

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra agroekosystémů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv krmiv na výnos jatečního materiálu hmyzu (*Tenebrio molitor*)

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce: Ing. Nela Küffnerová

Autor bakalářské práce: Lukáš Muchka

České Budějovice, 2020

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Lukáš MUCHKA  
Osobní číslo: Z17392  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Agroekologie  
Téma práce: Vliv krmiv na výnos jatečního materiálu jedlého hmyzu (*Tenebrio molitor*)  
Zadávací katedra: Katedra agroekosystémů

### Zásady pro vypracování

Cíl práce: Cílem bakalářské práce je zjištění efektivnosti chovu jedlého hmyzu se zaměřením na spotřebu krmiva a časovou náročnost. V rámci práce je hodnocen potměnkou moučnou (*Tenebrio molitor*) legislativně zařazený mezi druhy, určené k lidské spotřebě na základě nařízení EU2015/2283 o „potravinách nového typu“. Vedle popisu založení potměnky moučné v rešeršní části bude sledována spotřeba krmiva a časová náročnost.

1. Úvod – úvod do problematiky (doporučený rozsah 1 strana, bez citací)
2. Literární přehled – seznam témat hlavních kapitol (rozsah cca 50% textové části BP)
3. Cíl práce a definice pracovních hypotéz (doporučený rozsah 1 strana)
4. Metodický postup – jasná a stručná metodika práce (popis chovu vybraných druhů hmyzu, sledování spotřeby krmiva, metodika sběru dat pro celkové vyhodnocení, statistické vyhodnocení)
5. Výsledky a diskuse – Vyhodnocení spotřeby krmiv a časové náročnosti produkce hmyzu pro potravinářské účely (rozsah cca 50% textové části BP)
6. Závěr – shrnutí výsledků (doporučený rozsah 1-2 strany, bez citací)
7. Seznam citované literatury (minimálně 1/3 literárních pramenů ze zahraničních zdrojů – vědecké časopisy, knihy)

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran včetně příloh  
Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Yen, A. L. (2009): Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? Entomological Research 39(5), 289 - 298 s., DOI: 10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x.

Elorduy, J. R. (1998): Hmyz na talíři. Praha: Volvox Globator, 130 s. ISBN 80-7207-193-9.

Borkovcová, M. et al., (2009): Kuchyně hmyzem zpestřená. 1.vyd. Brno: LYNX, 135s. ISBN 978-80-86787-37-4.

Lutz, C., Sanders, W. C., Scherbov, S. (2013): The End of World Population Growth in 21st Century. Routledge, New York, USA, 335 s

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.**  
Katedra agroekosystémů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Nela Küffnerová**  
Katedra agroekosystémů

Datum zadání bakalářské práce: **14. dubna 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2020**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA <sup>42</sup>  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budeňská 1868, 370 05 České Budějovice

*V. Z. Kadeř*

doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
děkan

*Petr Konvalina / V. Z.*

doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.  
vedoucí katedry

## Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Vliv krmiv na výnos jatečního materiálu hmyzu (*Tenebrio molitor*) jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 16. 6. 2020

.....

## **Poděkování**

Rád bych chtěl poděkovat všem, kteří mě při psaní této práce jakkoli podpořili, především Ing. Nele Küffnerové za vedení, cenné rady, návrhy, připomínky a inspiraci k vypracování této bakalářské práce.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	10
<b>2</b>	<b>Teoretická část</b> .....	11
<b>2.1</b>	<b>Entomofágie</b> .....	11
<b>2.2</b>	<b>Konzumace hmyzu ve světě</b> .....	11
2.2.1	Čína .....	12
2.2.2	Japonsko .....	13
2.2.3	Austrálie .....	13
<b>2.3</b>	<b>Konzumace hmyzu v České republice</b> .....	16
<b>2.4</b>	<b>Legislativa</b> .....	16
2.4.1	Právní status hmyzu .....	16
2.4.2	Uvádění hmyzu na trh .....	16
2.4.3	Další právní předpisy .....	17
<b>2.5</b>	<b>Potemník moučný</b> .....	17
2.5.1	Vývoj .....	18
<b>2.6</b>	<b>Nevýhody konzumace jedlého hmyzu</b> .....	20
<b>2.7</b>	<b>Výhody konzumace jedlého hmyzu</b> .....	21
2.7.1	Dobývání vesmíru .....	21
2.7.2	Ekonomické hledisko .....	21
2.7.3	Environmentální hledisko .....	22
<b>2.8</b>	<b>Zajištění potravy</b> .....	24
<b>2.9</b>	<b>Sběr hmyzu</b> .....	25
<b>2.10</b>	<b>Nutriční hodnoty jedlého hmyzu</b> .....	25
2.10.1	Energetická hodnota .....	25
2.10.2	Lipidy .....	26
2.10.3	Vitamíny .....	27
2.10.4	Anorganické soli a stopové prvky .....	27
2.10.5	Karbohydráty .....	27
2.10.6	Bílkoviny .....	27
<b>3</b>	<b>Praktická část</b> .....	29
<b>3.1</b>	<b>Cíl práce</b> .....	29
<b>3.2</b>	<b>Materiál a metody</b> .....	30
3.2.1	Přístroje a pomůcky .....	30
3.2.2	Krmivo .....	30

