2001). Na křídlech není znát síťování, ale mohou se zdát mírně tečkovaná (jakoby zrnitá). Zoubkování na lapavých nohou bývá žlutě lemováno. Kudlanky rodu *Sphodromantis* patří mezi ty největší. Některé druhy dorůstají i více než 10 cm. Konkrétně *Sphodromantis gastrica* mívají do 8 cm (Kovařík, 2000), pokud jde o samici, samci pak mívají o něco méně.

Obrázek 26 – *Sphodromantis gastrica* adultní jedinec (foto: vlastní)



3.1.5.1.2 Původ

Kudlanky *Sphodromantis gastrica* pochází z Afriky, konkrétně bychom je našli hlavně v její západní části jižně od Sahary (Bruins, 2001). Biotop si tyto kudlanky vybírají spíše sušší, ale neměl by v něm chybět nějaký ten keř, či strom, v jejichž listech by se kudlanka mohla skrýt.

3.1.5.1.3 Způsob života

Tyto kudlanky patří k nejdravějším druhům. Podle toho také dostali český název kudlanka dravá. Jsou to nebojácní a vždy hladový lovci. Jako všechny kudlanky, i *Sphodromantis gastrica* většinou číhají skryty v podrostu, se kterým díky svému zbarvení

snadno splynou a loví neopatrnou kořist, která se k nim příliš přiblíží. Nicméně tato zvířata umí být při lovu i velmi aktivní a mají-li hlad, neváhají potravu i aktivně vyhledávat. Pokud na sebe narazí dvě kudlanky tohoto druhu, setkání se obvykle pro menší z nich stává fatální. Výjimka samozřejmě nastává v případě páření, ale ani zde si menší samec nemůže být vždy jistý. Pokud samice není připravena na páření, v lepším případě samce jen odežene, v horším uloví. Při setkání s predátorem se *Sphodromantis* staví do výhružného postoje s roztaženými křídly a lapavýma nohama, zpravidla také ukazuje červený vnitřek tlamy. Pokud se dravec příliš přiblíží, neváhá ho kudlanka napadnout, nebo alespoň postrašit fingovaným výpadem (Prete F. R., 1999).

3.1.5.1.4 Chov

Sphodromantis gastrica je jedna z nejčastěji chovaných kudlanek. Je atraktivní svou velikostí, svěží zelenou barvou a nenáročností.

Pro tento druh je třeba zařídit větší chovnou nádrž vzhledem k jeho velikosti. Teplota postačí i pokojová, ale přirozená teplota je pro ně asi 26 – 30 °C. Vlhkost se udržuje spíše nižší. Terárium se rosí asi dvakrát až třikrát týdně, podle velikosti, substrátu, větrání, zkrátka podle toho, jak je chovná nádrž schopná držet vlhkost.

Přihlédneme-li k dravosti *Sphodromantis gastrica*, je vhodné před pářením samici hodně nakrmit. Pokud jsou oba jedinci v páru připraveni na páření, probíhá obvykle v poklidu. Ověřenou strategií u tohoto druhu je výše popsané krmení samice před a během pářicího aktu. Ta si pak samce tolik nevšímá a on je tím též pozitivně stimulován k aktu. Po úspěšném páření klade samice několik, zpravidla dvě až tři, kulovitých ooték plných vajíček. Může jich být ale i více, až osm (Kovařík, 2000), větší množství nymf se však líhne z prvních. Mláďat od jedné samice může být 70 – 400 ks (Bruins, 2001). Tyto kudlanky jsou však dravé a agresivní již od mládí, je tedy třeba je dobře krmit a co nejdříve je rozdělit, neboť se poměrně záhy po vylíhnutí začínají navzájem požírat. Tato dravost má ale i světlou stránku. Díky ní obvykle nebývá velký problém s rozkrmením mláďat.

Obrázek 27 – Ootéka *Sphodromantis gastrica* (foto: vlastní)



Obrázek 28 – *Sphodromantis gastrica* hnědá nymfa (foto: vlastní)



3.1.5.2 *Polyspilota griffinii* Giglio-Tos, 1911

(Griffin Mantis)

3.1.5.2.1 Vzhled

Vzhledem je kudlanka *Polyspilota griffinii* typickým zástupcem své čeledi. Má trojúhelníkovou hlavu, protaženou hlavohruď a křídla bez zvláštních výčnělků. Zbarvení je u mladých jedinců hnědé, zelené, popřípadě hnědozelené, nebo tmavě hnědé s žlhaním i bez něho. V dospělosti jsou samci těchto kudlanek buď hnědí, nebo mají zeleno hnědé zbarvení typické pro tento rod. To znamená, že mají zelené končetiny, hnědou hlavohruď a křídla, která ale mají zelený postranní proužek. Samice bývají obvykle celé hnědé. Součástí zbarvení tohoto druhu je také síťování na křídlech. Dále jsou pro tento rod typické černé flíčky na vnitřní straně femuru lapavých nohou a bílé na křídlech (Kovařík, 2000). Slouží k zavražďování predátorů, neboť při roztažení křídel i lapavých nohou ve výhrůžném postoji imitují oči mnohem většího zvířete. Zpravidla se u nich také vyskytují tyrkysově zbarvené vnitřní strany kyčlí lapavých nohou. Kudlanky *Polyspilota griffinii* nepatří mezi nejmenší druhy. Samice dorůstají velikosti okolo 8 cm, samci pak o něco méně.

Obrázek 29 – *Polyspilota griffinii* dospělý samec se zeleným pruhem na křídlech (foto: vlastní)



3.1.5.2.2 Původ

Domovinou této kudlanky je Africký kontinent, konkrétně pak jeho západní část. Zejména se jedná o státy Gabun a Kamerun. Zde žijí na stromech v řídcce zarostlých oblastech, vystavených slunci (Heyber A., cit. 6. 2. 2015).

3.1.5.2.3 Způsob života

Polyspilota griffinii jsou denní lovci. Patří rovněž k velmi dravým a agresivním kudlankám. Většinou vyčkávají na svou kořist kryty maskovacím zbarvením, ale je-li to třeba, nijak neváhají se za kořistí vydat. Dojde-li k napadení predátorem, staví se kudlanka do výhružného postoje. Vztyčí se na kráčivých nohách, roztáhne křídla, čímž odkryje tmavší spodní pár a ukáže bílá oka, a roztáhne lapavé nohy tak, aby byla vidět jejich vnitřní strana. K tomu většinou rozevírají i čelisti, jejichž vnitřek je jasně červený. Snaží se tak protivníka přesvědčit, že jsou mnohem větší a nebezpečnější, než se zdá. Neváhají se tímto způsobem postavit ani o mnoho větším soupeřům (Prete F. R., 1999).

3.1.5.2.4 Chov

Polyspilota griffinii je poměrně velký druh kudlanky, je tedy třeba to mít na paměti při výběru chovné nádoby. Stejně jako v případě ostatních kudlanek je nezbytné, aby byla nádrž minimálně dvojnásobně vysoká oproti délce kudlanky. Šířka a hloubka se pak volí taková, aby mělo zvíře možnost volně se otáčet. Teplota stačí i pokojová okolo 22°C, ale bližší jejich přírodním podmínkám by byla cca 25 – 35 °C. Vlhkost postačí nižší 50 – 60%, jen u mladých nymf by měla být vyšší. Jedince tohoto druhu se nedoporučuje chovat pospolitě v jedné chovné nádrži. Patří mezi dravější kudlanky a snadno tak dochází ke vzájemnému napadání. V jednom teráriu lze chovat pouze mladé jedince (asi do L5), ale i ty je třeba vydatně krmit (Heyber A., cit. 6. 2. 2015). Také pokoušíme-li se o páření, je dobré samici hodně nakrmit. Samec je o něco menší a subtilnější, mohl by tedy snadno padnout za oběť dravější silnější samici. Tento druh plodí poměrně mnoho mladých, 100 ks i více. Je to však na úkor jejich odolnosti. Druhy jako *Phyllocrania paradoxa*, které plodí poloviční i třetinové množství mláďat oproti těmto, mají nymfy o hodně odolnější a většinou jich také větší procento přežívá. Pokud jsou ale včas odděleny a je jim dopřána řádná péče, je obvykle chov *Polyspilota griffinii* i tak úspěšný.

3.1.5.3 *Phyllocrania paradoxa* Burmeister, 1838

(Ghost mantis)

Kudlanky druhu *Phyllocrania paradoxa* se v poslední době čím dál častěji stávají terčem zájmu mnohých chovatelů. Důvodem jistě bude především jejich atraktivní vzhled, dále pak nenáročnost v chovu a jsou také překvapivě odolné.

3.1.5.3.1 Vzhled

Kudlanky *Phyllocrania paradoxa* připomínají vzhledem suchý list. Toto maskování je velmi přesvědčivé, neboť se u nich kromě barvy mrtvého listí vyvinuly i různé tělní výčnělky a laloky. Tento druh kryptického zbarvení je nazýván fytoimíze (Komárek, 2000). Hlava není trojúhelníková, jako u většiny druhů, ale je spíše protáhlého tvaru. Z týlu těmto kudlankám vybíhá dlouhý výčnělek (Bruins, 2001). U samic je téměř přímý, zatímco samčí je více pokřivený. Hlavohruď představuje kosočtvercový štít s vroubkovaným okrajem, u samic širší než u samců. Celé tělo je pak zakončeno zadečkem s různým počtem článků, v závislosti na pohlaví. Ten kryjí dva páry průhledných křídel s kresbou, která je též u samců a samic různá. Spodní křídla jsou pravděpodobně pestřejší, jsou však k vidění pouze výjimečně.

