

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Marcela PLHÁKOVÁ

## **Hmyz jako potravina budoucnosti**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Sklenářová, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně a veškerá použitá literatura a internetové zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne:

.....

podpis

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, paní Mgr. Kateřině Sklenářové, Ph.D. za ochotu, věnovaný čas a veškeré rady, které mi při zpracování této práce předala. Dále bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za jejich neuvěřitelnou podporu.

## Obsah

1 ÚVOD.....	6
2 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	7
3 HISTORIE A SOUČASNÝ POHLED NA KONZUMACI HMYZU VE SVĚTĚ .....	8
3.1. Asie (Japonsko) .....	11
3.2. Severní Amerika (Mexiko).....	11
3.3. Afrika.....	12
3.4. Evropa (Itálie).....	12
4 LEGISLATIVA KONZUMACE HMYZU V EVROPSKÉ UNII.....	13
4.1. Přehled vhodných druhů hmyzu ke konzumaci se schvalovacím procesem uvedení na trh Evropské unie .....	14
4.1.1. Cvrček domácí ( <i>Acheta domesticus</i> ).....	14
4.1.2. Potemník stájový ( <i>Alphitobius diaperinus</i> ) .....	15
4.1.3. Potemník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> ) .....	16
4.1.4. Saranče stěhovavá ( <i>Locusta migratoria</i> ) .....	18
5 KONZUMACE HMYZU V ČESKÉ REPUBLICE.....	19
5.1. Postavení konzumace hmyzu v české gastronomii.....	20
6 NUTRIČNÍ HODNOTY .....	21
6.1. Bílkoviny .....	22
6.2. Tuky.....	24
6.3. Sacharidy .....	25
6.4. Minerály a vitamíny.....	26
6.4. Senzorické vlastnosti hmyzu .....	27
7 ZPŮSOBY ZAJIŠTĚNÍ HMYZU KE SPOTŘEBĚ .....	28
7.1. Chov hmyzu.....	28
7.2. Podmínky pro chov hmyzu.....	30
8 PŘÍPRAVA HMYZU KE KONZUMACI.....	32
8.1. Zásady správné přípravy.....	32
8.2. Konzumace celých jedinců.....	33
8.3. Mletá forma hmyzu .....	34
8.4. Extrakt z proteinů .....	35
9 VÝHODY KONZUMACE HMYZU.....	36
9.1. Další hmyzí produkty využívané člověkem .....	37

9.1.1. Šelak.....	37
9.1.2. Karmín .....	37
9.1.3. Včelí vosk .....	37
10 NEVÝHODY A PROBLÉMY SPOJENÉ S KONZUMACÍ HMYZU.....	38
11 ZÁVĚR.....	39
12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	40
SEZNAM ZKRATEK .....	45
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	46

# 1 Úvod

Když procházíme krajinou, zastavíme se a chvíli se zaměříme na svět kolem nás, zjistíme, že hmyz lidskou populaci zcela obklopuje. S klidem v duši lze říct, že naše planeta Země je v podstatě planetou hmyzu (Sverdrup-Thygesonová, 2021). Hmyz s více jak milionem známých druhů řadíme mezi nejrozšířenější skupinu živočichů na světě (Helb, 2017). Velké množství světových biotopů nebylo na bázi zkoumání nových živočišných druhů zcela prozkoumáno a stále dochází k objevování nových, nejen hmyzích druhů napříč celým světem. Potvrzení o výskytu hmyzu na všech světových kontinentech, včetně Antarktidy, zapříčiňuje jeho četnost a variabilita přizpůsobení se k životním podmínkám. Setkat se s ním můžeme téměř na jakémkoli místě. Voda, povrch země, vzduch. Nejen tato místa využívá hmyz ke svému životu. Není mu cizí například ani nejvyšší pohoří světa, jako jsou Himaláje, kde žijí pošvatky. Druhá strana extrémních podmínek, konkrétně horské prameny v národním parku Yellowstone, jsou osídlovány vývojovým cyklem larev komárů (Sverdrup-Thygesonová, 2021).

Nejen ve spojitosti s četností druhů hmyzu a jeho celosvětovým výskytem, ale i s podloženými historickými doklady o jeho konzumaci se pojí myšlenka, zda by právě hmyz nemohl v budoucnu představovat zdroj obživy pro lidskou populaci. Se stále rostoucím počtem obyvatel naší planety, by mohlo v následujících letech dojít k výraznému nedostatku potravy, a to zejména ze strany živočišných zdrojů bílkovin. Pohled na hmyz jako složku potravy, by mohl být právě významnou alternativou jistých zdrojů. Tento fakt nabírá na zájmu vědců, jejichž úsilí vede k vyhodnocení bezpečnosti a vhodnosti konzumace hmyzu. Entomofágie, neboli využívání hmyzu jako potravy má v mnoha zemích světa, jako je Mexiko, Japonsko, Čína nebo africké země jistou tradici i budoucnost. Západní země, včetně evropských zemí takový přístup k požívání hmyzu nemají, a to z důvodu nedostatku informací a strachu z neznáma (Ramos-Elordyová, 1998). Otázkou je, zda zvýšení počtu výzkumů, vědeckých analýz a informací dokáže tento fakt zvrátit. Jedná se ale o poměrně nelehký proces formou předkládání získaných dat z výzkumů a potvrzení kvality potravy. Ať už se konzumaci hmyzu v budoucnu podaří prorazit cestu nebo ne, snaha není marná. Již v roce 2023 můžeme sehnat dostatek podložených informací o entomofágii, a návodů, jak s konzumací jako začátečník naložit. Tato bakalářská práce ve formě strukturovaného přehledu vhodných, ale i nevhodných aspektů vytváří ucelený přehled o konzumaci hmyzu, se snahou ukázat, o čem entomofágie celkově pojednává.

## 2 Cíle bakalářské práce

Hlavním cílem bakalářské práce, je vytvoření uceleného přehledu o faktorech a aspektech konzumace hmyzu jako potravin budoucnosti, po důsledné rešerši odborné literatury.

- Postavení konzumace hmyzu v celosvětovém měřítku, se zaměřením na historické podklady a současný stav.
- Přehled legislativního rámce konzumace hmyzu v Evropské unii, včetně popisu vhodných a povolených druhů ke spotřebě.
- Vývoj entomofágie v České republice se zařazením na konzumaci hmyzu v české gastronomii.
- Kvalita výživových hodnot hmyzu se zaměřením na významné živiny a senzorické vlastnosti hmyzu.
- Chov hmyzu za vhodných životních podmínek, druhy způsobů přípravy hmyzu ke konzumaci.
- Výhody a limitující nevýhody, které se mohou s konzumací hmyzu vyskytovat.

### 3 Historie a současný pohled na konzumaci hmyzu ve světě

Využívání hmyzu ke konzumaci není zdaleka novým trendem, jak si velká část populace může myslet. Konzumace hmyzu byla v historii ovlivněna kulturními a náboženskými návyky a nyní se hmyz běžně konzumuje jako zdroj potravy v mnoha oblastech světa. Historické doklady o konzumaci hmyzu provází lidstvo napříč dějinami až dodnes. Hmyz hrál důležitou roli v obživě člověka odjakživa, což dokazují první zmínky o entomofáгии, které se objevovaly již v dávných dobách (Ramos-Elorduyová, 1998). Jedním z příkladů mohou být jeskynní malby, které pochází z dob pravěku. Pro pravěkou populaci bylo charakteristické malování důležitých a nezbytných věcí na stěny obydlí (Borkovcová, 2009). Předtím než *Homo sapiens*, jakožto pravěká společnost, vynalezli nástroje pro lov a sběr potravy, značnou část jejich stravy tvořil právě zmiňovaný hmyz. Tento fakt dokazují také zkamenělé výkaly (koprolity). Na jeskyní plošině Ozark, která se rozprostírá nedaleko Missouri, byly nalezeny koprolity, ze kterých byla následně zjištěna konzumace mravenců, larev, brouků, a dokonce vši, klíšťat a roztočů místními obyvateli (Govoruško, 2019). Západní země mají tendenci pohlížet na entomofáгии s odporem a spojují konzumaci hmyzu s primitivním chováním populace. Díky historickým zmínkám o využití hmyzu v potravě se entomofáгии začaly jednotlivé státy věnovat teprve nedávno. Přelomové období ve výzkumech entomofáגיע je zejména 20. a 21. století (Van Huis et al., 2013).

V Evropě se nejstarší písemně dochovaná zmínka pojí s Hérodetem a datuje se do 4. století př. n. l. (Borkovcová et al., 2009). Římský autor Plinius ve svém díle *Naturalis Historia* (77 n. l.) zmiňuje, že v těchto dobách se v Římě vyskytovala skupina etiopských lidí nazývajících se požírači kobylek. Neméně známý vědec Carl Linné (18. stol.) odkazuje na používání produktů včel, čmeláků a mravenců ve svých přednáškách. Později Linnéův žák Bengt Bergius sestavil seznam encyklopedických znalostí týkajících se lidské potravy. Dílo bylo vydáno po jeho smrti v německém jazyce v roce 1797. Podrobně se zde zabýval konzumací hmyzu, konkrétně se zaměřil na mravence, cikády, termity a larvy brouků (Svanberg a Berggen, 2021). V 18. století ve svém šestidílném díle *Mémoires pour servir à l'histoire des insects* popsal francouzský vědec René Antoine Ferchault de Réaumer použití hmyzu k potravě v mnoha provinciích Francie (Govoruško, 2019).

Z historického hlediska jsou doloženy zmínky nejen o konzumaci hmyzu, ale také o využívání hmyzu v léčení. Hmyz byl v léčbě využíván živý, tepelně zpracovaný,



nebo ve formě mastí. Části hmyzu byly pro jejich léčebné účinky přidávány například i do infuzí. Pozoruhodnou roli při léčbě lidí měli čelisti mravenců rodu *Atta*, jelikož na operačních sálech sloužily léčitelům jako svorky k zašívání a hojení ran. Hmyz a výtažky z něj prokázaly účinnost při léčbě onemocnění jater a léčení urogenitálního onemocnění. Látka chitin vyskytující se v exoskeletu hmyzu sloužila nejen v minulosti ke snížení hladiny cholesterolu a obnově tkání. Chitin se ukázal i jako účinná látka při ničení patogenních organismů na povrchu kůže (Ramos-Elorduyová, 1998).

Rozsáhlá historie využívání hmyzu jako potravy sahá tedy až do raného vývoje člověka. Znalosti o konzumaci hmyzu se zachovaly dodnes, a proto v současnosti hovoříme o 113 zemích světa, kde se hmyz již běžně konzumuje. V přepočtu hovoříme o 2 miliardách konzumujících lidí na světě a téměř o 2000 druzích jedlého hmyzu vhodného ke konzumaci (Govoruško, 2019). Marie Borkovcová a kolegové (2015) ve své publikaci uvádí informace o celosvětové konzumaci hmyzu. Tím je prokázána konzumace na všech kontinentech světa (Borkovcová et al., 2015).

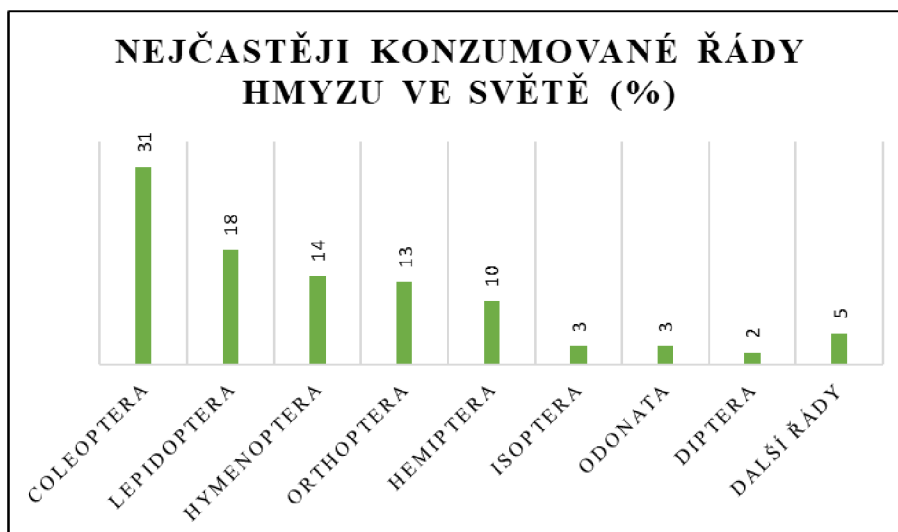
Obrázek 1 znázorňuje míru konzumace jedlých druhů hmyzu podle jednotlivých států v celosvětovém měřítku. Státy jako je například Mexiko a Čína patří v oblasti počtu konzumovaných druhů hmyzu na první příčky, kdy hodnota přesahuje 300 druhů konzumovaného hmyzu. Na mapě jsou zvýrazněny tmavě zelenou barvou. Státy vyznačené bílou barvou, jako je například Kanada, Rusko a velká část evropských států představují opak v počtu konzumovaných druhů hmyzu. Hmyz se zde vůbec nekonzumuje nebo pouze v malé míře, což čítá 1-5 druhů hmyzu.



