

# Vědecký výbor výživy zvířat

## **Nutriční hodnota bezobratlých živočichů a jejich využití ve výživě (současnost a perspektivy)**

Prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, C.Sc.  
Prof. Ing. Eva Straková, Ph.D.  
Doc. MVDr. Ivan Herzig, C.Sc.

Praha, listopad 2017



## Obsah

1 Úvod	3
2 Všestranné využití bezobratlých živočichů	3
3 Bezobratlí živočichové ve výživě člověka a zvířat	4
4 Využití bezobratlých živočichů k výživě zájmových zvířat	6
5 Bezobratlí živočichové jako hodnotná potravina	7
5.1 Zdroj kvalitního proteinu	7
5.2 Zdroj kvalitního tuku	10
5.3 Zdroj energie	12
5.4 Zdroj minerálních látek	12
5.5 Zdroj vitamínů	14
5.6 Zdroj chitinu (vlákniny)	15
6 Technologie zpracování bezobratlých živočichů	16
7 Bezpečnost potravin obsahující bezobratlé živočichy	16
8 Nejčastěji využívané druhy bezobratlých živočichů	17
9 Zoologický systém bezobratlých živočichů a jejich význam z hlediska využití ve výživě	24
10 Analytická část práce	67
10.1 Obsah hrubého proteinu (N x 6,25) a obsah tuku	68
10.2 Obsah polysacharidů (chitinu)	68
10.3 Obsah popelovin a brutto energie (BE)	69
10.4 Obsah makroprvků (K, Na, Ca, P, Mg) a mikroprvků (Cu, Fe, Mn, Zn)	70
10.5 Obsah aminokyselin u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat	71
10.6 Kvalita tuku u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat	72
11 Literatura	78

## 1 Úvod

V roce 1984 vytvořená International Network of Food Data Systems (INFOODS), má za cíl podporovat a koordinovat úsilí ke zlepšení kvality a dostupnosti potravin na celém světě a zajistit analytická data, aby všichni lidé v různých částech světa mohli získat odpovídající a spolehlivé údaje o složení potravin. INFOODS a FAO shromažďují údaje o složení potravin a jejich spotřebě na mnoha úrovních (např. odrůdy, kultivary, plemena) a o volně rostoucích a málo používaných potravinách na podporu biologické rozmanitosti. První verze databáze složení potravin INFOODS pro biologickou rozmanitost, obsahující analytické údaje z publikované i nepublikované literatury zahrnuje i nutriční hodnoty určitých druhů jedlého hmyzu (Van Huis, 2013; FAO, 2012; <http://www.fao.org/infoods/infoods/en/>).

## 2 Všestranné využití bezobratlých živočichů

Bezobratlí živočichové představují pro člověka značný potenciál z hlediska jejich využití v nejrůznějších oblastech lidské činnosti, jak v současnosti, tak i v budoucnosti:

- *lékařství*

Chitin - proti infekcím, alergiím, virucidní účinky, proti nádorům, parazitům apod. Mezi nejznámější zástupce patří pijavice, mouchy, jejich larvy se využívají na odstranění nekrotické tkáně u těžce se hojících ran.

- *farmacie*

Mateří kašička, včelí jed, pyl, vosk.

- *kosmetický průmysl*

Včelí produkty.

- *průmyslové zpracování*

Bourec morušový - výroba hedvábí.

- *ekologie*

Biologický boj se škůdci, jde o bezobratlé živočichy živící se škodlivými bezobratlými živočichy nebo parazitující na jejich vývojových stádiích. Parazitoidi - parazitují jako endo- nebo ekto-parazitoidé na svém hostiteli, který následkem parazitace hyne (na housenkách –

většinou monofágové). Označují se jako vosičky. Do této skupiny patří druhy z řádu blanokřídlí (*Hymenoptera*), jako jsou druhy *Trichogramma sp.* (0,5 mm) vaječný parazitoid mnoha druhů motýlů (využívá se i komerčně), *Habrobracon hebetor* (4,0 mm) parazituje poslední larvální stádium zavíječů. *Venturia canescens* (6-12 mm) - parazituje v housenkách motýlů, *Anisopteromalus calandrae* (1,2 - 2,8 mm) - ekto-parazitoid, *Cephalonomia tarasalis* - ekto-parazitoid larev a kukel. Dále z řádu brouci (*Coleoptera*), kam patří slunéčkovití (*Coccinellidae*). Jde o hmyzožravce, jsou velmi užiteční, jejich larvy i imaga likvidují škodlivý hmyz, jako jsou mšice, červci a jejich larvy. Z nejhojnějších druhů žijících v ČR to jsou slunéčko dvoutečné (*Coccinella bipunctata*), slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*), slunéčko pětitečné (*Coccinella quatuordecimpunctata*). K významným predátorům patří i druhy brouků z čeledi střevlíkovití (*Carabidae*). Jsou jednou z nejpočetnějších čeledí brouků (25 000 druhů), většinou jde o masožravce, některé druhy jsou všežraví a býložraví, dravé jsou i jejich larvy, ukrývají se v zemi, kde se i vyvíjí. Jsou významnými predátory škodlivého hmyzu a housenek. Velmi významná a pro hmyzosubné rostliny nepostradatelná je skupina opylovačů, kam patří druhy z řádu blanokřídlí (*Hymenoptera*), jako jsou včely (*Apis*), čmeláci (*Bombus*) a vosy (*Vespa*). Řada z výše uvedených bezobratlých živočichů je produkována v komerčních chovech nebo je jejich výskyt v přírodě podporován krajinnými úpravami (biokoridory, biocentra, mokřady apod.).

- *výživa člověka a zvířat*

V posledních letech jsou předmětem stále se zvyšujícího zájmu bezobratlí živočichové jako zdroj výživy člověka a zvířat, čemuž je věnována tato studie.

### **3 Bezobratlí živočichové ve výživě člověka a zvířat**

Lze konstatovat, že již dnes jsou bezobratlí živočichové významnou součástí jídelníčku člověka a dá se předpokládat, že se zvyšující se lidskou populací bude nutné hledat další zdroje výživy. Z dosavadních vědeckých poznatků vyplývá, že některé druhy bezobratlých živočichů disponují vysokým produkčním potenciálem, který by do budoucna mohl významně přispět k řešení problémů spojených s výživou lidské populace.

O aktuálnosti vývoje potravin s obsahem bezobratlých živočichů (především hmyzu) svědčí i současné trendy, kdy např. od 1. 5. 2017 lze ve Švýcarsku prodávat potraviny na bázi hmyzu.

Touto problematikou se zabývá i FAO (Food and Agriculture Organization), která doporučuje využití hmyzu ve výživě člověka (entomofagie) jako perspektivní potraviny. Přesto, že konzumace hmyzu není v evropských zemích tradiční, např. podle průzkumů 40 % obyvatel Švýcarska zásadně konzum hmyzu neodmítá.

Odhaduje se, že existuje asi 1 500 (Václavková *et al.*, 2016) až 1 900 druhů jedlého hmyzu (Adámková *et al.*, 2016). Za tradiční z hlediska konzumace hmyzu se považují světadíly jako je Asie, Afrika, Jižní Amerika. Naopak za netradiční lze považovat státy Evropy a Severní Ameriky, zde jde zatím o módní záležitost. Využití bezobratlých živočichů ve výživě člověka může být buď přímé nebo nepřímé.

Přímé využití bezobratlých živočichů ve výživě člověka spočívá v tom, že tyto bezobratlí živočichové jsou přímo konzumováni člověkem, a to v různých formách:

- v naturální formě (v různé úpravě),
- ve formě mouček,
- ve formě pasty,
- ve formě extraktů,
- jako součást jiných potravin.

Nepřímé využití bezobratlých živočichů ve výživě člověka je prostřednictvím výživy hospodářských zvířat, kde jsou využíváni především jako proteinová komponenta v krmných směsích. Dnes existuje řada vědeckých studií dokládajících pozitivní vliv použití různých druhů bezobratlých živočichů ve výživě např. drůbeže nebo ryb. Domníváme se, že většímu využití bezobratlých ve výživě hospodářsky významných druhů zvířat budou bránit především ekonomické aspekty. Bezobratlí živočichové budou vždy poměrně drahou krmnou komponentou, která zvýší cenu krmiv a krmných směsí, a tím negativně ovlivní celou ekonomiku odchovu nebo výkrmu zvířat. Navíc, oproti přímému využití bezobratlých, je větší část energie a živin spotřebována v rámci konverzního a metabolického procesu u hospodářských zvířat a jen menší část je uložena v produktu, např. mase, mléce, vejcích, případně dalších produktech určených k přímé výživě člověka.

Toto ekonomické navýšení nebude tak významně působit v chovech zájmových zvířat, kde chovatelé nezohledňují cenu podávaných krmiv tak důsledně a snaží se svým "miláčkům" podávat (často ovlivnění reklamou), podle nich ta nejkvalitnější krmiva, "ať to stojí, co to stojí". V USA se již prakticky využívají bezobratlí živočichové jako proteinová komponenta směsí určených pro výživu ryb a drůbeže.

#### **4 Využití bezobratlých živočichů k výživě zájmových zvířat**

Již v současnosti existují výrobci nových krmiv pro psy, kde 100 % proteinů je původem z hmyzu. Trend snižování obilovin v krmivech masožravců je velmi populární. Výrobci krmiv považují bezobratlé živočichy jako součást tzv. BARF (Ježková, 2014). Zkratka se dá vyložit mnoha způsoby Born Again Raw Feeders (znovuzrozen krmít syrově), Bones And Raw Food (kosti a syrová potrava), Biologisch Artgerechte Rohe Fütterung (biologicky vhodná syrová výživa). Je to metoda výživy masožravých domácích zvířat přirozeným způsobem - tedy syrové maso, kosti a zelenina. Inspirací může být „jidelníček“ divoce žijících psovitých šelem, zejména vlka.

Výhody použití bezobratlých živočichů ve výživě.

V současné době existuje řada vědecky podložených názorů, které propagují využití bezobratlých živočichů pro přímou nebo nepřímou výživu.

- Uvádí se, že na produkci stejného množství produktu, zejména proteinu, je u některých bezobratlých živočichů spotřeba energie a živin nižší na jednotku produktu, než u hospodářských zvířat (vyšší konverze živin). Van Huis *et al.* (2013) upozorňují na několikanásobně vyšší konverzi živin; u cvrčka domácího, ve srovnání s výkrmem kuřat 2 krát, prasat 4 krát a u skotu 12 krát.
- Uvolňuje se nesrovnatelně méně skleníkových plynů, což představuje ochranu životního prostředí.
- Využití alternativních zdrojů, především proteinových krmiv, souvisí s narůstající cenou klasických proteinových krmiv ve výživě hospodářských zvířat, především sóji a sójových produktů.

- Úspora vody oproti spotřebě napájecí vody, která musí splňovat normu pro pitnou vodu a dále značná spotřeba pitné vody nutná při jatečném zpracování těl hospodářských zvířat.

Přednosti využití bezobratlých živočichů pro výživu.

- Rychlé pohlavní dospívání a zařazení do reprodukčního procesu.
- Rychlá reprodukce u některých druhů bezobratlých živočichů.
- Rychlý růst, především u vývojových stádií (vysoká produkce biomasy v čase).
- Efektivní konverze krmiva oproti hospodářsky významným druhům zvířat.

Obecně lze konstatovat, že nutriční hodnotu podstatně ovlivňuje i řada vnějších faktorů jako je složení substrátu, na kterém je daný druh chován. V neposlední řadě závisí nutriční hodnota i na konečné kulinární úpravě. Někteří autoři uvádějí, že nutriční hodnota některých bezobratlých živočichů je vyšší ve srovnání s hovězím nebo kuřecím masem (Payne *et al.*, 2016).

## **5 Bezobratlí živočichové jako hodnotná potravina**

### **5.1 Zdroj kvalitního proteinu**

Jedlý hmyz je významným zdrojem kvalitního proteinu, v sušině 40 - 75 % (Adámková *et al.*, 2016), resp. 20 - 76 % (Kouřimská *and* Adámková, 2016). Kvalita proteinu je dána především obsahem jednotlivých aminokyselin. Citované autorky uvádějí, že jedlý hmyz obsahuje vysoké hladiny fenylalaninu a tyroxinu, některé druhy i lyzinu, tryptofanu a treoninu. Xiaoming *et al.* (2010) zhodnotili obsah bílkovin u 100 druhů z třídy hmyzu. Tabulka 1 ukazuje, že obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 13 – 77 % sušiny, a že byly velké rozdíly mezi i uvnitř třídy hmyzu. Obsah bílkovin se u jednotlivých druhů hmyzu liší.

Tabulka 1. Celkový obsah hrubého proteinu

Řád hmyz	Fáze vývoje	Proteiny (%)
Brouci <i>Coleoptera</i>	dospělý a larvy	23 - 66
Motýli <i>Lepidoptera</i>	kukly a larvy	14 - 68
Polokřídli <i>Hemiptera</i>	dospělý a larvy	42 - 74
Stejnokřídli <i>Homoptera</i>	dospělý, larvy a vejce	45 - 57
Blanokřídli <i>Hymenoptera</i>	dospělý, kukly, larvy a vejce	13 - 77
Vážky <i>Odonata</i>	dospělé vážky a nymfa (naiad)	46 - 65
Rovnokřídli <i>Orthoptera</i>	dospělý a nymfa	23 - 65

Nymfa je nedospělé životní stadium některých skupin hmyzu, které prodělávají vývoj nepřímý s proměnou nedokonalou. Nikdy se neuklí, jen se svléká. Zdroj: Xiaoming *et al.* (2010).

Jak uvádí tabulka 2, u hmyzu je v porovnání se savci, plazy a rybami, obsah proteinu příznivý.

Tabulka 2. Srovnání průměrného obsahu bílkovin u hmyzu, plazů, ryb a savců

Skupina	Druh a společný název	Jedlý produkt	Obsah bílkovin (g/100 g čerstvé hmoty)
<b>Hmyz (syrový)</b>			
	Kobylky a sarančata: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i>	larva	14 - 18
	Kobylky a sarančata: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i>	dospělý	13 - 28
	<i>Sphenarium purpurascens</i> (chapulines – Mexiko)	dospělý	35 - 48
	Bourec morušový ( <i>Bombyx mori</i> )	housenka	10 - 17
	Nosatec palmový ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> , <i>R. phoenicis</i> , <i>Callipogon barbatus</i> )	larva	7 - 36
	Potemník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> )	larva	14 - 25
	Cvrčci	dospělý	8 - 25
	Termiti	dospělý	13 - 28
Skot	hovězí maso (syrové)		19 - 26
<b>Plazi (vařené)</b>			
	Želvy: <i>Chelodina rugosa</i> , <i>Chelonia depressa</i>	maso	25 - 27
		střeva	18
		játra	11
		srdce	17 - 23
		játra	12 - 27
<b>Ryby (syrové)</b>			
	kostnaté tilapie		16 - 19
	makrely		16 - 28
	sumec		17 - 28
	koryši	humr	17 - 19
	krevety (malajsie)		16 - 19
	krevety		13 - 27
	měkkýši	sépie, olihně	15 - 18

Zdroj: FAO (2012).



Obsah bílkovin závisí také na přijímaném krmivu (např. zelenina, zrna nebo odpad). Kobyly v Nigérii krmené otrubami, které obsahují vysoké hladiny esenciálních mastných kyselin, mají téměř dvojnásobný obsah bílkovin, než krmené kukuřicí. Obsah bílkovin u hmyzu závisí také na stadiu metamorfózy (Ademolu *et al.*, 2010), dospělí mají obvykle vyšší obsah bílkovin než vývojová stadia (tabulka 3).

Tabulka 3. Změny obsahu proteinu u hmyzu podle fáze proměny kobyly pestré (*Zonocerus variegatus*) (syrové), Ogun stát Nigérie

Vývojové stadium hmyzu	g bílkovin/100 g čerstvé hmoty
INSTAR:	
První	18,3
Druhé	14,4
Třetí	16,8
Čtvrté	15,5
Páté	14,6
Šesté	16,1
Dospělý	21,4

Zdroj: Ademolu *et al.* (2010)

V Mexiku byl obsah bílkovin u 78 hodnocených druhů hmyzu v rozmezí od 15 do 81 % sušiny a stravitelnost bílkovin v rozmezí 76 až 98 % (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997). Srovnávací studie byly provedeny na jednom druhu „houseska mopane“ (Headings *and* Rahnema, 2002) a „cvrček polní“ (*Gryllus testaceus*) (Wang *et al.*, 2004). Mopan (*Colophospermum mopane*) je keř až strom s nenápadnými květy. Vyskytuje se v jižních oblastech střední Afriky, kde často vytváří dominantní porosty, tzv. mopanové lesy. Na listí mopanu žijí housesky martináče (*Gonimbrasia belina*), známé jako „mopane worms“. Domorodci je sbírají a po usušení nebo upražení konzumují. Mají oříškovou chuť.

#### Aminokyseliny.

Proteiny obilovin, které jsou v dietách na celém světě klíčové, mají často nízký obsah lyzinu a v některých případech i nedostatek aminokyseliny tryptofanu (např. kukuřice) a treoninu. U některých druhů hmyzu, jsou tyto aminokyseliny velmi dobře zastoupeny (Bukkens, 2005). Např. některé housesky z čeledi Saturniidae, larvy nosatce palmového (*Rhynchophorus ferrugineus*) a vodní hmyz má obsah lyzinu vyšší než 100 mg na 100 g hrubého proteinu.

Doporučení, která se týkají použití jedlého hmyzu jako potravy, by měla v plném rozsahu zohlednit tradiční stravu zejména v základních potravinách a porovnat jejich nutriční hodnotu, proti místně dostupnému jedlému hmyzu. Například v republice Kongo na lyzin bohaté housenky doplňují základní proteiny na lyzin chudé. Stejně tak lidé v Papui-Nové Guinei jedí hlízy chudé na lyzin a leucin a nutriční deficit kompenzují tím, že jedí larvy nosatce palmového (*Rhynchophorus ferrugineus*). Hlízy poskytují tryptofan a aromatické aminokyseliny, které jsou omezeny u nosatce palmového (Bukkens, 2005).

## 5.2 Zdroj kvalitního tuku

Jedlý hmyz je významným zdrojem tuku, v sušině 10 - 60 % (Kouřimská *and* Adámková, 2016), z toho jsou nejvíce v tuku zastoupeny triacylglyceroly (asi 80 %). Jsou i významným zdrojem nenasycených (polynenasycených - PUFA) mastných kyselin, z celkových PUFA až 70 %. Jak dále uvádějí Kouřimská *and* Adámková (2016), tuk hmyzu obsahuje poměrně velké zastoupení kyseliny olejové (MUFA) a kyseliny linolové a linolenové (PUFA), z nasycených mastných kyselin palmitovou.

Tuk je energeticky nejbohatší makronutrient v potravinách, jeho kvalita je dána obsahem jednotlivých mastných kyselin. Příkladem jedlých druhů hmyzu s vysokým obsahem tuku (38 % sušiny) je australský druh můry (*Endoxyla leucomochla*). Larvy této můry jsou obecně známé jako "witchetty grub" a byly široce využívány. Jsou velmi bohaté na kyselinu olejovou, omega-9 mono-nenasycenou mastnou kyselinu (Naughton *et al.*, 1986). V Austrálii termín „witchetty“ označuje velké, bílé, dřevokazné larvy několika můr čeledi drvopleňovití (*Cossidae a Hepialidae*) a brouků tesaříkovití (*Cerambycidae*). Termín se však vztahuje především na larvy můry druhu *Cossid xyleutes*, které lze nalézt 60 cm pod zemí, živí se kořeny stromu *Eukalyptus camaldulensis*. Larvy jsou nejdůležitější hmyzí potravinou pouště a byly základem stravy domorodých žen a dětí. Jedlé syrové nebo lehce povařené v horkém popelu, jsou domorodci žádanou potravinou s vysokým obsahem bílkovin a tuku. Surová larva witchetty chutná jako mandle; po uvaření se stává kůže křehkou jako u pečeného kuřete a uvnitř má světle žlutou barvu.

Womeni *et al.* (2009) zkoumali obsah a složení olejů extrahovaných z několika druhů hmyzů (Tabulka 4).

Tabulka 4. Obsah tuku a náhodně vybraných mastných kyselin z několika jedlých druhů hmyzu v Kamerunu

Jedlé druhy hmyzu	Obsah tuku (% sušiny)	Složení mastných kyselin, hlavní (% z obsahu oleje)	SFA, MUFA nebo PUFA <sup>1)</sup>
Nosatec palmový ( <i>Rhynchophorus phoenicis</i> )	54 %	Kyselina palmitoleová (38 %) Kyselina linolová (45 %)	PUFA PUFA
Jedlá kobylka ( <i>Ruspolia differens</i> )	67 %	Kyselina palmitoleová (28 %) Kyselina linolová (46 %) Kyselina $\alpha$ -linolenová (16 %)	MUFA PUFA PUFA
Pestrá kobylka ( <i>Zonocerus variegates</i> )	9 %	Palmitoleová kyselina (24 %) Kyselina olejová (11 %) Kyselina linolová (21 %) Kyselina $\alpha$ -linolenové (15 %) Kyselina $\gamma$ -linolenové (23 %)	MUFA MUFA MUFA PUFA PUFA
Termíti ( <i>Macrotermes</i> sp.)	49 %	Kyselina palmitová (30 %) Kyselina olejová (48 %) Kyselina stearová (9 %)	SFA MUFA SFA
Gonimbrasia belina (mopane worm) ( <i>Imbrasia</i> sp.)	24 %	Kyselina palmitová (8 %) Kyselina olejová (9 %) Kyselina linolová (7 %) Kyselina $\alpha$ -linolenová (38 %)	SFA MUFA PUFA PUFA

Poznámka:<sup>1)</sup> SFA – nasycené mastné kyseliny; MUFA a PUFA – mono a poly nenasycené mastné kyseliny  
Zdroj: Womeni *et al.* (2009).

Oleje jsou bohaté na polynenasycené mastné kyseliny a často obsahují esenciální kyselinu linolovou a  $\alpha$ -linolenovou. Nutriční význam těchto dvou esenciálních mastných kyselin je dobře znám, především pro zdravý vývoj dětí a kojenců (Michaelsen *et al.*, 2009). Velká pozornost byla v nedávné době věnována nedostatečnému příjmu omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Zejména ve vnitrozemských rozvojových zemích, s nedostatečným přístupem k rybím zdrojům by hmyz, přísunem těchto esenciálních mastných kyselin do místní stravy, mohl sehrát důležitou roli. U hmyzu se zastoupení mastných kyselin zdá být ovlivněno rostlinami, na kterých se hmyz živí (Bukkens, 2005). Přítomnost nenasycených mastných kyselin vede během zpracování hmyzu na potraviny k rychlé oxidaci způsobující žluknutí.