Celkově nevynikají zvláštní pestrostí. Škála odstínů je u nich sice poměrně široká, nicméně barvy jsou spíše matné a nevýrazné, neboť i v tomto ohledu kudlanky napodobují uschlé listy. *Phyllocrania paradoxa* je tak možné vidět v zelené, olivově zelené, béžové, hnědé, ale i téměř černé barvě.

Větší samice dorůstají okolo 5 cm, podobně jako samci (Bruins, 2001), jsou však o mnoho mohutnější.

Obrázek 30 – Zelená nymfa *Phyllocrania paradoxa* (foto: vlastní)



3.1.5.3.2 Výskyt

Domovinou tohoto druhu kudlanky je africký kontinent. Konkrétně se jedná o jeho východní část jižně od Somálského poloostrova a Madagaskar. Některé zdroje však uvádí, že obývají celou Afriku jižně od Sahary (Bischoff, 2001). Úkryt vyhledávají zejména v keřích, a to jak v souvislém podrostu, tak v otevřené krajině (Bruins, 2001).

3.1.5.3.3 Způsob života

Stejně jako u většiny kudlanek i zde se jedná o živočicha s převážně denní aktivitou. Jsou to výhradně masožravci, jako ostatní příslušníci řádu Mantodea. Kudlanky *Phyllocrania paradoxa* však vykazují v některých ohledech zcela specifické chování. Například nejsou příliš aktivními lovci. Pokud nejsou skutečně velmi hladové, obvykle čekají někde, kde snadno splynou s okolím, než přijde kořist až k nim. Obecně by se dalo říct, že pokud nejsou rušeny, omezují se pouze na houpavý pohyb, kterým napodobují list ve větru. Toto chování má nepochybně spojitost s jejich dokonalým maskováním. Zatím co při strnulém čekání, či pohupování ve vegetaci jsou téměř neviditelné, při pohybu riskují odhalení a ulovení

predátorem. Tomuto závěru nahrává i fakt, že cítí-li se *Phyllocrania* ohrožena, nestaví se hned do výhrůžného postoje, jak je to u kudlanek běžné, ale přitáhne končetiny k tělu, pustí se větvičky, které se drží a spadne na zem, jako uschlý list. Jedná se tedy o formu thanatózy (Prete F. R., 1999). Skrývá se tedy až do poslední možné chvíle a teprve je-li to nevyhnutelné, odhalí se při výhrůžce, či útoku. Samotná agrese je u tohoto druhu tedy poměrně vzácná, a to jak vůči predátorům, tak i v rámci vlastního druhu. Pokud má *Phyllocrania* dostatek potravy, ostatní jedince svého druhu spíše ignoruje.

Obrázek 31 – Nymfa *Phyllocrania paradoxa* – thanatóza (leží na zádech a předstírá smrt) (foto: vlastní)



3.1.5.3.4 Chov

Kudlanky druhu *Phyllocrania paradoxa* chováme v nádrži odpovídající velikosti. Minimální výška ubikace pro dospělého jedince by měla být více než dvojnásobná oproti jeho délce. Tento parametr je nutné dodržet, aby mohl správně proběhnout svlek. Jako vhodná nádrž se například osvědčila zavařovací sklenice o objemu 5l se zátkou z pletiva, či prodyšné látky. Pro mladé jedince je vhodné zařídit menší ubikace, neboť díky svému skrytému stylu života se neradi vydávají daleko za potravou. Dno je třeba opatřit materiálem, který v sobě

uchovává vlhkost. Jako velmi užitečné se ukázalo také využití sítě, nebo síťoviny umístěné na stropu nádrže.

Doporučená teplota pro chov se pohybuje okolo 25 °C až 30 °C (Bruins, 2001), ale vyhovující je i pokojová teplota. Postřikování rozprašovačem, pro udržení vzdušné vlhkosti se provádí asi jednou za dva až tři dny.

Phyllocrania paradoxa lze krmit všemi přiměřeně velkými druhy hmyzu. Obvykle se používají cvrčci *Grillus assimilis* nebo *Acheta domestica*, švábi, smýkaný hmyz a pro nymfy jsou vhodné i octomilky rodu *Drosophila*. Řada zdrojů uvádí, že kudlanky *Phyllocrania paradoxa* často špatně přijímají potravu (Bruins, 2001), zejména nelétavý hmyz, který se drží u dna. Z vlastní zkušenosti můžu říct, že to není zcela pravdivé tvrzení. Tyto kudlanky přijímají potravu dobře, jen k nim musí pokud možno sama dojít. K tomu dobře poslouží, když chovnou nádobu po vložení krmného hmyzu na pár minut položíme do horizontální polohy. Potrava dojde ke kudlankám, ty si jí snadno všimnou a zbytek už obvykle sloví sami i po navrácení nádoby do vertikální polohy. Mnoho zdrojů také uvádí, že je pro tyto kudlanky vhodnější drobnější kořist. Kudlanky, které jsem chovala, si však bez problémů poradily i s větší kořistí a to dokonce lépe, nežli řada dravějších a agresivnějších druhů.

Phyllocrania paradoxa je tedy klidná, neagresivní a relativně nenáročná kudlanka. Vzhledem k tomu, že se jedinci tohoto druhu většinou vzájemně moc nenapadají, nebývá v tomto směru problém ani při páření. Je-li páření úspěšné, zplodí jedna samice okolo 50 ks mladých. Ty jsou poměrně odolné a většinou dobře přežívají. Rostou spíše pomaleji a také déle žijí než jiné rychle rostoucí druhy.

Obrázek 32 – *Phyllocrania paradoxa* nymfa (foto: vlastní)



3.2 Význam zbarvení v živočišné říši

Téměř každý druh zvířete má své vlastní specifické zbarvení. Odlišuje ho od jiných druhů, ve většině případů dokonce v rámci jednoho druhu, například od opačného pohlaví, ale i jedinec od jedince. V tomto případě může sloužit k jejich rozeznávání. Z toho vyplývá, že se jedná o jakýsi druh komunikace. Ta probíhá jak v rámci jednoho druhu (mezi jednotlivými členy stáda, mezi partnery), tak i mezidruhově. Zbarvení totiž odlišujeme sémantiické (= sdělovací) a kryptické (schovávací). Typickým případem mezidruhové komunikace je tzv. aposematismus. Je to jev, při kterém dává obvykle jedovatý živočich svým výrazným zbarvením (například střídání žlutých a černých pruhů) znamení o své nebezpečnosti potencionálnímu predátorovi. Tímto způsobem se snaží předejít konfrontaci, která by mohla dopadnout špatně pro oba aktéry. Z jiných výzkumů však vyplývá, že toto výhruzné zbarvení bylo původní spíše u méně jedovatých druhů. Pokud totiž predátor pozře prudce jedovatou kořist a v důsledku toho uhynie, nebude mít již možnost se z této chyby poučit. Jakou měla jeho kořist barvu, bude tedy v tomto případě zcela nepodstatné. Pokud ji však dravec pozře a bude mu „pouze“ špatně, může si pro příště zapamatovat, že takto zbarvená kořist není k jídlu. Pokud budeme vycházet z této myšlenky, je aposematické zbarvení u prudce jedovatých druhů vlastně napodobování druhů méně jedovatých, podobně jako je tomu v případě batesovy mimeze, která je zmíněna níže v textu. Tento jev je nazýván mertensovo mimikry, aposematické zbarvení obecně pak jako müllerovo mimikry.

V jiných případech, může zbarvení sloužit ke zcela opačnému účelu. To je, nebýt viděn, skrýt se (krypse). Živočichové se obvykle snaží napodobit různé rostliny (fytomiméze), či povrchy (allomiméze).. Význam slova mimeze je napodobování, z řeckého výrazu mimésis. Organismus, který je jiným napodobován, je označován jako vzor, či předloha. Ten, který napodobuje je mimetik. Jak již bylo řečeno, mimetik může imitovat rostliny, či horniny, spadá sem ale i nápodoba jiných živočichů (zoomiméze). Zpravidla takto neškodní živočichové napodobují výhruzné (aposematické) zbarvení živočichů jedovatých. Tomuto jevu se říká batesovo mimikry (Batesovská, batesiánská mimeze), podle H. W. Batese. Obdobný jev bychom našli u kudlanky *Tarachodes afzelii* (Stål, 1871). Její nymfy svou morfologií napodobují mravence, čímž v důsledku dochází k zajímavému paradoxu. Zatímco mladí jedinci jsou mravenci nepřímou ochranou, dospělci se jimi živí (Prete F. R., 1999).

Řekne-li se však mimikry, obvykle si vybavíme právě fytomimézi. Je typická spíše pro nižší živočichy, jako jsou členovci nebo plazi, našli bychom ji však i u jiných skupin. Zvířata zpravidla nenapodobují rostlinu celou, nýbrž pouze její části (listy, květy). Tato podobnost

může mít různou intenzitu. Protože předmětem našeho zájmu jsou především kudlanky, vztáhneme tuto problematiku na ně. Zatímco většina kudlanek z čeledi Mantidae s typickým kudlančím vzezřením, napodobuje rostliny pouze barvou, například kudlanky z čeledi Hymenopodidae dosáhly v mizezi daleko větší dokonalosti. Klasickými případy mohou být *Phyllocrania paradoxa*, které dokonale napodobují suchý list svým tvarem, barvou i kresbou nebo *Hymenopus coronatus*, které jsou k nerozeznání od květů orchidejí.

Obrázek 33 – Mladá *Phyllocrania paradoxa* maskovaná v listí (foto: vlastní)



Obrázek 34 - *Hymenopus coronatus* splývá s květy (převzaté z carnivoraforum.com)



Takto dokonalá nápodoba je označována jako hypertelie (= přescílie). Dále se u kryptických zbarvení rozeznává, zda slouží ke skrytí kořisti před predátorem, či naopak predátora před pozornou kořistí. V první případ je označován jako zbarvení prokryptické, druhé jako antikryptické (Komárek, 2000). Obecné označení pro exteriér, který přináší svému nositeli nějakou výhodu a v důsledku větší reprodukční úspěchy (v Darwinovském výkladu), je adaptivní zbarvení (Komárek, 2002).