Obrázek č. 1. Zaznamenaný počet konzumovaných druhů hmyzu podle zemí [foto]. In: Fao.org [online]. Upraveno [cit. 2023-02-02]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Za největší konzumenty hmyzu považujeme státy v Asii, Latinské Americe a subsaharské Africe (Svanberg a Berggen, 2021). Například v Africe hovoříme o 36 zemích, v Americe o 23 zemích a na asijském kontinentu číslo ukazuje 29 zemí, kde se hmyz běžně konzumuje. V Evropě se číslo dostalo na 10 konzumujících zemí (Borkovcová et al., 2015). Celosvětově se zájem o konzumaci hmyzu setkává s odlišnou úrovní přijetí. V zemích s rozsáhlou historií entomofágie existuje široké a pozitivní přijetí konzumace jedlého hmyzu, kdežto v eurocentrickém světě, který má oproti jiným státům světa historii požívání hmyzu na nižší úrovni, existují různé úrovně přijetí, které se blíží až k negativnímu postoji k entomofágii (Douglas, 2019).

Nejčastěji konzumovaným druhem hmyzu v celosvětovém měřítku je skupina brouků z řádu Coleoptera (31 %). Druhá nejčastěji konzumovaná skupina hmyzu patří housenkám, konkrétně se konzumují housenky z řádu Lepidoptera (18 %). Včely, vosy a mravenci z řádu Hymenoptera (14 %) se taktéž značnou hodnotou podílí na celkovém počtu konzumovaného hmyzu. Následují kobylky, sarančata a cvrčci z řádu Orthoptera (13 %). Cikády, listonozi, šupinatý hmyz a plošnice patřící do řádu Hemiptera (10 %). V neposlední řadě se celosvětově konzumují termiti Isoptera (3 %), vážky Odonata (3 %), mouchy Diptera (2 %) a další řády (5 %), dle Organizace pro výživu a zemědělství (Van Huis et al., 2013) (Obr. 2).



Obrázek č. 2. Nejčastěji konzumované řády hmyzu ze třídy Insecta ve světě [foto]. In: Fao.org [online]. Upraveno [cit. 2023-02-02]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

### 3.1. Japonsko (Asie)

Na těchto ostrovech má konzumace hmyzu rozsáhlou historii. V období 2. světové války (1939-1945) v hustě obydlených, zejména horských oblastech Japonska, byl nedostatek živočišných bílkovin ve stravě tamního obyvatelstva (Van Huis et al., 2013). Tento fakt se stal důvodem pro objevování jiných a nových alternativ živočišných bílkovin, kdy výsledkem bylo objevení hmyzu jako potravy (Borkovcová et al., 2015). Mezi zajímavosti patří obliba konzumace larvy vosíka *Vespula lewissii* bývalým císařem Hirohitem (Borkovcová et al., 2009).

V dnešní době se konzumace hmyzu v Japonsku stala vrcholným kulinářstvím. Hmyz se zde podává jako pocta návštěvníkům při mimořádných událostech, mezi které řadíme i mezinárodní konference a bankety. Oblíbenou pochoutkou se v Japonsku v dnešní době pyšní včelí larvy. Jedná se o poměrně drahou záležitost, kterou místní obyvatelé přirovnávají ke kaviáru (Borkovcová et al., 2015).

### 3.2. Mexiko (Severní Amerika)

Při pohledu na světovou konzumaci hmyzu nelze opomenout Mexiko. Využití hmyzu zde sahá do období předkolumbovských dob (Ramos-Elorduyová, 1998). Aztécká a mayská civilizace považovali hmyz za posvátný spolu s dalšími potravinami (Borkovcová et al., 2009).

Tento fakt využívá v dnešní době řada mexických restaurací, kdy podávají aztécké pokrmy, jejichž obsahem bývá česnek, mravenčí vajíčka a červi z kaktusů, připravované na másle (Borkovcová et al., 2009). Další typické mexické pochoutky vyráběné z hmyzu jsou zde na denním pořádku. Druhy hmyzu, které jsou často využívány pro přípravu pochoutek, jsou Chapulines, Jumiles, ale také červi Gusanos, kteří se pyšní afrodisiakálními účinky. Typický mexický nápoj Mezcal, na jehož dně se vyskytuje červ, je tamním obyvatelstvem považován za velmi oblíbený. Díky rozsáhlé historii konzumaci hmyzu v Mexiku není tedy divu, že zde má tento trend tak rozsáhlé využití a široký potenciál (Borkovcová et al., 2015).

### 3.3. Afrika

Mezi kontinenty konzumující hmyz již od počátků lidské existence patří Afrika. Napříč celým kontinentem státy využívali hmyz ke konzumaci z důvodů nedostatku živočišných bílkovin (Borkovcová et al., 2009).

Obyvatelé afrických zemí se zaměřují na využívání ničivých náletů sarančat na úrodu polí ke svému prospěchu. V období náletů místní obyvatelé využívají k odchytu sítě, kterými zachytí určitou část z roje sarančat, které následně zužitkují a zpracují do formy potravy (Egonyu et al., 2021). Oblíbenou pochutinou v afrických zemích jsou mopani (housesky motýla *Imbrasia belina*). Konzumují se sušené, uzené, v nasolené vodě, ale také jako příloha k jinému pokrmu. Zajímavým faktem je zakládání farem neziskovými organizacemi v Africe. Cílem chovných farem je zajištění živočišných bílkovin pro chudé obyvatele z důvodu nedostatku kvalitních surovin. Rychle rozmnožující se hmyz je proto velmi vhodnou alternativou (Borkovcová et al., 2015).

### 3.4. Itálie (Evropa)

Evropští obyvatelé se z historického hlediska lišili způsobem života od ostatních původních společností v odlišných částech světa. Obyvatelé v evropských zemích měli rozsáhlé znalosti o bezobratlých, kdežto informace, lidové znalosti a využití hmyzu byly málo prozkoumány. Důsledkem toho je dnešní nedostatečná znalost a tradice konzumace hmyzu v Evropě (Svanberg a Berggen, 2021).

Jedním z evropských států, kde se konzumuje hmyz v poněkud zajímavé formě je Itálie, konkrétně ostrov Sardinie. Tradiční pochoutka Casu marzu vyráběna ze sýru, je specifická tím, že samičky sýrohlodky drobné (*Piophilu casei*) do něj nakladou vajíčka. Sýr se nechá jistou dobu odležet a larvy se zde vyvíjí a rozkládají jej. Následně po několika měsících zraje je sýr rozložen a pojídá se s živými larvami uvnitř. Zážitek z konzumace může být velmi silný, ale také nebezpečný z toho důvodu, že v tak značné fázi rozkladu sýru může dojít k toxikaci organismu. Nebezpečná pro člověka se tato pochoutka může stát v případě, pokud larvy přežijí a dostanou-li se živé do organismu. Jejich následné působení v organismu může způsobit zažívací problémy, jako je zvracení či průjem. Casu marzu byla po jistou dobu zakázanou surovinou dle Evropské unie. Vlna nespokojenosti místních obyvatel a návštěvníku území zajistila, že se delikatesa znovu zlegalizovala (Borkovcová et al., 2015).

## 4 Legislativa konzumace hmyzu v Evropské unii

Hmyz jako potravina a hmyzí produkty spadají do kategorie nových potravin. Pojem nová potravina v Evropské unii představuje potravinu, která nebyla oficiálně součástí jídelníčku obyvatel před datem 15. 5. 1997 (Ministerstvo zemědělství, 2023). Údaje o spotřebě a konzumaci jakékoli nově zavedené potraviny nejsou z doby před rokem 1997 doloženy relevantními zdroji (Nařízení EU č. 2015/2283).

První nařízení Evropského parlamentu a rady EU definující nové potraviny je Nařízení č. 258/1997 ze dne 27. ledna 1997, jenž vstoupilo v platnost 15.5.1997. Nařízení se vztahuje na uvádění nových potravin nebo nových složek potravin na trh Evropské unie, kam řadíme potraviny, které nebyly velkou mírou užívány ke spotřebě obyvateli před výše uvedeným rokem. Jedná se o potraviny, které obsahují geneticky modifikované organismy dle směrnice 90/220/EHS z Nařízení EU č. 2015/2283, potraviny se záměrně modifikovanou primární molekulární strukturou nebo potraviny a složky potravin skládající se z rostlin a živočichů a z nich izolovaných složek potravin (Nařízení EU č. 258/1997).

Nejasnosti o nových potravinách v nařízení EU č. 258/1997 a nejasné právní předpisy o nových potravinách způsobily odlišný přístup k těmto potravinám po celé Evropské unii. Každý stát přistupoval k uvedení hmyzu, jakožto nové potraviny na trh odlišným způsobem. Itálie a Finsko zcela zakázalo prodej hmyzu. Nizozemsko díky úsilí vědců a jejich úspěšné kampani posílilo povědomí o entomofágii v nizozemské společnosti. Evropská unie nedostatečně objasněné nařízení (č. 258/1997) vyřešila předložením novely o nových potravinách dne 1. 1. 2018 (Douglas, 2019). Novela vychází z nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské unie č. 2015/2283 a již jasně definuje hmyz jako novou složku potravin (Nařízení EU č. 2015/2283).

Každý druh hmyzu, jako nová potravina musí projít řídicím procesem s žádostí o povolení a musí být schválen úřadem Evropské unie pro bezpečnost potravin podle zaktualizovaného nařízení EU č. 2015/2283. Pro členy Evropské unie platí zákony o nových potravinách regulované Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (dále jen EFSA) (Svanberg a Berggen, 2021). EFSA je zodpovědný za hodnocení rizik v oblasti bezpečnosti potravin a chrání tak spotřebitele před vstupem nových a nebezpečných potravin na trh, než bude doložena jejich bezpečnost (Ministerstvo zemědělství, 2023).

Pokud chce výrobce uvést na trh nový druh hmyzu, a chce hmyz prodávat jako potravinu, je povinen od začátku roku 2019 podat Evropské komisi žádost o povolení. V případě schválení žádosti, bude platit prodej daného druhu hmyzu pro všechny země v Evropské unii (Ministerstvo zemědělství, 2018). V zemích, kde se konzumace hmyzu považuje za tradiční (Mexiko), neexistují žádné regulační překážky pro uvádění na trh a spotřebu (Douglas, 2019).

#### 4.1. Přehled vhodných druhů hmyzu ke konzumaci se schvalovacím procesem uvedení na trh Evropské unie

K roku 2023 je na trh Evropské unie možno uvádět 4 druhy hmyzu. Cvrčka domácího (*Acheta domestica*), potměníka stájového (*Alphitobius diaperinus*), potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) a saranče stěhovavou (*Locusta migratoria*). Tabulka č. 1. znázorňuje přehled druhů hmyzu dostupných na trhu EU společně s vývojovým stádiem, ve kterém je možno hmyz prodávat a následně spotřebiteli konzumovat.

Tabulka č. 1. Seznam povolených druhů hmyzu ke spotřebě v České republice (zdroj: eAGRI.cz, 2023).

Druh hmyzu	Vývojové stádium
cvrček domácí ( <i>Acheta domestica</i> )	Imago, larva
potměník stájový ( <i>Alphitobius diaperinus</i> )	Larva
potměník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> )	Larva
saranče stěhovavá ( <i>Locusta migratoria</i> )	Imago, larva

##### 4.1.1. Cvrček domácí (*Acheta domestica*)

Kmen: Arthropoda (členovci), Třída: Insecta (hmyz), Řád: Orthoptera (rovnokřídli), Čeleď: Gryllidae (cvrčkovití), Rod: *Acheta* (cvrček) (Kočárek, 2013).

Cvrček domácí (Obrázek 3) je kosmopolitní druh hmyzu, který je rozšířený po celém zemském povrchu, kdy za jeho vlast je považována Malá Asie a severní Afrika. Na území České republiky je výskyt tohoto zástupce četný, nalézt jej můžeme v bytech, ve sklepech, továrnách, ale také v pekárnách, jelikož se jedná o synantropní druh hmyzu. Využíván může být nejen lidmi ke konzumaci, ale slouží také jako zdroj krmiva pro zvířata (Zahradník, 2011).



Obrázek č. 3. Cvrček domácí (*Acheta domestica*) [foto]. In Naturfoto [online]. [staženo 2023-02-15].  
Dostupné z: <https://www.naturfoto.cz/cvrcek-domaci-fotografie-14201.html>

Tento hmyzí zástupce prošel taktéž schválením Evropské komise. Společnost Fair Insects BV předložila 28. prosince 2018 Komisi EU nařízení č. 2015/2283 s žádostí o uvedení zmrazených, sušených a práškových forem *Acheta domestica* na trh unie jako novou potravinu. Dne 10. 2. 2022 byla žádost přijata jako Prováděcí nařízení Komise Evropské unie č. 2022/188. Společnost taktéž žádala o ochranu dat, která platí do 3. 3. 2027 (Ministerstvo zemědělství, 2023).