### 5.3 Zdroj energie

Zdroj energie je dán především obsahem tuku, čím více tuku organismus obsahuje, tím je jeho energetická hodnota (BE brutto energie) vyšší. Ramos-Elorduy *et al.* (1997) stanovili energetickou hodnotu u 78 druhů hmyzu. Energetická hodnota u analyzovaných druhů se pohybovala v rozmezí 1 226 - 3 189 kJ na 100 g sušiny, tj. 12,26 - 31,89 MJ/kg sušiny.

### 5.4 Zdroj minerálních látek

Těla některých bezobratlých živočichů jsou zdrojem jak makroprvků Ca, P, Mg, Na, tak i mikroprvků Zn, Cu, Mn, Fe a dalších. Obsah jednotlivých makroelementů i mikroelementů se mezidruhově velmi liší a je výrazně ovlivněn i jejich obsahem v krmném substrátu. Oonincx *et al.* (2010), Bukkens (2005) uvádějí poměrně vysoké koncentrace stopových prvků u některých bezobratlých, např. Fe 31 - 77 mg na 100 g sušiny (310 - 265 mg/kg sušiny) a Zn 14 mg - 26,5 mg na 100 g sušiny (140 - 265 mg/kg sušiny).

Minerální látky hrají důležitou roli v biologických procesech. Doporučené dietní dávky (RDA - recommended dietary allowance) a adekvátní příjem minerálů jsou obecně užívány ke kvantifikaci jejich denního příjmu. Tabulka 5 porovnává RDA minerálů pro muže ve věku 25 let s hodnotami zjištěnými u housenky keřové.

Z tabulky je zřejmé, že housenka mopanová, stejně jako další jedlý hmyz, je vynikajícím zdrojem železa. Většina jedlého hmyzu má obsah železa stejný nebo vyšší než hovězí maso (Bukkens, 2005). Hovězí maso má obsah železa 6 mg na 100 g sušiny, zatímco například obsah železa u housenky keřové je to 31-77 mg/100 g. Obsah železa u kobylek druhu saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*), se v závislosti na jejich dietě, pohybuje mezi 8 a 20 mg na 100 g sušiny (Oonincx *et al.*, 2010).

Tabulka 5. Doporučený příjem důležitých minerálů na den ve srovnání s housenkou mopanovou (*Imbrasia belina*)

Prvek	Doporučený příjem pro 25leté muže (mg/den)*)	Housenka mopanová (mg 100 g sušiny)
Draslík	4700	1032
Chlorid	2300	–
Sodík	1500	1024
Vápník	1000	174
Fosfor	700	543
Hořčík	400	160
Zinek	11	14
Železo	8	31
Mangan	2,3	3,95
Měď	0,9	0,91
Jod	0,15	–
Selen	0,055	–
Molybden	0,045	–

*Poznámka:*\*<sup>)</sup> Dietní referenční příjem (DRI dietary reference intakes): doporučený dietní doplněk a adekvátní příjem, minerálů, Food and Nutrition Boars, Institute of Medicine, Nacional Academies. *Zdroj:* Bukkens (2005)

Jedlý hmyz je bohatým zdrojem železa a jeho zařazení do denní stravy by mohlo zlepšit příjem železa a přispět k prevenci chudokrevnosti v rozvojových zemích. WHO označila nedostatek železa za nejčastější a široce rozšířenou nutriční poruchu na světě. V rozvojových zemích, jedna ze dvou těhotných žen a asi 40 % předškolních dětí je anemických. Zdravotní důsledky zahrnují nízké výsledky těhotenství, snížený fyzický a mentální (kognitivní-poznávací funkce) vývoj, zvýšené riziko nemocnosti u dětí a snížení pracovní produktivity u dospělých. Chudokrevnosti lze předejít, nedostatek přispívá k 20% úmrtí matek. Vzhledem k vysokému obsahu železa u několika druhů hmyzu je sledování u dalších druhů jedlého hmyzu žádoucí (FAO/WHO, 2001).

Další problém veřejného zdraví představuje nedostatek zinku, zejména pro zdraví dětí a matek. Nedostatek zinku může vést k retardaci růstu, zpožděnému sexuálnímu a kostnímu zrání, kožním lézím, průjmu, alopecii, poruchám chuti k jídlu a vlivem poruchy imunitního systému ke zvýšené vnímavosti k infekcím (FAO/WHO, 2001). Obecně platí, že většina hmyzu je považována za dobrý zdroj zinku. Hovězí maso obsahuje v průměru 12,5 mg na 100 g sušiny, zatímco larvy nosatce palmového (*Rhynchophorus phoenicis*) obsahují 26,5 mg/100 g (Bukkens, 2005).

## 5.5 Zdroj vitamínů

U bezobratlých živočichů se uvádí, že jsou i zdrojem, jak hydrosolubilních vitamínů (B a C), tak především liposolubilních vitamínů (A, D, E, K). Kouřimská *and* Adámková (2016) uvádějí u některých druhů hmyzu i zvýšený obsah provitaminů jako je  $\beta$ -karoten a  $\alpha$ -tokoferol.

Vitamíny jsou nezbytné pro stimulaci metabolických procesů, posílení funkce imunitního systému a jsou obsaženy u většiny jedlého hmyzu. Bukkens (2005) zjistil, že u celé řady hmyzu se thiamin (vitamín B<sub>1</sub>- esenciální vitamín, který působí jako koenzym přeměny sacharidů na energii) nachází v rozmezí od 0,1 do 4 mg/100 g sušiny. Riboflavin (vitamín B<sub>2</sub>) byl prokázán v rozmezí od 0,11 do 8,9 mg/100 mg. Pro srovnání celozrnný chléb obsahuje 0,16 mg vitamínu B<sub>1</sub> a 0,19 mg na 100 g vitamínu B<sub>2</sub>. Vitamín B<sub>12</sub> se nachází pouze v potravinách živočišného původu a je dobře zastoupený v larvách potemníka moučného (*Tenebrio molitor*) (0,47  $\mu$ g na 100 g) a u cvrčka domácího (*Acheta domestica*) (5,4  $\mu$ g/100 g u dospělých a 8,7  $\mu$ g/100 g u nymfy). Nicméně mnoho druhů má velmi nízkou úroveň vitamínu B<sub>12</sub>, což je důvod, proč je zapotřebí další výzkum k identifikaci jedlého hmyzu bohatého na vitamíny skupiny B (Bukkens, 2005; Finke, 2002).

Retinol a  $\beta$ -karoten (vitamín A). U některých housenek, včetně *Imbrasia* (= *Nudaurelia*) *oyemensis*, *I. truncata* a *I. epimethea*, byly zjištěny hodnoty retinolu v rozmezí od 32 do 48  $\mu$ g a 6,8 až 8,2  $\mu$ g na 100 g sušiny pro  $\beta$ -karoten. Hladiny těchto vitamínů byly nižší než 20  $\mu$ g na 100 g u larvy potemníka moučného a méně než 100  $\mu$ g na 100 g u cvrčka domácího (Oonincx a Poel, 2011; Bukkens, 2005; Finke, 2002). Obecně lze uvést, že hmyz není nejlepším zdrojem vitamínu A.

Vitamín E vyskytující se například u larvy nosatce palmového, se může honosit 35 mg  $\alpha$ -tokoferolu a 9 mg  $\beta$ + $\gamma$  tokoferolu na 100 g, když denní doporučená dávka je 15 mg (Bukkens, 2005). Obsah vitamínu E v lyofilizovaném prášku bource morušového (*Bombyx mori*) je také poměrně vysoký 9,65 mg/100 g (Tong *et al.*, 2011).

## 5.6 Zdroj chitinu (vlákniny)

Chitin je hlavní součástí vnější kostry (exoskeletu) většiny bezobratlých živočichů, především je velké zastoupení u dospělců (imago). Řada autorů jej považuje za vlákninu (polysacharid). Hmyz obsahuje významné množství vlákniny (vyjádřeno jako hrubá vlákniny, acido detergentní vláknina, neutrálně detergentní vláknina). O obsahu vlákniny u hmyzu je k dispozici značné množství dat, ale ta byla získána různými metodami a nejsou snadno srovnatelná. Finke (2007) stanovil obsah chitinu, u druhů hmyzu komerčně využívaných jako potravina, a zjistil rozsah od 2,7 do 49,8 mg/kg čerstvé hmoty a 11,6 až 137,2 mg na kg sušiny. Barker *et al.* (1998) a Finke (2002) uvádějí obsah chitinu u hmyzu 5 - 20 % sušiny.

Nutriční hodnota bude rozdílná u jednotlivých druhů, bude se lišit i v rámci jednoho druhu podle vývojového stádia (imago, larva a její vývojové stádium, housenka a její vývojové stádium, kukla a její vývojové stádium).

Chitin je polysacharid složený z molekul N-acetyl-D-glukosaminu – derivátu glukózy. Chitin, podobně jako polysacharid celulóza u rostlin, je lidmi považován za nestravitelný, i když chitináza byla v lidské žaludeční šťávě nalezena (Paoletti *et al.*, 2007). Chitin je také spojován s ochranou proti parazitárním infekcím a některým alergickým stavům. Uvedené studie prokázaly absenci chitinázové aktivity ve 20 % případů. Chitinázová aktivita převládá v tropických zemích, kde je hmyz lidmi pravidelně konzumován; nižší míra chitinázové aktivity v západní Evropě může být důsledkem absence chitinu v potravě. Některé argumenty, že chitin působí jako dietní vláknina (Muzzarelli *et al.*, 2001), by mohly souviset s vysokým obsahem vlákniny u jedlého hmyzu, zejména u druhů s tvrdým exoskeletem (Bukkens, 2005).

## **6 Technologie zpracování bezobratlých živočichů**

Mezi technologické úkony při zpracování bezobratlých živočichů náleží:

- separace od substrátu (prosíváním),
- skladování (mražení, sušení, nakládání do speciálních nálevů),
- úprava před konzumací (mechanická úprava, mletí - lépe po tepelném ošetření zamezí se hnědnutí až černání - obsah polyfenolů, servírování),
- separace jednotlivých živin (protein, tuk, chitin apod.).

Zavedení do praxe bude záviset na:

- chuťových vlastnostech,
- kulinární úpravě,
- osvětě a propagaci,
- ekonomice,
- legislativě.

## **7 Bezpečnost potravin obsahující bezobratlé živočichy**

Z hlediska bezpečnosti potravin, které obsahují bezobratlé živočichy, může existovat:

- riziko alergií u citlivých osob,
- riziko kontaminací pesticidy, těžkými kovy, radionuklidy, patogenními mikroorganismy (viry, bakterie, paraziti),
- nebyl zaznamenán přenos onemocnění, výjimkou jsou některé druhy krev sajícího hmyzu, který je schopen přenášet řadu závažných chorob, a to i na našem území, což však s uváděnou problematikou souvisí jen okrajově,
- obsah přirozeně biologicky toxických látek (biotoxiny),
- mechanické ucpání trávicího ústrojí (bezoáry),
- traumatické poškození sliznic gastrointestinálního traktu.



## 8 Nejčastěji využívané druhy bezobratlých živočichů

Mezi celosvětově nejčastěji využívané druhy bezobratlých živočichů patří: bráněnka (*Hermetia illucens*), moucha domácí (*Musca domestica*), potěmník moučný (*Tenebrio molitor*), některé druhy pavouků, brouků, kobylek atd.

Mezi v České republice nejčastěji využívané druhy bezobratlých živočichů patří: cvrček domácí (*Acheta domestica*), cvrček stepní - banánový (*Gryllus assimilis*), cvrček dvouskvrnný (*Gryllus bimaculatus*), saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*), saranče všežravá (*Schistocerca gregaria*), saranče pustinná (*Schistocerca gregaria*), potěmník moučný (*Tenebrio molitor*), potěmník brazilský (*Zophobas morio*), potěmník stájový (*Alphitobius diaperinus*), včela medonosná (*Apis mellifera*), šváb obrovský (*Nauphoeta cinerea*), šváb argentinský (*Blattella germanica*), zavíječ voskový (*Galleria mellonella*).

Druhy hmyzu používané jako krmivo.

Mezi nejslibnější druhy hmyzu pro průmyslovou produkci krmiv patří moucha bráněnka, larvy mouchy domácí, larvy housenky bource morušového a potěmník moučný. V menší míře jsou také vhodné kobylky a termity. V současnosti jsou tyto druhy nejčastěji studovány a představují většinu literárních zdrojů.

### ▪ **Moucha bráněnka** (*Hermetia illucens*)

Moucha bráněnka (*Hermetia illucens*) (*Diptera: Stratiomyidae*) se přirozeně vyskytuje v hojném množství na hromadách hnoje od drůbeže, prasat a skotu. Larvy se také vyskytují v hojně populaci na organických odpadech, jako je dřev kávočných bobů, zelenina, lihovarský odpad a rybí odpad (vedlejší produkty zpracování ryb). Používají se komerčně k řešení řady problémů životního prostředí spojené s kejdou a dalšími organickými odpady, například ke snížení hmotnosti, obsahu vlhkosti a nepříjemných pachů hnoje. Současně poskytují vysoce hodnotné krmivo pro skot, prasata, drůbež a ryby (Newton *et al.*, 2005). Dospělá moucha bráněnka, není přitahována k lidskému stanovišti nebo na potraviny a proto není považována za obtěžovatele.

Vysoký obsah hrubého tuku mouchy bráněnky může být převeden na bionaftu: 1000 larev rostoucí na 1 kg hovězího hnoje, prasečí kejdy a kuřecího hnoje produkuje 36 g, 58 g, 91 g, bionafty (Li *et al.*, 2011). Je také zkoumána možnost vrácení chitinu po vytěžení ropy.

Snižování populace mouchy domácí.

Mnohé problémy spojené s ukládáním a využitím hnoje může být vyřešeno produkcí mouchy bráněnky. Sheppard *et al.* (1994) dokumentovali, že kolonizace drůbežího a prasečího hnoje mouchou bráněnkou může omezit populaci běžné mouchy domácí (*Musca domestica*) o 94 - 100 %. Bráněnka vytváří hnůj tekutější a proto méně vhodný pro larvy mouchy domácí, a její přítomnost podporuje potlačení procesu kladení vajíček mouchou (Sheppard, 1983). Zatímco obecně je moucha domácí považována za obtížný hmyz, může se také chovat jako krmivo pro zvířata a pro ryby.

Snížení kontaminace hnoje.

Larvy mouchy bráněnky jsou schopny přeměnit reziduální proteiny a další živiny hnoje na hodnotnější biomasu (tzn. krmivo). Tak sníží koncentraci živin a zbytky hnoje. Sklizené a zpracované larvy mouchy bráněnky představují hodnotu asi 200 \$ za tunu a je to ekonomičtější než přeprava hnoje (10 – 20 \$ za tunu) (Tomberlin *and* Sheppard, 2001). V uzavřených zařízeních pro skot, byly larvy využity ke snížení dostupného fosforu o 61 - 70 % a dusíku o 30 - 50 % (Sheppard *et al.*, 2008). V terénním pokusu provedeném v Gruzii a USA, larvy mouchy bráněnky snížily v prasečí kejdě dusík o 71 %, fosfor o 52 %, draslík o 52 % a hliník, bór, kadmium, vápník, chrom, měď, železo, olovo, hořčík, mangan, molybden, nikl, sodík, síru a zinek o 38 – 93 %. Larvy jsou schopny snížit znečištění o 50 - 60 % i více. Nepříjemný zápach vznikající rozkladem hnoje byl také snížen nebo odstraněn trávením larvami bráněnky. Bráněnky provzdušní a vysuší hnůj a sníží zápach. Navíc larvy modifikují mikroflóru hnoje, potenciálně sníží množství škodlivých bakterií (Erickson *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2008). Například aktivity larev významně snížily ve slepičím hnoji množství *Escherichia coli* 0157: H7 a *Salmonella enterica* (Erickson *et al.*, 2004). Sheppard *et al.* (2008) soudí, že larvy obsahují přírodní antibiotika podobně jako larvy bzučivky zelené (*Lucilia sericata*) používané pro očištění lidských ran k terapii nektróz; tato metoda se stále praktikuje kvůli výskytu rezistentních bakteriálních infekcí (Sherman *and* Wyle, 1996).

Moucha bráněnka jako krmivo.

Využití prepupae\* mouchy bráněnky jako krmiva by mělo být bráno v úvahu, v neposlední řadě pro jejich schopnost snižovat ekologické stopy (Newton *et al.*, 1977; Sheppard *et al.*, 1994). Sušené prepupae bráněnky obsahují 42 % bílkovin a 35 % tuku (v sušině) (Newton *et al.*, 1977). Živé prepupae se skládají z 44 % sušiny a lze je snadno skladovat delší dobu. Bylo zjištěno, že jako součást kompletního krmiva podporují růst kuřat (Hale, 1973), prasat (Newton *et al.*, 1977), pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) (St-Hilaire *et al.*, 2007), sumce (*Ictalurus punctatus*) (Pimentel *et al.*, 2004) a ryby modré tilapie (*Oreochromis aureus*) (Sheppard *et al.*, 2008). U pstruha duhového mohou larvy nahradit 25 % používané rybí moučky a 38 % rybího tuku. Místo krmení ryb hmyzem, může být hmyz chován na rybách. Organické odpadní produkty, rybí droby (vnitřnosti apod.) mohou být zkrmovány larvám. Ve srovnání s larvami žijícími na hnoji, se obsah lipidů zvýšil o 30 % a omega-3 mastné kyseliny se zvýšily o 3 %; k oběma zvýšením došlo během 24 hodin (St-Hilaire *et al.*, 2007).

prepupae\* an insect in the nonfeeding inactive stage between the larval úperiod and the pupal stages of development

Zvýšení udržitelnosti produkce sladkovodních krevet v Ohio.

Kultura sladkovodních krevet je v mnoha oblastech mírného pásma USA stále populárnější. Sladkovodní krevety mají obrovský potenciál pro diverzifikaci farem v Ohio. V minulých deseti letech se zájem o tento produkt zvýšil v důsledku rostoucí poptávky po lokálních výrobcích, rostoucí touze spotřebitelů vědět, kde a jak se vyrábí jejich potravina, jedinečností produktu a zvýšené produkce krevet na základě zlepšení chovu a výrobních postupů.

Krmivo je druhou nejvyšší položkou výrobních nákladů (první jsou larvy krevet). Tradičně většina zemědělců chovajících krevety používá krmivo pro sumce. Náklady na tyto diety, založené na rybí moučce narůstají, mnoho výživářů hledá zdroje alternativní bílkoviny použitelné v akvakulturním krmivu. Jedním z nich jsou larvy mouchy bráněnky a jejich exkrementy. Poprvé byly larvy mouchy bráněnky kultivovány v obchodním měřítku v USA, v Yellow Springs, Ohio, společností EnviroFlight, kde první diety krevet byly vyrobeny s použitím bráněnky a pšeničných otrub.

Jediný zaznamenaný rozdíl byl, že krevety krmené Enviroflight krmivem měly mírně světlejší vzhled než krmené tradičně. Zkušební degustátoři krevet nezjistili žádný rozdíl v chuti mezi výrobky. Použití místní produkce krmiva pro akvakultury má mnoho výhod pro výrobce sladkovodních krevet, jakož i potenciální přínos pro producenty akvakultury chovající další druhy ryb. Náklady na krmiva jsou nižší než v současnosti komerčně dostupné alternativy. To přispěje k ekonomické výhodnosti operací, zejména vzhledem k tomu, že se předpokládá, že náklady na rybí moučky nadále porostou. Navíc krmení krevet krmivem bez rybí moučky může otevřít další marketingové příležitosti pro zemědělce, někteří zákazníci jsou proti používání rybí moučky v akvakulturním krmivu. Konečně vzhledem k tomu, že larvy bráněnky přijímají sušené extrahované zrno, výroba tohoto výrobku napomáhá opětovnému použití odpadů/koproduktů získaných z jiného průmyslového odvětví. Tato recyklace živin je přínosem k celkové udržitelnosti projektu (Tiu, 2012).

#### ▪ Larvy mouchy domácí

Larvy mouchy domácí (*Musca domestica*) jsou využívány převážně v tropických oblastech. Červi jsou důležitým zdrojem živočišných bílkovin pro drůbež: obsah sušiny je 30 % z jejich celkové původní larvální hmotnosti, z toho je 54 % hrubého proteinu. Červi mohou být nabízeni v čerstvém stavu, ale pro intenzivní zemědělství jsou z hlediska skladování a přepravy vhodnější jako suchý produkt. Studie prokázaly, že v produkci brojlerových kuřat moučka z larev nahradí rybí moučku (Hwangbo *et al.*, 2009; Téguia *et al.*, 2002). Současně produkce larev může přispět ke zmírnění hromadění trusu.

Na africkém venkově, stejně jako v našich podmínkách, jsou červi přírodní potravou drůbeže. Například v Nigérii by produkce larev mohla poskytnout vynikající zdroj živočišných bílkovin pro místní drůbeží farmy. Červi jsou už zkrmováni kuřatům v Togu (Ekoue *and* Hadzi, 2000) a Kamerunu (Téguia *et al.*, 2002). V Jižní Koreji sledovali Hwangbo *et al.* (2009) vliv červů na kvalitu masa a růstové ukazatele u brojlerů a zjistili, že zkrmovaná dieta obsahující 10 - 15 % červů zvýšila kvalitu jatečně upraveného těla a růst brojlerových kuřat. V Nigérii Awoniyi *et al.* (2004) vyhodnotili náhradu rybí moučky moučkou z červů a zjistili, že diety, kde bylo nahrazeno 25 % rybí moučky moučkou z červů, byly nejúčinnější z hlediska průměrné týdenní hmotnosti a využitelnosti bílkovin.

Za devět týdnů hmotnost živých, mrtvých a vykuchaných kuřat, stejně jako relativní délka, šířka a hmotnost prsních svalů a dvojhlavého svalu lýtkového (*musculus gastrocnemius*), nebyla významně změněna krmivem z moučky z červů. Byl učiněn závěr, že moučka z červů je levná a může představovat částečnou náhradu za rybí moučku při krmení brojlerových kuřat.

Začlenění moučky z červů do krmiva zvířat však vyvolává obavy, neboť obecné znalosti naznačují, že v dospělosti se *Musca domestica* významně podílí na přenosu nemocí. Larvy se vyvíjejí ve hnoji a hnilých odpadech a z tohoto důvodu moučka z červů v krmivu zvířat vyvolává obavy z bakterií a plísní. Awoniyi *et al.* (2004) zkoumali čerstvé a sedm měsíců uložené vzorky sušených, pomletých larev mouchy na přítomnost mikrobů, vzhledem k jejich vhodnosti k zařazení do krmiva. Závěr byl, že je-li vlhkost příliš vysoká (v jejich studii 23 %, zatímco limit je 12 %), skladovaná moučka z červů je náchylná k poškození plísněmi a bakteriemi. K minimalizaci bakteriální činnosti doporučili sušení na 4 – 5% vlhkost. Po zpracování lze dosáhnout ochrany před absorpcí vlhkosti vodotěsným pytlváním (celofán nebo nylon) a ochranou před teplem.