3.2.1 Výzkum v oblasti mimeze

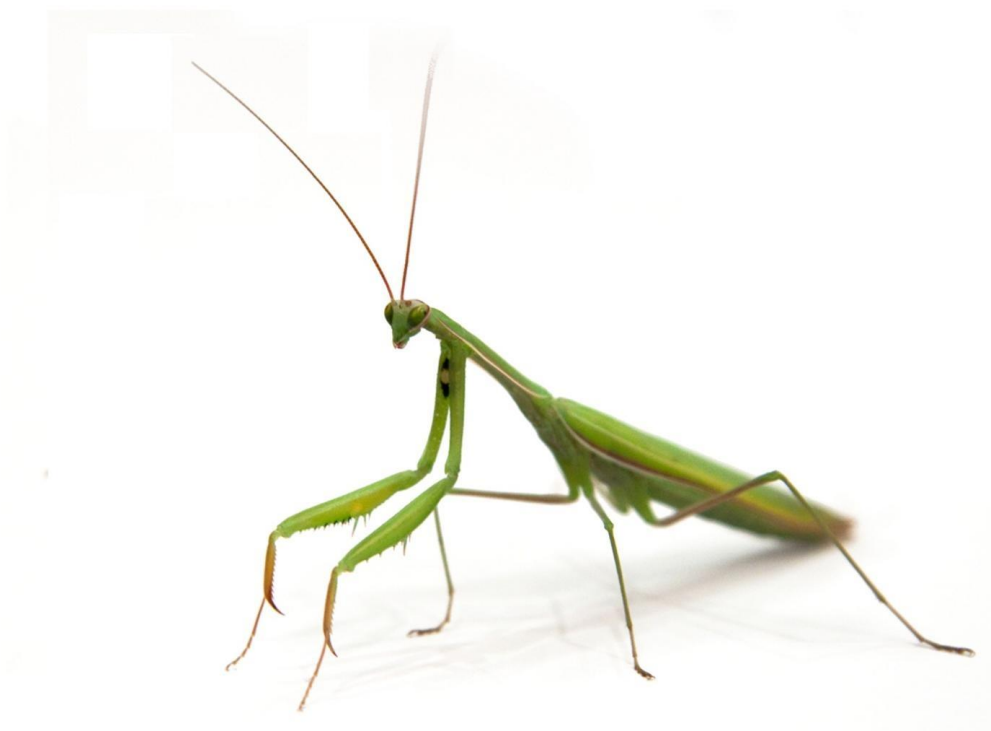
Mimeze fascinovala lidi již odedávna. První zmínka pochází již z dob antických a to konkrétně od Aristotela. Pojem mimikry byl pak poprvé použit až v roce 1817 Kirbym a Spencem. Skutečně se však problematikou adaptivních zbarvení začali zabývat až Ch. Darwin a A. R. Wallace. Zkoumali jak kryptická, tak aposematické zbarvení. Po nich následovalo mnoho dalších. Jako příklady lze uvést Poultona, H. W. Batese, F. Müllera, E. G. Peckhamovou, Hingstona a mnoho dalších (Komárek, 2000).

I dnes probíhá řada pokusů. Někteří vědci se například zabývali více zmíněnými kudlankami *Hymenopus coronatus*. Předmětem bádání byla zjistit, zda se u nich jedná o prokryptickou či anticryptickou mimézi. Výsledky ukázaly, že se jedná spíše o predační přizpůsobení, než krycí (O'Hanlon et al. 2013; 2014; 2014a; 2014b). Citovaní autoři dále zjistili, že při změně tvaru těla přesunem nebo odstraněním některých lalůček neklesá atraktivita kudlanek pro opylovače, což vysvětlili při pozorování v UV světle (jak by je viděla

jejich kořist). Barva kudlanek (UV absorbující bílá) vykazuje totiž stejné znaky, jako barva rostlin. Terénní průzkumy pak dokonce ukázaly, že jsou tito dravci pro opylovače atraktivnější (navštěvovali je více) než květy samotné. Tento fakt by mohl vysvětlovat jiný pokus, který prokázal, že juvenilní jedinci tohoto druhu produkují látky obsažené v komunikačních feromonech některých opylovačů (Takafum et al., 2014).

Nicméně tématem této práce je barvoměna a její závislost na prostředí. Barvoměnou a preferencemi prostředí v přirozených i umělých podmínkách u kudlanek *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) se zabývali Battiston et Fontana (2010). Pozorování se odehrávalo na severu Itálie, kde se tyto kudlanky hojně vyskytují v období od srpna do října. Výzkumníci nejprve vyhledali a označili v terénu potřebný počet dospělých zvířat, část jich potom odchytili a zkoumali v zajetí. Zaznamenávala se barva, pohlaví, teploty, místo pozorování a doba. Ukázalo se, že na začátku experimentu převládaly kudlanky s hnědým zbarvením, na konci pak naopak ty zelené. Tento vývoj byl zaznamenán u obou pohlaví. Barva prostředí, zdá se, neměla na tyto barevné změny vliv. U zvířat, která byla držena v umělých podmínkách, byl trend podobný. Barvoměna však probíhala pomalu a nebyla úplná. Kudlanky zůstávaly v tomto případě zelenohnědé (některé části těla hnědé, některé zelené). Ani v tomto případě se vliv barvy prostředí na barvu kudlanek nepotvrdil. Nakonec byl učiněn závěr, podle něhož je barvoměna těchto kudlanek způsobena spíše teplotou a délkou světelného dne, než prostředím, či pohlavím.

Obrázek 35 – *Mantis religiosa* (převzato z www.homeo.su)



Dalším zajímavým výzkumem z oblasti barvoměny v závislosti na prostředí je zkoumání motýla zvaného drsnokřídlec březový - *Biston betularius* (Linnaeus, 1758). Tohoto výzkumu se účastnili i čeští vědci. Drsnokřídlec byl původně světle zbarvený motýl z čeledi píďalkovitých, který obývá Evropu a Velkou Británii. Jeho křídla, která mají černé žíhání, dokonale splývala s lišejníky, kterými byly dříve hojně porostlé kmeny stromů. Kromě této barevné formy však v menší míře existovala i forma melanická, tedy celočerná. Ta však nesplývala tak dobře se světlým lišejníkovým podkladem a stávala se tak snadnou kořistí predátorů. V průběhu průmyslové revoluce (18. – 19. stol.) ale došlo ke značnému znečištění ovzduší, v důsledku čehož dříve hojně lišejníky začaly vymírat. Odhalily tak tmavou kůru stromů a výhoda kryptického zbarvení se rázem otočila ve prospěch melanických forem, stejně jako procentické zastoupení v populaci. V 60. letech minulého století začala Velká Británie svoje ovzduší před znečištěním chránit. To vedlo k opětovnému návratu světlých forem motýla (Turner, 2008). Nakonec bylo pokusně prokázáno, že si i sami motýli vybírají podklad, na který sedají, a snaží se tak vyhnout predaci i když měl tento pokus mnoho nedostatků (Coyn, 1998). Tato barevná změna zvaná melanismus je zapříčiněna geneticky, dominantní alelou (van't Hof et al., 2011).

Obrázek 36 – *Biston betularius* (převzato z ferrarienrico.wix.com)



Hypotéza navržená v této práci byla formulována se znalostí výše uvedených skutečností a předpokládala, že kudlanky dokážou v relativně krátkém čase života jedince přizpůsobit své zbarvení barvě prostředí, ve kterém žijí a která je obklopuje.

4 Metodika

Experiment prováděný na kudlankách třech druhů trval okolo půl roku a měl za cíl zjistit, zda má barva okolí nějaký vliv na změny barvy u těchto živočichů. Barvoměna během dospívání je totiž u kudlanek zcela běžným jevem, jehož příčina není zcela známa (Battiston et Fontana, 2010). Kudlanky byly během pokusu chovány buď v krabičkách obarvených na zeleno, nebo na hnědo a byly při tom pozorovány, aby bylo možno hodnotit, zda se barevně přizpůsobují svému prostředí. Každý zkoumaný druh tvořil jednu samostatnou pokusnou skupinu rozdělenou na půlky, podle barvy krabičky, v níž byly umístěn. Potencionální barvoměna byla zkoumána u jedné skupiny na mladých jedincích (*Phyllocrania paradoxa*), u druhé na starších (*Sphodromantis gastrica*). Doplněna byla třetí menší skupinou mladších (*Polyspilota griffinii*). Všechny tři skupiny měly stejné podmínky chovu. Po umístění do příslušných krabiček bylo každé kudlance přiděleno číslo sloužící k její identifikaci. V pokusu setrvaly do jeho ukončení, či do uhynutí. Pravidelným pozorováním byly shromážděny informace o průběhu pokusu a jeho výsledcích. Ty byly statisticky zváženy a porovnány. Konečný výsledek zkoumání byl pak srovnán s hypotézou, kterou měl potvrdit, či vyvrátit.