Pravidla pro uvádění nové potraviny na trh Unie nařizují, že může být tento druh hmyzu uveden ve třech formách, a to tepelně zpracovaný a zmrazený celý, tepelně zpracovaný a mrazem vysušený celý nebo tepelně zpracovaný mrazem vysušený a mletý celý jedinec. Tento zástupce může být přidáván do chleba a pečiva, sušenek, náhražek masa nebo může být přidáván do čokoládových výrobků (Nařízení EU 2022/188).

#### **4.1.2. Potemník stájový (*Alphitobius diaperinus*)**

Kmen: Arthropoda (členovci), Třída: Insecta (hmyz), Řád: Coleoptera (brouci), Čeleď: Tenebrionidae (potemníkovití), Rod: *Alphitobius* (potemník) (Hůrka, 2005).

Potemník stájový je druh hmyzu, jehož původ náleží k území subsaharské Afriky. Postupem času se přizpůsobil různým variantám prostředí, zejména těm vlhkým. Tento všežravý a noční zástupce je považován za škůdce skladových prostorů. Vyskytuje se hlavně v drůbežích chovech, kde přenáší patogeny drůbeže na člověka, což způsobuje závažné zdravotní problémy (Esquivel et al., 2012).



Obrázek č. 4. Potemník stájový (*Alphitobius diaperinus*) [foto]. In Naturfoto. [staženo: 2023-06-05].  
Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id452872/>

Potemník stájový (*Alphitobius diaperinus*) je druhem hmyzu, který může být po schválení žádosti podané firmou Ynsect NL B. V. uveden na trh Evropské unie. Se schvalovacím procesem se pojí prováděcí nařízení komise EU 2023/58 ze dne 5. ledna 2023, kterým se povoluje uvedení zmrazených, kašovitých, sušených a práškových forem larev potměnky stájového. Firma požádala, aby výše zmiňované formy zpracování larev potměníka moučného byly používány jako složky potravin potravinářských výrobků a aby byly ve formě prášku přidávány do doplňků stravy pro běžnou populaci. Podnik rovněž požádal Komisi Evropské unie o ochranu dat a vědeckých údajů, které se pojí s postupy zpracování hmyzu (Nařízení EU 2023/58).

#### **4.1.3. Potemník moučný (*Tenebrio molitor*)**

Kmen: Arthropoda (členovci), Třída: Insecta (hmyz), Řád: Coleoptera (brouci), Čeleď: Tenebrionidae (potměníkovití), Rod: *Tenebrio* (potměník) (Hůrka, 2005).

Tento zástupce se vyskytuje primárně v mírném pásmu celého světa, kdy jeho stanovištěm zpravidla bývá listnatý les, domácí obydlí či prostory pro výrobu pečiva. Hovoříme o nočním druhu, který žije v noci a přes den bývá ukrytý ve štěrbinách (Zahradník, 2011). Potměník moučný, jako jeden ze zástupců jedlého hmyzu, bývá konzumován ve vývojovém stádiu larvy, v laickém označení se jedná o výraz mouční červi (Borkovcová et al., 2009). Obrázek 5 znázorňuje tři vývojová stádia tohoto zástupce (kukla, larva, dospělý jedinec).





Obrázek č. 5. Vývojové stádium potemníka moučného (*Tenebrio molitor*) [foto]. In Naturfoto [online]. [staženo 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.naturfoto.cz/potemnik-moucnny-fotografie-19456.html>

Jedná se o zástupce hmyzu, který prošel schvalovacím procesem č. 2021/882. Byl schválen Evropskou komisí dne 1. června 2021. na žádost společností SAS EAP Group. Společnost požádala o ochranu dat se zabezpečením informací na produkt sušených larev potemníka moučného. Pouze společnost SAS EAP Group může tuto novou potravinu uvádět na trh, a to do té doby, než bude ochrana dat a informací ukončena 22. 6. 2026. Do tohoto data může firma uvádět na trh celé Evropské unie moučného červa jako novou povolenou potravinu v souladu s podmínkami prováděcí nařízení Komise (Nařízení EU č. 2021/882). Ostatní podniky mohou od firmy SAS EAP Group produkty moučného červa kupovat a využívat je při výrobě vlastních produktů. Avšak mohou být zpracovány pouze tak, aby vyhovovaly specifickým údajům, které jsou předepsány v seznamu Evropské unie (Ministerstvo zemědělství, 2023).

Druhá firma, která zažádala o uvedení moučného červa na trh EU je společnost s názvem Fair Insects BV. Dne 8. 2. 2022 po povolení Komise (EU) 2022/169 se firmě umožňuje uvádět zmrazené, sušené a práškové formy moučného červa. Cílem firmy je zejména zařazení produktu jako aditivum do cereálních tyčinek, čokoládového cukroví, vícezrného chleba a jako náhražka masa. Konec ochrany dat a informací bude podniku končit 1. 3. 2027 (Ministerstvo zemědělství, 2023).

#### 4.1.4. Saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*)

Kmen: Arthropoda (členovci), Třída: Insecta (hmyz), Řád: Orthoptera (rovnokřídli), Čeleď: Acrididae (sarančovití), Rod: *Locusta* (saranče) (Kočárek, 2013).

Saranče stěhovavá (Obrázek 6) patří mezi nejrozšířenější druh z čeledi sarančovitých. Dominantní území výskytu tohoto zástupce jsou asijské a africké státy, kde je považován za velmi ničivého škůdce úrody polí. Výskyt je však běžný i na evropském kontinentu (Zahradník, 2011). Jak název vypovídá, jedná se o migrující druh, který se ve velkých hejnech přemísťuje mnohdy několik stovek kilometrů (Zahradník a Severa, 2004).



Obrázek č. 6. Saranče stěhovavá [foto]. In ZOO Chleby [online]. Upraveno [staženo 2023-02-15].  
Dostupné z: <https://www.zoochleby.cz/sarance-stehovava-6268/>

Saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*) je hmyzím zástupcem, který po podání žádosti firmou Fair Insects BV mohl být uveden na trh Evropské unie. Jedná se o schválení prováděcího nařízení Komise Evropské unie č. 2021/1975, které bylo podáno dne 12. listopadu 2021 (Ministerstvo zemědělství, 2023). V žádosti bylo požádáno o ochranu dat na novou potravinu ze strany žadatele. Z tohoto důvodu může pouze tato firma uvádět novou potravinu na trh Evropské unie a do to roku 5. 12. 2026 (Nařízení EU 2021/1975). Saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*) je na trhu prodávána jako larva nebo dospělý jedinec a může se uvádět v mnoha formách. Tepelně zpracovaná, mrazem vysušená, mletá a celá. Pokud je zpracována formou zmrazení je nutné jí odstranit nohy a křídla. Zpracovaný zástupce může být přidáván například do potravin, jako jsou náhražky masa, polévky, konzervované luštěniny a zelenina, čokoláda, saláty nebo do pokrmů na bázi luštěnin a těstovin (Ministerstvo zemědělství, 2023).

## 5 Konzumace hmyzu v České republice

Česká republika, patří mezi státy, jejichž historické zmínky o entomofágii nebyly doloženy (Svanberg a Berggen, 2021). Naše země se od ostatních členských zemí evropské unie liší jistou výjimečností. Hmyz se zde nejen konzumuje, ale také se zde studuje jeho výživová hodnota, což způsobuje, že je entomofágie v České republice považována touto cestou za seriózní vědní obor (Borkovcová et al., 2009). Hlavní přínos patří Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně, která vede řadu výzkumů a poskytuje informace v oblasti konzumace hmyzu. Univerzita se zabývá výzkumy hmyzu, jeho propagací, a to nejen na jejich vlastní půdě, ale pořádá v zahraničí přednášky pro odborníky a laickou veřejnost. Cílem je seznámit posluchače a veřejnost o přínosu a využití hmyzu v potravě, kdy hlavním záměrem je zvýšení zájmu veřejnosti v oblasti konzumaci hmyzu (Borkovcová et al., 2009).

Docentka Marie Borkovcová, která stála u zrodu entomofágie v České republice, jako první v roce 2002 uspořádala počáteční přednášku na téma konzumace hmyzu s praktickou ukázkou (Borkovcová, 2023). Nyní působí na Mendelově univerzitě v Brně, konkrétně na Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství. Výsledky jejích dosavadních výzkumů o entomofágii jí zajistily místo mezi světovými odborníky v oboru (Borkovcová et al., 2009). V dnešní době spolupracuje nejen s českými ale i se zahraničními odborníky a vede nespočet výzkumů ve snaze přiblížit populaci informace obsahující výhody konzumace hmyzu. Při zrodu entomofágie v České republice stál také Ing. Vladimír Fišer. Jeho myšlenkou a cílem je poukázat na to, že entomofágie je dostupná lidem ve všech věkových kategoriích a nejedná se pouze o trend u mladistvých. Konzumací hmyzu se v České republice zabývá řada dalších odborníků, kteří spolupracují na výzkumech nejen s doc. Borkovcovou. V jejich týmu náleží místo panu Petru Ocknechtovi, Milanu Václavíkovi a také Davidovi Šejnohovi (Borkovcová et al., 2015).

Pro Českou republiku, jako členskou zemi Evropské unie, platí legislativa nařízení EU 2021/1975 o nových potravinách stejně jako pro ostatní státy Unie. Na trhu mohou být poskytnuty následující druhy hmyzu: cvrček domácí (*Acheta domestica*), potemník stájový (*Alphitobius diaperinus*), saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*) a potemník moučný (*Tenebrio molitor*) (Ministerstvo zemědělství, 2023). Mezi nadšenci, vědci ale i mezi obyčejnými lidmi se vyskytují jedinci, kteří konzumují i jiný druh hmyzu než ten, který je povolen legislativou Evropské unie (Borkovcová et al., 2015).

V České republice se mezi chovateli a odborníky entomofágie konzumuje 7 hlavních skupin hmyzu. Jedná se o cvrčky, sarančata, švábi, potměnky, včely, zavíječe a bource morušové. Některé druhy nejsou z hlediska chuti, tak atraktivní, jak se mohou zdát. Podle českých odborníků se opouští od konzumace švábů, a to nejen z důvodu chuti, ale i protože švábi jsou velmi rychlý a hbitý hmyz. Mezi nejoblíbenějšími druhy hmyzu u českých konzumentů figuruje potměník moučný (*Tenebrio molitor*), následuje saranče stěhovavé (*Locusta migratoria*) a cvrček domácí (*Acheta domestica*) (Borkovcová et al., 2015).

### **5.1. Postavení konzumace hmyzu v české gastronomii**

Ve spojitosti s tématem konzumace hmyzu je v České republice nezbytné zmínit firmu Worm UP. Jedná se o rodinný podnik, který byl založen před třemi lety, a jako první nabízel na českém trhu pochoutky z hmyzu. Dodnes je jedinou firmou v České republice, která hmyz ke zpracování nedováží ze zahraničí. Jejich výrobky jsou kompletně vyrobeny z larev potměníka moučného, které jsou odchovány na našem území. V jejich nabídce najdeme nespočet příchutí sušených larev, od česnekových, chilli, kari, skořicových až po křupavé červy s příchutí perníku (Worm UP, 2023). Druhá firma poskytující na českém trhu hmyzí pochoutky je Grig. Jedná se o podnik, který se nenachází jen u nás, ale pod zahraničními divizemi například i v Německu a v Polsku. Hmyz dováží z litevské farmy, a následně jej zpracovávají do řady produktů. Jejich sortiment nabízí konzumentům cvrččí tyčinky, chipsy, protein, čokoládu, těstoviny, ale také například Tequila s opilými červy (Grig, 2023).

Entomofágie je v České republice teprve v začátcích, co se týče gastronomie, a to z toho důvodu, že velká část obyvatel nemá ponětí, že se hmyz dá konzumovat. I tak ale můžeme na našem území vidět snahu o přiblížení informací o konzumaci hmyzu ze strany restaurací, a především ze strany organizátorů Food festivalů. První restaurace, která poskytla degustační menu s obsahem hmyzu, byla brněnská Noem Arch Design Hotel. Ostatní podniky nejsou pozadu a například v Praze, se vyskytuje nespočet restaurací, které taktéž zařadily hmyz do denní nabídky. Druhou možností, kde ochutnat připravené pokrmy z hmyzu jsou Food festivaly. Nadšenci a majitelé podniků, zde poskytují nejen informace o entomofágii, ale také výtečné pochoutky pro jejich návštěvníky a příznivce (Worm UP, 2021).