#### ▪ **Termiti**

Termiti získaní ve volné přírodě mohou být použiti k lovu ryb a ptáků. Silow (1983) uvádí, že v Zambii využívají termity (*Trinervitermes* spp.) jako návnadu ryb v kuželových rákosových pastích a jako návnadu pro přilákání hmyzožravých ptáků (například perliček, frankolínů, křepelek a drozdů). Ptáci jsou chyceni do nastavených pastí na horní části termitiště. Chov termitů je však velmi obtížný a nelze jej doporučit i s přihlédnutím k jejich vysoké emisi metanu (Hackstein *and* Stumm, 1994).

#### ▪ **Bourec morušový**

Ve většině rozvojových zemí omezuje živočišnou výrobu nedostatek a cena rybí moučky jako krmné komponenty. I když chov bource morušového produkuje obrovské množství kukel, je výzkum s housenkami bource morušového jako krmné komponenty nedostatečný.

V Nigérii Ijaiya *and* Eko (2009) analyzovali možnost nahradit rybí moučku (25, 50, 75 a 100 %) krmivem z housenek bource morušového (*Anaphe panda*) a sledovali růst, hematologii a ekonomii produkce brojlerů a zjistili, že růstová výkonnost kuřat nebyla ovlivněna zařazením housenek bource morušového. Nebyly žádné významné rozdíly v užitkovosti z hlediska příjmu krmiva, tělesné hmotnosti, konverze krmiva, hodnoty bílkovin PER (Protein Efficiency Ration) mezi dietami. Krmivo z housenek bource se ukázalo jako levnější než konvenční rybí moučka, takže je vhodnou a ekonomickou náhradou.

#### ▪ **Mouční červi**

Mouční červi, jako je *Tenebrio molitor*, jsou již v průmyslovém měřítku využíváni. Mohou být chováni na nízko výživných odpadních produktech a krmeni kuřecím brojlerům. Ramos-Elorduy *and* Pino (2002) chovali larvy *T. molitor* na několika druzích sušených odpadních materiálech různého původu. Použili tři hladiny larev (0, 5 a 10 % v sušině) v bazální dietě obsahující šrot z čiroku a sóji s obsahem 19 % bílkovin a hodnotili příjem krmiva, přírůstky a produkční účinnost. Po 15 dnech nezjistili žádné významné rozdíly mezi skupinami. Mouční červi jsou slibnou alternativou konvenčních proteinových zdrojů, zejména sójového šrotu.

#### ▪ **Kobylky**

V Indii se uskutečnil výzkum s využíváním kobylek jako krmiva pro hospodářská zvířata. Důvodem je, že konvenční krmiva představují 60 % celkových nákladů na chov hospodářských zvířat a také proto, že v důsledku konkurence mezi lidmi a hospodářskými zvířaty o produkty jako je kukuřice a sója, je nedostatek těchto krmiv. Kromě toho, sklizeň těchto potravních kobylek na orné půdě a pastvinách může snížit používání škodlivých pesticidů pro jejich kontrolu. U čtyř druhů kobylek byla sledována jejich nutriční hodnota: *Oxya fuscovittata*, *Acrida exaltata*, *Hieroglyphus banian* a *Spathosternum prasiniferum prasiniferum* (Anand *et al.*, 2008). Studie potvrdila, že kobylky mají vyšší obsah proteinů ve srovnání s místně dostupnou sójovou a rybí moučkou.

Odchov a hromadná produkce.

Použití kobylek jako krmiva pro zvířata vyžaduje značné množství biomasy, kterou lze získat pouze při farmovém chovu hmyzu.

Das *et al.* (2009) ověřovali nutný prostor pro hromadný chov *Oxya fuscovittata* a *Spathosternum prasiniferum prasiniferum*. Použití skleněných nádob o objemu 2 500 cm<sup>3</sup> a při hustotě 10 000 hmyzu na m<sup>3</sup> pro *O. fuscovittata* a 7 100 hmyzu na m<sup>3</sup> pro *S. prasiniferum prasiniferum* vyústil v úmrtnost 12 a 15 %. Menší velikost *S. prasiniferum prasiniferum* znamená, že na jednotku plochy mohlo být chováno více jedinců ve srovnání s *O. fuscovittata*. Das *et al.* (2010) také stanovili optimální teplotu a fotoperiodu masového chovu *Oxya hyla hyla* a experimentovali s použitím hnoje kobylek na zvýšení úrodnosti půdy. Zjistili, že procento dusíku, fosforu a draslíku je podobné ve srovnání s běžně používaným hnojem zvířat.

Krmné pokusy s rybami a drůbeží.

Krmné pokusy na určitých druzích ryb potvrdily, že diety, ve kterých bylo 25 a 50 % rybí moučky nahrazeno moučkou z kobylek, daly stejné výsledky, jako kontrolní diety obsahující rybí moučku ve 100 %. Všechny parametry růstu získané u vybraných ryb byly vyšší u krmiva, které obsahovalo moučku z kobylek než u krmiv dostupnými na trhu. To znamená, že kobyly by mohly být úspěšnou krmnou náhradou za tradiční rybí moučku. Japonské křepelky (*Cotornix japonica japonica*) byly krmeny různými dietami, ve kterých *Oxya* moučka postupně nahradila rybí moučku. U řady parametrů růstu byly nejlepší výsledky získány s dietou, v níž bylo nahrazeno 50 % rybí moučky *Oxya* moučkou. Kromě toho snáška (tj. počet vajec na nosnici) byla výrazně vyšší ve srovnání s kontrolou.

Dva živinově bohaté druhy kobylek rodu *Oxya* (*O. fuscovittata* a *O. hyla hyla*) mají schopnost vzhledem k jejich vysoké plodnosti a fecunditě\* produkovat značné množství biomasy. Odhaduje se, že *Oxya* by mohla nahradit alespoň 50 % rybí moučky pro krmení ryb a drůbeže. Tyto výsledky podporují myšlenku založení kobylykových farem, ve kterých by byla *O. fuscovittata* a *O. hyla hyla* masově chována s pomocí trávy z rostlin *Sorghum halepense* a *Brachiaria mutica* jako potravy. Přeměna na tkáň kobylek by byla relativně snadná, při zajištění stálého zdroje krmiva pro vývoj doplňku krmiv hospodářských zvířat určených k lidské a jiné než lidské spotřebě. Navíc pokud by kobyly byly popularizovány jako alternativní potravina a krmný zdroj, mohlo by to výrazně snížit potřebu rybí moučky a tudíž snížit poměr poptávka/nabídka rybí moučky, což by pomohlo snížit její tržní cenu (Halдар, 2012).

\*Fecundity-the ability to produce an abundance of offspring or new growth; fertility

## 9 Zoologický systém bezobratlých živočichů a jejich význam z hlediska využití ve výživě

**Říše - živočichové** (*Animallia*)

**Podříše – jednobuněční** (*Monocytozoa - Protozoa*)

**Kmen bičíkovci** (*Flagellata*)

**Třídy** – bičivky (*Protomonadina*), bičenky (*Polymastigina*), zdvojenky (*Diplozoa*)

**Kmen panožkovci** (*Sarcodina*)

**Třídy** – měňavky (*Amoebina*)

**Kmen výtrusenky** (*Cnidosporidia*)

**Třídy** – hmyzomorky (*Microsporidia*), rybomorky (*Mixosporidia*)

**Kmen výtrusovci** (*Sporozoa*)

**Třídy** – kokcidie (*Coccidia*), krvinovky (*Haemosporidia*)

**Kmen nálevníci** (*Infusoria*)

**Třídy** – stejnobrví (*Holotricha*), pásmobrví (*Spirotricha*), kruhobrví (*Peritricha*)

Skupina jednobuněčných bezobratlých živočichů nenašla uplatnění pro výživářské účely. Řada z nich jsou významní parazité člověka a zvířat, u kterých často vyvolávají velmi závažná onemocnění. Řada druhů jsou významnou součástí bachorové mikroflóry přežvýkavců.

**Podříše – mnohobuněční** (*Polycytozoa*)

**Kmen houby** (*Porifera*)

**Třídy** – vápenití (*Calcispongia*), křemenití (*Silicispongia*), rohovití (*Conacuspongia*)

Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat.

**Kmen láčkovci** (*Coelenterata*)

**Třídy** – polypovci (*Hydrozoa*), medúzovci (*Scyphozoa*), korálnatci (*Anthozoa*), žebernatky (*Tentaculifera*)



Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat. Jde o sladkovodní a především mořské živočichy bez většího hospodářského významu.

**Kmen ploštěnci (*Plathelminthes*)**

**Třídy** – ploštěnky (*Turbellaria*), motolice (*Trematoda*), tasemnice (*Cestoidea*)

Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat. V této skupině se nachází řada endoparazitických druhů způsobujících významné onemocnění lidí a zvířat.

**Kmen pásnice (*Nemertini*)**

**Třídy** - bezbodci (*Anopla*), bodcovci (*Enopla*)

Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat.

**Kmen oblovci (*Aschelminthes*)**

**Třídy** - hlístice (*Nematoda*), strunovci (*Nematomorpha*)

Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat. V této skupině se nachází řada endoparazitických druhů způsobujících významné onemocnění lidí a zvířat.

**Kmen vrtejši (*Acanthocephala*)**

Do této skupiny nepatří druhy, které lze využít z hlediska výživy člověka a zvířat. V této skupině se nachází řada endoparazitických druhů způsobujících významné onemocnění lidí a zvířat

**Kmen kroužkovci (*Annelida*)**

**Třídy** - mnohoštětinatci (*Polychaeta*), máloštětinatci (*Oligochaeta*), pijavice (*Hirudinea*)

**Třída máloštětinatci (*Oligochaeta*)**

- **Nitěnka obecná** (*Tubifex tubifex*)

Žijí v bahně rybníků a pomalu tekoucích vod, odpadních stokách, používají se jako krmivo pro akvariijní rybičky a terarijní zvířata. Většinou se loví v přírodních podmínkách. Pro výživu zvířat v zájmových chovech se získávají tak, že se přenesou i s bahnem do větší nádoby, povrch se urovná a posype vlhkým pískem, při zahřívání vylézají na povrch, kde se čisté sbírají, po vyčištění je vhodné je nechat 2 – 3 dny v čisté vodě, pro udržení je nutné vodu často měnit (zdravé cihlově červené klubko), nejlepší je stálý přítok vody.

Chov: lze je chovat v umělých chovech. Jako chovné zařízení lze použít vysoké skleněné misky s 2,5 – 3 cm propraného říčního písku, při znečištění červa přenést do další nádoby s čistým pískem,

Krmivo: syrová rozmačkaná brambora se vsune pod klubko červů.

Jsou významným krmivem především pro akvariijní ryby, pro výživu člověka nemají praktický význam.

### **Řád Pijavice** (*Hirudinae*)

Jde o kroužkovité ploché červy (ektoparazité), s ústní přísavkou, chovají se pro lékařské účely, parazitují na kůži obratlovců.

Za nejvýznamnější druhy lze pokládat: pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*) – žijící v rybnících a pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*) - využívá se pro lékařské účely.

Chov: pro lékařské účely se chovají v lahvích, 10 – 15 cm, olivově žlutá až nazelenalá, žije ve slepých ramenech řek.

Pro výživu člověka nemají pijavice praktický význam.

### **Kmen členovci** (*Arthroloda*)

**Třídy:** korýši (*Crustacea*), pavoukovci (*Arachnoidea*), žábřonožky (*Anostraca*), lupenonožci (*Phyllopoda*), lasturnatky (*Ostracoda*), klanonožci (*Copepoda*), kapřivci (*Branchiura*), rakovci (*Malacostraca*), stonožky (*Symphyla*), drobnušky (*Paupoda*), mnohonožky (*Diplopoda*), stonožky (*Chilopoda*), hmyz (*Hexapoda – insecta*)

## **Třída korýši (*Crustacea*)**

Je známo asi 20 000 druhů, dýchají žábrami, menší druhy celým povrchem, nejvýznamnějším znakem jsou rozeklané končetiny, mají silný krunýř impregnovaný Ca solemi, (u velkých druhů), tělo je složeno z hlavy, hrudi a zadečku (u jednotlivých druhů se mohou různě spojovat), tělo je kryto kutikulou.

Korýši mají jedno z nejvýznamnějších postavení ve výživě člověka. Některé druhy, především mořských korýšů, patří kulinářsky k neatraktivnějším. Jejich maso má vysokou nutriční a dietetickou hodnotu pro vysoký obsah kvalitních bílkovin a pro nízký obsah tuku. Určitou nevýhodou, z pohledu výživy člověka, je jejich maso, které má vysoký obsah cholesterolu. Korýši mohou u citlivých lidí vyvolat alergickou reakci!

### ▪ **Krill**

Mezi mořské korýše zařazujeme drobné mořské živočichy, kteří se obecně označují jako mořský krill. Je součástí mořského zooplanktonu. Jejich nejvyšší výskyt je vázán na oceány v polárním pásmu, od toho je často označován jako antarktický krill. Jejich tělo je velmi podobné krevetám. Přesto, že se jedná vždy o soubor různých druhů, je pro určitou oblast charakteristický a převažující jeden druh korýše, např. v antarktickém krillu převažuje krunýřovka krillová (*Euphausia superba*), krunýřovka ((*Euphausia pacifica*) v severní části Tichého oceánu a světélkovec atlantský (*Meganyctiphanes norvegica*) je převažující složkou krillu severního Atlantiku. Jde o obrovskou biomasu a často je uváděno, že krill je největší složkou biomasy na naší planetě. Krill se živí planktonem. Jeho význam spočívá především v tom, že slouží jako hlavní potravní zdroj pro velké mořské živočichy (velryby, tučňáky, tuleně a ryby). Obsahuje kvalitní protein, tuk s vysokým zastoupením n-3 mastných kyselin a obsahuje i vysoký podíl fosforu. Je loven pro potravinářské a farmaceutické účely, ale i jako krmivo pro výživu ryb. Většinou se podává mletý nebo jako pasta. Protože jejich vnější schránky obsahují jedovatý fluorid, krill musí být ihned zpracován, jinak může být až smrtelně toxický.

## **Řád desetinožci (*Decapoda*)**

Zahrnuje asi 8 300 druhů, z hlediska výživy jsou za nejvýznamnější druhy z koryšů považovány: krevety, garnáti, langusty, humři, krabi. Jejich tělo je tvořeno chitinózním krunýřem, vyztuženým uhličitanem vápenatým, dýchají vláknitými žábami na bocích těla pod krunýřem.

### **Raci**

- **Rak říční (*Astacus astacus*)**

Délka těla 15 - 18 cm (25 cm), samička je menší, barva šedá, nebo olivově zelená, žije v řekách a rybnících s bahnitým dnem, přesto je citlivý na čistotu vody a kyslík, přes den je ukrytý, loví v noci, jeho maso je ceněnou pochoutkou. V přírodě vzácní – znečištěné prostředí (rak je na prostředí velmi choulostivý), dožívá se až 20 let.

Chov: po přepravě (adaptaci) pokropit a dát ho do větší nádrže, aby sám vlezl do vody (hrozí utopení), dobře vzduchované akvárium, bez rostlin, s pískovitým a kamenitým dnem, kameny by měly vyčnívat nad dno a poskytovat úkryt.

- **Rak bahenní (*Astacus leptodactylus*)**

Patří z komerčního hlediska k nejvýznamnějším druhům v Evropě. Je chován na račích farmách (Turecko, severní Německo). Má štíhlejší klepeta, proto je ve srovnání s rakem říčním výtěžnost masa nižší, kvalitou je však srovnatelné. Raci se vaří, konzumují se v teplém nebo studeném stavu.

- **Rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)**

Pochází ze severozápadní oblasti USA. Je přenašečem račího moru. V současnosti žije i v evropských podmínkách, kam byl v minulosti introdukován za raka říčního. Chuťové vlastnosti masa jsou srovnatelné s rakem říčním, obdobná je i jeho kulinární úprava.

- **Rak červený** (*Procambarus clarkii*)

Jde o severoamerický druh. Jde o nejčastěji loveného raka. Loví se v přírodě, ale je i chován v rybnících. V USA jde o nejvíce komerčně využívaného raka. Z USA byl introdukován do Španělska. Podává se vařený, jeho maso však nedosahuje kvality a chuti raka říčního.

Raci žijící v ČR jsou zákonem chráněni! V minulosti byli loveni a konzumováni i v ČR. V zahraničí, kde nejsou raci chráněni, se běžně prodávají a slouží ke konzumaci. Raci ke komerčním účelům musí pocházet z akvakultur. Jde pouze o regionální nízkou spotřebu (Skandinávie).

Do řádu desetinožci patří i řada mořských živočichů, kteří se loví z hlediska výživy člověka. U některých druhů byly vytvořeny i umělé chovy (krevety). Jde zejména o skupiny živočichů:

### **Krevety**

Je známo až 2 500 (3 000) druhů, žijí v mořské i sladké (v subtropických a tropických oblastech) vodě. Některé druhy dorůstají délky přes 20 cm. V současné době většina konzumních krevet pochází z farmových chovů. Pro konzumaci jsou nejoblíbenější krevety bělonohé a krevety tygří. Obchod s krevetami nerozlišuje krevety podle druhu, ale podle jejich velikosti. Proto se i rozdělují do dvou skupin, velké krevety (nadčeleď *Penaeoidea*) a tzv. pravé krevety (*Caridae*), které jsou podstatně menší a vyskytují se hlavně v mořích studeného pásma a komerčně jsou méně zajímavé přesto, že jejich maso má vyšší nutriční hodnotu. Podávají se s krunýřem nebo loupané. Uchovávají se mražené nebo v nálevu. Z gastronomického hlediska je maso krevet považováno za lahůdku. Krevety se připravují sušené, vařené, smažené a grilované. Malé druhy a přebytky lovu jsou zpracovány sušením, často rozemlety na moučku a jsou využívány ke krmení zvířat.

### **Garnáti**

Garnáti jsou často zaměňováni s krevetami, jsou 4 - 8 cm velcí. Žijí ve velkých hejnech v Severním a Baltském moři, jsou rozšířeni podél evropského pobřeží, ale i ve Středozemním moři a Černém moři a dále podél tichomořského pobřeží USA.

Používá se maso z jejich ocásků. Jejich maso je hodnoceno jako velmi jemné, velmi chutné s obsahem kvalitních bílkovin, n-3 mastných kyselin, minerálií (Ca, Zn, I) a vitamínu B<sub>12</sub>. Podávají se tepelně upravené (smažené, grilované, pečené, zapékané), přidávají se do salátů, rizot, těstovin a do polévek. Mezi nejznámější druhy patří garnát obecný (*Crangon crangon*).

## **Langusty**

Jde většinou o poměrně velké lezoucí korýše, patřící mezi obyvatele mořského dna. Mají málo vyvinutá klepeta nebo je postrádají, naopak mají velmi vyvinutá tykadla. Dosahují délky až 45 cm a hmotnosti až 8 kg. Langusty žijí ve Středozezemním moři a na západním pobřeží Evropy, ale i v dalších subtropických a tropických mořích. Především zadečková část těla obsahuje vysoce kvalitní maso, které je oceňovanou delikatesou, patří k nejlepším pochoutkám z mořských plodů. Mezi jednotlivými langustami nejsou v kvalitě masa podstatné rozdíly. V Evropě je nejznámějším druhem langusta evropská (*Palinurus elephas*).

## **Humři**

Jde o největšího mořského korýše (20 - 60 cm, 5 - 6 kg) s velmi vyvinutými klepety. Vyskytují se při pobřeží Atlantického oceánu, Středozezemního moře, USA a Kanady. Patří u gurmánů za velmi vyhledávanou pochoutku. Prodávají se především živí. Připravují se vařením ve vodě nebo páře, ale i smažené nebo grilované. K nejznámějším tržním druhům patří humr evropský (*Homarus vulgaris*) a především humr americký - kanadský (*Homarus americanus*). K humrům patří i tzv. scampi s vynikající chutí masa.

## **Krabi**

Na rozdíl od předchozích skupin korýšů mají charakteristický oválný tvar těla (krunýř), pět párů končetin, z nichž jeden pár je přeměněn na mohutná klepeta a mají redukovaný zadeček. Jsou loveni především pro kvalitní maso získané z klepet a těla. Největším producentem krabiho masa je Čína a jihovýchodní Asie. Pro potravinářské účely je využíván Krab modrý. Krab pavoukový, Krab německý, Queenslandský písečný krab, Krab mangrový, Krab žabí a Kamčatský krab.

Dodávají se čerství nebo konzervovaní. Podávají se vaření, pečení nebo dušení. Většina těchto živočichů, především z ekonomických důvodů není běžnou součástí výživy většiny obyvatelstva, spíše jsou podáváni pro gurmánské zážitky majetnější části populace.

### **Kmen členovci (*Arthropoda*)**

#### **Třída pavoukovci (*Arachnoidea*)**

Řád štíři (*Scorpiones*)

Řád pavouci (*Araneae*)

Řád solifugy (*Solifugae*)

#### **Řád štíři (*Scorpiones*)**

Výskyt: subtropické a tropické oblasti celého světa, charakteristické je, že přední končetiny mají přeměněné na klepeta, poslední článek zadečku je zakončen bodcem, větší kořist usmrtí bodnutím, loví za soumraku a v noci, podle druhu je bodnutí bolestivé (včela) až smrtelné.

Chov: v teráriu 30 x 20 x 20 cm, zemina s pískem, rašelina (podle druhu), s dostatkem úkrytů (kameny, kousky dřeva nebo kůry), přesto, že pochází z teplých oblastí, nevyžadují příliš velkou teplotu a přímé sluneční záření jim škodí, vhodné je terárium s rozdílnou teplotou, na jednom konci umístíme zdroj tepla (podle druhu 22 - 30 °C, 34 °C tropičtí), na druhém konci stinný vlhký kout, třeba miska s vodou (mělká, aby se neutopili) s kameny. Pro manipulaci používáme dlouhou pinzetu obalenou měkkou látkou (poranění), většina druhů se dá chovat pohromadě, u mláďat se často vyskytuje kanibalismus.

Rozmnožování: samička klade vajíčka, z nichž se okamžitě líhnou plně vyvinutá mláďata, o která se samička stará (nosí je na zádech) do prvního svlékání (1 - 4 týdny), do této doby nepřijímají potravu, jakmile se svléknou, vydávají se samostatně za potravou, v této době je nutné je rychle oddělit (kanibalismus).