4.1 Krabičky

Jako ubikace pro studované kudlanky byly použity krabičky tvaru kvádrů z čirého plastu. Pro nejmenší kudlanky posloužily malé krabičky o rozměrech 108 x 83 x 50 mm (délka x šířka x hloubka) a objemu 250 ml, pro větší pak velké o objemu 1000 ml a rozměrech 190 x 142 x 50 mm. Aby splňovali biologické požadavky daných druhů, bylo třeba je dále upravit. Prvně bylo třeba vytvořit otvory, aby do krabiček pronikal vzduch. Jejich velikost musela být přizpůsobena nejen velikosti kudlanek, ale hlavně jejich potravy, aby nedocházelo k jejím útěkům. Průduchy byly umístěny na bocích krabičky. Protože jejich stěny jsou plastové, nejsnadněji se vytvářely vytavením rozžhaveným drátkem. Ve výsledku tvořily dvě řady otvorů. Ukázalo se, že tyto díry jsou velmi užitečné, protože kromě propouštění vzduchu a regulace vlhkosti posloužily také jako opora tyček, které byly následně umístěny do krabiček. V každé krabičce se nacházely dvě a to zhruba ve výšce jedné poloviny a dvou třetin celkové výšky. Obě buď vodorovně, nebo jedna vodorovně a jedna diagonálně. Tato „bidýlka“ slouží hlavně jako opora při svlékání kutikuly. Kromě nich byl interiér vybaven navíc síťkou přichycenou ke stropu ubikace. K tomuto účelu dobře posloužil kousek protihmyzí sítě do oken. K uchycení postačily spony ze sešívačky. Jeho úkol byl podobný jako u tyček, díky svému umístění, ale vytvářela také chráněné místo, kde se mohly kudlanky

skrýt například před cvrčky a v klidu přijímat potravu. U nejdrobnějších kudlanek nesměly v krabičkách chybět kuličky ze savého papíru napuštěné vodou, kvůli udržení vlhkosti a příjmu vody. Nymfy jsou k vysychání náchylnější, než dospělci.

Aby krabičky tvořily vhodné barevné prostředí, byly natřeny z vnější strany barvou. Čistě zůstalo pouze víko (celá jedna stěna), kterým dovnitř pronikalo světlo. Jako barvu jsem zvolila PU Akrylátový lak značky Hornbach v barvě ořechově hnědá (RAL 8011) a listově zelená (RAL 6002). Vybrala jsem ten nejšetnější, který se dal koupit (vhodný i jako nátěr dětských hraček), aby se předešlo kontaminaci chovných nádrží látkami, které by kudlankám mohly ublížit. Lak je zároveň vodě odolný, což je velmi užitečná vlastnost, vezmeme-li v potaz, že jsou krabičky pravidelně roseny. Aplikaci jsme provedli na čerstvém vzduchu, aby případné nežádoucí látky mohly volně odtékat. Tamtéž také nabarvené krabičky schly. Po zaschnutí už zbývalo jen zkontrolovat průchodnost větracích otvorů a případně je obnovit pro správnou funkci.

Obrázek 37 – Spodní strana krabiček (foto: vlastní)



Obrázek 38 – Vnitřek krabiček (foto: vlastní)



4.2 Materiál

Vlastnosti barvoměny byly zkoumány na třech výše popsanych druzích kudlanek. Všechny tři mají v přírodních podmínkách dokonalou schopnost splynout se svým přirozeným prostředím. Dva druhy, *Sphodromantis gastrica* a *Polyspilota griffinii*, morfologií ani způsobem života nijak nevybočují z typického vzhledu a chování tohoto podřádu. Zbarvení se u nich vyskytuje ve škále odstínů zelené a hnědé barvy. Jen u *Polyspilota griffinii* mají adultní samci jednotnou hnědou barvu se zelenými znaky. Nicméně v průběhu juvenilní části života může být barva různá. Třetí druh *Phyllocrania paradoxa* se svou morfologií poněkud liší. Jejího tělo je dokonale přizpůsobeno k maskování v listech. Samy kudlanky svým zevněškem list připomínají, a to nejen kresbou, ale i různými výrůstky a žilkováním. Je u nich tedy silný předpoklad, že by se měly snažit splynout s okolím i barvou. I u *Phyllocrania paradoxa* se zbarvení pohybuje v odstínech hnědé (od pískové po téměř černou)

a zelené, ta je ale méně svěží než u prvních dvou jmenovaných druhů. Všechny kudlanky v pokusu pocházely od jedné chovatelky, měly tedy srovnatelné podmínky již od počátku. V průběhu experimentu byly drženy ve stejné místnosti při pokojové teplotě, tedy mezi 22 °C a 24 °C. Délka světelného dne nebyla regulována, z čehož vyplývá, že odpovídala reálným hodnotám tohoto parametru v té době (rozmezí dat trvání experimentu je uvedeno níže). Krmeny i roseny byly ve stejnou dobu, průměrně asi každý třetí den. V dospělosti pak bylo krmení méně časté při stejné intenzitě rosení. Kontrolním ukazatelem kondice byla šířka abdomenu, podle ní bylo možno krmnou dávku upravit. Také druhové zastoupení potravy bylo pro všechny stejné. Z velké části převládali v krmné dávce cvrčci příslušné velikosti. Nejdrobnějším jedincům (L1/L2) byla potrava zpestřována octomilkami rodu *Drosophila*. Osvěžením dávky pro větší kudlanky bylo občasné podání nachytaných divokých sarančí.

Pokusná skupina 1 – *Sphodromantis gastrica* vstoupila do pokusu 1. 8. 2014. To znamená, že toho dne byly vloženy do obarvených krabiček. Jednalo se o 26 jedinců, jejichž stáří se průměrně pohybovalo okolo L7 až L8. V pokusu setrvaly až do své smrti. Třináct jedinců bylo umístěno do hnědých a třináct do zelených krabiček. Zastoupení jednotlivých zbarvení při vkládání bylo voleno tak, aby mělo opačný trend, než byla barva krabičky. Chybět nesměly ale ani případy zbarvení shodného s krabičkou. V hnědých krabičkách bylo deset kusů zelených kudlanek, dvě hnědé a jedna žlutá (=> nelze určit, zda byl tento jedinec hnědý, či zelený). V zelených krabičkách bylo 7 kusů zelených kudlanek, pět kusů hnědých a jeden žlutý. Celkem tedy bylo na začátku pokusu sedmnáct zelených, sedm hnědých a dvě žluté *Sphodromantis gastrica*. Sedmnáct jedinců bylo samičího pohlaví, devět bylo samců.

Pokusná skupina 2 – *Phyllocrania paradoxa* byla do pokusu zařazena o tři měsíce později 1. 11. 2014. Konec pozorování byl naplánován na 29. 3. 2015. Obsahovala na začátku 28 jedinců. Většina byla ve stáří druhého instaru, s výjimkou dvou, které byly v prvním. Počáteční zbarvení bylo u všech jedinců stejné, a to tmavě hnědé. I v této skupině kudlanek byla zastoupena obě pohlaví a to o hodně vyrovnaněji. Dohromady bylo 15 samic a 13 samců. Rozděleny byly do malých krabiček, čtrnácti zelených a čtrnácti hnědých. V zelených byli samci a samice rozděleni napůl (po sedmi), v hnědých pak bylo osm samic a šest samců. Přehled viz tabulky 3 a 4.

Nicméně při bližším zkoumání jsem si všimla, že někteří jedinci sice nejsou přímo zelení, ale mají alespoň částečně zelenou kresbu, či stínování. A protože to může být snaha zamaskovat se v zeleném prostředí, rozhodla jsem se, že i tyto částečně zelené exempláře vyjmu ze skupiny hnědých a zařadím je mezi zelené. Další postup hodnocení byl pak stejný.

Asociační tabulka a tabulka s výsledky jsou uvedeny v tabulkách 7 a 8 pro původní rozdělení a 9 a 10 pro nové rozdělení.

Pokusná skupina 3 – *Polyspilota griffinii* přišla jako poslední. Tito jedinci byli vloženi do krabiček 8. 11. 2014 a vyhodnoceni též 29. 3. 2015. Tato skupina obsahovala jen 10 kudlanek, slouží tedy spíše jen k doplnění předchozích dvou skupin. Pět bylo vloženo do zeleného prostředí, pět do hnědého. „Hnědá skupina“ zahrnovala tři samice a jednoho samce, zelená pak čtyři samice a jednoho samce. Všechny kudlanky byly na počátku ve stádiu L1 a měli také stejné neurčité juvenilní zbarvení. Většina jich stihla prodělat šest svleků, některé pak i sedm. Zhruba ve druhém až třetím svleku prvně získaly určitější barvu. Některé ji následně znovu změnily.

4.3 Statistické šetření

Aby bylo možno zhodnotit výsledek prováděného pokusu, bylo třeba provést příslušné statistické šetření. Cílem bylo určit, zda se mezi barvou prostředí a zbarvením kudlanky v něm žijící nachází statisticky významná souvislost. Ve výpočtech bylo počítáno se zbarvením kudlanek na konci experimentu a byly prováděny pomocí programu Statistika a Excel.

V prvním šetření u skupiny 1 jsem zvolila pouze slovní vyhodnocení výsledků zkoumání, protože statistika se jevila jako neprůkazná. Kudlanky byly vloženy do příslušných krabiček již starší a do určité barvy vybarvené. Téměř k žádným dalším změnám ve zbarvení již nedošlo. Pokud bych tedy jako v ostatních případech počítala s tím, zda jsou v zelených krabičkách zelené kudlanky a naopak, zjišťovala bych pouze, zda jsem je tam podle daného schématu vložila, což nebylo předmětem šetření.

U pokusné skupiny 2 jsem jako metodu šetření zvolila X^2 test. Nejprve jsem celou skupinu barevně rozdělila pouze na hnědé a zelené kudlanky. Získané informace byly vloženy do excelové tabulky a předloženy statistice. Ta je zpracovala nejprve do asociační tabulky a následně i do tabulky s výslednou silou závislosti. Obě jsou uvedeny níže.

Poslední zkoumanou skupinou byla skupina 3 – *Polyspilota griffinii*. Vyhodnocení závislosti v této skupině proběhlo stejně jako v předchozích dvou. Jediná komplikace nastala u kudlanky G3, jejíž zbarvení je zelenohnědé. Protože však více inklinovala k zelenému zbarvení, zařadila jsem ji jako zelenou. Asociační tabulka pak vyšla ve tvaru, který prozrazuje tabulka 13. Tabulka 14 pak uvádí konkrétní výsledky.