## 6 Nutriční hodnoty

Hmyz by v budoucnu mohl pro lidstvo představovat přínos především v oblasti stravy. Řada zástupců jedlého hmyzu má vysoký podíl výživových hodnot, zejména makroživin, jako jsou bílkoviny a tuky. Výživová hodnota vyjadřuje údaje o množství látek obsažených v potravinách. Udává, v jaké míře jsou jednotlivé látky pro člověka prospěšné nebo nežádoucí. Z tohoto důvodu by mohl být hmyz vhodnou alternativou za plnohodnotné potraviny (Ramos-Elorduyová, 1998). Ve velkém množství zástupců jedlého hmyzu můžeme najít dostatečné množství bílkovin a tuků, ale také celkově energie (Rumpold a Schlüter, 2013). Významný je také počet vitamínů a minerálů, který jednotlivé druhy hmyzu obsahují (Ramos-Elorduyová, 1998). Důležité je zmínit bohatost obsahu stopových prvků u hmyzu jako je měď, hořčík a železo. V poněkud nižší míře jsou zastoupeny prvky, jako je mangan, selen, fosfor a zinek. Riboflavin, kyselina pantothenová a biotin jsou považovány již za vzácnější stopové prvky, které se ale stále v těle hmyzu vyskytují (Rumpold a Schlüter, 2013).

Variabilita a množství druhů hmyzu způsobuje, že nutriční hodnota jedlého hmyzu není stálá, ale je různorodá a obsah živin se může měnit i v rámci jedné skupiny. Důležitý faktor ovlivňující hodnotu živin je stupeň metamorfózy, ve kterém je hmyz konzumován. Kukly a larvy hmyzu jsou bohatší na hodnotu energie než dospělí jedinci. Následně může být nutriční hodnota ovlivněna zpracováním. Je rozdíl, zda hmyz konzumujeme sušený, vařený či smažený. I zde se mohou objevovat odchylky v hodnotách živin stejně jako u běžných potravin (Van Huis et al., 2013).

Pro konzumované skupiny hmyzu obecně platí, že jsou velice výživným zdrojem potravy pro populaci. Tento fakt způsobuje, že hmyz je obzvláště oblíbeným zdrojem potravy v rozvojových zemích, jelikož zde obyvatelé nemají snadný přístup k dostatečnému pokrytí bílkovin v jejich stravě jako obyvatelé vyspělých průmyslových států (Ramos-Elorduy, 1998). Pro orientační představu o obsahu výživových látek Borkovcová a kol. (2015) uvádí, že průměrná kalorická hodnota hmyzu odpovídá hodnotám tučného vepřového masa.

Výzkumem, který vedla Ramos-Elorduyová a její kolegyně (1997), kdy zkoumali a následně analyzovali 78 druhů jedlého hmyzu z 23 čeledí dostupných v státě Oaxaca v Mexiku, zjistili, že kalorická hodnota analyzovaných druhů hmyzu byla v rozmezí 293-762 kcal na 100 g sušiny (Ramos-Elorduy et al., 1997). Pro lepší přehled v přirovnání

výživových hodnot hmyzu k běžným potravinám Xiaoming a kolegové (2008) uvádí, že pouze tři kukly bource morušového jsou stejně výživné jako jedno slepičí vejce, kdy složení vejce obsahuje průměrně 50 % bílkovin a 30 % lipidů (Xiaoming et al., 2008).

Tabulka č. 2. znázorňuje energetickou hodnotu vybraných zástupců jedlého hmyzu. Jedná se o přehled počtu kalorií (kcal) na 100 g čerstvé hmotnosti hmyzu. Z vybraných zástupců nejvyšší kalorickou hodnotu čítá mravenec krejčík (*Oecophylla smaragdina*), konkrétně dospělý jedinec, kdy hodnota činí 1272 kcal/100 g. Kukla bource morušového (*Bombyx mori*) naopak obsahuje 94 kcal/100 g a jedná se tedy o nejméně energeticky hodnotného zástupce z vybraných druhů hmyzu.

Tabulka č. 2. Energetická hodnota vybraných druhů hmyzu na 100 g čerstvé hmotnosti (zdroj: fao.org, 2013, upraveno)

Název	Stádium	En. hodnota (kcal/100 g)
Bourec morušový ( <i>Bombyx mori</i> )	kukla	94
Cvrček dvouskvrnný ( <i>Gryllus bimaculatus</i> )	dospělec	120
Potemník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> )	dospělec	138
Saranče stěhovavá ( <i>Locusta migratoria</i> )	dospělec	179
Potemník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> )	larva	206
Mravenec atta ( <i>Atta mexicana</i> )	dospělec	404
Saranče tlustá ( <i>Chortoicetes terminifera</i> )	dospělec	499
Mravenec krejčík ( <i>Oecophylla smaragdina</i> )	dospělec	1272

## 6.1. Bílkoviny

Z hlediska hodnocení kvality potravin je jedním z nejdůležitějších atributů obsah proteinů v potravinách. Bílkoviny pro lidské tělo představují základní stavební kameny, bez kterých neexistuje žádná forma života. Podílí se na řadě důležitých činností jako je výstavba těla, řízení funkce organismu, přenos látek v těle, ale také se podílí na obranné funkci organismu (Xiaoming et al., 2008). Z tohoto důvodu by neměly být opomíjeny a tělu řádně poskytovány ve formě stravy. Bílkoviny jsou organické sloučeniny tvořené aminokyselinami, které rozdělujeme na esenciální a neesenciální. Esenciální aminokyseliny, které lidské tělo potřebuje ke správné funkci, si neumí syntetizovat samo. Tento fakt nás přivádí k tomu, abychom je tělu poskytovali formou živočišných zdrojů, jako je například hovězí, vepřové, drůbeží maso, ryby ale také hmyz (Borkovcová et al., 2009).

Bílkoviny jsou hlavní složkou obsahu živin hmyzu a nelze je při hodnocení obsahu nutričních hodnot opomenout (Ramos-Elorduyová, 1998). Ve srovnání s rostlinnými

a živočišnými bílkovinami hmyzí produkty obsahují stejnou, mnohdy i vyšší a kvalitnější úroveň bílkovin (Bukkens, 2010). Jejich obsah se pohybuje od 5–77 % na 100 g. Za průměrnou hodnotu pak považujeme rozmezí 35–61 % proteinů na sušinu. Průměrná hodnota bílkovin hmyzu se liší podle zastoupení druhů v jednotlivých řádech hmyzu. Řády s nejvyšším procentem bílkovin jsou Orthoptera, Blattodea a Odonata. Nejméně bílkovin pak obsahují zástupci z řádů Isoptera (Rumpold a Schlüter, 2013).

V proteinech hmyzu je důležité zmínit výskyt aminokyselin, konkrétně těch, které obsahují vysoký podíl, a to lysin a threonin. Nízký obsah procent mají naopak aminokyselin cystein a methionin (Rumpold a Schlüter, 2013). Tabulka č. 3. znázorňuje přehled obsahu proteinů u jedlých hmyzích druhů a živočišných produktů. Jelikož jsou bílkoviny jedny z nejdůležitějších živin, které naše tělo potřebuje k výživě, tak je důležité mít přehled o jejich obsahu v potravinách.

Níže přiložená tabulka (Tab. 3) poskytuje stručný přehled o obsahu gramů bílkovin na 100 g potravin. V případě hmyzu se jedná o 100 g sušiny hmyzu, u živočišných proteinů pak o 100 g v surovém stavu produktu. Největší podíl v zastoupení bílkovin obsahuje saranče stěhovavá, konkrétně její nymfa, a to 62,6 g/100 g. Je zřejmé, že při tomto hodnocení hraje roli to, že pro člověka je snazší zkonzumovat 100 g masa, než 100 g hmyzu. V připravených pokrmech by se hodnoty měnily v závislosti na obsahu jednotlivých surovin.

Tabulka č. 3. Přehled obsahu proteinu u jedlých hmyzích druhů a živočišných produktů na 100 g (zdroj: viscojis.cz, 2023, upraveno).

Název	Obsah proteinů (g/100 g)
Bourec morušový ( <i>Bombyx mori</i> ) kukla	52,6
Včela medonosná ( <i>Apis mellifera</i> ) plod	54,4
Saranče stěhovavá ( <i>Locusta migratoria</i> ) nymfa	62,2
Zavíječ voskový ( <i>Galleria mellonella</i> ) housenka	38,4
Cvrček stepní ( <i>Gryllus assimilis</i> ) nymfa	59,2
Potemník moučný ( <i>Tenebrio molitor</i> ) larva	50,9
Hovězí maso	17,6
Kuřecí prsa	17,8
Vepřové maso	18,1
Losos	19,8
Vejce (55 g)	6,7

Xiaoming a kolegové (2008) provedli analýzu 100 druhů jedlého hmyzu, kdy výsledkem analýzy bylo stanovení obsahu aminokyselin. Celkový počet aminokyselin v tělech jednotlivých zástupců činil průměrně 35–50 % všech typů nezbytných aminokyselin. Průměrný obsah aminokyselin hmyzu je tedy srovnatelný s aminokyselinovým modelem navrženým Světovou zdravotnickou organizací a FAO pro denní potřebu člověka (Xiaoming et al., 2008)

## 6.2. Tuky

Tuky představují bohatý zdroj energie pro lidský organismus získaný z potravy. Jejich významná role spočívá v udržování tělesné teploty, při tvorbě hormonů, a především v zásobování buněk vitamíny (A, D, E, K) (Ramos-Elorduyová, 1998). Téměř 30 % z přijaté energie by měla tvořit energie z tuků. Tento fakt, může v lidech vzbuzovat paniku, ale bez tuků by náš organismus nemohl fungovat (Borkovcová et al., 2009). Lipidy představují druhou největší část živin ze složení živin jedlého hmyzu. Obsah tuku jedlého hmyzu se pohybuje v průměrném rozmezí 10 – 60 % na sušinu hmyzu. V larválním stádiu dosahují zástupci vyšších hodnot než dospělí jedinci (Xiaoming et al., 2008). Stejně jako bílkoviny, jsou tuky složité chemické látky složené z esterů mastných kyselin. Mastné kyseliny dělíme na nasycené a nenasycené (Borkovcová et al., 2009).

Náš organismus k správnému fungování potřebuje oba druhy mastných kyselin. Nenasycené mastné kyseliny jsou ale pro lidské tělo důležitější a zdravější (Borkovcová et al., 2009). Profil mastných kyselin se odvíjí podle druhu hmyzu a jeho stravy. V hmyzím tuku je velké množství mastných kyselin, včetně kyseliny olejové, linolové, linolenové a poměrně vysoké zastoupení patří kyselině palmitové (Bukkens, 2005). U larev hmyzu jsou hlavními mastnými kyselinami v olejích kyselina palmitová a olejová, zatímco u dospělých zástupců hmyzu jsou hlavními mastnými kyselinami kyselina palmitová a linolová. V obou případech konzumace hmyzu dochází k příjmu nenasycených i nasycených mastných kyselin, díky čemuž dochází k bilanci tuků v těle. Poměr nenasycených mastných kyselin častěji u hmyzu převažuje nad poměrem nasycených mastných kyselin (Ekpo et al., 2009). Obsah jednotlivých typů lipidů u hmyzu je odlišný především podle druhu a životní fáze. Surové lipidy se skládají z několika typů lipidů, *např.* triacylglyceroly, fosfolipidy, steroly, glykolipidy. Největší obsah lipidů (80 %) je ve formě triacylglycerolů, které hmyzu slouží jako zásoba energie



při dlouhých letech (Gilby, 1965). Druhou nejdůležitější skupinu lipidů zastupují fosfolipidy, které hrají důležitou roli ve struktuře membránových buněk. Obsah fosfolipidů v surovém tuku je obvykle pod 20 %. Cholesterol ze skupiny sterolů je nejdůležitějším typem sterolu z této skupiny (Ekpo et al., 2009).

Nejtučnější zástupci hmyzu jsou housenky motýlů (Lepidoptera), které průměrně obsahují 8,6–15,2 g tuků na 100 g čerstvého obsahu hmyzu. Nejméně tučné jsou oproti tomu kobylky (Orthoptera), jejichž hodnoty se v čerstvém stavu pohybují v rozmezí 3,8– 5,3 g na 100 g čerstvých hodnot hmyzu (Bukkens, 2010).

### **6.3. Sacharidy**

Organické sloučeniny v podobě sacharidů jsou nepostradatelnou složkou živin ve stravě člověka. Tyto makroživiny poskytují lidskému tělu nejrychlejší a zároveň nejdůležitější zdroj energie. Pro správné fungování centrálního nervového systému a celého lidského těla by sacharidy měly dle výživových doporučení tvořit 55 – 60 % z celkového denního energetického příjmu (Velíšek, 2002). Z tohoto čísla vyplývá jejich důležitost a nepostradatelnost v jídelníčku každého z nás. Sacharidy dělíme na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy. Monosacharidy a disacharidy označujeme jako jednoduché cukry a řadíme sem například glukózu, fruktózu a sacharózu (Maughan, 2013). Polysacharidy, které představují komplexní neboli složené cukry jsou tvořeny řetězci jednoduchých cukrů. Z hlediska stravitelnosti dělíme polysacharidy na stravitelné a nestravitelné, kdy do skupiny nestravitelných polysacharidů patří vláknina, která je pro lidské zdraví prospěšná (Velíšek, 2002).