Tabulka 6. Chované druhy bezobratlých

Český název ( <i>latinský</i> )	(d, v, š)	mm <sup>*)</sup>	t °C	Země původu
Štír řecký ( <i>Iurus dufourei</i> )	30x15x20	70 - 85	25 - 30	Peloponéský poloostrov – Řecko
Štír krétský ( <i>Euscorpius candiota</i> )	30x15x20	asi 30	20 - 25	řecké ostrovy
Štír mafrtensův ( <i>Mesobuthus martensii</i> )		45 - 60	22 - 28	Čína, Korea, Mongolsko
Štír atlaský ( <i>Burnus atlantis</i> )	30x20x30	65 - 90	22 - 30	Maroko
Štír burmistrův ( <i>Bothriurus burmeisteri</i> )	15x15x10	35 - 45	22 - 28	Argentina, Čile
Štír středoamerický ( <i>Diplocentrus whitei</i> )	20x15x15	70 - 95	24 - 28	Mexiko, USA
Štír obšťův ( <i>Lychas obsti</i> )		30 - 37	22 - 30	Etiopie, Somálsko, Keňa, Tanzanie
Štír jacksonův ( <i>Babycurus jacksoni</i> )	15x15x15	60 - 80	24 - 32	Keňa, Tanzanie, Kongo, Uganda
Štír drsný ( <i>Hottentotta scaber</i> )	30x20x20	60 - 80	25 - 32	Afrika (Egypt, Etiopie), Asie (Irák)
Štír doriin ( <i>Odontobuthus doriae</i> )	30x20x20	65 - 80	22 - 30	Irák, Irán
Štír rozmanitý ( <i>Chaerilus variegatus</i> )	15x15x15	45 - 50	25 - 32	Indonésie
Štír bazilišský ( <i>Isometrus bysilicus</i> )		35 - 50		Sri Lanka
Štír žlutočerný ( <i>Parabuthus leiosoma</i> )	25x20x25	75 - 100	24 - 32	Východní Afrika
Štír vznešený ( <i>Opisthacanthus elatus</i> )	30x20x20	65 - 90	24 - 32	Střední a Jižní Amerika
Štír králův ( <i>Iranobuthus krali</i> )	30x20x20	75 - 85	26 - 32	Irán (Asie)
Štír olivový ( <i>Uroplectes olivaceus</i> )	20x20x20	40 - 50	28 - 34	Jižní Afrika
Štír světlezelený ( <i>Uroplectes flavoviridis</i> )		35 - 50	24 - 30	Jižní Afrika
Veleštír magrettiho ( <i>Pandinus magrettii</i> )	40x30x30	90 - 120	22 - 30	Východní Afrika (Etiopie, Sudán)
Veleštír proláklklepetý ( <i>Pandinu cavimanus</i> )	40x30x30	90 - 140	22 - 30	Východní Afrika (Keňa, Somálsko, Sudán, Tanzanie)
Veleštír boehmův ( <i>Opisththalmus boehmi</i> )		55 - 70	24 - 28	jihovýchodní Afrika (JAR, Tanzanie, Zimbabwe)
Veleštír žlutoňový ( <i>Heterometrus fulvipes</i> )		70 - 100	22 - 28	Indie, Pákistán
Veleštír wahlbergův ( <i>Opisththalmus wahlbergii</i> )		80 - 110	24 - 28	Jižní Afrika

\*) měřeno tělo bez klepet



Krmivo: živí se hmyzem, v zajetí podáváme hmyz a jeho larvy, pavouky, svinky, cvrčky, nutná je miska s vodou, do této doby nepřijímají potravu. Jakmile se svléknou, vydávají se samostatně za potravou – podáváme nejlépe octomilky. V místech jejich výskytu, především v tropických oblastech, jsou štíři tepelně zpracováni, podáváni jako potravina.

### **Řád pavouci (*Araneae*)**

Až 20 000 druhů, nachází se prakticky ve všech oblastech světa a prostředích (vodní), 4 páry nohou, hlavohruď a zadeček, na něm vývody snovacích žláz produkující vlákno, vlákno slouží ke stavění sítí, balení vajíček, pohybu (babí léto).

Chov: v teráriu, obdoba jako štíři, nutné zajistit síťovinou proti úniku, na dně rašelina s pískem nebo mech, vyžadují vlhkost (1 krát za 2 dny rosit), nádobka s vodou (úhyn žízní a suchem), typický je projev kanibalismu, nutno chovat odděleně, pozor i při rozmnožování, kdy samička může sežrat menšího samečka.

Terarijně chování pavouci.

### **Sklípkani**

Žijí v tropických oblastech, velikost 6 – 10 cm, opatrnost při manipulaci, některé druhy jsou jedovatí, citelně a hluboko koušou.

Chov: je důležité znát podmínky, ve kterých pavouk žije, ve skleněných nádržích, terarium 30 (50) x 20 (30) x 20 (40) cm, zakryté pevným pletivem (muší pletivo), je potřebná vysoká vlhkost (nutné pro svlékání), dno nádrže směs písku, rašeliny, lignocelulózu a listů (někteří se rádi zahrabávají – hloubí si nory), vhodný je trs mechu, nejlépe rašeliníku, udržovaného neustále ve vlhkosti a mělká miska s vodou, zajistit úkryt (kameny, kůra, kokosový ořech, rozbitý květináč), 24 - 32 °C, větší vzdušná vlhkost (60 - 80 %), větší terária lze osadit i rostlinami (bromélie), v chovu vydrží 10 i více let. Rozmnožování: samička velmi agresivní, samečky pouštíme jen k nasyceným samičkám, pod dozorem, chová-li se samička agresivně, oddělíme samečka, samička vytváří kokon, do kterého klade vajíčka (200 – 800 ks) a kde probíhají i první dvě vývojová stádia (6 týdnů), mláďata se svlékají 7 – 10 krát, lze chovat i se samičkou až do 1 roku společně, kdy je po 1. svlékání oddělíme, dospívají ve věku 1 - 3 (5) let, ze zadečku mohou uvolňovat žahavé chloupky (u citlivých lidí mohou vyvolat alergie).

Tabulka 7. Chované druhy sklípkanů

Český název ( <i>latinský</i> )	(d, v, š)	cm <sup>*)</sup>	t °C	Zemně původu
Sklípkan sametový ( <i>Vitalius vellutinus</i> )	50x30x40	až 20	24 - 27 70 - 80%	Jižní Amerika
Sklípkan oranžopáskovaný ( <i>Davus pentaloris</i> )	20x20x20	do 12	24 - 30	Střední Amerika, Kostarika
Sklípkan strašlivý ( <i>Xenesthis immanis</i> )	50x30x40	až 10	24 - 27 70%	Jižní Amerika (Brazílie, Ekvádor, Kolumbie, Panama)
Sklípkan skrovný ( <i>Brachypelma augusta</i> )	30x20x20	až 15	24 - 32	Střední Amerika (Kostarika)
Sklípkan huahinský ( <i>Chilobrachys huahini</i> )	25x25x20	až 17	23 - 30 80%	Thajsko
Sklípkan panenský ( <i>Cytropholis flavostriata</i> )	25x20x20	až 15	20 - 28	Panenské ostrovy
Sklípkan vícebarevný ( <i>Aphonopelma bicoloratum</i> )	30x20x20	asi 15		Střední Amerika
Sklípkan robustní ( <i>Lyrognathus robustus</i> )		do 15		Malajsie
Sklípkan ultramarínový ( <i>Pamphobeteus ultramarinus</i> )	60x30x40	až 20	23 - 27 60%	Ekvádor
Sklípkan silný ( <i>Pamphobeteus fortis</i> )	60x30x40	asi 20	23 - 27 60%	Kolumbie,
Sklípkan krátkonohý ( <i>Eucratoscelus pachypus</i> )	20x20x20	asi 11	24 - 30 70 %	Keňa, Tanzanie
Sklípkan hrubý ( <i>Grammostola grossa</i> )	50x30x40	přes 20	23 - 28 60%	Jižní Amerika (Brazílie)
Sklípkan přímorohý ( <i>Ceratogyrus marshalli</i> )	20x20x20	až 14	20 - 30	Mosambik, Zimbabwe
Sklípkan prostrý ( <i>Chaetopelma gracilit</i> )	20x20x15	14 x 12	tolerantní	Kypr, Libanon, Sýrie, Turecko
Sklípkan satanský ( <i>Grammostola alticeps</i> )	30x20x20	asi 15	20 - 25 70 - 80%	Jižní Amerika
Sklípkan korálkový ( <i>Acanthoscurria geniculata</i> )	40x20x30	až 22	23 - 28	Jižní Amerika - Brazílie
Sklípkan drobnorohý ( <i>Ceratogyrus sanderi</i> )	20x20x20	do 11	27 - 32 50%	Namibie
Sklípkan načervenalý ( <i>Poecilotheria rufilata</i> )	30x40x30	asi 18	25 - 30 75 - 85%	Indie jih
Sklípkan barevnochlupatý ( <i>Nhandu coloratovillosum</i> )	25x20x20	si 14	23 - 30	Brazílie
Sklípkan rovinný ( <i>Eupalaesgtrus campestratus</i> )	25x20x20	až 16	22 - 28 70%	Paraguay
Sklípkan nahnědlý ( <i>Poecilotheria subfusca</i> )	20x40x20	až 18	25 - 28 75 - 85%	Srí Lanka

\*) měřeno celé tělo i s končetinami

Krmení: jde o masožravce, různorodý velký hmyz, kobylky, sarančata, švábi, kousky libového hovězího masa, narozené malé myšky (kořist má odpovídat velikosti pavouka), zprvu přijímají jen živou kořist, později i mrtvou, naučí se brát i kousky z pinzety, 1 krát za 14 dnů obalit krmivo vitaminovým přípravkem. Velcí pavouci (sklípkaní) jsou součástí potravy u některých domorodých kmenů v tropických oblastech. Konzumují se po tepelné úpravě. V zemích výskytu se připravují i ve specializovaných restauracích jako delikatesa.

### **Třída hmyz (*Insecta*)**

Hmyz je druhově nejbohatší třídou bezobratlých živočichů. Odhaduje se, že existuje více než milion jednotlivých druhů a stále jsou determinovány druhy nové. Z hlediska výživy člověka skýtá hmyz největší potenciál. Mnoho druhů hmyzu je lidmi považováno za škodlivé. Do skupiny škodlivého hmyzu jsou zahrnováni parazité (komár, veš, štěnice), přenašeči chorob (komár, moucha), ničitelé staveb (termiti) nebo škůdci na zemědělských plodinách (saranče, mandelinka). Mnoho entomologů se zapojuje do různých forem hubení hmyzích škůdců, ať již často používanými insekticidy nebo stále více se rozvíjejícími metodami biokontroly.

I když obtížný hmyz přitahuje největší pozornost, jiné druhy působí naopak na lidi a životní prostředí blahodárně. Některé druhy jsou opylovači kvetoucích rostlin (např. vosy, včely, motýli, mravenci). Opylování je vzájemný vztah mezi rostlinami, které je potřebují ke své reprodukci, a opylovači, kteří si za ně berou odměnu v podobě nektaru a pylu. V současnosti začíná být vážným problémem životního prostředí pokles populací opylovačů z řady hmyz, který je využíván také k opylování polí, sadů a skleníkových rostlin v době květu. Hmyz také produkuje užitečné suroviny jako je např. med, vosk, lak a přírodní hedvábí. Včely medonosné byly chovány po tisíciletí hlavně kvůli medu, i když v současnosti stále více vstupuje do popředí jejich úloha při opylování zemědělských rostlin. Přírodní hedvábí, produkt housenek bource morušového, mělo v minulosti velký vliv na rozvoj obchodu mezi Čínou a ostatními zeměmi světa. Larvy much (červi) byly dříve přikládány na rány, aby bylo zabráněno nebo zastaveno vytváření sněti, protože požírají pouze rozkládající se svalovinu. Tento způsob ošetřování ran se znovu objevuje v některých nemocnicích. Dospělí hmyzí jedinci jako např. cvrčci nebo různé druhy larev se také běžně používají jako rybářská návnada.

V některých částech světa je hmyz využíván jako výživná potrava (entomofágie), zatímco v jiných je jeho konzumace tabu. Existuje mnoho zastánců rozvoje tohoto druhu lidského stravování, které je především bohaté na bílkoviny. Přestože nelze zcela vyloučit otravu hmyzem v lidském potravním řetězci, je již hmyz přítomen v mnoha potravinách, hlavně v zrnech. Mnozí si neuvědomují, že ve většině zemí není podíl hmyzu v potravinách zakázán, pouze je omezen různými množstevními limity. Konzumace hmyzu je tabu v kulturách, kde získávání bílkovin nevyžaduje velkou práci (velkochovy skotu a drůbeže).

Některé druhy hmyzu jsou chovány v teráriích. Příkladem mohou být mravenci, kteří se chovají v tzv. formikáriích. Ti patří mezi blanokřídlý hmyz a jsou blízcí příbuzní včel, vos a sršní. Dalším oblíbeným terarijním hmyzem jsou strašilky, kobylky, různí brouci, larvy a různý hmyz, sloužící jako potrava pro plazy chované doma. V posledních letech se také rozvíjí chov motýlů, který slouží pro návštěvníky a přibližuje jim tvary a barvy motýlů z různých končin naší Země. Také ve farmaceutickém průmyslu jsou využívány různé druhy hmyzu, známým příkladem jsou španělské mušky (brouci puchýřníci) nebo i některé majky, které produkují látku kantaridin. Jako vědecká pokusná zvířata se používají octomilky obecné, pakobylky a různé druhy brouků. Různé druhy červů, především larvy různých much nebo brouků hrají v současnosti důležitou roli při vyšetřování vražd v kriminalistice. Kromě toho jsou různé druhy hmyzu využívány k produkci barviv, laků nebo vosků, z nichž nejznámější je šelak. Některé druhy hmyzu, zvláště brouci, jsou mrchožrouti a živí se uhynulými živočichy nebo padlými stromy, čímž recyklují biologický materiál do podoby vhodné pro jiné organismy. Staří Egyptané dokonce brouka vrubouna posvátného (scarabea) uctívali jako symbol znovuzrození.

Ačkoliv nejsou moc známí, nejužitečnějším hmyzem jsou hmyzožravci, tj. hmyz, který se živí jiným hmyzem. Některé druhy hmyzu, jako např. kobylky, se mohou tak rychle množit, že by v určitém ročním období mohly doslova pokrýt zemi. Přesto existuje mnoho druhů hmyzu, který konzumuje vajíčka kobylek a některé dokonce konzumují dospělé jedince. Tuto roli v přírodě přisuzujeme především ptactvu, ale méně atraktivní hmyz je v tomto ohledu o hodně důležitější. Za všechny škůdce hmyzu je možné jmenovat např. parazitické vosy, jejichž larvy se vyvíjejí v tělech svých hmyzích hostitelů a hrají tak významnou roli v regulaci populace některých hmyzích druhů.

Slunéčka (dospělci i larvy) jsou užitečná tím, že dokáží masivně likvidovat škodící mšice, některé ploštice (např. kněžice), vysávají škodlivé housenky motýlů (včetně známého běláška zelného), vosy a zejména sršně chytají obtížný dvoukřídlý hmyz (mouchy a ovády), kterým krmí své larvy.

Nutriční hodnota hmyzu pro lidskou výživu.

Nutriční hodnota jedlého hmyzu je vysoce variabilní, mimo jiné i vzhledem k široké rozmanitosti druhů. I v rámci stejné skupiny jedlých druhů hmyzu se mohou hodnoty lišit podle metamorfního stádia hmyzu, zejména u druhů s dokonalou proměnou (holometabolie) jako jsou mravenci, včely a brouci a dle jejich přirozeného prostředí a potravy. Jako u většiny potravin, tak také při přípravě a zpracování (např. sušení, vaření nebo smažení) dochází k ovlivnění nutriční hodnoty. Několik studií analyzuje nutriční hodnotu jedlého hmyzu; tyto údaje však nejsou vždy srovnatelné vzhledem k výše uvedeným proměným, ale i z důvodu různých metod použitých pro analýzu materiálu. Navíc tam, kde je hmyz běžně konzumován, tvoří jen část místní stravy. Například u některých afrických komunit tvoří hmyz 5 - 10 % spotřebovaných bílkovin (Ayieko *and* Oriaro, 2008). Vzhledem k nutriční hodnotě je vysoce významným zdrojem potravy pro populaci člověka. Jsou shromažďovány podklady pro sestavení údajů o nutriční hodnotě hmyzu.

Hlavní nutriční komponenty hmyzu jsou bílkoviny, tuky a vláknina; nutriční hodnoty jsou vyjádřeny jako energie, proteiny, mastné kyseliny, vláknina, minerální látky a vitamíny.

Přehled nejvýznamnějších řádů hmyzu.

### **Řád švábi (*Blattaria*)**

Jsou rozšířeni po celém světě, (asi 2 500 druhů, v ČR 10 druhů), více v teplejších oblastech, 2 - 11 cm, charakteristickým znakem je, že přední křídla jsou úzká a kožovitá, a stejně jako zadní mají hustou žilnatinu, nitkovitá dlouhá tykadla, chovají se jako pokusná zvířata nebo pro krmné účely, ale i z hlediska výživy člověka.

- **Šváb obecný** (*Blatta orientalis*)

Jde o synantropního živočicha. Jako pasivní obranu vylučují zejména nymfy a samice množství mléčně zakalené, silně vazké, opaleskující tekutiny.

Chov: v dobře uzavřeném insektáriu, chov podobný cvrčkům, ale náročnější, teplota kolem 30 °C, miska na krmivo a vodu, chovné zařízení je nutné dobře zabezpečit před únikem, lezou velmi dobře i po skle. Dno - vrstva pilin, rašeliny, lignocelu, s kusy kůry (úkryt).

Reprodukce: samička (jako u většiny druhů švábů) snáší vajíčka v charakteristických ootékách 16 (20) vajíček, ve 2 řadách (8 + 8), barvy rudohnědé až černohnědé, pro zdárný odchov je nutné ootěky odebírat (jinak je sežerou) a nechat vylíhnout pod kontrolou. Ve volném prostředí vajíčka samičky zahrabávají nebo ukládají do různých dutin (v omítce) a ještě je zamaskují.

Krmivo: krmivo jako u cvrčků, ale bohatší na proteiny, jde o všežravce, směs z ovesných vloček, strouhanky, sušených perlooček, sušeného okřehku, sušených drcených kopřiv a otrub s krví, vodu potřebují zejména při suchém krmení, kdy nemají k dispozici čerstvé ovoce, zeleninu nebo masité zbytky, švábi jsou schopni trávit celulózu a lignin.

Chované druhy.

- **Šváb argentinský** (*Blaptica dubia*)

Pochází z Argentiny, používá se jako krmivo pro ještěry, velikost 4 - 4,5 cm, samečci mají křídla, samičky jen velmi malá, jde o nelétavý hmyz, velmi rychle běhá, nedovede lézt po skle.

Chov: vhodné plastové krabice 49 x 29 x 25 (1 000 švábů), přikryté víkem s pletivem, teplota 27 - 28 °C, jako substrát je možné použít rašelinu (složitě čištění), doporučuje se použít na dno novinový papír nebo papírové utěrky a 2/3 zařízení svisle vyplnit proložkami od vajec, tím propadává trus na dno zařízení, volná 1/3 zařízení slouží ke krmení (miska pod květináč), čištění 1 krát za 2 měsíce, dospělé a larvy na proložkách přemístit do nového zařízení, staré se důkladně vyčistí.

Reprodukce: samička rodí živá mláďata (4 - 6 mm), v těle se vytváří ootéka s 16 – 30 vajíčky, za život 4 - 5 snášek, podle teploty dosahují dospělosti za 1 - 6 měsíců.

Krmivo: podáváme jen tolik, co do druhého dne zkonzumují.

- **Šváb americký** (*Periplaneta americana*)

Chová se obdobně jako ostatní švábi, zejména pro experimentální účely.

Chov: vhodné dřevěné krabice s předním sklem podobné úlům, kde jsou vyskládané překližkové přepážky (jako v úle, s mezerami 1,5 - 2 cm). Problém je s odebíráním ooték, které jinak dospělci sežerou.

- **Šváb** (*Nauphoeta cinerea*)

Jde o malé (2,5 - 3 cm) okřídlené šváby s hnědými až šedými mramorovanými křídly.

Chov: 5 l láhve, vyplněné zmačkanými proložkami od vajec, překryté jemným muším pletivem. Z vnitřní strany hrdla láhve vymazat 2 cm vrstvou indulony, švábi nedovedou tuto překážku překonat (obnovovat 1 krát měsíčně), 1 krát měsíčně vlhčit (rozprašovačem), teplota 22 - 27 °C.

Reprodukce: samice zasune ootéku do inkubačního vaku uvnitř břišní dutiny, po 5 - 6 týdnech se rodí nymfy, dospívají asi za 6 měsíců (7 - 8krát svlékání).

Krmivo: obilný šrot, s rozdrčenými psími granulemi a ovocem, zeleninou a kuchyňským odpadem (zbytky pravidelně odstraňovat – plísňě!).

- **Šváb madeirský** (*Rhyparobia maderae*)

Žije v západní Africe a na ostrově Madeira, 40 - 50 mm.

Chov: skleněné nebo plastové insektárium (okraj natřít indulonou a zakrýt), do poloviny vyplnit kůrou nebo proložkami od vajec, 25 - 32 °C, denně postříkovat vodou (večer).

Reprodukce: samičky po kopulaci za 2 měsíce vypouští 25 - 40 živých nymf, dospívají až 10 měsíců.

Krmivo: ovoce, zelenina, zbytky z kuchyně,

- **Šváb pestrý** (*Eublaberus distanci*)

Střední a severní část Jižní Ameriky, 50 - 60 mm.

Chov: skleněné insektárium, na dně substrát z listů a kousky kůry (spíše sušší).

Reprodukce: samička vytváří ootéku, kterou zasunuje do inkubačního vaku uvnitř břišní dutiny, odtud vypouští životaschopné nymfy (až 30), nymfy žijí v substrátu, dospívají do 1 roku.

Krmivo: ovesné vločky, šrot, piškoty, zbytky ovoce a zeleniny, vhodná i voda k napájení.

- **Šváb kapucín** (*Ergaula kapucina*)

Chov: skleněné inšektárium, na dně substrát s úkryty (kusy kůry, listí).

Reprodukce: ootéky s 6 - 8 páry vajec, kladou do půdy, nymfy se líhnou za 4 - 5 týdnů (téměř 1 rok dospívají).

Krmivo: dužnaté kousky ovoce, zeleniny, rozmočené granule pro psy a kočky (nespotřebované zbytky odstraňovat).

### **Řád kudlanky** (*Mantodea*)

Mají velké protáhlé tělo, zelenou, hnědou, ale i pestře kovovou barvu, trojúhelníková hlava s kousacím zařízením, je známo asi 1 800 druhů, jde o teplomilné živočichy, v určitém ročním stádiu (spojené s nepříznivými podmínkami) dochází k přerušení vývoje (dormance), samička je větší než sameček.