5 Výsledky

Dlouhodobým pozorováním byly získány informace, které byly statisticky zpracovány a poskytly tyto výsledky.

Pokusná skupina 1 – *Sphodromantis gastrica*

V této skupině se nepodařilo získat dostatečný počet pozorování barevných změn, aby bylo možno ho statisticky zpracovat. Ze souhrnných tabulek 1 a 2 vyplývá, že ke změně došlo ve třech případech, ale pouze v jednom z nich barevně odpovídá podkladu. To samo o sobě svědčí o tom, že tyto barevné změny pravděpodobně nejsou vázány na prostředí a vyvrací to tedy původní hypotézu.

Tabulka 1 – pokusná skupina 1, zelené krabičky

Číslo kudlanky	Samec / samice	Zbarvení na začátku sledování	Změna zbarvení	Zbarvení na konci sledování	Stáří na začátku sledování	Úhyn
21	Samice	Zelená	-	Zelená	L7	L7
24	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L7	L8
25	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L7	L7
26	Samice	Zelená	-	Zelená	L7	L9 (Adult)
30	Samec	Zelená	-	Zelená	L8	L9 (Adult)
32	Samice	Zelená	-	Zelená	L7	L10 (Adult)
33	Samec	Hnědá	-	Hnědá	L8	L8
35	Samec	Zelená	-	Zelená	L7	L8
37	Samec	Zelená	-	Zelená	L7	L9 (Adult)
39	Samice	Žlutá	Hnědá (15. 8.)	Hnědá	L8	L10 (Adult)
40	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L6	L9 (Adult)
43	Samice	Hnědá	Žlutá (12. 8.)	Hnědá (15. 8.)	L7	L10 (Adult)
44	Samec	Zelená	-	Zelená	L7	L9 (Adult)

Tabulka 2 – pokusná skupina 1, hnědé krabičky

Číslo kudlanky	Samec / samice	Zbarvení na začátku	Změna zbarvení	Zbarvení na konci	Stáří na začátku sledování	Úhyn
5	Samice	Zelená	-	Zelená	L8	L10 (Adult)
9	Samice	Zelená	-	Zelená	L8	L9 (Adult)
11	Samec	Zelená	-	Zelená	L8	L9 (Adult)
12	Samice	Žlutá	Hnědá (15. 8.)	Hnědá	L8	L10 (Adult)
13	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L7	L9 (Adult)
14	Samice	Zelená	-	Zelená	L7	L9 (Adult)
15	Samec	Zelená	-	Zelená	L7	L7
19	Samice	Zelená	-	Zelená	L8	L10 (Adult)
22	Samice	Zelená	-	Zelená	L8	L9 (Adult)
45	Samice	Zelená	-	Zelená	L7	L10 (Adult)
46	Samec	Zelená	-	Zelená	L8	L9 (Adult)
47	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L7	L9 (Adult)
48	Samec	Zelená	-	Zelená	L7	L8

Pokusná skupina 2 – *Phyllocrania paradoxa*

V tomto případě došlo k barevné změně u všech jedinců, neboť přecházeli z univerzálního juvenilního zbarvení do zbarvení starších jedinců. Ve čtyřech případech pak zvíře změnilo barvu na zelenou. Dvakrát na zeleném a dvakrát na hnědém podkladu, což je shrnuto v tabulkách 3 a 4.

Tabulka 3 – pokusná skupina 2, zelené krabičky

Číslo kudlanky	Samec / samice	Změna zbarvení	Zbarvení na konci (29. 3.)	Stáří na začátku sledování	Stáří na konci sledování (29. 3.)
63	Samice	Zelená (28. 11.)	Zelená	L2	L7
64	Samice	-	Hnědé	L2	L8 (adult)
65	Samice	Zelená (3. 12.)	Zelená	L2	L7
66	Samice	-	Hnědé	L2	L7
67	Samec	-	Hnědé	L2	L8 (adult)
68	Samec	-	Hnědé	L2	L7
69	Samec	-	Hnědé	L2	L2 (2. 11. úhyn)
70	Samec	-	Hnědé	L2	L7
71	Samec	-	Hnědé	L2	L7
72	Samice	-	Hnědé	L2	L7
73	Samec	-	Hnědé	L2	L7
74	Samec	-	Hnědé	L2	L7
75	Samice	-	Hnědé	L2	L2 (2. 11. úhyn)
76	Samice	-	Hnědé	L2	L7

Tabulka 4 – pokusná skupina 2, hnědé krabičky

Číslo kudlanky	Samec / samice	Změna zbarvení	Zbarvení na konci (29. 3.)	Stáří na začátku sledování	Stáří na konci sledování (29. 3.)
49	Samice	-	Hnědé	L2	L7
50	Samec	-	Hnědé	L2	L7
51	Samec	-	Hnědé	L1	L6
52	Samec	-	Hnědé	L2	L7 (11. 3. úhyn)
53	Samice	Zelená 1. 12. (L5)	Zelená	L2	L7
54	Samice	-	Hnědé	L1	L6
55	Samice	-	Hnědé	L2	L7
56	Samice	-	Hnědé	L2	L7
57	Samec	-	Hnědé	L2	L7
58	Samice	-	Hnědé	L2	L7
59	Samice	Zelená 24. 12. (L5)	Zelená	L2	L7
60	Samec	-	Hnědé	L2	L7
61	Samice	-	Hnědé	L2	L7
62	Samec	-	Hnědé	L2	L7

Po bližším průzkumu byla pak alespoň částečně zelená nalezena u dalších 14 jedinců a ve druhém výpočtu byli zařazeni mezi zelené. V tomto případě se nacházelo pět jedinců v zelených krabičkách a devět v hnědých viz tabulky 5 a 6.

Tabulka 5 – Typy zbarvení vyskytujícího se u kudlanek na zeleném pozadí

Zbarvení	Počet výskytů v kusech	Číslo konkrétních jedinců
Plavá se světle hnědou kresbou	3	67; 71; 74;
Zelená	2	63; 65
Hnědá	2	64; 66
Žlutozelená	1	76
Plavá	1	72
Světle hnědá s černohnědou a zelenou kresbou	1	68
Kresba v odstínech hnědé	1	70
Plavá se světle hnědou a zelenou kresbou	1	73

Tabulka 6 – Typy zbarvení vyskytujícího se u kudlanek na hnědém pozadí

Zbarvení	Počet výskytů v kusech	Číslo konkrétních jedinců
Hnědá	3	54; 55; 56
Zelená	2	53; 59
Plavá se světle hnědou a zelenou kresbou	2	50; 62
Plavá s tmavě hnědou a zelenou kresbou	2	51; 57
Světle hnědá s černohnědou a zelenou kresbou	1	60
Tmavě hnědá	1	58
Plavá	1	49
Žlutozelená	1	61

Program Statistika poskytl výstupy s asociační tabulkou a výsledky (viz tabulky 7 a 8 a 9 a 10). Ani v jednom případě však hodnota p (v první výpočtu 1 ve druhém 0,25562) neklesla pod 0,05 (hladina významnosti α) a u obou se tak potvrdila nulová hypotéza (dále jen H_0), která říká, že neexistuje statisticky významná závislost mezi pozorovanými jevy, čili zbarvení kudlanek nebylo odvislé od barvy prostředí.

Tabulka 7 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 2 (základní rozdělení)

Barva kudlanky	2-rozměrná tabulka: Pozorované četnosti (List1 v tab Phyl.) Četnost označených buněk > 10		
	Barva krabičky		
	Zelená krabička	Hnědá krabička	Řádk. součty
Zelená kudlanka	2	2	4
Hnědá kudlanka	12	12	24
Celk.	14	14	28

Tabulka 8 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 2 (základní rozdělení)

Statist.	Statist. : barva kudlanky(2) x barva krabičky(2) (List1 v tab Sph.)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	0,000000	df=1	p=1,0000
M-V chí-kvadr.	0,000000	df=1	p=1,0000
Fí pro tabulky 2 x 2	0,000000		
Tetrachorická korelace	0,000000		
Kontingenční koeficient	0,000000		

Tabulka 9 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 2 (bližší rozdělení)

Barva kudlanky	2-rozměrná tabulka: Pozorované četnosti (List1 v tab Phyl 2) Četnost označených buněk > 10		
	Barva krabičky		
	Zelená krabička	Hnědá krabička	Řádk. součty
zelená kudlanka	5	9	14
Hnědá kudlanka	8	6	14
Celk.	13	15	28

Tabulka 10 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 2 (bližší rozdělení)

Statist.	Statist. : barva kudlanky(2) x barva krabičky(2) (List1 v tab Phyl 2)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	1,292308	df=1	p=,25562
M-V chí-kvadr.	1,302653	df=1	p=,25373
Fí pro tabulky 2 x 2	-,214834		
Tetrachorická korelace	-,331609		
Kontingenční koeficient	,2100420		

Pokusná skupina 3 – *Polyspilota griffinii*

I v tomto případě došlo ke změně u všech jedinců, stejně jako v předchozí skupině. I zde ve dvou případech opakovaně. V zelených krabičkách se na konci experimentu nacházely dvě zelené a jedna zelenohnědá kudlanka. Ve výpočtu byla přiřazena k zeleným, protože zelená na jejím těle převládala. V hnědých krabičkách byl konečný stav podobný. Tři hnědé

ku dvěma zeleným. Statistické výpočty ale ukázaly, že ani zde není statisticky významná závislost mezi barvou krabičky a kudlanky. Výsledky jsou přehledně shrnuty v tabulkách.