Jednoduché cukry bychom v těle hmyzu hledali jen s obtíží. Za to, ale jedlý hmyz obsahuje značné množství chitinu, který je hlavní složkou exoskeletu (vnější kostry členovců) a představuje tím, pro člověka zdroj polysacharidů v podobě velmi omezeně stravitelné vlákniny. V lidském těle plní chitin po konzumaci stejnou funkci jako celulóza, což znamená, že napomáhá při čištění střev (Selenius et al., 2018). Stanovení obsahu chitinu u jednotlivých druhů hmyzu je obtížné, jelikož každý druh obsahuje odlišné množství této látky ve svém těle. Při přípravě hmyzu ke konzumaci může taktéž dojít se snížení obsahu chitinu. Finke (2007) při výzkumu obsahu chitinu u komerčně využívaného hmyzu stanovil hodnoty této látky pohybující se v průměrně v rozmezí 5 – 20 % na množství sušiny hmyzu (Finke, 2007).

## 6.4. Minerály a vitamíny

Bílkoviny a tuky hmyzu mají podle výzkumů stejnou, či vyšší hodnotu jako běžné potraviny, a lze potvrdit, že výživová hodnota hmyzu je pro lidský organismus výhodná. Při komparaci vitamínů a minerálů obsažených v hmyzu s běžnými potravinami nelze vyvodit jednolitý závěr. Látky mají vyšší či nižší zastoupení, jelikož se jedná a poměrně rozvíité téma. Existuje široká škála těchto látek, a ne každý druh hmyz obsahuje všechny z nich. Minerály a vitamíny stejně jako ostatní makroživiny i mikroživiny zastávají důležitou funkci v biologických procesech. Jejich nedostatek může způsobit závažné zdravotní problémy, které přispívají k narušení růstu, imunitních funkcí a také se mohou objevit problémy v oblasti duševního a fyzického vývoje (Bukkens, 2005).

Výskyt minerálních látek u hmyzu není tak četný, ale v poměru s obsahem jiných potravin je poměrně významný. Zastoupení těchto látek je pro příklad u hmyzu větší než v mase zvířat. Například hmyz má mnohem více železa, zinku a vápníku, než je obsaženo v hovězím, vepřovém a kuřecím mase (Bukkens, 2005). Látka, která čítá zřetelně vyšších hodnot při hodnocení je železo. V hovězím mase je 6 mg, ve vepřovém 1,5 mg a v drůbežím mase je 1,2 mg železa na 100 g sušiny, přičemž obsah železa se v housence mopane (*Gonimbrasia belina*) pohybuje mezi 31–77 mg na 100 g sušiny. Druhým významným prvkem, který se vyskytuje ve vyšší míře v hmyzu, je vápník. Hovězí maso má průměrně 4–27 mg, vepřové 5–28 mg a drůbež 5–14 mg na 100 g sušiny, zatímco u druhu *Tenebrio molitor* se vyskytuje 40 mg vápníků na 100 g (Zielińska et al., 2015). Jedlý hmyz má mimo jiné potenciál poskytovat mikroživiny, jako je měď, hořčík, mangan, fosfor a selen. Navržena byla myšlenka, že konzumace hmyzu by mohla snížit nedostatek železa a zinku v rozvojových zemích (Christensen et al., 2006).

V hmyzích tělech jsou obsaženy i vitamíny, a to především lipofilní vitamíny (A, D, E, K) a vitamín C. Stejně tak se vyskytuje i riboflavin, kyselina pantotenová, kyselina listová a biotin. Počet vitamínů v hmyzu je sezónní záležitostí a je silně ovlivněn jejich stravou (Rumpold a Schlüter, 2013). Bukkens (2005) uvádí výzkum několika druhů hmyzu, u kterých zanalyzoval obsah vitamínů. U hmyzu se vyskytoval thiamin, a to v rozmezí hodnot pohybujících se průměrně od 0,1–4 µg na 100 g na sušinu. Riboflavin byl zastoupený v množství 0,11 až 8,9 µg na 100 g. Vitamín B12, který se nalézá v hojné míře v larvách „moučného červa“ (*Tenebrio molitor*), byl stanoven 0,47 µg na 100 g. U cvrčka domácího (*Acheta domesticus*) bylo naměřeno 5,4 µg vitamínu B12 na 100 g sušiny (Bukkens, 2005).

## 6.4. Senzorické vlastnosti hmyzu

Chuť je specializovaný chemosenzorický systém, který lidem poskytuje prvotní určení a hodnocení potravy. Na rozdíl od jiných smyslových orgánů jako je hmat, zrak, čich nebo sluch, které fungují zejména na behaviorálních principech, se smysl pro chuť vyvinul evolučně tak, aby sloužil jako dominantní regulátor. Chuťové systémy jsou schopny detekovat nutričně relevantní a škodlivé sloučeniny v potravinách. Tím poté spouštějí vrozené chování, které vede k přijetí nebo odmítnutí zdrojů potravy (Yarmolinsky at al., 2009). Nejdůležitějším kritériem, podle kterého se určuje, který hmyz je jedlý a který nikoliv, je chuť. Zároveň chuť hmyzu hraje důležitou roli při výběru druhu hmyzu ke konzumaci. Stejně jako u běžných jídel, nemusí krásná barva a hezký vzhled znamenat dobrou chuť (Ramos-Elorduyová, 1998).

Chuť hmyzu je velmi rozmanitá, po pozření některých druhů můžeme na jazyku cítit chuť borovicových semínek (vosy), kněžice zase způsobují pocit jako bychom zkonzumovali jablko (Ramos-Elorduyová, 1998). Chuť hmyzu může být výrazně ovlivněna prostředím, ve kterém hmyz žije, co požívá, ale také obsahem feromonů, který je obsažen na povrchu hmyzího těla. Příkladem jsou larvy potemníka moučného, které žijí v mouce, z tohoto důvodu jejich chuť konzumentům připomíná chléb. Vodní hmyz zase připomíná chuť rybiho masa. Umytý hmyz před přípravou ke konzumaci nemá téměř žádnou chuť, jelikož jsou feromony z těla odstraněny pryč. Při vaření, či pečení pak hmyz přebírá chuť surovin přidaných do pokrmu (Borkovcová et al., 2009).

Během tepelné úpravy hmyzu dochází k procesu, který je stejný jako při přípravě pokrmu z korýšů. Původní šedé, modré nebo hnědé zbarvení se změní na červenou barvu. Larvy dřevokazného hmyzu obsahující četné množství tuku. Při styku s kyslíkem dojde k reakci a zoxidují, kdy dojde až ke zčernání jedinců. Proto je doporučeno larvy ihned po sběru tepelně připravit. Chuť larev to neovlivní, ale změna vzhledu larev na chuťové přitažlivosti příliš nezíská (Ramos-Elorduyová, 1998).

Přítomnost exoskeletonu u hmyzu způsobuje křupavost a ovlivňuje jeho texturu. S křupavostí je spojena produkce slin, ke které dochází vlivem žvýkání, což vyvolává příjemné pocity, podobné těm, které zažíváme při konzumaci sušenek, preclíků nebo bramborových lupínek (Ramos-Elorduyová, 1998).

## 7 Způsoby zajištění hmyzu ke spotřebě

S počátkem konzumace hmyzu se pojí prvotní myšlenka, a to ta, jak si surovinu ke konzumaci zajistit. Existuje mnoho variant, jak si surovinu obstarat. Možnost sběru hmyzu v přírodě bychom měli ale raději vynechat. Málo kdo z nás dokáže poznat, o který druh hmyzu se jedná, a nelze tedy opomenout bezpečnost konzumace hmyzu bez toxikace organismu. Nedostatek informací o výskytu hmyzu v přírodě může způsobit závažné problémy. Nešťastným rizikem může být i zkonzumování chráněného druhu hmyzu (Borkovcová et al., 2009). První bezpečnou variantou zajištění hmyzu ke konzumaci je nákup hmyzího produktu v prodejnách s krmením pro zvířata (Zverimex). Zde je možnost zakoupení živého hmyzu, kdy vidíme, jak jedinec vypadá, a v jakém vývojovém stádiu jej kupujeme. Výhodou je také možnost zakoupení pouze pár kusů, což je vhodné pro začátečníky s konzumací hmyzu, kdy si napřed mohou chuť daného druhu vyzkoušet. V nabídce obchodu se vyskytuje většinou široké množství druhů, kdy nejběžnější v sortimentu jsou potměnáci, sarančata, cvrčci, ale také švábi. Dalšími variantami, jak si obstarat surovinu ke konzumaci, je nákup hmyzu prostřednictvím internetu nebo přímo od chovatele. Zde jsou nabízeny různé velikosti balení hmyzu a větší výběr (Borkovcová et al., 2015).

Každý z nás si po zakoupení hmyzu může hmyz chovat sám doma pro vlastní spotřebu. Stačí, aby si přečetl publikaci o chovu hmyzu, kde se dozví vhodné podmínky pro chov daného zástupce. Jedná se ale poměrně o finančně náročnou záležitost, jelikož nákup potřebného materiálu k chovu hmyzu není zrovna nejlevnější investicí. Z tohoto důvodu je konzumentům doporučeno hmyz zakoupit přímo od chovatele nebo od firmy.

### 7.1. Chov hmyzu

Hmyz lze chovat pro lidskou spotřebu jako potravinu, ale také jako krmivo pro zvířata. Jelikož tato práce pojednává o hmyzu pro lidskou spotřebu, tak v tomto případě existují dva přístupy k jeho chovu. V první variantě je hmyz plně domestikován a je chován v zajetí (potměnáci, švábi, brouci). Druhou variantou je částečné chování hmyzu v zajetí, čímž se mění stanoviště hmyzu za účelem zvýšení produkce jeho produktů. Do této kategorie řadíme sarančata, vosy a vážky. V závislosti na typu chovu hmyzu a jeho vztahu s okolním prostředím se používají různé strategie chovu (Feng et al., 2017). Velká část jedlého hmyzu se celosvětově sklízí ve volné přírodě. Řada druhů hmyzu byla v průběhu let domestikována kvůli jejich komerčně výhodným produktům. Nejznámější je příklad

chovu bource morušového (*Bombyx mori*) pro hedvábí a včely medonosné (*Apis mellifera*) s cílem získání jejího produktu ve formě medu. Včelí larvy a kukly bource se konzumují jako vedlejší produkty tohoto průmyslu (Van Huis et al., 2013). Nejvhodnějšími kandidáty pro chov jsou larvy potěmníků a švábi, a to jak v domácím, tak i v továrním měřítku, z toho důvodu, že podmínky jejich chovu byly rozsáhle prostudovány (Feng et al., 2017).

Chov domestikovaného hmyzu je do jeho uvedení na trh v živém stavu považován za zemědělskou prvovýrobu, s čímž se pojí jistá opatření. Osoba, která má v úmyslu chovat hmyz pro lidskou spotřebu má povinnost nejméně do sedmi dnů před zahájením chovu oznámit jeho činnost krajské veterinární správě, pod kterou spadá místo působení chovu. Oznámení a žádost o zahájení chovu musí obsahovat informace o chovateli, zpravidla je jedná o údaje jako je jméno a příjmení podnikatele, obchodní firma, místo trvalého pobytu a adresa provozovny. Dále musí v oznámení sdělit, jaký druh hmyzu bude chovat a údaje o tomto druhu hmyzu. Nezbytné je sdělení o rozsahu jeho činnosti, což zahrnuje objem výroby a uvádění produktů do oběhu. Krajská veterinární stanice posoudí podklady pro zahájení činnosti a majitele v případě správně provedených postupů zaregistruje. V případě pochyb je oprávněna provést kontrolu v daném podniku (Ministerstvo zemědělství, 2018).

V České republice se dělí chovy hmyzu do tří pomyslných skupin. První variantou jsou malé chovy, kdy produkce čítá pouhé desítky kilogramů hmyzu za měsíc. Malochovů je v České republice až několik set a jsou především na bázi domácích chovů. Produkci malochovu obstará většinou majitel. Chovy o středních velikostech, jejichž produkce figuruje mezi několika sty kilogramů měsíčně, jsou druhou variantou farem v České republice. Provoz je zpravidla vykonáván ve speciálně upravených místnostech. Posloužit může rodinný dům nebo jakékoli malé zařízení. Počet těchto chovů je v České republice vyčíslen na několik desítek. Výhodou může být pojetí majitele chovu jako rodinného podnikání. Posledním způsobem chovu jsou farmy o poněkud větších rozměrech. Produkce je mnohdy zaměřena pouze na chov jednoho druhu hmyzu s měsíční bilancí několika tisíců kilogramů hmyzu. V České republice je takovýchto podniků zaregistrováno 20, kdy každá farma zaměstnává od pěti do patnácti zaměstnanců (SVZH, 2023).