Nejznámější druhy.

- **Kudlanka nábožná** (*Mantis religiosa*)

Jde o velice atraktivní, kobylkám podobný hmyz (5 - 7 cm), jižní typ, v suchých, křovinatých a travnatých lokalitách, má vyvinuté přední končetiny uzpůsobené k lovu, hojný výskyt v jižních státech kolem Středozemního moře, V ČR jih Moravy (chráněná), sameček velmi dobře létá.



V zájmových chovech se lze nejčastěji setkat s druhy:

- **Kudlanka** (*Sphodromantis gastrica*)

Jižní Afrika (subsaharské oblasti).

- **Kudlanka blanitá** (*Hierodula membranacea*)

Indie, Srí Lanka, 90 mm.

- **Kudlanka tanzanijská** (*Parasphendale agrionina*)

Tanzanie, 80 mm.

- **Kudlanka karolínská** (*Stagmomantis karolina*)

Jih USA, sever Mexika, 60 mm.

Z hlediska výživy člověka se nedá předpokládat, že by se v tomto řádu i v budoucnosti objevily výživářsky zajímavé druhy.

### **Řád rovnokřídlí** (*Orthoptera*)

Jedná se o jeden z nejpočetnějších řádů hmyzu (asi 20 000 druhů), v ČR žije asi 100 druhů, jde většinou o teplomilné a slanomilné druhy. Rozlišujeme dvě skupiny:

1. skupina: má dlouhá nitkovitá tykadla, vydávají zvuky vzájemným třením křídel, patří sem:

- **Kobylky** (*Tettigonioidea*)
- **Koníci** (*Gryllacridioidea*)
- **Cvrčci** (*Grylloidea*)

2. skupina: má krátká silnější tykadla, zvukové projevy vznikají třením křídel o holeně zadních skákavých končetin, patří sem sarančata – kalamitní škůdci.

- **Saranče modrokřídlá** (*Oedipoda coerulea*)
- **Saranče vrzavá** (*Psophus stridulus*) - červená zadní křídla
- **Saranče stěhovavá** (*Locusta migratoria*) – obrovská hejna

Ad 1) Tuzemské druhy

- **Kobylka zelená** (*Tettigonia viridissima*)
- **Kobylka hnědá** (*Decticus verrucivorus*)
- **Kobylka sága** (*Saga pedo*) – dravý druh

## **Kobylky**

Chov: vysoké inšektárium typu houseník, zařízení dobře větráno (aspoň 2 stěny síťovina), na dně vlhká hlína, drcená a vlhká trouchnivá dřeva, do kterých samičky kladou vajíčka, každý druhý den rosíme postřikovačem, chovné zařízení osvětlíme žárovkou, možno umístit na přímé sluneční záření (musí ale mít i možnost se ukrýt do stínu), na konci vegetačního období chov ukončíme. Mezi kobyilkami jsou i dravé druhy (chovat odděleně).

Reprodukce: samička klade vajíčka do země, kde přezimují, larvy se líhnou na jaře.

Krmivo tráva, rostliny v nádobce s vodou, kobyilky a cvrčci jsou většinou všežravci, možno přikrmovat i kousky ovoce, listové zeleniny, v zimě naklíčená pšenice, ovesné vločky, otruby s krví, mrtvý hmyz, směs pro cvrčky s dafniemi a mravenčími kuklami.

Dravé druhy: živá sarančata, mouchy, pavouci, larvy hmyzu.

Kobyilky lze využít pro výživu člověka a zvířat v zájmových chovech.

## **Cvrčci**

- **Cvrček domácí** (*Acheta domestica*)

Je vázaný na lidská obydlí. Dobře se chová, slouží jako krmivo pro řadu chovaných druhů obojživelníků, plazů, ptáků i savců.

Chov: v inšektáriu (sklenice 5 litrů) kryté muším pletivem, pro větší chov 30 x 20 x 20 cm. Dno - vrstva písku s několika většími kameny, miska na potravu a vodu, napáječka pro hmyz (sklenice s vodou uzavřená gázou nebo vatou), chováme více samic než samců, nutný je zdroj tepla (žárovka), na dně vrstva písku, několik kamenů a kousky kůry (úkryt), na dno umístíme i nádobku s kyprou vlhkou rašelinou pro kladení vajíček (krabička skleněná nebo plechová s otvory 7 x 12 x 6 cm).

Chovné zařízení umístit v teple, nikoliv na přímé sluneční světlo. Teplota 20 - 25 °C.

Reprodukce: na dno umístíme i nádobku s kyprou vlhkou rašelinou pro kladení vajíček (krabička skleněná nebo plechová s otvory 7 x 1 2 x 6 cm), asi po 1 týdnu přemístíme do druhého inšektária pro líhnutí, líhnutí po 15 dnech (25 - 27 °C), vývoj probíhá v 11 larválních stádiích (instarech), poměr pohlaví 2 : 8 nebo 3 : 7.

Krmivo: kousky pečiva, masa, ovoce, dužnaté části rostlin a listové zeleniny, mrkev, mrtvý hmyz. Pro větší chovy se připravuje směs: pšeničné otruby (ovesné vločky) se strouhankou, sušené dafnie, sušené mravenčí kukly, směs vždy doplníme kousky vlhké rostliny, ovoce, zeleniny.

- **Cvrček polní** (*Gryllus campestris*)

Žije volně v polích. Lze ho chovat obdobně jako cvrčka domácího.

Chov: v chovném zařízení na dno aplikovat suchou hlínu (přirozené prostředí), kus trávy a suchý mech.

Krmivo: drobný hmyz, dešťovky, mouční červi, na drobno pokrájené syrové maso, ovoce, zelenina, mladé rostliny.

Krmná směs: z pšeničných otrub a ovesných vloček.

Cvrčky lze využít pro výživu člověka a zvířat v zájmových chovech

### **Řád strašilky** (*Phasimida*)

Charakteristický tvar těla napodobuje tvar prostředí (větvičky, listy, květy) – dokonalé mimikry (2 000 druhů), subtropické a především tropické pásmo, jde o býložravce, některé druhy dosahují velikosti až 35 cm, obývají především vlhčí lesní biotopy. V našich podmínkách nedokáží jejich vajíčka přežít zimu. Podle větvičkovitého typu těla určité druhy označujeme jako pakobylky. Jsou aktivní za soumraku. Do tohoto řádu patří dvě skupiny: pakobylky a strašilky.

## **Pakobylky**

- **Pakobylka vyzáblá** (*Bacillus rossius*)

Středomořský druh, žijí v populacích jak partenogenetických, tak bisexuálních, produkují dva typy vajíček, raný typ – líhnutí za 2 měsíce (50 - 70 dnů) a tzv. převažující typ – s diapauzou (líhnutí za 100 - 250 dnů), které je ovlivněno fotoperiodou. V podmínkách dlouhého dne jsou kladena vajíčka s rychlým vývojem. V podmínkách krátkého (12 hod. světla) dne jsou kladena vajíčka s diapauzou. Z neoplozených vajíček se líhnou partenogenetické pakobylky. Vajíčka tmavá oválná s bělavou podélnou mikropylární ploškou, 2,5 mm. Samečkům chybí chromozom Y (X0), jsou štíhlí, 5 - 8 cm, mají rozšířené koncové články zadečku, žijí kratší dobu než samičky. Samičky (XX), až 10 cm, žijí až 6 měsíců. Vyskytují se ve dvou barevných typech - zelené a hnědošedé.

- **Pakobylka indická** (*Carausius morous*)

Chov: vhodný houseník s předním zasunovacím sklem, dno tvoří zasunovací zásuvka (trusník), strop z pletiva (oka 1 mm), dno 1 cm písku, rostliny ke krmení umístíme do nádoby s vodou, vhodná pokojová teplota (20 °C, snese krátkodobě i 0 °C), pokles teploty by neměl být pod 15 °C (zpomalení vývoje), vykazují citlivost k vysokým teplotám 40 °C, rychle hynou, chovné zařízení by nemělo být na přímém slunečním světle, potřebují vyšší vlhkost (rosení), žijí asi 6 měsíců a snesou kolem 300 - 400 vajíček.

Reprodukce: partenogeneze (z vajíček bez oplození), z vajíček se líhnou jen samičky (samečci výjimečně), líhnutí za 3 - 4 měsíce (proměna nedokonalá), během vývoje se asi 6 krát svlékají.

Krmivo: uvádí se, že jsou polyfágní, krmení podávat vždy v přebytku (kanibalismus), nejčastěji listy maliníku nebo ostružiníku, je nutné respektovat rostliny, na kterých byl proveden odchov. Někdy je nutné vyzkoušet vhodné krmení pestrou nabídkou, lístky šípkové růže, zimolezu, švestky, ptačího zobu, černého bezu.

Problém v zimě, proto je lépe je přivykat na listy břečťanu, ptačí zob, možno i sušené rostliny nebo mražené v mikrotenových sáčcích.

Nejznámější chované druhy.

- **Pakobylka maerensova** (*Neohirasea maerens*)

Samička 8 cm, sameček 6 cm, Vietnam.

- **Pakobylka** (*Phaenopharos khaoyaiensis*)

Thajsko, samička 13 – 15 cm.

- **Pakobylka** (*Gratidia hispidula*)

Andamanské ostrovy (Indický oceán), samička 8 cm.

Pakobylky pro svou vysokou reprodukční schopnost, nenáročnost chovu i výživy by mohly být potenciálním zdrojem pro výživu člověka a zvířat.

## **Strašilky**

Nejznámější chované druhy.

- **Strašilka australská** (*Exatosoma tiaratum*)

Dospělá až 15 cm, samička krátká křídla, je zavalitá, sameček štíhlý, s dobře vyvinutými křídly.

- **Strašilka madagaskarská** (*Clitumnus extradentatus*)

- **Strašilka obrovská** (*Phasma gigas*)

Nová Guinea, samička 18 - 20 cm, sameček 11 cm.

- **Strašilka de Haanova** (*Haaniella dehaanii*)

Borneo, samička 8 - 10 cm, sameček 6,5 cm.

- **Strašilka** (*Sungaya inexpectata*)

Filipíny, samička okolo 8 cm.

- **Strašilka ostrotrnitá** (*Epidares nolimetangere*)

Borneo, samička 4,5 cm, sameček 3,5 cm.

- **Strašilka ostruhatá** (*Eurycantha calcarata*)

Nová Guinea, sever Austrálie, samička 12 – 15 cm.

- **Strašilka réunionská** (*Rhaphiderus scabrosus*)

Maskaronské ostrovy (Indický oceán), samička 7 - 8 cm, sameček 6 cm.

Chov strašilek: obecně nenáročný, chovná zařízení (insektária, lepená akvária, sklenice jsou méně vhodné), zařízení by měla být 4 - 5krát vyšší, než je délka chovaného dospělého (prevence poškození při svlékání), pro nymfy jsou vhodné i plastové nádrže kryté jemnou síťovinou. Světlo nepotřebují, vysoká intenzita spíše škodlivá. Na dně rašelina, lesní půda, nebo lignocel. Pro druhy kladoucí vajíčka do půdy je vhodná 5 cm vrstva kompostu smíchaná s pískem (substrát musí být sypký), možno na dno umístit jen krabíčku se substrátem. U druhů, které nekladou vajíčka do substrátu, může být dno holé (lepší čištění a sběr vajíček). Strašilka je náročná na teplo a vlhko (svlékání), nezbytná výměna vzduchu, pravidelný přísun krmiva (respektovat druhovou specifikou) a vody. Vhodné je denně rosit vodou (jemně), dešťovou nebo alespoň 24 hod. odstátou.

Reprodukce: chov z vajíček, dospívají většinou v 4 - 5 měsících, za toto období se 6 – 7 krát svlékají.

Krmivo: ostružiník, břechťan, hlohyně, pěnišník, brsleny. Živné rostliny opláchneme, zbavíme nečistot a viditelného hmyzu a umístíme je do sklenice s vodou utěsněnou vatou (aby se malé nymfy neutopily), živné rostliny měníme tak, že přidáme novou sklenici s čerstvou vegetací (převezou). Je vhodné podávat živné rostliny, na které jsou zvyklé.

Pakobylky pro svou vysokou reprodukční schopnost, nenáročnost chovu i výživy by mohly být potenciálním zdrojem pro výživu člověka a zvířat.

## Řád ploštice (*Heteroptera*)

Jeden z nejpočetnějších řádů hmyzu (25 000 druhů, ČR 800), charakteristické jsou dva páry nestejných křídel, první pár tzv. polokrovky (spodní část kožovitá, vrchní blanitá), druhý normální.

Suchozemské ploštice.

Nepatří k příliš chovaným druhům, charakteristická je jejich péče o vajíčka a larvy, často larvy nosí na hřbetní nebo břišní straně, snášku vajec hlídají (plynová ochrana), jde většinou o monofágy.

Chov: vzdušné sušší inokultúrium (stěny z mušího pletiva), na dno aplikovat hlínu, velmi důležitá je živná rostlina (podle druhu), lepší je-li zasazená (živá) nebo umístěná v nádobce s vodou.

Rozmnožování: vajíčka (20 - 50 ks) snáší na list živné rostliny, líhnutí za 10 - 15 dnů, larvy 5 vývojových instarů, přezimují dospělci.

Nejvýznamnější druhy.

- **Kněz mateřský** (*Elasmucha grisea*)

Bříza, sají pyl jehnědů, olše.

- **Kněz velký** (*Acanthosoma haemorrhoidale*)

Bříza, jeřáb, hloh, kalina.

- **Kněz jalovcový** (*Cyphostethus tristritus*)

Jalovec, tis.

- **Kněz březový** (*Elasmostethus interstinctus*)

Bříza.

- **Kněz rohatý** (*Elasmucha ferrugata*)

Brusnice, borůvka.

- **Kněz tmavý** (*Elasmucha fieberi*)

Bříza.

- **Ruměnice pospolná** – bezkřídla (*Pyrrhocoris apterus*)

Řád ploštice nepředstavuje možnost využití z hlediska výživy člověka.

### Řád dvojkřídlí (*Diptera*)

- **Moucha domácí** (*Musca domestica*)

Jejich živinové složení je shodné s živinovým složením rybí moučky (Svoboda, 2014). Nejvíce bílkovin mají kukly, v sušině průměrně 62,5 % (Václavková *et al.*, 2016).

Chov: insektárium nebo houseník 25 x 30 x 35 cm, stěny tvoří pletivo, vhodné je umístit misku na krmení a vodu (vata namočená ve vodě), larvy se vyvíjí v hnoji, možno připravit krmnou směs, chovy dokonale větrané, zde umístíme dospělé mouchy, případně larvy. Pro larvy lze použít plechovky nebo sklenice zakryté gázou, výborné krmivo.

Reprodukce: samička je větší, má větší zadeček, sameček má oči blíže k sobě a mezi nimi temný úzký proužek, samička klade vajíčka do vaty (100 - 150 vajíček), 4 – 6 krát za život, namočené v mléce, která se následovně dá do nádoby se živnou půdou, optimální teplota 27 °C, larvy se kuklí po 8 dnech ve svrchní vrstvě (9. den se používají ke krmení), vývoj jedné generace 8 dnů (10 - 14 dnů). Z jednoho páru much se přes léto dá získat několik milionů jedinců, z 1 kg muších vajíček se v průběhu 72 hodin vyprodukuje 380 kg larev.

Výživa: imaga - směs sušeného mléka a cukru (1 : 2), může se použít namočené ve vatě, podobně se i napájí vodou, larvy se vyvíjí v hnoji. Směs: vojtěšková moučka, otruby, kvasnice, slad, voda (nechá se fermentovat 24 hod.). Pro vysokou reprodukční schopnost a rychlý růst jsou larvy, případně kukly, perspektivní jako zdroj proteinů pro výživu člověka, ale i zvířat.

- **Bráněnka** (*Hermetia illucens*)

Využívají se při zpracování biologického odpadu.



- **Octomilka obecná** (*Drosophila melanogaster*)

Je chovaná jako pokusné zvíře (genetika) nebo jako krmivo pro akvarijní ryby, hmyzožravé a nektarožravé ptáky (kolibříci), ještěrky, gekony, dravý hmyz apod.

Chov: 4 l sklenice, v laboratořích se používají Erlenmayerovy baňky, uzavřené zátkou propouštějící vzduch (vata), na dno umístíme krmivo - živnou půdu, optimální teplota 25 °C.

Reprodukce: má velmi rychlý vývoj, od oplození vajíček po líhnutí larev (1 den) a za 8 dnů se objeví imaga, lze je chovat po celý rok.

Krmivo: kousek kvasícího ovoce nebo zeleniny.

Živná půda: uvařit agar, kukuřičnou mouku, cukrový sirup, nebo kvasící ovoce.

## **Řád blanokřídli** (*Hymenoptera*)

### **Mravencovití** (*Formicidae*)

Jde o blanokřídly hmyz (*Hymenoptera*), žijící v koloniích většinou s jednou samičkou, v kolonii žijí desítky až miliony jedinců, asi 15 tisíc druhů, v mraveništi několik skupin: dělnice, plodné samičky (královny), okřídlení samečci (v mraveništi jen krátkou dobu), po spáření brzy hynou, staví nadzemní nebo podzemní mraveniště, ve ztrouchnivělém dřevě, malé méně početné druhy žijí v ulitách (spadlý žalud, větévka), žijí až několik let, zejména matky až několik desítek let.

- **Mravenec obecný** (*Lasius niger*)

- **Mravenec lesní** (*Formica rufa*)

Na chov je náročný.

Chov: ve formikáriu, nejlépe ze dvou skel (několik mm od sebe), 9 x 12 cm ve dřevěném rámečku z vytvořenými komůrkami, kam nasypeme stavební materiál (dostatečně vlhký), mezi sklo a rámeček dáme filtrační papír, tenkou látku, papírovou vatu (průnik vzduchu), v rámečku dva otvory, jeden se skleněnou trubičkou k přepouštění mravenců, druhou

trubičkou ucpanou vatou stříkačkou podáváme vodu k pití a zvlhčování, můžeme k ní připojit i krmnou komůrku, je vhodné propojit několik formikárií vzájemně, složitější formikária se vyrábí ze sádky s vrchním sklem. K chovu je potřeba kladoucí královny, dělnice a larvy různého stáří (březen, polovina května), potřebují vysokou relativní vlhkost až 100 %, při vyschnutí rychle hynou.

Krmivo: jde o všežravce. Dospělci - cukrová nebo medová voda nasáklá ve vatě. Larvy potřebují bílkovinu, proto do krmných komůrek dáváme mrtvý hmyz (mouchy, kobylky, sarančata, larvy hmyzu, živé mšice) i kousky masa nebo vařeného vejce.

Prozatím nachází uplatnění imaga a především vajíčka ve výživě zvířat v zájmových chovech.

## **Včely (*Apis*)**

### ▪ **Včela medonosná (*Apis mellifera*)**

Jde o společenský hmyz, kde rozeznáváme matku, dělnici a trubce. Matka z kusadlové žlázy vylučuje feromon, včely jej olizují a roznášejí po včelstvu, a tím se blokuje u dělnic rozvoj ovarii. Za určitých okolností (osiřeni) mohou klást dělnice vajíčka (líhnou se jen trubci).

Dělnice 6. den po vylíhnutí má rozvinuté hltanové žlázy (kojičky - krmí nejmladší larvy), které postupně zakrní a mezi 12. - 15. dnem se vyvíjí žlázy voskotvorné (staví plásty), následně se stává tzv. létavkou. Ve včelstvu se podle ročního období vyskytuje 10 - 60 000 včel. Matka žije několik let (v chovu obvykle 2 roky). Dělnice v sezoně žije zhruba 4 - 6 týdnů, podzimní generace 6 - 8 měsíců (zimní období). Trubec se dožívá 20 - 30 dnů.

V Evropě jsou nejvýznamnější 4 plemena:

- **Včela kraňka (*Apis mellifera carnica*)**
- **Včela tmavá (*Apis mellifera melifera*)**
- **Včela vlašská (*Apis melliferaligustica*)**
- **Včela kavkazská (*Apis mellifera caucasica*)**

Včela je hospodářsky významný druh hmyzu:

- med (na získání 1 kg medu navštíví 5 - 10 milionů květů),
- vosk,
- rouskový pyl (včelstvo přinese ročně asi 30 kg pylu),
- jed,

- mateří kašička,
- propolis (tmel),
- nejvýznamnější opylovač entomofilních rostlin (okruh 2,5 km).

Reprodukce: matka se páří několik dnů po vylíhnutí z matečnicku v letu s několika trubci, slouží pouze ke kladení vajec, denně je schopna naklást 1 500 - 2 000 vajíček (podle velikosti snůšky). Trubci chybí hltanová, voskotvorná a jedová žláza, živí se většinou sám, (včelař řídí počet trubců vyřezáváním trubčiny). Trubci se líhnou z neoplozených vajíček matky nebo dělnic (trubčící). Proměna dokonalá (larva, předkukla, kukla, imago). Larva se v 6 dnech zavíčkává a již nepřijímá krmivo.

Chov: chovným zařízením je úl, zhotovený ze dřeva, obsahuje dno, plodiště, medník, víko a stříšku. Obsahuje česno s přistávací ploškou (leták). Plodiště představuje včelí hnízdo s 9 - 12 rámků, kde matka klade vajíčka. Medník slouží k ukládání medových zásob (oddělené mateří mřížkou).

Krmivo: dospělý – nektar, medovice, pyl, voda, náhradní cukr (zimní příkrmování), případně pylové náhražky. Larvy se krmí nejprve sekretem hltanové žlázy, později medem a pylem. Larva budoucí matky je po celý vývoj krmena jen sekretem hltanové žlázy mladých včel (včelí kašička).

Ve výživě člověka našly uplatnění některé produkty, zejména med, případně pyl. Jako perspektivní se jeví pro svoji nutriční hodnotu i včelí larvy.

## **Čmeláci (*Bombus*)**

Na našem území žije asi 28 druhů.

- **Čmelák zemní (*Bombus terrestris*)**
- **Čmelák polní (*Agrobombus agrorum*)**

Chov: na jaře umístíme oplozenou samičku do malého úlu z prken (10 - 12 mm tlustých), v. 22 cm, š. 18 cm, d. 20 cm, otvor 10 - 12 cm, s česnem 2 x 5 cm, s umístěným zvlhčovačem pod dírkovaným dnem (zasouvateľné), prostor se vystele vlhkým mechem, vlnou nebo

koudelí, úlet z vrchu uzavřeme příklopkou. Odchycenou samičku pustíme přes vletový otvor, který asi na půl hodiny uzavřeme. Jestliže po otevření uletí, je pro ni úl nevhodný.