Tabulka 11 – Pokusná skupina 3, Zelené krabičky

Označení kudlanky	Samec / samice	1. změna zbarvení	Další změny zbarvení	Zbarvení na konci (29. 3.)	Stáří na konci sledování (29. 3.)
1G	Samice	Zelená	-	Zelená	L7
2G	Samice	Hnědozelená	14. 3. (L7) zelená	Hnědá	L8
3G	Samice	Světle hnědá	14. 3. (L7) zelená	Hnědozelená	L8
4G	Samice	Zelená	-	Zelená	L7
5G	Samec	Hnědá	-	Hnědá	L8

Tabulka 12 – Pokusná skupina 3, Hnědé krabičky

Označení kudlanky	Samec / samice	Změna zbarvení	Další změny zbarvení	Zbarvení na konci (29. 3.)	Stáří na konci sledování (29. 3.)
6G	Samice	Hnědozelená	-	Hnědá	L7
7G	Samice	Hnědá	-	Hnědá	L7
8G	Samec	Hnědá	-	Hnědá	L7
9G	Samice	Zelená	-	Zelená	L8
10G	Samec	Zelená	-	Zelená	L7

Tabulka 13 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 3

Barva kudlanky	2-rozměrná tabulka: Pozorované četnosti (List1 v grif) Četnost označených buněk > 10			
	Barva krabičky			Řádk. součty
	Zelená krabička	Hnědá krabička		
Zelená kudlanka	3	2		5
Hnědá kudlanka	2	3		5
Celk.	5	5		10

Tabulka 14 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 3

Statist.	Statist. : barva kudlanky(2) x Barva krabičky(2) (List1 v grif)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	,4000000	df=1	p=,52709
M-V chí-kvadr.	,4027103	df=1	p=,52569
Fí pro tabulky 2 x 2	,2000000		
Tetrachorická korelace	,3090170		
Kontingenční koeficient	,1961161		

6 Diskuze

Výsledky ukázaly, že hypotéza, která říká, že kudlanky se během svého individuálního vývoje a růstu barevně přizpůsobují barvě okolního prostředí, se nepotvrdila. U všech tří pozorovaných skupin sice vždy alespoň k nějaké změně došlo, ale s výjimkou té poslední převažovaly paradoxně případy, kdy měly kudlanky opačné zbarvení než jejich chovná nádoba. Už to samo o sobě nasvědčuje tomu, že barva prostředí neovlivňuje barvu kudlanky, která v něm žije. U první pozorované skupiny, *Sphodromantis gastrica*, došlo k přebarvení ve třech případech. U všech tří v L8 nebo L9, tedy přibližně ve stejném stáří. V jednom případě se původně hnědá kudlanka zbarvila do žluta, po několika dnech však přešla zpátky do hnědé. Tento případ již vypadal nadějně, neboť žlutá barva je u tohoto druhu v podstatě přechodová, nachází se mezi hnědou a zelenou. Bohužel, vzhledem k tomu, že se tento jedinec nacházel v zelené krabičce, byl jeho návrat k hnědému zbarvení dalším důkazem, že naše původní domněnka byla pravděpodobně mylná. I ostatní dvě žlutavé kudlanky z prvního pozorování dospěly k hnědé barvě. Jedna náležela k hnědé a druhá k zelené polovině. Zdá se, že se tedy skutečně jedná o zbarvení u tohoto druhu přechodné, neboť se ve všech případech změnilo. Ostatní jedinci z prvního pozorování si své počáteční barvy udrželi až do konce.

V případě druhého pozorování sice změnilly barvu všechny kudlanky, ale jen jednou a to při přechodu z juvenilního zbarvení na své konečné. Pokud bychom se zaměřili na striktně zelené zbarvení, našli bychom ho ve čtyřech případech, po dvou v zelených i hnědých krabičkách. Nicméně barva se u tohoto druhu většinou nedá zcela jednoznačně označit jako zcela hnědá, či zcela zelená. Přehodnotila jsem tedy barvy přidělené jednotlivým jedincům a ty, kteří měli na sobě známku zelené, jsem zařadila do zelené skupiny, neboť se mohlo jednat o náznak přestupu od hnědého k zelenému zbarvení. Po tomto zásahu však opět došlo ke stavu, kdy se více zelených jedinců nacházelo v hnědých nádobách, zatímco předpoklad byl opačný. Není tedy divu, že statistický výpočet opět hovořil proti původní teorii. Nicméně při přehodnocování zbarvení kudlanek jsem došla k zajímavému zjištění, že jedinci dospívající v hnědých krabičkách mají obecně tmavší zbarvení a kresbu, oproti zelené polovině. Předpokládala jsem, že je to jen optický klam daný celkově tmavším prostředím hnědých nádob. Po vyjmutí kudlanek na neutrální pozadí to však mohu na základě individuálního posouzení potvrdit. Jinak se ani z pouhého pozorování nezdálo, že by prostředí, ve kterém vyrůstají, tyto kudlanky nějak výrazně ovlivnilo.

Třetí skupina byla sice nejmenší a její výpovědní hodnota byla tedy nejnižší, nicméně jako jediná vykazovala určité znaky toho, že by mohla být prostředím nějak ovlivněna. Například v zelených krabičkách se kromě dvou zelených jedinců nacházel jeden hnědozelený, který ale inklinoval spíše k zelené. Ze zbylých dvou hnědých taktéž pouze jeden byl čistě hnědý. Druhý (G2) bude mít pravděpodobně zelená alespoň křídla. Tuto domněnku nelze potvrdit, neboť v době vyhodnocování nebyly kudlanky ještě dospělé, křídla měly tedy pouze založená, nicméně tyto základy se zelené zdály. Jelikož se jedná o samici, je nepravděpodobné, že by to byly pouze budoucí zelené lemy křídel, které mají samci. V hnědé polovině byl poměr zbarvení více méně vyrovnaný, přikláněl se však přeci jen mír k hnědé formě. Výpočty však ukázaly, že statisticky průkazná souvislost zde není.

Obrázek 39 – Hnědá *Polyspilota griffnii* (G2) se zelenými základy křídel



Pokus tedy testovanou hypotézu nepotvrdil. Důvodů může být několik. V první řadě může být mylná hypotéza. Též mohlo dojít k metodickým chybám, které zkreslily výsledek (malý statistický soubor, atd.). K ovlivnění mohlo dojít rovněž v důsledku přebarvení krabiček a tím pádem značnému snížení přísunu světla do jejich interiéru. Tento problém jsem se snažila řešit tím, že byly chovné nádoby situované tak, že jejich čelní nepřebarvená strana směřovala k oknu a měla tak možnost zachytit pokud možno co nejvíce denního světla. Toto

okno, ale směřuje k severu, takže i za plného denního světla poskytuje méně intenzivní světlo než východní nebo jihovýchodní orientace. Kudlanky v šeru vidí hůře (Singh, 2007), mohly tedy mít problém barvy v okolí správně určit.

Také délka světelného dne nebyla regulována a odpovídala přírodním podmínkám ČR. To v důsledku může vést ke zmatení přirozených pochodů odehrávajících se v každém jedinci vzhledem k tomu, že domovinou zkoumaných druhů je rovníková Afrika. Pokud by například změny zbarvení byly sezónní, mohla by pak neregulovaná délka osvitů být závažným prohřeškem.

V neposlední řadě jsem při studiu anatomie a fyziologie kudlanek zjistila mnoho zajímavých faktů, které se týkají jejich očí a vidění. Vzhledem k tomu, že tato zvířata vnímají barvy v poněkud jiném spektru, UV spektru, je možné, že to, co se nám zdá zelené, mohou kudlanky a hmyz vidět v docela jiných barvách. Studium této problematiky je však značně komplikované a to hlavně z toho důvodu, že nelze přesně říct, že kudlanky vidí tak či onak. Z anatomické stavby oka a chování zvířat lze mnohé odvodit, ale většinou se jedná o pouhé domněnky, které nejsou experimentálně ověřeny. Pokud bychom si tedy chtěli být skutečně jistí, že se kudlanka přizpůsobuje barvě prostředí, kterou jsme zvolili, museli bychom jí umístit do nádoby hojně opatřené například listy a ideálně při tom odstíněné od okolí, aby kudlanku nerozptylovaly ostatní barvy v prostředí. Tyto požadavky se však splňují obtížně, neboť živá zeleň, pokud není zasazená, obvykle dlouho živa (a tím pádem zelená) nevydrží. Kromě toho nesmí být zase příliš hustá, aby kudlance nepřekážela při svleku a v tomto „podrostu“ se také s oblibou ukrývá krmný hmyz. Obdobný experiment si tedy dokáží představit ve velkém rozsahu a v dobrých laboratorních podmínkách, v podmínkách domácího chovu však jen velmi těžko.

Battiston et Fontana (2010) při zkoumání druhu *Mantis religiosa* v přírodě zjistili, že u nich barvoměna probíhá pravděpodobně sezónně, nikoli v závislosti na barvě okolí. V zajetí by se tedy změna barvy možná dala navodit regulací délky osvitů a teploty, tak aby odpovídaly přirozeným podmínkám. Battistonovy a Fontanovy kudlanky pocházely ze severní Itálie. To znamená, že byly přizpůsobeny zcela jinému podnebí než kudlanky, které byly zkoumány v tomto pokusu. Zatím co severní Itálie leží spíše v mírném pásu, domovina všech tří studovaných druhů kudlanek leží v tropickém pásu Afriky. Podnebí mírného pásu se vyznačuje střídáním čtyř ročních období a tedy i poměrně značnými výkyvy teplot v rámci roku, střídá se také délka světelného dne. Tropický pás se oproti tomu vyznačuje poměrně vyrovnanými teplotami v průběhu roku (obvykle poměrně vysokými). Střídá se spíše období sucha a deště. V důsledku toho pak kolísá také vlhkost vzduchu. Kromě teplot je o dost

vyrovnanější i délka světelného dne (Hajduch, 2011). Pokud bychom tedy chtěli v zajetí zkoumat, zda mají cirkunální změny (změny v průběhu roku) vliv na změny zbarvení kudlanek, museli bychom se zaměřit spíše na vlhkost, než teplotu nebo světlo. Této domněnce nahrává i osobní zkušenost jiné dlouholeté chovatelky, Karolíny Hamzové, která zkoušela vyvolat zelené zbarvení u druhu *Phyllocrania paradoxa* podstatným zvýšením vlhkosti. Poskytla mi informace o tom, že dokud byly kudlanky malé a bylo možné je držet v menších krabičkách, kde se lépe udržuje vlhkost, podrobovala je každodennímu rosení s poměrně uspokojivými výsledky. Většina jejích chovanců si údajně v tomto období dokázala udržet zelené zbarvení. Tato barva však postupně u řady z nich vymizela s přesunem do větších nádob, kde se vlhkost hůře udržuje (Hamzová, 2014, pers. comm.).