## 7.2. Podmínky pro chov hmyzu

Při chovu hmyzu, stejně jako při chovu ostatních zvířat se nejen mezi chovateli lpí na welfare, aneb na chovu šťastného hmyzu (Borkovcová et al., 2009). Mezi základní welfare podmínky a etické aspekty přístupu k hmyzu jako potravy patří specifické podmínky hromadného chovu a eutanazie (usmrcování) (Delvendahl et al., 2022). Termín welfare se do češtiny překládá jako blahobyt a spokojené žití. Smyslem chovu s tímto termínem je tedy zajištění vhodného prostředí a adekvátního přísunu potravy tak, aby byl hmyz spokojený, a ve svém životě nestrádal. Z vhodného chování vyplývá i fakt, že hmyz bude rychleji přibírat na hmotnosti a více se rozmnožovat, čímž se zvýší produkce (Borkovcová et al., 2009). Každý druh hmyzu vyžaduje specifické podmínky pro život. Při chovu hmyzu by měl být brán ohled zejména na vhodné prostředí (Delvendahl et al., 2022).

U nejčastěji konzumovaných druhů hmyzu (potemníci, švábi, cvrčci) se doporučená teplota pro chov pohybuje v rozmezí 26–30 °C. Teplota u hmyzu ovlivňuje rozmnožování. Pro větší produkci jedinců je vhodné teplotu dodržovat, jelikož se hmyz bude rychleji a více rozmnožovat. Pro dosažení optimální teploty se využívají žárovky, vyhřevné polštářky nebo deky (Borkovcová et al., 2009). Při chovu hmyzu je důležité myslet na prostor, kde hmyz bude žít. V tomto případě je ideální plastová či skleněná nádoba. Usnadní chovateli nejen manipulaci, ale také dodržování hygieny. Ve velkých firmách je hmyz chován v uzavřených boxech, ve kterých je pravidelně prováděna kontrola atmosféry, substrátu a vody. Chovné nádoby by měly mít hladký povrch a nesmí uvolňovat látky, které by mohly kontaminovat hmyz jako například ftaláty (Götzová, 2018). Důležité je nezapomenout v nádobě vytvořit průduchy pro větrání a dýchání. U skleněných nádob je vhodné jako víko využít síťovinu nebo pletivo. Do nádoby je doporučeno vložit větve, nebo části kartonu, aby se hmyz mohl případně ukrýt. Na dno nádoby je vhodné vložit substrát, dle potřeb jednotlivých druhů (Škrabalová, 2009).

Výživa hmyzu je neméně důležitou složkou při jeho chovu. Hmyz není náročným strávníkem, zkonsumuje téměř jakoukoli potravinu. Krmit jej můžeme pečivem, otruby, ovesnými vločkami, ovocem, zeleninou, trávou a listím, brambory, anebo také rýží. Vhodnou potravou pro hmyz je například krmivo pro akvarijní rybičky. Nesmíme však zapomenout, že hmyz přijímá vodu především z potravy, proto je důležité chovanému hmyzu poskytovat potravu, kde se obsah vody objevuje. Jelikož je hmyz studenokrevný živočich, což znamená, že se teplota jejich těla odvíjí od teploty prostředí, je při

manipulaci doporučeno umístit jej do chladnějšího prostředí. Chladnější teplota hmyz zpomalí a následná manipulace je poté snazší (Borkovcová et al., 2009). Při manipulaci s pouze pár jedinci se doporučuje využít pinzetu, abychom hmyz v ruce nepoškodili (Škrabalová, 2009). Obrázek 7 znázorňuje domácí příklad ukázky chovu saranče všežravé (*Schistocerca gregaria*).



Obrázek č. 7. Domácí chov saranče všežravé (*Schistocerca gregaria*) In: Jak na hmyz [online]. [staženo: 2023-03-20]. Dostupné: <http://www.jaknahmyz.cz/sarance>

## 8 Příprava hmyzu ke konzumaci

Možnosti nabízí využití jedlého hmyzu ke konzumaci dvěma způsoby, a to konzumací hmyzu přímo jako potraviny nebo se hmyz využívá k výrobě jiných složek potravin (Feng et al., 2017). Využití hmyzu jako aditivum do jiných složek potravin zvyšuje jeho přijatelnost mezi populací, jelikož je hmyz zpracován do nerozpoznatelné formy potravy a přesvědčí tak ke konzumaci i ty nejskeptičtější spotřebitele (Baiano, 2020). Hmyz stejně jako ostatní potraviny disponuje variabilitou způsobů příprav ke konzumaci.

### 8.1. Zásady správné přípravy

Ať už hmyz zakoupíme nebo jej odchyťme ve volné přírodě, tak platí stejný proces jeho přípravy ke konzumaci. První krok, který se pojí pouze s býložravými zástupci odchycenými ve volné přírodě, je vyhladovění. Obecně se doporučuje jedince nechat před usmrcením 4–12 hodin vyhladovět. Tímto postupem předejdeme nepříznivé situaci v podobě ovlivnění chuti připravovaného pokrmu. Nevíme, zda hmyz v přírodě nesežral náhodou hořkou rostlinu, která by následně způsobila hořkost celého jídla (Ramos-Elorduyová, 1998). Následující kroky platí již pro obě varianty, kdy se na začátku přípravy doporučuje hmyz nemýt, abychom neodstranili případné feromony obsažené na jejich povrchu těla. Když máme hmyz připravený v krabičce na přípravu pokrmu, můžeme ji vložit do chladničky, čímž způsobíme zpomalení životních funkcí hmyzu a bude se nám s ním lépe manipulovat (Borkovcová et al., 2009). Před zpracováním hmyzu ke konzumaci, je důležité dbát také na to, abychom se nejdříve informovali o tom, v jaké formě je vhodné daný druh hmyzu připravovat. U cvrčků se nejdříve musí odstranit nožičky a křídla, jelikož by tyto tělní části mohly zapříčinit riziko střevní zácpy nebo dokonce udušení (Götzová, 2018). Hmyz se žihadly může způsobit závažné problémy alergikům (Ramos-Elorduyová, 1998).

Pro získání bezpečného a kvalitního produktu je usmrcení hmyzu nedílnou součástí bezpečné konzumace, která přichází ihned po předchozích přípravách. Následně je důležité hmyz tepelně ošetřit, minimálně pasterací, a to po dostatečně dlouho dobu, aby došlo k usmrcení patogenních mikroorganismů. Touto cestou nesmí dojít k znehodnocení funkčních vlastností hmyzu jako například k denaturaci hmyzích proteinů (Götzová, 2018). Nejhumánnějším způsobem usmrcení je spaření hmyzu vroucí vodou, kdy dojde k nejrychlejšímu způsobu úmrtí. Tímto procesem však dojde k odstranění feromonů, což



zapříčiní oslabení nebo dokonce úplnou ztrátu původní chuti hmyzu. Usmrcení hmyzu se doporučuje provést těsně před přípravou pokrmu. Podobně jako při přípravě rybího masa, může dojít k situaci, kdy rozkladné procesy zapříčiní vznik patogenních organismů uvnitř masa (Borkovcová et al., 2009). Mezi časté formy usmrcení nadále řadíme zabíjení zmrazením, suché zmrazení, zadušení oxidem uhličitým, sušení, usmrcení horkou párou nebo dokonce usmrcení formou drcení, což je považováno za nejméně vhodnou formu (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Forem konzumace hmyzu existuje nespočet. Základní tři způsoby jsou požívání celých jedinců, mletá nebo pastovitá forma, anebo může být k spotřebě využit extrakt z hmyzích proteinů, tuků a chitinu pro obohacení potravin živinami (Van Huis et al., 2013). Z hmyzu lze mimo jiné vyrábět i oleje, nápoje anebo cukrovinky (Baiano, 2020).

## **8.2. Konzumace celých jedinců**

Tato forma konzumace je preferována především v tropických zemích, kde obyvatelé nemají přílišné předsudky před vizuálním pohledem na pokrm obsahující celé zástupce hmyzu. V závislosti na pokrmu lze hmyz nadále zpracovat pražením, smažením, nebo jej připravené servírovat na již hotové pokrmy (Van Huis et al., 2013). Avšak se obecně doporučuje hmyz zkonzumovat ihned po jeho tepelné úpravě. Po vychladnutí ztrácí chutnost a ohřátí v mikrovlnné troubě není taktéž doporučeno z hlediska chutnosti (Götzová, 2018).

Marie Borkovcová a kolegové (2015) ve své publikaci *Hmyz na talíři* uvádí řadu receptů, ve kterých využívá především celých zástupců hmyzu. Od receptu na hmyzí pizzu až po vánoční cukroví ukazuje široké využití hmyzu v kuchyni. Celá sarančata, šváby ale také potměníky a mnoho jiných druhů můžeme využít k obohacení běžného pokrmu, jen tím, že je jednoduše do klasického receptu zakomponujeme (Obr. 8), a to v jakékoli formě (Borkovcová et al., 2015).



Obrázek č. 8. Pokrm připravený z celých zástupců hmyzu [foto]. In ZOO Praha [online]. [staženo 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.zoopraha.cz/aktualne/akce-v-zoo-praha/13584-vikend-hmyzozravcu>

### 8.3. Mletá forma hmyzu

Mletá forma hmyzu se jako ostatní suroviny využívá jako aditivum do jiných potravin a pokrmů. Prášek z hmyzu se přidává do pokrmů s nízkým obsahem proteinů, aby se zvýšila jeho nutriční hodnota. Člověk obecně po konzumaci jakéhokoliv produktu není následně schopen identifikovat chuť hmyzu v potravine, ale za to přijme více proteinů z pokrmu (Van Huis et al., 2013).

Hmyzí mouky se vyrábějí pomocí dehydratace organismu nebo pražením celého hmyzu, po kterém přichází rozemletí do formy jemného prášku. Funkční vlastnosti proteinu (emulgace, pění, rozpustnost) v moukách však mohou být ovlivněny interakcí chitin-protein, což může omezit použitelnost proteinu při formulování potravinářských produktů (Liceaga, 2021). Hmyzí moučka se používá k obohacení potravin, jako jsou lupínky, chléb, těstoviny, ale také ji můžeme přidat do sladkých pokrmů (buchty, palačinky) (Baiano, 2020). Pro přípravu hmyzí mouky se používají zejména sušené larvy potěmnicka moučného. Tento zástupce se sám moukou živí, ale také využívá toto prostředí jako svoje stanoviště k přežití, a chuť mouky ještě navíc podpoří. Připravenou hmyzí mouku můžeme skladovat v suchu i několik týdnů (Borkovcová et al., 2009).

## **8.4. Extrakt z proteinů**

Extrahování hmyzího proteinu pro potraviny by mohlo v budoucnu přestavovat proces, který by mohl užitečným způsobem, jak zvýšit přijatelnost konzumace hmyzu mezi spotřebiteli (Van Huis et al., 2013). Hmyzí protein lze extrahovat za pomoci vody, organických rozpouštědel a enzymů v podobě složitých technologických procesů (Baiano, 2020).

Doplnění potravinových produktů o hmyzí protein extrakcí vyžaduje rozsáhlé znalosti o proteinech jednotlivých zástupců, jako je například profil aminokyselin, tepelná stabilita, rozpustnost, gelovatění, pěnovost a také emulgační kapacita (Van Huis et al., 2013). Jedná se o nejpříznivější variantu využití hmyzu nejen jako potraviny, ale také jako přísadku hmyzích komponentů do doplňků stravy.

## 9 Výhody konzumace hmyzu

Výhoda v podobě zařazení jedlého hmyzu do lidské stravy, čímž se zvyšuje nutriční hodnota potravin vzhledem k jejich vysokému obsahu mikro a makroživin, patří mezi nejdůležitější fakt pro přiměnění populace ke konzumaci hmyzu. V tomto ohledu může být hmyz skutečně použit k přímému řešení tří cílů udržitelného rozvoje OSN, jako je žádná chudoba, nulový hlad a dobré zdraví nejen v rozvojových zemích (Imathiu, 2020). Pozitivní přínos pro lidský organismus při konzumaci hmyzu přináší také látka chitin. Jedná se o sacharidový polymer, kterým je tvořen exoskelet většiny členovců, mezi které řadíme i hmyz. Látka chitin obsažena v hmyzu je spojována se zlepšením mikrobiologie lidského střeva a zlepšením gastrointestinální zdraví díky jeho probiotickému potenciálu (Selenius et al., 2018).

Druhá oblast, která nabízí pozitiva spojená s konzumací hmyzu je jeho chov. Chovatelé hmyzu mohou v budoucnu svojí produkcí nabídnout kvalitní živočišné bílkoviny bez antibiotik, anabolik a jiných nežádoucích chemických látek. Díky četné celoroční plodnosti hmyzu a krátkému výkrmovému cyklu hmyzu se zvyšuje produkce bílkovin oproti živočišné výrobě. V oblasti chovu hmyzu je také nutné zmínit výhodu v podobě podstatně nižších požadavků na rozlohu zemědělských půd, než je tomu při klasické živočišné výrobě (SVZH, 2023). Už tak omezené zdroje jako je voda a půda čelí velkému tlaku využití rostoucí populací (Van Huis et al., 2013). Chov hmyzu patří mezi bezodpadové hospodářství, jelikož byl trus hmyzu schválen Ústředním, kontrolním a zkušebním ústavem zemědělství jako výtečné hnojivo (SVZH, 2023).