Reprodukce: přezimují jen mladé oplozené samičky, na jaře (březen) zakládají novou rodinu, nejprve si vytvoří zásobní buňku a naplní ji nektarem, vedle plodovou buňku s pylem, do které naklade vajíčka (5 - 10), z nich se vylíhnou první dělnice za 21 - 24 dnů, přináší samičce pyl a nektar, samička je v hnízdě, kde staví nové buňky a snáší vajíčka, nejvíce jedinců 50 - 100 je koncem července a začátkem srpna (Čmelák polní).

Krmivo: při špatném počasí přikrmujeme ředěným medem, sirupem z cukru (s květy mateřídoušky nebo hluchavky), krmítko zavěsíme přímo do úlu. Čmeláci jsou v současné době komerčně chováni za účelem opylování skleníkových plodin.

## **Vosy**

Patří do čeledi **sršňovití** (*Vespidae*). Nejznámější druhy žijící v ČR: **vosa obecná** (*Vespa vulgaris*) a **vosa lesní** (*Vespa carabro*).

V pralesních oblastech jihovýchodní Číny místní obyvatelé s oblibou konzumují vosí larvy v čerstvém stavu. Sršní hnízda vyhledávají pomocí označeného sršně peříčkem, které mu připevní na tělo po jeho nalákání na kobylku, kterou sršni s oblibou konzumují (všežravci).

## **Vosičky**

Jde o endo- nebo ekto-parazitoidy, parazitující na svém hostiteli, který následkem parazitace hyne (na housenkách - většinou monofágové). Označují se jako vosičky. Některé druhy jsou chovány z důvodu biologického boje proti škůdcům, především skleníkových rostlin.

## **Řád termiti (*Isoptera*)**

Jde o bezobratlé živočichy tropických oblastí Afriky, Jižní Ameriky a tropické oblasti indomalajské. V Evropě se s termity lze setkat např. v Itálii, Španělsku, Francii apod., kde působí jako významní škůdci. Staví si hnízda v podobě i několika metrových staveb. Je známo asi 2 000 druhů. Vykazují obrovský reprodukční potenciál, kde samička (královna) je schopna naklást ročně až několik milionů vajíček. Oproti mravencům mají proměnu nedokonalou (nemají stádium kukly). Jejich tělo je kryto jemnou pokožkou.

Termiti se žíví především celulózou, listy a stéby rostlin, někteří jsou i všežraví. Bukkens (1997) prokázal u termitů v syrovém stavu obsah bílkovin 20 % a 32 až 37 % v původní sušině, když byla provedena úprava smažením a uzením (rozdíl vzhledem k různému obsahu vody). V zemích Afriky, kde je základní potravinou kukuřice, například Angola, Keňa, Nigérie a Zimbabwe, je občas velký nedostatek tryptofanu a lyzinu; doplnění stravy termity, jako je např. **všekaz bojový** (*Macrotermes bellicosus*) (Angola) by byl relativně snadný krok, neboť termiti jsou tradiční součástí stravy. Ne všechny druhy termitů jsou však vhodné, například (*Macrotermes subhyalinus*) není na tyto aminokyseliny bohatý (Sogbesan and Ugwumba, 2008). Místní obyvatelé sbírají rojící se termity jako pochoutku. Připravují je různým způsobem, po odtržení křídel se konzumují čerstvé nebo sušené. Připravují se z nich i pokrmy ve formě polévek nebo omáček.

### **Řád motýli** (*Lepidoptera*)

Jde o jednu z nejoblíbenějších a nejkrásnějších skupin hmyzu. Jsou rozšířeni po celém světě, známo je asi 150 000 druhů (ČR 2 700). Mají dva páry blanitých křídel, pokrytých drobnými šupinkami. Ústní ústrojí, uzpůsobené na sání nektaru, je spirálovitě stočené pod hlavou. Řada druhů jsou významnými škůdci. Chovají se uměle z důvodů výzkumných, komerčních, potravních, reintrodukčních.

Chov: vysoké inktárium (z hustého pletiva), pro každý druh samostatné, do chovu se většinou dávají housenky, dokonalá proměna, které se chovají v housenicích, jehož výška by měla být alespoň 2 x vyšší než šířka, stěny z jemného pletiva nebo skla, housenky vyžadují teplo 25 °C, vlhko a světlo 14 - 16 hodin. Housenky občas rosíme, nesnáší přímé sluneční světlo a vysokou vlhkost (plísně, bakterie). Ve velkochovech se používají velké skleníky, bohatě osázené vegetací a s řízeným klimatickým režimem. V chovu umístíme vajíčka nejprve do Petriho misek, kde se líhnou i mladé housenky, kterým je nutné zajistit dostatek čerstvého krmiva, vlhkost zajišťujeme navlhčeným filtračním papírem, ze kterého mohou i pít, nutné je udržovat vysokou čistotu. Po prvním, případně druhém, svlékání housenky přemístíme do houseníku.

Kuklí se po 4 - 5 svlékání (za 4 - 6 týdnů), kukly nechat v klidu (nedotýkat se) při teplotě asi 25 °C, občas rosit, u některých druhů nutné dát do houseníku půdu (kuklí se v zemi), stádium kukly může podle druhu trvat od několika týdnů až po několik let. Pro imága je nutné velké chovné zařízení, z důvodu volného letu i z důvodu, aby se neponičila křídla vylíhlých motýlů (krychle až 1 m), teplota 20 - 30 °C, žijí jen krátce, někteří přezimují (babočky). Kukly se v chovech přenášejí do kuželníku: plochá dobře větratelná krabice, vyložená mírně navlhčenou buničitou vatou, těsně před líhnutím je vracíme do připraveného inktária, dostatečné velikosti, aby si motýli po narození mohli vypnout křídla.

Reprodukce: motýli přijímají krmivo a páří se jen, když svítí slunce, od vylíhnutí do zakuklení 4 - 6 týdnů, housenky se 5 – 6 krát svlékají, kukly (zámotky) ve stínu, nerušit, občas rosit.

Krmivo: jde o polyfágy nebo monofágy, dospělé krmíme květy bohatými na nektar, (oblíba růžové nebo fialové barvy): jetel, vojtěška, bodlák.

Umělá výživa: základ medový roztok 8 – 10% nebo se šťávou, sirupem z medu, cukru a ovoce (mističku umístit do nakresleného fialového květu se žlutým středem), existují i speciální krmítka - kalíšky z umělé hmoty vytvarované v podobě květů. Jako krmítka se používají i pruhy gázy namočené v živném roztoku (čidla chuti na předních nohách). Podává se i vyzrálé sladké ovoce, např. banány. Živné roztoky je nutné často vyměňovat, aby nezkrasily. Mnoho druhů motýlů nepřijímá ve stádiu imága krmivo vůbec - nemají vyvinuté trávicí ústrojí. Housenky jsou specializované na jednu živnou rostlinu, rostliny musí být čerstvé, dáváme je do láhve s vodou (hrdlo utěsnit vatou nebo rašelinou, riziko utopení), láhve vyměňujeme, housenky přelezou (denně čerstvé). Větší množství krmiva lze uchovat: omýt ve vodě, otřepat, umístit do chladničky, před použitím nechat mírně osušit.

V zájmových chovech se můžeme setkat s druhy motýlů z různých čeledí: **lišajovití** (*Sphingidae*), **martináčovití** (*Saturniidae*), **zavíječovití** (*Pyralididae*), **bourcovití** (*Bombycidae*) a další. Z hlediska výživy člověka nebo zvířat lze jako perspektivní považovat níže uvedené čeledi a druhy.

## **Zavíječovití (*Pyralididae*)**

### ▪ **Zavíječ voskový (*Galleria mellonella*)**

Chová se jako hodnotné krmivo pro hmyzožravé ptáky, plazy a hmyz, chov je poměrně náročný, v přírodě je jako škůdce včelích plástů, ve kterých se vyvíjí.

Chov: v inktáriu nebo 5 l láhvi uzavřené pletivem (1 mm), ve stínu nebo i tmě, 29 °C, relativní vlhkost 70 %.

Reprodukce: na síťku v uzávěru dáme kolečko filtračního papíru se zátěží, na něž samičky kladou vajíčka, filtrační papír přeneseme do dalšího chovného zařízení (láhve) se živnou půdou, dále nad živnou půdu navršíme zmačkaný papír asi do poloviny nádrže, larvičky se objeví asi 5. den po naklazení, celý vývoj trvá asi 40 dnů.

Krmivo: včelí plásty nebo Haydakova živná půda: kukuřičný šrot (22 %), pšeničný šrot (11 %), pšeničná mouka (11 %), sušené mléko (11 %), sušené droždí (5,5 %), včelí vosk (17,5 %), včelí med (11 %), glycerin (11 %). Všechny složky se na vodní lázni (kromě glycerinu) smíchají a prohnětou při teplotě 60 °C, na závěr přimícháme glycerin, dáme na dno (asi 5 cm) a necháme dobře vychladnout.

## **Bourcovití (*Bombycidae*)**

### ▪ **Bourec morušový (*Bomby mori*)**

Hospodářsky významný druh, výroba hedvábí, je produktem příústních žláz (ze slinných), vlákno měří až 2 km, zámotek 2 - 2,5 g, horkým vzduchem se usmrtí (část nejkvalitnějších se nechá na další chov).

Chov: z vajíček, druhá polovina května a první polovina června, chovají se ve vzdušných síťovitých chovných zařízeních.

Reprodukce: pouze jedna generace za rok, vývoj 30 - 36 dnů, housenky se 4 krát svlékají, před zakuklením (9 cm, 5 g) k dispozici větévky nebo papírové sáčky (zde se kuklí), teplota 20 - 25 °C, za 15 - 20 dnů se líhne motýl, do 24 hod. se páří a kladou vajíčka (300 - 450 ks), housenky se líhnou na jaře následujícího roku.

Krmivo: výhradně morušové listí, housenky se krmí denně 6 – 8 krát, jeho kvalita ovlivňuje kvalitu hedvábí, ale i zdraví housenek a motýlů. Housenka a kukly bource morušového mohou být i významným zdrojem z hlediska výživy člověka i zvířat.

Bukkens (1997; 2005) analyzoval obsah proteinu u 17 druhů housenek z čeledi martináčovití (*Saturniidae*) (patří sem i housenka mopana) a zjistil obsah bílkovin v rozmezí od 52 do 80 % sušiny. Současně prokázal, že housenka keřová má nižší obsah proteinu při suchém pečení než při sušení (48 oproti 57 %).

### **Řád brouci (*Coleoptera*)**

Na světě žije asi 300 000 druhů brouků (ČR 7 000). Většinou se chovají velké atraktivní druhy v zájmových chovech. Jejich chov je většinou jednoduchý. Z hlediska výživy člověka mají pouze lokální význam larvy a kukly velkých druhů brouků, jako doplněk běžné stravy, pro domorodé obyvatele. Pro výživářské účely se nehodí proto, že disponují poměrně nízkou reprodukční schopností (samičky snáší řádově desítky vajec), navíc jejich larvální vývoj je poměrně velmi dlouhý, u některých druhů trvá i několik let.

Z neznámějších čeledí brouků chovaných v zájmových chovech lze uvést:

- **Vrubounovití (*Scarabaeidae*)**

V zájmových chovech do této čeledi patří především skupina:

#### **Nosorožíků**

Velcí: **nosorožík** (*Dynastes satanas*) – Bolívie, 12 cm, **nosorožík** (*Dynastes neptunus*) – západní Amazonie, až 17 cm, **nosorožík** (*Dynastes herkules*), **nosorožík** (*Dynastes neptunus*).

Malí: **nosorožík** (*Dynastes tityus*) – mírné pásmo Severní Ameriky (východní pobřeží), 5 cm, **nosorožík** (*Dynastes granti*) – mírné pásmo Severní Ameriky (Arizona), 6 cm, **nosorožík** (*Dynastes hyllus*) – Mexiko, Guatemala, Honduras, 6 - 8,5 cm.



## Zlatohlávků

**Zlatohlávek skvrnitý** (*Pachnoda peregrina*), *Eudicella smithi*, *Eudicella trapli*, *Eudicella trilineata*, *Eudicella woermanni*, *Eudicella morgani*, *Eudicella euthalia*, *Eudicella tetraspilota*, *Eudicella schultzeorum*, *Eudicella frontalis*, **zlatohlávek** (*Glycyphana horsfieldi*) Kambodža, Čína, Laos, Vietnam, **zlatohlávek lemovaný** (*Chelorrhina polyphemus*) západní část Afriky, pralesy, **zlatohlávek oblíbený** (*Ptychodesthes gratiosa*) Tanzanie, Keňa, 20 mm, **zlatohlávek** (*Ranzania splendens*) Afrika, Zimbabwe až po Jihoafrickou republiku, **zlatohlávek smaragdový** (*Smaragdestes africana*) Pobřeží Slonoviny, Ghany, Toga, **zlatohlávek** (*Mecynorhina ugadensis*) Kongo, Uganda.

Patří sem i největší a nejatraktivnější zlatohlávci rodu *Goliathus*, největší zlatohlávci, okolo 100 mm. Jejich chov je velice náročný.

Mezi nejznámějšího brouka z této čeledi žijícího v ČR nutno uvést:

- **Chroust obecný** (*Melolontha melolontha*)

Jde o brouka, který v některých letech může způsobovat až kalamity (holožíry). Jeho vývoj trvá 3 až 4 roky. Jako potrava dospělci, ale i larvy (ponravý).

## Roháčovití (*Lucanidae*)

Z naší fauny je nejznámějším druhem:

- **Roháč obecný** (*Lucanus cervus*)

V zájmových chovech je možné se setkat s exotickými roháči:

*Odontolabis siva* - žije v Indii, Nepálu, Číně, Tchajwanu, *Odontolabis alce*, *Odontolabis intermedius*, *Odontolabisfemoralis*, *Odontolabis gazela*, **roháč australský** (*Phalacrognathus muelleri*) Austrálie, Papua Nová Guine, *Homoderus melyi*, *Homoderus gladiator*, *Homoderus johnstoni*.

### **Tesaříkovití** (*Cerambycidae*)

Patří mezi velké brouky, je známo 20 - 25 tisíc druhů, většina žije v tropických oblastech Jižní a Střední Ameriky a v indomalajské oblasti, místní domorodé kmeny využívají ke konzumaci jejich larvy, které žijí ve dřevní hmotě nejrůznějších dřevin.

Největším broukem je: **tesařík největší** (*Tetanus giganteus*) dosahující délky 15 - 20 cm, žijící v Brazílii.

Z evropských tesaříků jsou nejznámější:

- **Tesařík obrovský** (*Cerambyx cerdo*) v ČR žije na soliterních dubech, kde se vyvíjí larva
- **Tesařík piluna** (*Prionus coriarius*)
- **Tesařík broskvoňový** (*Purpuricenus kaehleri*) – Evropa, přední Asie, 10 – 20 mm
- **Tesařík alpský** (*Rosalia alpina*) vzácný a chráněný druh
- **Tesařík větší** (*Necydalis maior*) – Evropa, Sibiř, Kavkaz, 20 – 35 mm
- **Tesařík pestrý** (*Xylotrechus rusticus*) – Evropa, Asie, 10 – 20 mm, u nás vzácný
- **Tesařík** (*Clytus tropicus*) – jižní Evropa, jihozápadní Ukrajina, 10 – 20 mm
- **Tesařík** (*Corymbia erythroptera*) – Evropa, 12 – 19 mm

### **Střevlíkovití** (*Carabidae*)

Jsou jednou z nejpočetnějších čeledí brouků (25 000 druhů), většinou jde o masožravce, některé druhy všežraví a býložraví, dravé jsou i jejich larvy, ukrývají se v zemi kde se i vyvíjí. Jsou významnými predátory škodlivého hmyzu a housenek.

Z evropských střevlíků jsou nejznámější: **střevlík ullrichův** (*Carabus ullrichi*), **střevlík zlatý** (*Carabus auratus*), **střevlík měděný** (*Carabus cancellatus*), **střevlík zrnitý** (*Carabus granulatus*), **střevlík kožovitý** (*Carabus coriaceus*), **střevlík** (*Carabus rutilans*). Výskyt Španělsko, Francie (Pyreneje), 26 - 28 mm.

### **Slunéčkovití** (*Coccinellidae*)

Jde o hmyzožravce, jsou velmi užiteční, jejich larvy i imága likvidují škodlivý hmyz, jako jsou mšice, červci a jejich larvy.

Z nejhojnějších druhů žijících v ČR se jedná o: **slunéčko dvoutečné** (*Coccinella bipunctata*), **slunéčko sedmitečné** (*Coccinella septempunctata*), **slunéčko pětičetné** (*Coccinella quatuordecimpunctata*).

### **Potemníkovití** (*Tenebrionidae*)

- **Potemník moučný** (*Tenebrio molitor*)

Jde o významného škůdce ve skladech obilí a mouky, důležitý je jako krmivo (larvy) pro chov hmyzožravých ptáků, savců, žab, ještěrek a poloopic, jeho larvy tzv. "mouční červi" nacházejí uplatnění i ve výživě člověka. Využívají se především jako krmivo pro plazy a ptáky. Adámková *et al.* (2016) uvádějí nutriční porovnání larev s hovězím masem, které obsahuje více tuku - především kyseliny palmitové, stearové a palmitoolejové, tuk larev má vyšší obsah kyseliny linolové. Bílkoviny - vysoký obsah aminokyselin Lys, Met, naopak protein larev potemníka obsahuje více Ile, Leu, Val, Tyr a Ala.

Chov: dřevěná dobře těsnící krabice (55 x 35 x 22 cm), i akvárium apod., nízká, stačí 20 cm, dobře zakrytá sklem nebo pletivem, dno vlnitá lepenka a na ní 5 - 10 cm vrstva směsi: hladká mouka s otrubami nebo strouhankou (zakryt papírem a možno vytvářet i více vrstev), miska na krmení, třeba dostatečná teplota a především vlhkost (kanibalismus červů).

Reprodukce: dokonalá, celý vývoj trvá 6 - 13 měsíců, samička klade vajíčka v cyklech po 5 - 10 kusech, z vajíček se vylíhnou larvy (světlé, postupně zčernají), 14 krát se svlékají (200 - 500 dnů podle teploty a vlhkosti), od 5 měsíce se připravují na kuklení, imaga se líhnou po 14 dnech z kukly a žijí asi 6 měsíců.

Krmivo: imaga - živočišná i rostlinná krmiva, suchý chléb, pečivo, vařené brambory, ovoce, strouhaná mrkev (podává se na misce), salát, živočišná složka: syrové, vařené i pečené maso, rybí moučka, krmivo se mění po 5 dnech, dospělé brouky je nutné napájet, na eternitovou desku dáme dřevěnou vatu, kterou denně namáčíme a často vyměňujeme (plíseň); larvy - suchý chléb, nastrouhaná mrkev, vařené brambory, vařené maso, salát, ovoce, odpady ze zeleniny.

Krmná směs: dno 5 - 10 cm vrstva směsi: pšeničný šrot, pšeničné klíčky, sušené plnotučné mléko, sladký práškový kasein, sójový šrot, sušená krev, šrotovaná vojtěška, sušené kvasnice,

Plastin, Konvit, hladká mouka s otrubami nebo strouhankou, uhličitán vápenatý, larvy v substrátu vydrží i několik měsíců.

Larsenova dieta: pšeničný šrot 60 %, sušené plnotučné mléko 10 %, sladký mletý kasein 15 %, pšeničné klíčky 4 %, sójový šrot 3 %, šrotovaná vojtěška 4 %, uhličitán vápenatý 1,5 %, sušené kvasnice 0,5 %, Plastin 1 %, Konvit 1 %. Pro zvýšení obsahu proteinu se doporučuje 10 % sušené krve, pro zkypření jemné dřevěné piliny 10 %. Směs do výše 10 cm.

### **Kmen měkkýši (*Mollusca*)**

Třídy **plži** (*Gastropoda*), **kelnatky** (*Scaphopoda*), **mlži** (*Bivalvia*), **hlavonožci** (*Cephalopoda*)

### **Třída plži (*Gastropoda*) (s ulitou)**

Z hlediska využití pro výživu člověka je velmi významný druh:

- **Hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*)**

Chov: lze je chovat v insektáriu nebo akváriu (interiérový chov šneků), velmi znečišťují prostředí, důležitá je vlhkost, dno zařízení tvoří písek, zemina, drny tráva, polštář mechu. Úkryt - kus kůry, na lezení větev, na mělkou misku (plochý kámen) pokládáme krmení, zbytky vždy včas odstranit, v hojném počtu vylézá za vlhka a v noci, přezimuje pod drny nebo vrstvou spadaneho listí, ulitu uzavírá vápenatým víčkem.

Reprodukce: kopulace od dubna přes celé léto (i když jde o hermafrodity - oboupohlavní) za vlhkého počasí, samička snáší vajíčka (květen - září) do jamky v zemi (60 - 80 kusů), mláďata se rodí za 20 - 30 dnů i s ulitou. Pohlavní dospělosti dosahují za 12 měsíců.

Krmivo: denně spotřebuje 10 - 12 g krmiva (1/2 tělesné hmotnosti), listy smetánky, salátu, zelí, mrkev, okurka a další zelené krmení, naklíčené obilí (oves), vlhčené ovesné vločky, podávat drcené vaječné skořápky, sepiovou kost (zdroj Ca).

Interiérový chov hlemýžďů pomocí kompletních krmných směsí.

Hlemýžďí farmy: na 100 m<sup>2</sup> plochy 8 000 - 10 000 hlemýžďů, ohrazeno drátěným pletivem s oky 2 cm.

- **Oblovka rezavá** (*Achatina bulva*) – velký tropický plž (střední Afrika)

Chov – velké, teplé, vlhké terárium.

Krmivo: jako ostatní plži, přidáváme ovoce a zeleninu, podávat drcené vaječné skořápky, sepiovou kost (zdroj Ca).

Kulinářsky se využívá i řada mořských plžů (šneci). Především jde o druhy z čeledí **ušňovití** (*Haliotidae*), **přilipkovití** (*Patellidae*), **plážovkovití** (*Littorinidae*), **ostrankovití** (*Muricidae*), **donkovití** (*Turbinidae*), **křídlatcovití** (*Strombidae*), **surmovkovití** (*Bucchinidae*) nebo **vršatkovití** (*Nassariidae*).

### **Třída Mlži** (*Lamellibranchiata*)

Mořští hospodářsky významní mlži, kteří se využívají k výživě člověka:

- **Slávka jedlá** (*Mytilus edulis*)

Má kyjovitou skořápku purpurové až tmavě hnědé barvy, jde o kosmopolitní druh mořského mlže. Jejich tělo je nízkoenergetické, s vysokým obsahem bílkovin, vitamínů (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, niacin, kyselina pantotenová, B<sub>12</sub>, C, D<sub>1</sub>, D<sub>3</sub>, E, C), n-3 mastných kyselin (EPA, DHA), minerálií (Ca, P, K, Na, Zn, Se), především Fe. Slávky mají vysoký podíl glykosaminoglykanů, čehož se využívá k přípravě potravinových doplňků v podobě kapslí nebo pro zevní aplikaci v podobě balzámů pro osoby s kloubními potížemi. Pro jejich nenáročný chov jsou chovány farmářsky (Čína). Dalšími producenty jsou země Severní Ameriky, v Evropě zejména Španělsko, Itálie, Francie, Nizozemsko, Irsko, Německo a Dánsko.