Dalším zvláštním znakem, který jsem zaznamenala u *Phyllocrania paradoxa* je, že dospělí samci mají vždy hnědou barvu. Také všichni čtyři zaznamenaní, čistě zelení jedinci, byly samice. Ty si tuto barvu v dospělosti dokáží udržet. Oproti tomu dospělého zeleného samce jsem nejen nikdy neviděla na vlastní oči, ale dokonce se mi nikde nepodařilo dohledat ani jeho fotografii. Zdá se tedy, že u tohoto druhu je pravděpodobně zelené zbarvení vázané pouze na samice a to minimálně v dospělosti. Pohlaví tedy může být dalším aspektem, který zbarvení ovlivňuje.

7 Závěr

Práce měla za úkol zjistit, zda je zbarvení kudlanek ovlivnitelné barvou prostředí, v němž žijí. Pokus byl proveden tak, že tři druhy kudlanek byly chovány v krabičkách, které byly z venku nabarveny na zeleno nebo na hnědo, a pozorovány, zda se tomuto podkladu barevně přizpůsobí. Z výsledků pokusu jsem získala tyto poznatky:

- Hypotézu „Kudlanky se během svého individuálního vývoje a růstu barevně přizpůsobují barvě okolního prostředí.“ se nepodařilo potvrdit
- Výsledky ukázaly, že neexistuje statisticky významná závislost mezi barvou prostředí a zbarvením kudlanky
- Většina kudlanek se během svého života přebarvila pouze jednou, vícenásobná změna barvy nastala pouze v několika případech
- U druhu *Phyllocrania paradoxa* se zelené zbarvení zdá být vázané na samičí pohlaví, u samců tedy prostředí pravděpodobně nehraje žádnou roli

- Největší podobnosti mezi barvou prostředí a zbarvením kudlanky dosáhla třetí sledovaná skupina *Polyspilota griffinii*, jednalo se však o skupinu nejmenší a ani v tomto případě nebyla závislost statisticky potvrzena
- Kudlanky *Sphodromantis gastrica* měnily svou barvu přes žlutavé zbarvení, které se zdá jako přechodné, neboť u žádné z kudlanek nepřetrvalo

8 Doporučení

Závěrem bych chtěla tuto problematiku doporučit k dalšímu zkoumání. Hypotéza o změně barvy v závislosti na prostředí se sice nepotvrdila, ale je mnoho dalších teorií, proč a jak k těmto barevným změnám dochází. Nejslibnější z nich se zdá být ta, která předpokládá, že zbarvení u kudlanek ovlivňuje z největší části roční období. To znamená soubor vlivů jako je teplota, vlhkost, délka světelného dne a další. Tyto možnosti by bylo třeba dále přezkoumat. Dalším nevyjasněným problémem je potencionální spojitost zbarvení a pohlaví, zvláště u některých druhů. A to není stále zdaleka vše. Pokud budu mít možnost, jistě se sama někdy v budoucnu k této problematice vrátím. A protože zájem o tato zajímavá zvířata stále roste, věřím, že tento nedořešený problém nakonec někdo dořeší.

9 Literatura

- Allen, L. A., Barry, K. L., Holwell, G. I. 2012. Mate location and antennal morphology in the praying mantid *Hierodula majuscula*. *Australian Journal of Entomology* (2012)51. 133–140.
- Allen, L. A., Barry, K. L., Holwell, G. I. 2014. Different paths to sexual size dimorphism in two praying mantids, *Pseudomantis albofimbriata* and *Hierodula majuscula*. *Insect Science* (2014)21. 227–233.
- Battiston, R., Fontana, P. 2010. Colour change and habitat preferences in mantis *religiosa*. *Bulletin of Insectology*. 63(1). 85-89.
- Baum, T., Katsman, I., Rivlin, E., Broza, M., Moshkovich, M., Katzir, G. 2014. Response of the Praying Mantis, *Sphodromantis Viridis*, to Target Change in Size and to Target Visual Occlusion. *Journal of Insect Behavior*. 27(3). 333-345.
- Bauma, E., Hertelb, W., Beutela, R. G. 2007. Head capsule, chephalic central nervous system and head circulatory system of an aberrant orthopteran, *Prosarthria teretirostris* (Caelifera, Hexapoda). *Zoology*. (110)2. 147-160.

- Béthoux, O., Wieland, F. 2009. Evidence for Carboniferous origin of the order Mantodea (Insecta: Dictyoptera) gained from forewing morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society*. (2009)156. 79–113.
- Bischoff, I., Bischoff, R., Hessler, C., Meyer, M. 2001. *PraxisRatgeber: Mantiden - Faszinierende Lauerjäger*. Edition Chimaira. Frankfurt am Main. p. 191. ISBN: 3-930612-45-3.
- Bruins, E. 2001. *Encyklopedie teraristiky*. Rebo Productions. Dobřejiovice. p. 317. ISBN: 80-7234-168-5.
- Burmester, T., Hankeln, T. 2007. Review: The respiratory proteins of insects. *Journal of Insect Physiology*. 53(4). 285-294.
- Coyn, J. A. 1998. Not black and white. *Nature*. 396. 35-36.
- Fea, M. P., Stanley, M. C., Holwell, I. G. 2014. Cannibalistic siblicide in praying mantis nymphs (*Miomantis caffra*). *J Ethol*. (2014)32. 43–51.
- Hamzová, K. 2014. pers comm.
- Holwell, G. I. 2008. Geographic variation in genital morphology of *Ciulfina* praying mantids. *Journal of Zoology*. 276(2008). 108–114.
- King, B., Denholm, B. 2014. Malpighian tubule development in the red flour beetle (*Tribolium castaneum*). *Arthropod Structure and Development*. 43(6). 605-613.
- Komárek, S. 2000. Mimikry, aposematismus a příbuzné jevy. *Vesmír*. Praha. p. 192. ISBN: 80-85977-34-6.
- Komárek, S. 2002. Nevtravný půvab přetvářky a odstrašení. *Vesmír*. 81(9). 497.
- Kovařík, F., Bečvář, S., Buchar V., Burda, A., Čuřík, P., Divoký, M., Hanel, J., Hromádka, J., Jakoubek, V., Kabátek, P., Kocina, R., Machytka, M., Pecina, P., Vařura, K., Vilímová, J. 2000. *Hmyz – Chov, morfologie*. Madagaskar. Jihlava. p. 294. ISBN: 80-86068-24-2.
- Král, K. 2012. The functional significance of mantis peering behaviour. *European Journal of Entomology*. 109. 295–301.
- Král, K. 2014. Orientation Behavior with and Without Visual Cues in Newly Hatched and Adult Praying Mantis. *Journal of Insect Behavior*. 27(2). 192-205.
- Loxton, R. G., Nicholls, I. 1979. The functional morphology of the praying mantis forelimb (Dictyoptera: Mantodea). *Zoological Journal of the Linnean Society*. (66)2. 185-203.

- Obenberger, J. 1955. Entomologie II. Nakladatelství československé akademie věd. Praha. p. 725. ISBN: Není.
- O'Hanlon, J. C. 2014. The Roles of Colour and Shape in Pollinator Deception in the Orchid Mantis *Hymenopus coronatus*. *Ethology*. 120(7). 652-661.
- O'Hanlon, J. C., Herberstein, M. E., Holwell, G.I. 2014a. Pollinator deception in the orchid mantis. *American Naturalist*. 183(1). 126-132.
- O'Hanlon, J. C., Herberstein, M. E., Holwell, G.I. 2014b. Predatory pollinator deception: Does the orchid mantis resemble a model species?. *Current zoology* 60(1). 90-103.
- O'Hanlon, J. C., Li, D., Norma-Rashid, Y. 2013. Coloration and morphology of the orchid mantis *Hymenopus coronatus* (Mantodea: Hymenopodidae). *Journal of orthoptera research*. 22(1). 35-44.
- Prete, F. R. 1999. *The Praying Mantids*. JHU Press. Maryland. p. 362. ISBN: 0801861748.
- Prete, F. R., Dominguez, s., Komito, J. L., Theis, R., Dominguez, J. M., Hurd, L. E., Svenson, G. J. 2013. Appetitive Responses to Computer-Generated Visual Stimuli by Female *Rhombodera basalis*, *Deroplatys lobata*, *Hierodula membranacea*, and *Miomantis* sp. (Insecta: Mantodea). *Journal of Insect Behavior*. 26(3). 261-282.
- Resh, V. H., Cardé, R. T. 2009. *Encyclopedia of Insects*. Academic Press. London. p. 1024. ISBN: 9780080920900.
- Rossel, S. 1996. Binocular vision in insects: How mantids solve the correspondence problem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 93(23). 13229–13232.
- Sedlák, E., 2000. *Zoologie bezobratlých*. Masarykova univerzita. Brno. p. 336. ISBN: 80-210-2396-1.
- Schirmer, A. E., Prete, F. R., Mantes, E. S., Urdiales, A.F., Bogue, W. 2014. Circadian rhythms affect the electroretinogram, compound eye color, striking behavior, and locomotion of the praying mantis, *Hierodula patellifera* (Serville). *The Journal Of Experimental Biology*. (2014)217. 3853-3861.
- Singh, R. 2007. *Elements of Entomology*. Rastogi Publications. Meerut. p. 570. ISBN: 8171336779.
- Svenson, G. J. 2014. Revision of the Neotropical bark mantis genus *Liturgusa* Saussure, 1869 (Insecta, Mantodea, Liturgusini). *ZooKeys* (2014)390. 1–214.