Další výhodou, kterou s sebou přináší chov hmyzu, je šetrnost k životnímu prostředí. Hmyz nezapáchá, není hlučný a díky jeho enzymatickému trávení vyprodukuje zcela minimální množství metanu (SVZH, 2023). Touto cestou by produkce jedlého hmyzu mohla pomoci ve zmírnění negativních dopadů na změny klimatu. Van Huise et al. (2013) uvádí, že pokud nedojde ke změnám v oblasti živočišné výroby, tak existuje riziko zvýšení emisí skleníkových plynů a zhoršování životního prostředí. Chov hospodářských zvířat zodpovídá za téměř 18 % skleníkových plynů ze všech produkováných emisí (Van Huise et al., 2013).

## **9.1. Další hmyzí produkty využívané člověkem**

Hmyz není populací využíván pouze k přímé konzumaci, ale jeho látky a produkty mají široké využití v průmyslovém zpracování. Z hmyzu se využívají jeho aditiva, která se do běžně konzumovaných potravin a využívaných produktů přidávají záměrně, aby vylepšily jejich kvalitu a vzhled (Heydari et al., 2015).

### **9.1.1. Šelak**

Jedná se o přírodní polyesterovou pryskyřici, která se získává z výměšků červce lakového (*Laccifera lacca*). Pryskyřice je známá pod označením E904 a bývá použita v průmyslu k povrchové úpravě potravin, dodává jim krásně lesklý vzhled a zabraňuje ztrátám vlhkosti. V potravinářském průmyslu je využíván při výrobě čokoládových cukrovinek, anebo pro dosažení lesklého povrchu jablek (Borkovcová et al., 2015).

### **9.1.2. Karmín**

Karmín je přírodní pigment červené barvy, který je produkován samičí červce nopálového (*Dactylopius coccus Costa*) a je znám pod označením E120 (Borkovcová et al., 2015). Používá se jako potravinářské barvivo v řadě produktů, jako jsou džusy, zmrzliny, jogurty a cukrovinky (Heydari et al., 2015). Karmín po přidání do potravin zdůrazní červenou barvu připomínající jahodou nebo malinovou chuť (Borkovcová et al., 2015). Látka může být obsažena v lécích a kosmetických produktech, jako jsou oční stíny a rtěnky (Heydari et al., 2015).

### **9.1.3. Včelí vosk**

Včelí vosk je látka, kterou včely vylučují k stavění pláství, kam ukládají jejich zásoby v podobě medu. Do vosku se v potravinářském průmyslu balí sýry při urychlení zrání (Fratini et al., 2016). Využit je jako potravinářská přísada pod označením E901 pro větší lesk potravin, podobně jako šelak (Borkovcová et al., 2015). Včelí vosk díky své hydrofobní ochranné funkci je přítomen v kosmetice, tělových produktech, při hojení ran, zánětů a popálenin (Fratini et al., 2016).

## 10 Nevýhody a problémy spojené s konzumací hmyzu

S konzumací hmyzu se pojí řada výhod, které ani navzdory podloženým informacím nejsou schopny pozitivně ovlivnit konzumenty k zařazení hmyzu do jídelníčku (Imathiu, 2020). Rizika konzumace hmyzu mohou pramenit z řady faktorů. Jedovatost jednotlivých zástupců patří mezi jeden z nich. Některé druhy hmyzu obsahují vlastní toxiny, jiní se zase živí jedovatými rostlinami, což může následně způsobit závažné zdravotní komplikace. Proto bychom neměli hmyz ke konzumaci sbírat ve volné přírodě, nikdy si jako laici nemůžeme být jisti, zda nám nehrozí nebezpečí (Borkovcová et al., 2009). Se sběrem hmyzu z přírody se pojí také riziko obsahu pesticidů v jejich těle. V našich silách není dostatečně zkontrolovat, zda se hmyz v jeho prostředí neživí vegetací či plodinami, jejichž růst byl podpořen pesticidy. Spotřebitelé by po konzumaci mohli být ohroženi otravou těmito chemickými látkami (DeFoliart, 1999).

Známý je výskyt patogenních bakteriálních rodů (*Staphylococcus*, *Bacillus*) v těle hmyzu. Bakterie infikují jak člověka, tak bezobratlé živočichy a představují zdravotní rizika pro konzumenty, zejména pokud nedojde k řádné tepelné úpravě hmyzu. Tento problém se vyskytuje u komunity obyvatel v rozvojových zemích, kteří pojídají hmyz ihned bez hygienických náležitostí (Imathiu, 2020). Další nebezpečí, které se pojí s konzumací hmyzu je alergie, stejně jako se projevuje alergie na jiné potraviny. Pokud má člověk alergii na krevety, humry a garnáty, tak by měl konzumaci hmyzu raději vyloučit. Po požití hmyzu by mohlo dojít ke stejné alergické reakci, jelikož hmyz patří do stejného kmene jako výše zmiňovaní korýši (Ramos-Elorduyová, 1998).

Hlavním důvodem odmítání konzumace hmyzu u četného počtu jedinců v populaci je znechucení z představy pozřít hmyz. Obyvatelé západních zemí nejsou schopni akceptovat fakt, že se hmyz dá konzumovat a mají v sobě zakořeněné předsudky strachu a znechucení (Ramos-Elorduyová, 1998). Evropští obyvatelé si totiž spojují konzumaci jedlého hmyzu s chudými zeměmi (Van Huis et al., 2013). Zdá se, že jediným způsobem, jak přimět velkou část populace západních zemí ke konzumaci hmyzu, bude začlenění hmyzích produktů do známých potravin a produktů (sušenky, tyčinky). Tímto procesem dojde ke snížení neofobní reakce a negativního postoje k potravinám na bázi hmyzu (Hartmann et al., 2015).

## 11 Závěr

Na otázku, zda by hmyz skutečně v budoucnu mohl představovat zdroj obživy pro lidskou populaci, není jednoznačná odpověď. Existuje řada faktorů, a především druhů hmyzu, jejichž vhodné a bezpečné využití není zdaleka prozkoumáno. Výhoda, v podobě kvalitních výživových hodnot dosud prozkoumaných druhů hmyzu, je perspektivním důvodem pro jeho zařazení do každodenní stravy lidí. Jeho postavení v žebříčku mezi ostatními potravinami nezaostává, ba naopak hmyz obsahuje vyšší procento výživových hodnot, oproti běžným potravinám a ostatním živočišným produktům. V tomto ohledu se jedná o živiny, jako jsou proteiny, tuky a stopové prvky. Tento známý fakt se stal opodstatněným důvodem pro vypracování bakalářské práce na téma, zda by hmyz mohl být považován za potravinu budoucnosti.

Dalším stěžním aspektem, který s konzumací hmyzu úzce souvisí je chov. Společností stále více prostupuje otázka, jak být k naší planetě šetrnější z pohledu snižování uhlíkové stopy. Chov dobytka zapříčiňuje vysoké procento plynů, které se podílí s dalšími činiteli na zhoršování životních podmínek na Zemi. Poznatky v této práci dobře znázorňují postupy chovu hmyzu, které nejsou tak environmentálně náročné v porovnání s typickým hospodářským chovem. Hmyzí chov je šetrnější k životnímu prostředí, obsahuje vyšší obsah proteinů a v mnoha dalších aspektech je zkrátka výhodnější. Mimo nutričních výhod hmyzu a jeho chovu je nezbytné zmínit i okolnosti spojené s jeho konzumací. Celkové postavení entomofágie ve světě a legislativní rámec zaměřený na Evropskou unii. Podle nařízení EU č. 2015/2283 o nových potravinách mohou být v dnešní době na trhu unie prodávány pouze určité druhy hmyzu, jako je potměnkou moučnou (*Tenebrio molitor*), saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*), cvrček domácí (*Acheta domestica*) a potměnkou stájovou (*Alphitobius diaperinus*).

Práce na bázi rešerše shrnuje jak výhody, tak nevýhody a společně utváří celistvý přehled o konzumaci hmyzu tak, aby se čtenář dozvěděl základní informace a nezbytné poznatky pro následné využití hmyzu ke konzumaci. Zároveň je cílem práce zvýšení povědomí o možnostech konzumace hmyzu, jelikož entomofágie není zcela známým pojmem u široké veřejnosti. Mnoho lidí o této formě potravy nemá ani zdání a informace o jednoduchosti konzumace hmyzu by jim měly být snáze poskytnuty. Je řada variant a způsobů, jakými se konzumace hmyzu může v budoucnu ubírat. Záleží na úsilí vědců, odborníků a nadšenců, kteří budou informovat o nových možnostech entomofágie.

## 12 Seznam použité literatury

BAIANO, A. Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, vol. 100, s. 35-50 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.040>

BORKOVCOVÁ, M., M. BEDNÁŘOVÁ, V. FIŠER, P. OCKNECHT. *Kuchyně hmyzem zpestřená I*. Brno: Lynx, 2009. ISBN 978-80-86787-37-4.

BORKOVCOVÁ, M., M. BEDNÁŘOVÁ, V. FIŠER, P. OCKNECHT, M. VÁCLAVÍK, D. ŠEJNOHA. *Hmyz na talíři*. Brno: Jota, 2015. ISBN 978-80-7462-915-0.

BUKKENS, S. G. F. Insects in the human diet: Nutritional aspects. *Ecological Implications of Minilivestock*. CRC Press, 2005. ISBN 9780429078590.

BUKKENS, S. G. F. The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition* [online]. 2010, vol 36, s. 287-319 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03670244.1997.9991521>

DEFOLIART G. R. Insects as food: Why the Western Attitude Is Important. *Annual Review of Entomology* [online]. 1999, vol. 44, s. 21-50 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.21>

DELVENDAHL, N., B. A. RUMPOLD, N. LANGEN. Edible Insects as Food–Insect Welfare and Ethical Aspects from a Consumer Perspective. *Insects 2022* [online]. 2022, vol 13 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/insects13020121>

DOUGLAS, M. Insects as food and feed. *Food Science and Technology* [online]. 2019, vol. 32, issue 1, s. 22-25 [cit. 2023-02-03]. ISSN 1475-3324. Dostupné z: [https://doi.org/10.1002/fsat.3201\\_7.x](https://doi.org/10.1002/fsat.3201_7.x)

EGONYU J. P., S. SUBRAMANIAN, C. M. TANGA, T. DUBOIS, S. EKESI, S. KELEMU. Global overview of locusts as food, feed and other uses. *Global Food Security* [online]. 2021, vol. 31 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100574>

EKPO, K. E., A. O. ONIGBINDE, I. O. ASIA. Pharmaceutical potentials of the oils of some popular insects consumed in southern Nigeria. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* [online]. 2009, vol. 3(2), s. 51-57 [cit. 2023-02-23]. ISSN 1996-0816. Dostupné z: <http://www.academicjournals.org/ajpp>

ESQUIVEL, JF, T. L. Crippen, LA Ward. Improved Visualization of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) Part I: Morphological Features for Sex Determination of Multiple Stadia. *Psyche: A Journal of Entomology* [online]. 2012 [cit. 2023-06-05]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1155/2012/328478](https://doi.org/10.1155/2012/328478)

FENG, Y., X. CHEN, M. ZHAO, Z. HE, L. SUN, Ch. WANG, W. DING. Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Science* [online]. 2017, vol. 25, issue 2, s. 184-198 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12449>



FINKE, M. D. Estimate of chitin in raw whole insects. *ZOO Biology* [online]. (26) [cit. 2023-06-05]. ISSN 0733-3188. Dostupné z: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/zoo.20123?saml\\_referrer](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/zoo.20123?saml_referrer)

FRATINI, F., G. CILIA, B. TURCHI, A. FELICIOLI. Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* [online]. 2016, vol. 9, issue 9, s. 839-843 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.07.003>

GILBY, A. R. Lipids and their metabolism in insects. *Annual Review of Entomology* [online]. 1965, vol. 10, s. 141-160 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.10.010165.001041>

GÖTZOVÁ, J. Hmyz jako zdroj bílkovin – jak na to? Ministerstvo zemědělství [online]. 2018 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2018/06/Gotzova-hmyz.pdf>

GOVORUŠKO, S. Global status of insects as food and feed source: A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2019, vol. 91(2), 436-445 [cit. 2023-02-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.032>  
*Grig.cz*, Grig [online]. Brno, © 2023 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.grig.cz/>

HARTMANN, Ch., J. SHI, A. GIUSTO, M. SIEGRIST. The psychology of eating insects: A cross-cultural comparison between Germany and China. *Food Quality and Preference* [online]. 2015, vol. 44, s. 148-156 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.04.013>

HELB, M. *Hmyz kolem nás*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0383-6.