- **Hřebenatka jakubská** (*Pecten jacobaeus*) – polokruhovitě žebernaté lastury

Lastury mají obloukovitý okraj a na povrchu četné vějířovité rýhy, podobající se římskému hřebenu. Mají v průměru kolem 130 - 150 mm. Žije na evropském pobřeží u Atlantického oceánu a na americkém pobřeží.

Existuje řada druhů, ale pro potravinářské účely se významně nerozlišují. Přesto, že jsou snahy o jejich farmový chov, pro potravinářské účely se většinou loví. Mají výbornou chuť. Konzumují se syrové, většinou krátce tepelně upravené (smažené, grilované).

- **Ústřice jedlá** (*Ostrea edulis*)

Jsou charakteristické bělošedou hrbolatou lasturou, dorůstající délky až 120 mm. Patří mezi nejoblíbenější jedlé měkkýše. Pro potravinářské využití se využívá několik druhů ústřic (Portugalská, Obrovská, Mumamoto, Čínská, Atlantská, Americká, Australská a další druhy). Pro potravinářské účely jsou většinou chovány v akvakulturách, známé jsou především ve Francii, ale i v dalších zemích atlantického, ale i středomořského pobřeží. Používají se většinou syrové s citronem nebo limetkou. Výborné jsou i vařené nebo gratinované v lastuře.

Z ostatních známých mořských mlžů je využíváno i maso druhů z čeledi **návkovití** (*Arcidae*), **mandlovkovití** (*Glycymeridae*), **srdcovkovití** (*Cardiidae*), **zaděnkovití** (*Veneridae*), **sekerenkovití** (*Donacidae*), **břítkovití** (*Pharidae*) a další. Patří sem řada druhů s vynikajícím masem, které jsou vyhledávány gurmety.

### **Třída Hlavonožci** (*Cephalopoda*)

Hlavonožci jsou výhradně mořští bezobratlí živočichové. Mají charakteristické utváření těla, kolem ústního otvoru vybaveného mohutným zobákem mají mohutná chapadla většinou s přísavkami. Plášťová dutina s vnitřními orgány je ukončena nálevkou sloužící k dýchání, ale i rychlému pohybu. Všichni hlavonožci jsou vybaveni inkoustovou žlázou ústící do plášťové dutiny. Pigmentovaná pokožka umožňuje hlavonožcům měnit barvu těla.

Z hlediska výživy člověka jsou významné především skupiny **sepiovití** (*Sepiidae*), **krakatice** (*Teuthidae*), **kalmaři** (*Teuthida*) a **chobotnice** (*Octopoda*).

### **Sepiovítí** (*Sepiidae*)

Mají 10 poměrně dlouhých ramen, tělo je oválné a zploštělé, pohybují se pomocí ploutevního lemu. Pro sepie je charakteristická tzv. "sepiová kost" nacházející se uvnitř těla. Sepie mají velmi chutné a křehké maso. Nejznámějším druhem je **sepie obecná** (*Sepia officinalis*). Sepie se podávají grilované, smažené, pečené nebo dušené.

### **Krakatice** (*Teuthidae*)

Mají dlouhé protáhlé tělo ukončené kosočtverečnou ocasní ploutví. Ústní chapadla jsou poměrně krátká, vybavena dvěma řadami přísavek. Hospodářsky významné jsou olihně. Z celé řady druhů olihň (kalmarů) je nejznámější **oliheň obecná - kalmar** (*Loligo vulgaris*). Olihně se vyskytují ve všech oceánech a mořích, často vytvářející velká hejna. Délka těla je 30 - 50 cm, hmotnost až 2 kg. Mohou se konzumovat syrové (suši), spíše se po krátkém povaření smaží, grilují, fritují, případně dusí. U starších větších jedinců je lépe před vlastní úpravou maso naklepat.

### **Chobotnice** (*Octopoda*)

Tělo chobotnic má jen 8 chapadel vybavené jednou nebo třemi řadami přísavek. Jde o živočichy pohybující se na mořském dnu. Vyskytují se ve všech oceánech a mořích. Z celé řady druhů je nejznámější **chobotnice obecná** (*Octopus vulgaris*). Může dosahovat až 3 m, v průměru se sekáváme s chobotnicemi kolem 70 cm. Připravují se nejčastěji jako vařené, dušené nebo smažené či grilované. Vyžadují poměrně dlouhou dobu tepelné úpravy.

### **Kmen chapadlovci** (*Tentaculata*)

**Třídy – chapadlovci** (*Phoronidea*), **mechovci** (*Bryozoa*), **ramenonožci** (*Brachiopoda*)

### **Kmen ostnokožci** (*Echinoderma*)

**Třídy – lilijice** (*Crinoidea*), **ježovky** (*Echinoidea*), **hvězdice** (*Asteroidea*), **hadice** (*Ophiuroidea*), **sumýši** (*Holothurioidea*)

### **Ježovky (*Echinoidea*)**

Vyskytují se v pobřežních vodách Středozemního moře a evropské části Atlantiku. Za nejvýznamnější druh lze pokládat **ježovku dlouhoostnou** (*Paracentrotus lividus*). Konzumují se pohlavní orgány většinou v syrovém stavu, mohou se i tepelně upravovat.

### **Sumýši (*Holothurioidea*)**

Většinou jde o cizokrajné sumýše jako je **sumýš japonský** (*Stichopus japonicus*) nebo **sumýš indopacifický** (*Holothuria argus*). Sumýši se suší a před vlastní přípravou se máčí a následně vaří nebo dusí.

### **Kmen strunatci (*Chordata*)**

**Třídy – vršenky** (*Copelata*), **sumky** (*Ascidacea*), **salpy** (*Thaliacea*), **ohnivky** (*Pyrosomida*), **kopinatci** (*Leptocardii*)

U většiny z výše uvedených kmenů, vyjma **ježovek** (*Echinoidea*) a **sumýšů** z kmene **ostnokožců** (*Holothurioidea*), se nevyskytují druhy zajímavé z hlediska výživy člověka.

### **Kmen kroužkovci (*Annelida*)**

#### **Řád máloštětinatci (*Oligochaeta*)**

- **Rouvice bělavá** (*Enchytraeus albidus*)

Chová se jako krmivo pro akvariijní ryby a terarijní zvířata.

Chov: jednoduchý, v bedničce 30 x 20 x 20 cm, nahoře přikrytou sklem, jako substrát se používá zemina z jehličnatého lesa promíchaná s pískem (3 : 1), na dno bedničky dáme 5 cm tlustou vrstvu sušeného listí, občas je třeba substrát vlhčit, umístit do tmavého vlhkého prostředí (14 - 18 °C), přechodně (1 - 2 týdny) je lze udržet ve sklenici s 2 mm vody v tmavém prostředí, na dno dáme kousek rohlíku, denně vyměňovat vodu.



Reprodukce: roupice dáme do připravené bedýnky, za 4 - 8 týdnů se rozmnoží (lze použít ke krmení), sbíráme je pinzetou, jak vylézají na povrch.

Krmivo: těstoviny (nudle, v mléce namočené rohlíky), namočené ovesné vločky, zelenina, doporučuje se i hrachová kaše se žlutým hrachem, s vařenou zeleninou (mrkev, celer) nebo kaši z ovesných vloček.

- **Dešťovka obecná** (*Lumbricus terrestris*)

Slouží jako krmivo pro řadu zvířat, sbírají se večer po dešti.

Chov: žížaly dáme do bedničky (80 x 60 x 50 cm) naplněné hlínou, přidáme několik střepů z rozbitých květináčů (vrstvy), pravidelně vlhčíme (2 - 3krát denně), krmivo přimícháváme i do substrátu, chovné zařízení pokryjeme pytlovinou. Větší chovy - vykopat jámu na stinném místě (2 x 1,8 x 1 m), stěny obložíme prkny, do jámy nasypeme suché listí, piliny, slámu, trávu, a ostatní zbytky ovoce a zeleniny, promícháme s hlínou, 1krát týdně zaléváme, občas i řídkým vápenným mlékem, na zimu pokryjeme pytlovinou, 1 krát týdně podáváme kbelík krmiva, zahrneme hlínou.

Krmivo: směs suché listí, slupky ze syrových brambor, listy salátu apod., na povrch hlíny podáváme rozmačkané vařené brambory, nastrouhanou syrovou mrkev, mléčná voda.

Ve volném chovu přes zimní období podáváme 1 krát týdně kbelík krmiva: rozmačkané vařené brambory, odpady z kuchyně.

- **Dešťovka** (*Eisenia andrei*) – Francie a jižní Evropa, výkonnější v rozmnožování a zpracování substrátu

- **Dešťovka hnojní**, žížala kalifornská (*Eisenia fetida*)

Velikost 40 - 120 mm, hmotnost 0,5 - 1,2 g, hnědočervená až červenofialová barva. Chovány za účelem výroby vermikompostu, zpracování odpadních kalů (!), výroby krmiva pro terarijní zvířata, akvarijní ryby, exotické ptactvo, pro ryby (návnada).

Chov: nebezpečí přehřívání a vysychání substrátu, potřebuje dostatek O<sub>2</sub> min. 15 % (provzdušňovací materiál až 50 % substrátu - sláma, piliny), max. 6 % CO<sub>2</sub>, vlhkost substrátu 60 - 85 %, (pod 60 % zpomalení růstu a poruchy rozmnožování), optimální pH 6,5 - 7,5

(kritické pH pod 5 a nad 9), max. 0,5 % rozpustných solí, velmi citlivé na NH<sub>3</sub> (0,1 % usmrcuje).

Velkochovy: na 10 t kompostu, 20 kg žížal (40 000 jedinců).

Malochovy: bedýnky 30 x 40 x 15 cm (500 jedinců), na dně několik otvorů, na dně 2 - 3 vrstvy pytloviny (novinový papír), na dně 2 cm sena, doplnit substrátem, nahoru dát zahradní hlínu a po dobrém provlhčení přikrýt pytlouinou.

Reprodukce: hermafrodit, je nutná kopulace s jiným jedincem (nelze oplodnit vlastní vajíčka), po kopulaci klade za 7 - 10 dnů vajíčka v podobě kokonu citronovitého tvaru, žluté až žlutozelené barvy, kokony vytváří 2 krát za týden, ve kterých se vyvíjí 2 - 5 mlád'at, které opouští kokon za 20 - 28 dnů, dospívá za 30 dnů, ročně může dospělec vyprodukovat 200 - 800 potomků, dožívá se až 30 měsíců, rozmnožuje se a vyvíjí nejlépe při teplotě 18 - 25 °C (hraniční teplota 5 a 35 °C). Z 200 dospělých jedinců lze za 1 rok získat 40 000 potomků.

Krmivo: živný substrát, spotřeba až ½ hmotnosti žížal, potřebuje dostatek organické hmoty s dostatkem vlákniny (zdroj energie), mohou přijímat částice do velikosti 0,5 mm,

Substrát, zaleželý hnůj (3 - 6 týdnů), nejlepší králičí, koňský, vhodný i skotu případně prasat, ale i hrabanka listí, nevhodný drůbeží (mnoho N látek), pro lepší rozmnožování možno přidat i mouku, nezastupitelnou složkou výživy jsou bakterie a prvoci.

## 10 Analytická část práce

Analytická část práce přináší živinové složení sušiny některých druhů bezobratlých živočichů. Tabulka 8 uvádí obsah hrubého proteinu a tuku u vybraných druhů bezobratlých živočichů (%) dle dostupných literárních údajů.

Tabulka 8. Živinové složení sušiny některých druhů bezobratlých živočichů (%)

Druh	Protein	Tuk	Zdroj
Bráněnka ( <i>Hermetia illucens</i> )	35 - 57	35	Veldkamp <i>et al.</i> , 2012
Potemník moučný <i>Tenebrio molitor</i>	44 - 69	23 - 47	Veldkamp <i>et al.</i> , 2012
Potemník moučný <i>Tenebrio molitor</i>	50,7		Bednářová, 2013
Potemník moučný <i>Tenebrio molitor</i>	62,6	16,7	Adámková a Kouřimská, 2016
Potemník brazilský <i>Zophobas morio</i>	39,4	39,1	Adámková a Kouřimská, 2016
Potemník stájový <i>Alphitobius diaperinus</i>	59,8	28,8	Adámková a Kouřimská, 2016
Moucha domácí <i>Musca domestica</i>	43 - 68	4 - 32	Veldkamp <i>et al.</i> , 2012
Zavíječ voskový <i>Galleria mellionella</i>	38,4		Bednářová, 2013
Saranče stěhovavá <i>Locusta migratoria</i>	62,2		Bednářová, 2013

Pro vlastní analýzy byly vzorky jednotlivých druhů bezobratlých živočichů nakoupeny v prodejnách "Zverimex". Jednalo se o larvální stádium následujících druhů, které byly prodávány pod komerčním označení **cvrček domácí, potemník moučný, potemník brazilský, Čoko šváb, saranče střední, saranče velká a saranče malá.**

Pro srovnání nutriční hodnoty biomasy těl bezobratlých živočichů s nutriční hodnotou svaloviny nejvýznamnějších druhů hospodářských zvířat byly použity výsledky vlastních analýz svaloviny, a to skot\* svalovina *musculus longissimus dorsi* (MLD) (Český strakatý skot), brojler<sup>1)</sup> svalovina prsní (ROSS 308), brojler<sup>2)</sup> svalovina stehenní (ROSS 308), prase\*\* svalovina MLD.

## 10.1 Obsah hrubého proteinu (N x 6,25) a obsah tuku

Výsledky analýz vybraných druhů přibližně korespondují s literárními prameny autorů, zabývajících se obdobnou problematikou. Analýzy dokládají, že existuje velká mezidruhová variabilita.

Při srovnání se svalovinou vybraných hospodářských zvířat lze konstatovat, že těla analyzovaných druhů vybraných bezobratlých živočichů obsahovala méně hrubého proteinu, jak dokumentuje tabulka 9. Naopak obsah tuku byl výrazně, u analyzovaných druhů bezobratlých, vyšší ve srovnání s čistou svalovinou uvedených hospodářských zvířat, vyjma druhu saranče malá.

Tabulka 9. Obsah hrubého proteinu a tuku u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat (g/kg)

Druh	Hrubý protein	Tuk
Cvrček domácí	634,98	182,84
Potemník moučný	573,30	232,40
Potemník brazilský	482,80	381,60
Čoko šváb	740,50	117,00
Saranče střední	607,40	124,50
Saranče velká	564,10	298,70
Saranče malá	686,00	90,80
Skot*	868,76	102,99
Brojler <sup>1)</sup>	850,38	111,12
Brojler <sup>2)</sup>	716,01	283,77
Prase**	743,10	113,90

## 10.2 Obsah polysacharidů (chitinu)

V dostupné literatuře jsme nenalezli analytické stanovení chitinu, což je pravděpodobně důvodem, že většina autorů zabývajících se chemickým stanovením těl bezobratlých živočichů, stanovuje vlákninu, která je přibližně směsí různých polysacharidů.

Proto i obsah vlákniny u námi sledovaných druhů koresponduje s literárními výsledky, jak uvádí tabulka 10. Z výsledků je zřejmé, že existuje značná variabilita v obsahu vlákniny mezi jednotlivými druhy. Velmi podstatné bude především vývojové stádium daného jedince.

Pro úplnost jsme provedli i stanovení ADF, NDF a ADL. Domníváme se, že je nutné se analytikou stanovení obsahu chitinu nadále zabývat, protože jeho obsah může významně ovlivnit stravitelnost, a tím i nutriční hodnotu výsledných produktů.

Tabulka 10. Obsah polysacharidů u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat (g/kg)

Druh	Vláknina	ADF	NDF	ADL
Cvrček domácí	76,01	101,24	346,16	11,64
Potemník moučný	86,10	90,70	161,50	11,40
Potemník brazilský	52,50	130,40	187,60	6,80
Čoko šváb	117,60	143,50	244,80	51,80
Saranče střední	126,30	123,20	187,00	21,90
Saranče velká	138,30	178,90	339,00	34,90
Saranče malá	211,40	113,50	175,50	24,90

### 10.3 Obsah popelovin a brutto energie (BE)

Jak uvádí tabulka 11, i u popelovin, které nám dokládají obsah minerálních látek, je značná mezidruhová variabilita. Ve srovnání se svalovinou uvedených druhů hospodářských zvířat zástupci bezobratlých živočichů obsahují výrazně více (ale i méně) popelovin v biomase jejich těla. Obecně se dá říci, že tělo bezobratlých živočichů má většinou srovnatelný, nebo vyšší, obsah minerálních látek ve srovnání se svalovinou hospodářských zvířat.

Na obsah BE má rozhodující vliv obsah tuku. Jak dokumentuje tabulka 11, vyšší obsah BE je u druhů bezobratlých (ale i u svalové tkáně), které mají i vyšší obsah tuku.

Tabulka 11. Obsah popelovin (g/kg) a BE (MJ/kg) u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat (g/kg)

<b>Druh</b>	<b>popel</b>	<b>BE</b>
<b>Cvrček domácí</b>	46,59	23,52
<b>Potemník moučný</b>	45,40	24,60
<b>Potemník brazilský</b>	24,60	28,00
<b>Čoko šváb</b>	50,20	21,10
<b>Saranče střední</b>	44,80	23,10
<b>Saranče velká</b>	27,10	27,00
<b>Saranče malá</b>	53,70	21,30
<b>Skot*</b>	41,69	24,00
<b>Brojler<sup>1)</sup></b>	47,76	23,84
<b>Brojler<sup>2)</sup></b>	39,97	26,78
<b>Prase**</b>	41,00	24,70

#### **10.4 Obsah makroprvků (K, Na, Ca, P, Mg) a mikroprvků (Cu, Fe, Mn, Zn)**

I u makroprvků existuje u bezobratlých živočichů značná mezidruhová variabilita, vyšší, než u svaloviny hospodářských zvířat (tabulka 12). Z výsledků nelze jednoznačně vyslovit obecný názor, že by těla, námi vybraných bezobratlých živočichů, obsahovala vyšší nebo nižší obsah makroprvků.

U mikroprvků, na základě analýz vybraných druhů bezobratlých živočichů, lze vyslovit názor, že obecně obsahují (především některé druhy) výrazně vyšší obsah stopových prvků, ve srovnání se svalovou tkání. Z tohoto pohledu možno konstatovat, že produkty z bezobratlých živočichů mohou být významným zdrojem těchto biogenních prvků.

Tabulka 12. Obsah K, Na, Ca, P a Mg (g/kg) a Cu, Fe, Mn a Zn (mg/kg) u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat (g/kg)

Druh	K	Na	Ca	P	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Cvrček domácí	9,68	3,90	1,88	7,25	0,78	25,32	69,59	40,69	548,42
Potemník moučný	10,68	2,17	0,57	9,30	2,11	18,70	102,60	14,60	152,20
Potemník brazilský	5,73	1,05	0,07	5,10	0,68	8,20	77,30	11,80	83,70
Čoko šváb	14,89	3,13	0,74	7,40	0,89	13,20	99,50	10,30	91,00
Saranče střední	10,93	0,73	0,53	7,60	1,13	19,80	58,50	9,70	92,00
Saranče velká	6,53	1,30	0,22	5,60	0,61	21,80	72,90	5,90	136,90
Saranče malá	12,87	1,80	0,36	10,10	1,37	25,20	70,10	12,70	120,80
Skot*	13,10	2,27	1,08	7,84	0,56	0,75	63,13	0,45	136,82
Brojler <sup>1)</sup>	16,05	2,43	0,59	9,19	1,24	1,59	22,80	0,40	39,36
Brojler <sup>2)</sup>	12,55	2,99	0,40	7,32	0,90	2,22	33,88	0,51	55,49
Prase**	12,31	1,28	0,21	8,20	0,57	1,50	23,90	0,70	49,30

### 10.5 Obsah aminokyselin u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat

Z výsledků aminoanalýzy vyplývá (tabulka 13 a 14), že biomasa analyzovaných bezobratlých živočichů obsahovala výrazně nižší obsah jak esenciálních (EAK), tak i neesenciálních (NeAK) aminokyselin. Tomu odpovídá, jak bylo již uvedeno výše, i nižší obsah hrubého proteinu. Ve srovnání se svalovinou hospodářských zvířat, lze na základě obsahu AK konstatovat nižší nutriční hodnotu uvedených bezobratlých živočichů.

Tabulka 13. Obsah esenciální aminokyseliny EAK (g/kg)

EAK	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	His	Lys	Arg	Σ AK
Cvrček domácí	21,01	27,63	7,01	23,09	40,12	14,24	13,28	32,03	35,87	<b>214,28</b>
Potemník moučný	20,40	33,00	23,90	24,30	39,00	17,60	17,40	26,00	25,70	<b>227,30</b>
Potemníkbrazilský	17,90	28,50	0,00	21,40	32,50	19,20	16,10	24,30	22,00	<b>181,90</b>
Čoko šváb	21,60	35,00	10,60	21,40	38,50	23,10	19,40	32,10	38,80	<b>240,50</b>
Saranče střední	17,20	31,40	16,20	19,40	32,10	15,60	13,20	23,60	30,60	<b>199,30</b>
Saranče velká	16,40	32,30	21,00	20,50	38,00	14,20	13,20	25,70	31,90	<b>213,20</b>
Saranče malá	23,80	36,90	18,10	25,00	42,90	20,10	15,60	38,20	43,30	<b>263,90</b>
Skot*	35,91	39,57	18,93	37,97	65,02	32,87	34,31	79,56	64,13	<b>408,27</b>
Brojler <sup>1)</sup>	38,19	43,01	22,80	41,63	68,55	34,91	40,76	78,20	54,15	<b>422,20</b>
Brojler <sup>2)</sup>	29,77	32,68	16,41	32,06	53,97	28,16	26,10	60,15	43,77	<b>323,07</b>
Prase**	34,50	39,10	19,70	36,20	61,90	31,10	34,70	69,90	58,70	<b>385,80</b>

Tabulka 14. Obsah neesenciální aminokyseliny NeAK (g/kg)

NeAK	Asp	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Tyr	Σ AK
Cvrček domácí	45,03	21,92	65,58	33,57	30,45	51,81	23,19	<b>271,55</b>
Potemník moučný	38,60	24,90	63,50	37,40	29,60	49,50	30,30	<b>273,80</b>
Potemníkbrazilský	38,40	20,30	67,00	25,70	23,10	36,30	40,70	<b>251,50</b>
Čoko šváb	42,90	23,00	61,40	35,90	40,30	45,80	32,30	<b>281,60</b>
Saranče střední	32,70	19,20	48,90	37,60	28,90	53,20	27,20	<b>247,70</b>
Saranče velká	33,50	17,50	47,50	38,50	30,70	58,00	25,10	<b>250,80</b>
Saranče malá	43,50	24,90	69,50	41,90	34,90	57,00	30,20	<b>301,90</b>
Skot*	74,99	31,31	113,05	39,81	44,28	49,19	35,79	<b>388,42</b>
Brojler <sup>1)</sup>	74,35	33,70	131,52	32,40	36,11	47,71	42,94	<b>398,73</b>
Brojler <sup>2)</sup>	61,84	26,83	108,55	29,56	34,47	40,71	29,49	<b>331,45</b>
Prase**	71,70	29,60	107,00	33,00	35,40	44,10	34,90	<b>355,70</b>

## 10.6 Kvalita tuku u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat

Kvalita tuku byla, na základě vlastní analýzy, sledována obsahem mastných kyselin u vybraných druhů bezobratlých živočichů a svaloviny hospodářských zvířat (g/100 g tuku).