- Takafumi, M., Susumu, Y., Ichiro, Y., Ryohei, Y., Toshiharu, A. 2014. "Double-Trick" Visual and Chemical Mimicry by the Juvenile Orchid Mantis *Hymenopus coronatus* used in Predation of the Oriental Honeybee *Apis cerana*. *Zoological Science*. 31(12). 795-801.
- Toman, M. 2014. pers comm
- van't Hof, A. E., Edmonds, N., Dalíková, M., Marec, F., Saccheri, I. J. 2011. Industrial melanism in British peppered moths has a singular and recent mutational origin. *Science*. 332(6032). 958-60.
- Winnick, C. G., Holwell, G. I., Herberstein, M. E. 2009. Internal reproductive anatomy of the praying mantid *Ciulfina klassi* (Mantodea: Liturgusidae). *Arthropod Structure and Development* 38(1). 60-69.
- Wipfler, B., Wieland, F., DeCarlo, F., Hörnschemeyer T. 2012. Cephalic morphology of *Hymenopus coronatus* (Insecta: Mantodea) and its phylogenetic implications. *Arthropod Structure & Development*, (41)1. 87-100.

Web

- Grieshaber, B. J., Terblanche, J. S. 2014. A computational model of insect discontinuous gas exchange: A two-sensor, control systems approach. In *Journal of Theoretical Biology*. [online]. 3. Duben 2015 [cit. 2015-4-3]. Dostupné z <<http://www.sciencedirect.com.infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S0022519315001459?>>
- Hajduch, O. Afrika - obecná charakteristika [online]. Geografický web. 16. 02. 2011 [cit. 2015-4-6]. Dostupné z <<http://www.hajduch.net/svet/afrika/charakteristika>>.
- Hernández, F. J. A new type of arthropod-inspired cameras [online]. MappingIgnorance. 27. Květena 2013 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z <<http://mappingignorance.org/2013/05/27/a-new-type-of-arthropod-inspired-cameras/>>.
- Heyber, S., Heyber, A. *Polyspilota griffinii* [online]. MantisOnline.eu. n.d. [cit. 2015-02-06]. Dostupné z <[77](http://www.mantisonline.eu/index.php?lan=en&show=species_mantids_view&content={%22subshow%22:%22species_mantids%22,%22level_left_view%22:%22%22,%22level_left_species%22:%22index%22,%22species%22:%22griffinii%22,%22genus%22:%22polyspilota%22,%22level_left_species_mode%22:%22%22}}>.

</div>
<div data-bbox=)

- Souček, M. Stavba pokryvu těla strašilek a jeho funkce [online]. Strašilky. 2007 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z <<http://www.strasilky.cz/stavba.htm>>.
- Turner, R. Darwin's moth: 'proof of evolution' [online]. Manchester. 4. Června 2008. 26. Ledna 2009 [cit 2015-03-02]. Dostupné z <http://www.bbc.co.uk/manchester/content/articles/2008/06/04/040608_peppered_moth_feature.shtml>.
- Yong, E. Insect-Eye Digital Camera Sees What You Just Did [online]. Phenomena. 2. Května 2013 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z <<http://phenomena.nationalgeographic.com/2013/05/02/insect-eye-digital-camera-sees-what-you-just-did/>>.

10 Seznam příloh

10.1 Obrázky

Obrázek 1 – Typický zástupce kudlanek (samice <i>Polyspilota griffinii</i>) (foto: vlastní)	13
Obrázek 2 – Pohlavní dvojtvárnost na zadečku <i>Phyllocrania paradoxa</i> (foto: vlastní).....	14
Obrázek 3 – <i>Phyllocrania paradoxa</i> napodobující list (foto: vlastní)	15
Obrázek 4 – Nymfa <i>Idolomantis diabolica</i> – výhružný postoj (foto: Karolína Hamzová)	16
Obrázek 5 – Popis končetin u juvenilního jedince <i>Sphodromantis gastrica</i> (foto: vlastní).....	17
Obrázek 6 – Cévní soustava hmyzu (převzato z http://www.rugusavay.com)	18
Obrázek 7 – Dýchací soustava hmyzu (převzato z http://cronodon.com)	19
Obrázek 8 – Trávicí soustava kudlanky (ilustrace: Jan obenberger)	21
Obrázek 9 – Pohlavní soustava samce (převzato z extension.entm.purdue.edu)	22
Obrázek 10 – pohlavní soustava samice (převzato z bugs.bio.usyd.edu.au)	23
Obrázek 11 – Nervová soustava hmyzu (převzato z honorsbiologyp6.wikispaces.com).....	25
Obrázek 12 – Díky svým velkým očím vypadají kudlanky stále ve střehu (foto: vlastní).....	25
Obrázek 13 – Schéma složeného oka a omatidia (převzato z <i>Elements of entomology</i>)	26
Obrázek 14 – Aposiční a superposiční omatidia (převzato z <i>Elements of entomology</i>)	28
Obrázek 15 – <i>Polyspilota griffinii</i> focená v šeru – oči jsou výrazně tmavší než přes den (foto: vlastní)	29
Obrázek 16 Ocelli (temenní očka) u dospělého samce (A) a samice (B) <i>Polyspilota griffinii</i> (foto: vlastní).....	30
Obrázek 17 – Dlouhá tykadla u samce a krátká u samice <i>Phyllocrania paradoxa</i> (foto: vlastní)	31
Obrázek 18 – Exuvie z posledního svleku <i>Phyllocrania paradoxa</i> (vpravo) a <i>Polyspilota griffinii</i> (vlevo) (foto: vlastní).....	33
Obrázek 19 – Kudlanka požírající ptáka (převzato z www.reddit.com).....	34
Obrázek 20 – <i>Prohierodula picta</i> ve výstražné postoji (foto: Karolína Hamzová).....	35
Obrázek 21 – Dekapitace (foto: Karolína Hamzová)	36
Obrázek 22 – Líhnutí kudlanek (převzato z waspish-headed.deviantart.com).....	37
Obrázek 23 – Chovná nádrž s kudlankou (foto: vlastní)	39
Obrázek 24 – <i>Sphodromantis gastrica</i> požírající cvrčka (foto: vlastní).....	40
Obrázek 25 – <i>Polyspilota griffinii</i> – samice zaměstnaná požíváním potravy při páření (foto: Karolína Hamzová).....	42
Obrázek 26 – <i>Sphodromantis gastrica</i> adultní jedinec (foto: vlastní)	44
Obrázek 27 – Ootéka <i>Sphodromantis gastrica</i> (foto: vlastní)	46
Obrázek 28 – <i>Sphodromantis gastrica</i> hnědá nymfa (foto: vlastní).....	46
Obrázek 29 – <i>Polyspilota griffinii</i> dospělý samec se zeleným pruhem na křídlech (foto: vlastní)	47
Obrázek 30 – Zelená nymfa <i>Phyllocrania paradoxa</i> (foto: vlastní).....	50
Obrázek 31 – Nymfa <i>Phyllocrania paradoxa</i> – thanatóza (leží na zádech a předstírá smrt) (foto: vlastní).....	51
Obrázek 32 – <i>Phyllocrania paradoxa</i> nymfa (foto: vlastní).....	52
Obrázek 33 – Mladá <i>Phyllocrania paradoxa</i> maskovaná v listí (foto: vlastní).....	54
Obrázek 34 - <i>Hymenopus coronatus</i> splývá s květy (převzaté z carnivoraforum.com)	55
Obrázek 35 – <i>Mantis religiosa</i> (převzato z www.homeo.su)	57
Obrázek 36 – <i>Biston betularius</i> (převzato z ferrarienicowix.com)	58
Obrázek 37 – Spodní strana krabiček (foto: vlastní)	60
Obrázek 38 – Vnitřek krabiček (foto: vlastní)	61

Obrázek 39 – Hnědá <i>Polyspilota griffnii</i> (G2) se zelenými základy křídel.....	71
---	----

10.2 Tabulky

Tabulka 1 – pokusná skupina 1, zelené krabičky	64
Tabulka 2 – pokusná skupina 1, hnědé krabičky	65
Tabulka 3 – pokusná skupina 2, zelené krabičky	65
Tabulka 4 – pokusná skupina 2, hnědé krabičky	66
Tabulka 5 – Typy zbarvení vyskytujícího se u kudlanek na zeleném pozadí.....	66
Tabulka 6 – Typy zbarvení vyskytujícího se u kudlanek na hnědém pozadí	67
Tabulka 7 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 2 (základní rozdělení).....	67
Tabulka 8 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 2 (základní rozdělení)	68
Tabulka 9 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 2 (bližší rozdělení).....	68
Tabulka 10 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 2 (bližší rozdělení)	68
Tabulka 11 – Pokusná skupina 3, Zelené krabičky	69
Tabulka 12 – Pokusná skupina 3, Hnědé krabičky	69
Tabulka 13 – Asociační tabulka pro pokusnou skupinu 3	69
Tabulka 14 – Tabulka síly a významnosti závislosti pro pokusnou skupinu 3.....	69