HEYDARI, R., M. HOSSEINI, S. ZARABI. A simple method for determination of carmine in food samples based on cloud point extraction and spectrophotometric detection. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* [online]. 2015, vol. 150, s. 786-791 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.06.032>

HŮRKA, Karel. *Brouci České a Slovenské republiky = Beetles of the Czech and Slovak Republics*. 1st ed. Zlín: Kabourek, 2005. [4]. ISBN 80-86447-11-1.

CHRISTENSEN, D. L., F. O. ORECH, M. N. MUNGAI, T. LARSEN, H. FRISS, J. AAGAARD-HANSEN. Entomophagy among the Luo of Kenya: a potential mineral source? *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. 2006, vol. 57 (3/4), s. 198-203 [cit. 2023-02-23]. ISSN 1465-3478. Dostupné z: doi: 10.1080/09637480600738252

IMATHIU, S. Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insect. *NFS Journal* [online]. 2020, vol. 18 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.11.002>

KOČÁREK, Petr et al. *Rovnokřídli (Insecta: Orthoptera) České republiky*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2013. 283 s. Atlas. ISBN 978-80-200-2173-1.

LICEAGA, A. M. Processing insects for use in the food industry. *Current Opinion in Insect Science* [online]. 2021, vol 48, s. 32-36 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.08.002>

Marie Borkovcová: životopis. In: Databáze knih.cz [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <https://www.databazeknih.cz/zivotopis/marie-borkovcova-51079>

MAUGHAN, R. Carbohydrate metabolism. *Surgery (Oxford)*. 2013 vol. 31, s. 273–277. Dostupné online [cit. 2023-06-05]. ISSN 0263-9319. DOI 10.1016/j.mpsur.2013.04.008.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Eagri.cz* [online]. Potraviny nového typu-Nové potraviny, Hmyz a výrobky z hmyzu, ©2009-2023 eagri.cz/ [cit.2023-02-10]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/potraviny-noveho-typu-nove-potraviny/hmyz/>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Je libo hmyzí burger? V České republice se už může legálně prodávat. In: *Informační centrum bezpečnosti potravin*. Ministerstvo zemědělství [online]. 21. 5. 2018 [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/je-libo-hmyzi-burger-v-ceske-republice-se-uz-muze-legalne-prodavati.aspx>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Eagri.cz* [online]. Potraviny nového typu-Nové potraviny, ©2009-2023 eagri.cz/ [cit.2023-02-10]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/potraviny-noveho-typu-nove-potraviny/>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Zásady správné zemědělské a výrobní praxe produkce hmyzu určeného pro lidskou spotřebu [online]. Praha, 2018 [cit. 2023-03-05]. ISBN 978-80-7434-420-6. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/576458/Zasady\\_produkce\\_hmyzu\\_4\\_\\_2\\_.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/576458/Zasady_produkce_hmyzu_4__2_.pdf)

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 258/97 ze dne 27. ledna 1997 o nových potravinách a nových složkách potravin. In: *EUR-Lex* [Přístup k právním Evropské unie]. [online]. [cit.2023-02-12]. ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/1997/258/oj>

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2015/2283 ze dne 25. listopadu 2015 o nových potravinách, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 a zrušuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 258/97 a nařízení Komise (ES) č. 1852/2001. In: *EUR-Lex* [Přístup k právním Evropské unie]. [online]. [cit.2023-02-12]. ELI: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015R2283>

PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/1975 ze dne 12. listopadu 2021, kterým se povoluje uvádění na trh zmrazené, sušené a práškové formy *Locusta migratoria* In: *EUR-Lex* [Přístup k právním Evropské unie]. [online]. [cit.2023-02-12]. ELI: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1975#:~:text=Commission%20Implementing%20Regulation%20%28EU%29%202021%2F1975%20of%2012%20November,Implementing%20Regulation%20%28EU%29%202017%2F2470%20%28Text%20with%20EEA%20relevance%29>

PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/882 ze dne 1. června 2021, kterým se povoluje uvedení sušených larev potemníka moučného *Tenebrio molitor* na trh jako nové potraviny. In: *EUR-Lex* [Přístup k právům Evropské unie]. [online]. [cit.2023-02-12]. ELI: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32021R0882>

PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2022/188 ze dne 10. února 2022, kterým se povoluje uvedení zmrazených, sušených a práškových forem *Acheta domestica* na trh jako nové potraviny podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU). In: *EUR-Lex* [Přístup k právům Evropské unie]. [online]. [cit.2023-02-12]. ELI: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0188>

PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2023/58 ze dne 5. ledna 2023, kterým se povoluje uvedení zmrazených, kašovitých, sušených a práškových forem larev *Alphitobius diaperinus* (potemníka stájového) na trh jako nové potraviny a kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/2470. [Přístup k právům Evropské unie]. [online]. [cit.2023-06-05]. ELI: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2023.005.01.0010.01.CES&toc=OJ%3AL%3A2023%3A005%3AFULL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.005.01.0010.01.CES&toc=OJ%3AL%3A2023%3A005%3AFULL)

RAMOS-ELORDUY, J., J. M. P. MORENO, E. E. PRADO, M. A. PEREZ, J. L. OTERO, O. L. de GUEVARA. Nutritional Value of Edible Insects from the State of Oaxaca, Mexiko. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 1997, vol. 10, issue 2, s. 142-157 [cit. 2023-02-22]. ISSN: 1069-0481. Dostupné z: doi: 10.1006/jfca.1997.0530

RAMOS-ELORDUYOVÁ, J. *Hmyz na talíři: kuchařka za životní jistoty: labužníkův průvodce po světě jedlého hmyzu*. Praha: Volvox Globator, 1998. ISBN 80-7207-193-9.

RUMPOLD, B. A., O. K. SCHLÜTER. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. In: *Wiley Online library* [online]. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2013 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mnfr.201200735?saml\\_referrer](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mnfr.201200735?saml_referrer)

SELENIUS, O., J. KORPELA, S. SALMINEN, C. GOMEZ GALLEGU. Effect of Chitin and Chitoooligosaccharide on In vitro Growth of *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Escherichia coli* TG. *Applied Food Biotechnology* [online]. 2018, vol. 5, no. 3, s. 163-172 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.22037/afb.v5i3.20468>

Spolek výrobců a zpracovatelů hmyzu. Perspektivy chovu hmyzu. *Spolek výrobců a zpracovatelů hmyzu* [online]. Praha, 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <http://svzh.cz/perspektivy-chovu-hmyzu/>

SVANBERG, I., Å. BERGGEN. Insects as past and future food in entomophobic Europe. *Food, Culture & Society* [online]. 2021, vol. 24, issue 5, s. 624-638 [cit. 2023-02-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15528014.2021.1882170>

SVERDRUP-THYGESON, A. *Planeta hmyzu: o zvláštní, užitečné a fascinující havěti, bez které nemůžeme žít*. Přeložila Eva DOHNÁLKOVÁ. Brno: Kazda, 2021. ISBN 978-80-7670-051-2

ŠKRABALOVÁ, B. Chov. In: *Jak na hmyz* [online]. 25. 7. 2009 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <http://www.jaknahmyz.cz/chov>

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. 2. Vyd. 2., uprav. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-01-12.

Worm UP: Současná hmyzí gastronomie ve světě. In: Worm UP [online]. Vamberk, 2021, 04.07.2021 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.wormup.com/clanek/soucasna-hmyzi-gastronomie-ve-svete>

Wormup.com, *Worm UP: slané pochoutky z hmyzu* [online]. Vamberk, © 2023 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.wormup.com/kdo-jsme>

XIAOMING Ch., F. YING, Z. HONG, Ch. ZHIYONG. Forest insects as food: humans bite back. In: The Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming. *Review of the nutritive value of edible insects*. Řím, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008, s. 85-92. ISBN 9789251064887

YARMOLINSKY, D. A., Ch. S. ZUKER, N. J.P. RYBA. Common Sense about Taste: From Mammals to Insects. *Cell* [online]. 2009, vol. 139, issue 2, s. 234-244 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.10.001>

ZAHRADNÍK, J. *Šestinožci: (hexapoda)*: [fotografický atlas]. Praha: Aventinum, 2011. Fotografické atlasy. ISBN 978-80-7442-017-7

ZAHRADNÍK, J., F. SEVERA. *Hmyz*. Praha: Aventinum, 2007. ISBN 978-80-7442-051-1.

ZIELIŃSKA, E., B. BARANIAK, M. KARÁŠ, K.RYBCZYŃSKA, A. JAKUBCZYK. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Research International* [online]. 2015, vol. 77, part 3, s. 460-466 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.008>

---

## **Seznam zkratek**

MZe – Ministerstvo zemědělství

EU – Evropská unie

90/220/EHS – směrnice rady

EFSA – Evropský úřad pro bezpečnost potravin

FAO – Organizace pro výživu a zemědělství

kcal – kalorie

g – gram

mg – miligram

μg – mikrogram

% – procento

°C – stupeň Celsia

## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č. 1. Zaznamenaný počet konzumovaných druhů hmyzu podle zemí [foto]. In: Fao.org [online]. Upraveno [cit. 2023-02-02]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Obrázek č. 2. Nejčastěji konzumované řády hmyzu ze třídy Insecta ve světě [foto]. In: Fao.org [online]. Upraveno [cit. 2023-02-02]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Obrázek č. 3. Cvrček domácí (*Acheta domestica*) [foto]. In Naturfoto [online]. [staženo 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.naturfoto.cz/cvrcek-domaci-fotografie-14201.html>

Obrázek č. 4. Potemník stájový (*Alphitobius diaperinus*) [foto]. In Naturfoto. [staženo: 2023-06-05]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id452872/>

Obrázek č. 5. Vývojové stádium potemníka moučného (*Tenebrio molitor*) [foto]. In Naturfoto [online]. [staženo 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.naturfoto.cz/potemnik-moucnny-fotografie-19456.html>

Obrázek č. 6. Saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*) [foto]. In ZOO Chleby [online]. Upraveno [staženo 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.zoochleby.cz/sarance-stehovava-6268/>

Obrázek č. 7. Domácí chov saranče všežravé (*Schistocerca gregaria*) In: Jak na hmyz [online]. [staženo: 2023-03-20]. Dostupné: <http://www.jaknahmyz.cz/sarance>

Obrázek č. 8. Pokrm připravený z celých zástupců hmyzu [foto]. In ZOO Praha [online]. [staženo 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.zoopraha.cz/aktualne/akce-v-zoo-praha/13584-vikend-hmyzozravcu>

Tabulka č. 1. Seznam povolených druhů hmyzu ke spotřebě v České republice (zdroj: eAGRI.cz, 2023).

Tabulka č. 2. Energetická hodnota vybraných druhů hmyzu na 100 g čerstvé hmotnosti (zdroj: fao.org, 2013, upraveno)

Tabulka č. 3. Přehled obsahu proteinu u jedlých hmyzích druhů a živočišných produktů na 100 g (zdroj: viscojis.cz, 2023, upraveno).

## Anotace

<b>Jméno a příjmení:</b>	Marcela Plháková
<b>Katedra:</b>	Katedra biologie
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Kateřina Sklenářová, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2023
<b>Název práce:</b>	Hmyz jako potravina budoucnosti
<b>Název práce v angličtině:</b>	Insects as the food of the future
<b>Anotace práce:</b>	<p>Bakalářská práce je založena na principu vytvoření uceleného přehledu o konzumaci hmyzu. Počíná historií a dnešním stavem postavení entomofágie v celosvětovém měřítku s podrobnějším zaměřením na legislativu uvádění hmyzu na trh v Evropské unii. Popisuje výhody, které s sebou konzumace hmyzu přináší, a to nejen v podobě kvalitních živin, jako jsou bílkoviny, tuky a sacharidy, ale také přínos ve formě chovu hmyzu z environmentálního hlediska. Následuje seznámení s vhodnými podmínkami, ve kterých by měl být hmyz chován a popis možných forem, v jakých hmyz můžeme konzumovat. V neposlední řadě je vytvořen popis nevýhod, které se s konzumací hmyzu pojí, a to v podobě možných alergenů a případných nebezpečných faktorů.</p>
<b>Klíčová slova:</b>	Hmyz, potravina, entomofágie, konzumace, chov, legislativa, proteiny
<b>Anotace v angličtině:</b>	<p>The bachelor's thesis is based on the principle of creating a comprehensive overview of the consumption of insects. It begins with the history and current status of entomophagy on a global scale, with a more detailed focus on the European Union's insect marketing legislation. It describes the benefits that eating insects brings, not only in</p>

	<p>the form of quality nutrients such as proteins and fats, but also the benefits of insect farming from an environmental point of view. This is followed by an introduction to the appropriate conditions in which insects should be kept and a description of the possible forms in which we can consume insects. Last but not least, a description of the disadvantages associated with the consumption of insects is created, in the form of possible allergens and possible dangerous factors.</p>
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	Insects, food, entomophagy, consumption, farming, legislation, proteins
<b>Přílohy vázané na práci:</b>	-
<b>Rozsah práce:</b>	48
<b>Jazyk práce:</b>	český