## Nasycené mastné kyseliny (NaMK)

Ze skupiny NaMK byla analýza zaměřena na následující MK:

*MÁSELNÁ* (C4:0), *KAPRONOVÁ* (C6:0), *KAPRYLOVÁ* (C8:0), *KAPRINOVÁ* (C10:0), *UNDEKANOVÁ* (C11:0), *LAUROVÁ* (C12:0), *TRIDEKANOVÁ* (C13:0), *MYRISTOVÁ* (C14:0), *PENTADEKANOVÁ* (C15:0), *HEPTADEKANOVÁ* (C17:0), *STEAROVÁ* (C18:0), *ARACHOVÁ* (C20:0), *HENEIKOSANOVÁ* (C21:0), *BEHENOVÁ* (C22:0) a *TRIKOSANOVÁ* (C23:0)

Z tabulky 15 vyplývá, že obsah NaMK je velmi druhově variabilní. Velmi nízký je zejména u larev potemníků, naopak u cvrčka, švába a sarančat je vysoký, srovnatelný, dokonce i vyšší, v porovnání s tukem svaloviny hospodářských zvířat. Proto nelze zobecňovat, že u bezobratlých živočichů je vyšší nebo nižší obsah NaMK v jejich tuku, ale je dán především druhem nebo příbuznými druhy určitých bezobratlých živočichů.

Tabulka 15. Obsah nasycených mastných kyselin NaMK (g/100 g tuku)

Druh	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0	C14:0	C15:0
Cvrček domácí	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,056	0,016	0,704	0,000
Potemník moučný	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,030	1,350	0,000	0,000
Potemník brazilský	0,000	0,400	0,080	0,000	0,040	0,020	0,980	0,010	0,000
Čoko šváb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,040	0,010	0,490	0,000
Saranče střední	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,090	0,010	1,200	0,000
Saranče velká	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,130	0,010	1,250	0,000
Saranče malá	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,060	0,020	0,520	0,000
Skot*	0,000	0,000	0,002	0,038	0,000	0,046	0,015	1,889	0,000
Brojler1)	0,000	0,000	0,004	0,010	0,000	0,027	0,010	0,481	0,000
Brojler2)	0,000	0,000	0,012	0,010	0,000	0,043	0,010	0,628	0,000
Prase**	0,000	0,000	0,010	0,060	0,000	0,070	0,010	1,180	0,000

Tabulka 15. pokračování

Druh	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0	C21:0	C22:0	C23:0	C24:0	Σ NaMK
Cvrček domácí	29,424	0,331	9,866	0,215	0,018	0,000	0,025	0,563	<b>41,228</b>
Potemník moučný	1,580	1,170	2,070	0,950	0,000	0,050	0,030	0,000	<b>7,330</b>
Potemník brazilský	1,210	0,270	4,250	0,650	0,010	0,030	0,050	0,000	<b>8,000</b>
Čoko šváb	17,500	0,260	3,990	0,500	0,000	0,090	0,390	0,000	<b>23,280</b>
Sararaňče střední	18,580	0,630	7,400	9,920	0,010	0,030	0,010	0,010	<b>37,900</b>
Sararaňče velká	21,030	0,270	6,140	11,610	0,000	0,020	0,050	0,000	<b>40,520</b>
Sararaňče malá	11,520	0,570	8,850	17,350	0,010	0,100	0,050	0,010	<b>39,070</b>
Skot*	19,183	1,213	9,250	0,129	0,000	0,000	0,000	0,005	<b>31,770</b>
Brojler <sup>1)</sup>	12,633	0,206	2,604	0,036	0,000	0,000	0,072	0,087	<b>16,170</b>
Brojler <sup>2)</sup>	17,243	0,277	3,370	0,099	0,000	0,000	0,000	0,060	<b>21,752</b>
Prase**	24,370	0,200	15,630	0,450	0,030	0,020	0,020	0,010	<b>42,060</b>

### Nenasycené mastné kyseliny

Z nenasycených MK byly předmětem našeho zájmu skupina mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin PUFA, a to PUFA omega 6 MK (n-6 MK) a omega 3 MK (n-3 MK).

### Mononenasycené mastné kyseliny (MUFA)

Ze skupiny MUFA byla analýza zaměřena na následující MK:

*MYRISTOLEJOVÁ* (C14:1), *cis-10-PENTADEKANOVÁ* (C15:1), *PALMITOLEJOVÁ* (C16:1), *cis-10-HEPTADEKANOVÁ* (C17:1), *OLEJOVÁ/ELAIDOVÁ* (C18:1n9t + C18:1n9c), *cis-11-EIKOSEN OVÁ* (C20:1n9), *ERUKOVÁ* (C22:1n9) a *NERVONOVÁ* (C24:1n9).

Obecně lze konstatovat, že tuk bezobratlých živočichů je významným zdrojem MUFA, jak dokumentuje tabulka 16. U většiny analyzovaných druhů byly výrazně vyšší koncentrace MUFA (i několikanásobně), ve srovnání se svalovým tukem u vybraných hospodářských zvířat.

Tabulka 16. Obsah nenasyčených mastných kyselin MUFA (g/100 g tuku)

Druh	C14:1	C15:1	C16:1	C17:1	C18:1n	C20:1n9	C22:1n9	C24:1n9	ΣMUFA
Cvrček domácí	0,021	0,000	0,830	0,057	12,838	0,126	0,025	0,000	<b>13,897</b>
Potemník mouč.	15,860	12,080	0,490	0,000	38,080	0,160	0,000	0,100	<b>66,770</b>
Potemník braz.	15,820	25,230	1,660	0,000	26,340	0,130	0,130	0,080	<b>69,390</b>
Čoko šváb	0,070	0,020	0,990	0,110	36,700	0,230	0,690	0,000	<b>38,810</b>
Saranče střední	0,010	0,000	0,480	0,060	21,660	0,190	0,020	0,000	<b>22,420</b>
Saranče velká	0,020	0,000	0,780	0,130	29,200	0,180	0,030	0,000	<b>30,340</b>
Saranče malá	0,010	0,010	0,270	0,040	13,510	0,340	0,300	0,000	<b>14,480</b>
Skot*	0,281	0,269	2,279	0,148	18,818	0,131	0,000	0,000	<b>21,926</b>
Brojler <sup>1)</sup>	0,089	0,000	3,395	0,146	9,640	0,333	0,156	0,000	<b>13,759</b>
Brojler <sup>2)</sup>	0,146	0,000	5,112	0,216	13,824	0,454	0,032	0,000	<b>19,784</b>
Prase**	0,010	0,050	1,810	0,160	36,650	0,220	0,010	0,000	<b>38,910</b>

### Polynenasycené mastné kyseliny PUFA ze skupiny n-6 MK

Ze skupiny n-6 MK byla analýza zaměřena na následující MK:

*LINOLOVÁ/LINOLELAIDOVÁ* (C18:2n6c 1C18:2n6t), *γ-LINOLENOVÁ* (C18:3n6), *cis-11,14-EIKOSADIENOVÁ* (C20:2n6), *cis-8,11,14-EIKOSATRIENOVÁ* (C20:3n6), *ARACHIDONOVÁ* (C20:4n6), *cis-13,16-DOKOSADIENIOVÁ* (C22:2n6) a *DOKOSATETRAENOVÁ* (C22:4n6).

Z výsledků uvedených v tabulce 17 lze vyslovit závěr, že tuk analyzovaných bezobratlých živočichů je významným zdrojem PUFA ze skupiny n-6 MK, ve srovnání se svalovinou uvedených hospodářsky významných zvířat.

Tabulka 17. Nenasycené mastné kyseliny PUFA ze skupiny n-6 MK (g/100 g tuku)

Druh	C18:2n	C18:3n6	C20:2n6	C20:3n6	C20:4n6	C22:2n6	C22:4n6	Σn-6 MK
Cvrček domácí	30,335	0,004	0,059	0,010	0,047	0,031	0,022	<b>30,508</b>
Potemník moučný	0,000	25,220	0,070	0,100	0,000	0,000	0,090	<b>25,480</b>
Potemník braz.	0,000	22,360	0,090	0,060	0,000	0,000	0,010	<b>22,520</b>
Čoko šváb	0,030	13,300	0,140	0,170	0,000	0,010	0,070	<b>13,720</b>
Saranče střední	0,010	23,340	0,200	0,110	0,000	0,010	0,040	<b>23,710</b>
Saranče velká	0,000	9,600	0,060	0,040	0,000	0,000	0,020	<b>9,720</b>
Saranče malá	0,000	23,880	0,190	0,130	0,000	0,000	0,060	<b>24,260</b>
Skot*	2,728	0,004	0,028	0,039	0,078	0,000	0,000	<b>2,877</b>
Brojler <sup>1)</sup>	9,173	0,146	0,159	0,147	0,806	0,066	0,218	<b>10,715</b>
Brojler <sup>2)</sup>	13,806	0,194	0,153	0,121	0,603	0,069	0,082	<b>15,028</b>
Prase**	0,080	5,610	0,690	0,260	0,050	0,010	0,060	<b>6,760</b>

### Polynenasycené mastné kyseliny PUFA ze skupiny n-3 MK

Ze skupiny n-3 MK byla analýza zaměřena na následující MK:

*α-LINOLENOVÁ* (C18:3n3), *cis-11,14,17-EIKOSATRIENOVÁ* (C20:3n3), *cis-5,8,11,14,17-EIKOSAPENTAENOVÁ* (C20:5n3), *cis-4,7,10,13,16,19-DOKOSAHEXAENOVÁ* (C22:6n3) a *DOKOSAPENTAENOVÁ* (C22:5n3).

Výsledky uvedené v tabulce 18 dokumentují, že tuk bezobratlých živočichů je u některých druhů významným zdrojem n-3 MK. Na základě analýz je zřejmé, že existují velké mezidruhové rozdíly. Vysoké zastoupení n-3 MK je např. u cvrčka nebo švába, oproti tuku u hospodářských zvířat. Naopak u potemníků nebo sarančat je koncentrace n-3 MK v jejich tuku velmi nízká, výrazně nižší i ve srovnání s tukem hospodářských zvířat.

Tabulka 18. Nenasycené mastné kyseliny ze skupiny n-3 MK (g/100 g tuku)

Druh	C18:3n3	C20:3n3	C20:5n3	C22:6n3	C22:5n3	Σn-3 MK
Cvrček domácí	1,886	0,020	0,242	0,069	1,825	<b>4,042</b>
Potemník moučný	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,070</b>
Potemník brazilský	0,060	0,000	0,000	0,020	0,070	<b>0,150</b>
Čoko šváb	0,010	0,310	0,000	3,930	0,220	<b>4,470</b>
Saranče střední	0,200	0,020	0,000	0,050	0,030	<b>0,300</b>
Saranče velká	0,010	0,020	0,000	0,050	0,060	<b>0,140</b>
Saranče malá	0,050	0,040	0,000	0,130	0,190	<b>0,410</b>
Skot*	0,600	0,003	0,011	0,000	0,000	<b>0,614</b>
Brojler <sup>1)</sup>	1,096	0,000	0,060	0,149	0,040	<b>1,345</b>
Brojler <sup>2)</sup>	1,491	0,000	0,052	0,089	0,030	<b>1,662</b>
Prase**	0,040	0,260	0,000	0,000	0,060	<b>0,360</b>

## 11 Literatura

Adámková A., Kouřimská L. (2016): Vybrané nutriční hodnoty jedlého hmyzu - potměníka moučného, brazilského a stájového. *Maso*, 27, 7: 48-54.

Adámková A., Kouřimská L., Borkovcová M. (2016): Jedlý hmyz a jeho postavení ve výživě člověka. *Výživa a potraviny*, 71, 1: 6-9.

Ademolu K.O., Idowu A.B., Olatunde G.O. (2010): Nutritional value assessment of variegated grasshopper, *Zonocerus variegatus* (L.) (Acridoidea: Pygomorphidae), during post-embryonic development. *African Entomology*, 18, 2: 360–364.

Anand H., Ganguly A., Haldar P. (2008): Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. *International Journal of Poultry Science*, 7, 7: 722–725.

Ayieko M.A., Oriaro V. (2008): Consumption, indigeneous knowledge and cultural values of the lakefly species within the Lake Victoria region. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 10: 282–286.

Awoniyi T.A.M., Adetuyi F.C., Akinyosoye F.A. (2004): Microbiological investigation of maggot meal, stored for use as livestock feed component. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2, 3-4: 104–106.

Barker D., Fitzpatrick M.P., Dierenfeld E.S. (1998): Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo Biology*, 17:123–134.

Bednářová, M. (2013): Possibilities of using insects as food in the Czech Republic. Dissertation thesis. Mendel University, Brno, 50-92.

Bukkens S.G.F. (1997): The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36: 287–319.

Bukkens S.G.F. (2005): Insects in the human diet: nutritional aspects. In: Paoletti M.G., ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 545–577. New Hampshire, Science Publishers

Das M., Ganguly A., Haldar P. (2009): Space requirement for mass rearing of two common Indian acridid adults (Orthoptera: Acrididae) in laboratory condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 6, 3: 313–316.

Das M., Ganguly A., Haldar P. (2010): Nutrient analysis of grasshopper manure for soil fertility enhancement. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 7, 6: 671–675.

Ekoue S.K., Hadzi Y.A. (2000): Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo: observations préliminaires. *Tropicultura*, 18, 4: 212–214.

Erickson M.C., Islam M., Sheppard C., Liao J., Doyle, M.P. (2004): Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *Journal of Food Protection*, 67, 4: 685–690.

FAO (2012): Composition database for Biodiversity Version 2, BioFoodComp2. (Latest update: 10 January 2013). Accessed January 2012. (available at [www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en/](http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en/)).

FAO/WHO (2001): Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand. World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome (2002). Farin L., Demey F., Hardouin J. (1991): Production de termites pour l'aviculture villageoise au Togo. *Tropicultura*, 9 (4): 181–187.

Finke M.D. (2002): Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates as food for insectivores. *Zoo Biology* 21: 269–285.

Finke M.D. (2007): Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26, 105–115.

Hackstein J.H., Stumm C.K. (1994): Methane production in terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 12: 5441–5445.

Haldar P. (2012): Evaluation of nutritional value of short-horn grasshoppers (acridids) and their farm-based mass production as a possible alternative protein source for human and livestock. Paper presented at the Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security, 23–26 January, Rome, FAO.

Hale O.M. (1973): Dried *Hermetia illucens* larvae (Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 8: 16–20.

Headings M.E., Rahnema, S. (2002): The nutritional value of mopane worms, *Gonimbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae) for human consumption. Presentation at the Ten-Minute Papers: Section B. Physiology, Biochemistry, Toxicology and Molecular Biology Series, 20 November 2002. Ohio, USA, Ohio State University.

van Huis A., van Itterbeeck J., Klunder H., Mertens E., Halloran A., Muir G., Vantomme P. (2013): Edible insects. Future prospects for food and food security. FAO, Rome, 201 s.

Hwangbo J., Hong E.C., Jang A., Kang H.K., Oh J.S., Kim B.W., Park B.S. (2009): Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *Journal of Environmental Biology*, 30, 4: 609–614.

Ijaiya A.T., Eko E.O. (2009): Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe infracta*) caterpillar meal on performance, carcass characteristics and haematological parameters of finishing broiler chicken. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 6: 850–855.

Ježková A. (2014): Trendy v krmivech pro domácí zvířata - bez obilí, BARF a hmyz. *Krmivářství*, 4: 7-8.

- Kouřimská, L., Adámková, A. (2016): Nutriční jakost jedlého hmyzu. *Maso*, 27, 6: 59-64.
- Li Q., Zheng L., Cai H., Garza E., Yu Z., Zhou S. (2011): From organic waste to biodiesel: black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible. *Fuel*, 90: 1545–1548.
- Liu Q., Tomberlin J.K., Brady J.A., Sanford, M.R., Yu Z. (2008): Black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environmental Entomology*, 37, 6: 1525–1530.
- Michaelsen K.F., Hoppe C., Roos N., Kaestel P., Stougaard M., Lauritzen L., Mølgaard C. (2009): Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food and Nutrition Bulletin*, 30, 3: 343–404.
- Muzzarelli R.A.A., Terbojevich M., Muzzarelli C., Miliani M., Francescangeli O. (2001): Partial depolymerization of chitosan with the aid of papain. In: Muzzarelli R.A.A., ed. *Chitin Enzymology*. pp. 405–414.
- Naughton J.M., Odea K., Sinclair A.J. (1986): Animal foods in traditional Australian aboriginal diets: polyunsaturated and low in fat. *Lipids*, 21, 11: 684–690.
- Newton G.L., Booram C.V., Barker R.W., Hale, O.M. (1977): Dried *Hermetia illucens* larvae meal as supplement for swine. *Journal of Animal Science*, 44: 395–400.
- Newton L., Sheppard C., Watson D.W., Burtle, G. (2005): Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. North Carolina State University. (available at [www.cals.ncsu.edu/waste\\_mgt/smithfield\\_projects/phase2report05/cd/web%20files/A2.pdf](http://www.cals.ncsu.edu/waste_mgt/smithfield_projects/phase2report05/cd/web%20files/A2.pdf)).
- Oonincx D.G.A.B., van der Poel A.F.B. (2011): Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology*, 30: 9–16.
- Oonincx D.G.A.B., van Itterbeeck J., Heetkamp M.J.W., van den Brand H., van Loon J. (2010): An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5, 12: e14445.
- Paoletti M.G., Dufour D.L., Cerda H., Torres F., Pizzoferrato L., Pimentel, D. (2000): The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *Proceedings of the Royal Society of London*, 267: 1459, 2247–2252.
- Paoletti M.G., Norberto L., Damini R., Musumeci S. (2007): Human gastric juice contains chitinase that can degrade chitin. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51, 3: 244–251.
- Payne, C.L.R., Scarborough, P., Rayner, M., Nonaka, K. (2016): Are edible insects more or less healthy than commonly consumed meats? A comparison using nutrient profiling models developed to combat over and undernutrition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70: 285-291.



Pimentel D., Berger B., Filiberto D., Newton M., Wolfe B., Karabinakis E., Clark S., Poon E., Abbott, E., Nandagopal, S. (2004): Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience*, 54: 909–918.

Ramos-Elorduy J., Pino J.M. (2002): Edible insects of Chiapas, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 41, 4: 271–299.

Ramos-Elorduy J., Pino, J.M., Prado, E.E., Perez, M.A., Otero, J.L., de Guevaram, O.L. (1997): Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 142-157.

Sheppard D.C. (1983): House fly and lesser fly control utilizing the black soldier fly in manure management systems for caged laying hens. *Environmental Entomology*, 12: 1439–1442.

Sheppard D.C., Newton G.L., Burtle G. (2008): Black soldier fly prepupae: a compelling alternative to fish meal and fish oil. A public comment prepared in response to a request by the National Marine Fisheries Service to gather information for the NOAA-USDA Alternative Feeds Initiative. Public comment on alternative feeds for aquaculture received by NOAA 15 November 2007 through 29 February 2008.

Sheppard D.C., Newton G.L., Thompson S.A., Savage S. (1994): A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology*, 50, 3: 275–279.

Sherman R.A., Wyle F.A. (1996): Low-cost, low maintenance rearing of maggots in hospitals, clinics, and schools. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 54: 38–41.

Silow C.A. (1983): Notes on Ngangela and Nkoya ethnozoology. *Ants and termites. Etnologiska Studier*, 36: 177.

Sogbesan A., Ugwumba A. (2008): Nutritional evaluation of termite (*Macrotermes subhyalinus*) meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchus longifilis*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 149–157.

St-Hilaire S., Cranfill K., McGuire M.A., Mosley E.E., Tomberlin J.K., Newton L., Sealey W., Sheppard C., Irving S. (2007): Fish offal recycling by the Black Soldier Fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38 (2): 309–313.

Svoboda J. (2014): Co třeba protein z larev much? *Krmivářství*, 1: 12. (z All About Feed)

Téguia A., Mpoame M., Okourou M.J.A. (2002): The production performance of broiler birds as affected by the replacement of fish meal by maggot meal in the starter and finisher diets. *Tropicicultura*, 20, 4: 187–192.

Tiu, L.G. (2012): Enhancing sustainability of freshwater prawn production in Ohio. *Ohio State University, South Centers Newsletter*, Fall 2012.

Tomberlin J.K., Sheppard D.C. (2001): Lekking behavior of the black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*). *Florida Entomologist*, 84, 4: 729–730.

Tong L., Yu X., Lui H. (2011): Insect food for astronauts: gas exchange in silkworms fed on mulberry and lettuce and the nutritional value of these insects for human consumption during deep space flights. *Bulletin of Entomological Research*, 101: 613-622.

Václavková, E., Bělková J., Šuláková H. (2016): Využití hmyzu ve výživě monogastrů. *Krmivářství*, 1: 32- 34.

Veldkamp T., Vanduinkerken G., Van Huis A., Iakemond C.M.M., Ottevanger E., Bosch G., Vanboekei M.A.J.S. 2012. Insect as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets- a feasibility study. Dostupné on line: <https://www.wageningenur.nl/upload-mm/2/8/0/f26765b9-89b2-49a7-ae43-5251c5b694f6-23424%5B1%5D>

Wang D., Bai Y.T., Li J.H., Zhang C.X. (2004): Nutritional value of the field cricket (*Gryllus testaceus* Walker). *Journal of Entomologia Sinica*, 11: 275–283.

Womeni H.M., Linder M., Tiencheu B., Mbiapo F.T., Villeneuve P., Fanni ,J. Parmentier M. (2009): Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. *OCL–Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 16, 4: 230–235.

Xiaoming C., Ying F., Hong Z., Zhiyong C. (2010): Review of the nutritive value of edible insects. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie, K. Shono, eds.: *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.