<b>3.3</b>	<b>Chovný substrát</b> .....	31
<b>3.4</b>	<b>Vlastní pokus</b> .....	31
3.4.1	<i>Chov potemníka moučného</i> .....	34
<b>3.5</b>	<b>Výsledky chovu moučných červů</b> .....	36
3.5.1	<i>Chov moučných červů – sója</i> .....	36
3.5.2	<i>Chov moučných červů – rybí krmivo</i> .....	39
3.5.3	<i>Chov moučných červů – dehydrovaná vejce</i> .....	42
3.5.4	<i>Chov moučných červů – mix</i> .....	45
3.5.5	<i>Spotřeba krmiva v prvních generacích</i> .....	48
3.5.6	<i>Spotřeba krmiva v druhých generacích</i> .....	49
3.5.7	<i>Celková spotřeba krmiva</i> .....	49
3.5.8	<i>Celková sklizeň larev a pup</i> .....	50
<b>4</b>	<b>Souhrn a závěr</b> .....	52
<b>5</b>	<b>Doporučení pro praxi</b> .....	55
<b>6</b>	<b>Použitá literatura</b> .....	56
<b>7</b>	<b>Použité zdroje</b> .....	62
<b>8</b>	<b>Seznam příloh</b> .....	63
<b>9</b>	<b>Přílohy</b> .....	64

## Abstrakt

Bakalářská práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část této práce se zabývá konzumací jedlého hmyzu jak ve světě, tak i v České republice. Dále jsou zde popsány výhody a nevýhody konzumace jedlého hmyzu a jeho nutriční hodnoty. Součástí je i charakteristika potemníka moučného (*Tenebrio molitor*). Důležitou částí bakalářské práce je i praktická část, jejíž cílem bylo zjišťovat vliv různých druhů bílkovinných krmiv v chovu moučných červů potemníka moučného. Zde se porovnávaly jejich vlivy na hmotnostní výnos jatečního materiálu hmyzu. Vlastní pokus byl proveden s využitím čtyř druhů bílkovinných krmiv: rostlinnou bílkovinou (sója), živočišnou bílkovinou (dehydrovaná vejce), komplexním krmivem (krmivo pro akvarijní ryby) a mixem výše uvedených krmiv. Chov probíhal v měsících říjen až prosinec 2019. Byly chovány dvě pokusné generace dospělého hmyzu pro produkci vajíček. Následnou separací vajíček byly vytvořeny oddělené generace hmyzu, které byly krmeny po dobu padesáti dvou dnů. Z pokusu bylo zjištěno, že nejlepších výsledků v chovu moučných červů dosahuje hmyz, který je krmen mixem krmiva, v němž bylo sklizeno jeho největší množství. Úspěšný chov jedlého hmyzu ale vyžaduje souhrn několika podmínek. Volba krmiva je jedno s důležitých kritérií, kterému je třeba se věnovat. Tato práce je základní studií, na kterou lze navázat podrobnějšími pokusy.

**Klíčová slova:** entomofágie, jedlý hmyz, potemník moučný



## **Abstract**

Bachelor thesis consists of theoretical and practical part. The theoretical part of this work deals with the consumption of edible insects both in the world and in the Czech Republic. Furthermore, the advantages and disadvantages of the consumption of edible insects and their nutritional value are described. It also includes characteristics of the mealworm (*Tenebrio molitor*). An important part of the thesis is the practical part, whose aim was to determine the effect of different types of protein feed in the breeding of mealworms. Here their effects on the weight yield of insect slaughter material were compared. The experiment was carried out using four types of protein feed: plant protein (soy), animal protein (dehydrated eggs), complex feed (feed for aquarium fish) and mix of the above feed. Breeding took place in the months of October - December 2019. Two experimental generations of adult insects were bred for egg production. The subsequent egg separation produced separate generations of insects which were fed for fifty-two days. The experiment found that the best results in the breeding of mealworms are achieved by insects, which are fed with a mix of feed in which the largest amount was harvested. Successful breeding of edible insects, however, requires the interplay of several conditions. The choice of feed is one of the important criteria to be addressed. This work is a basic study which can be followed by more detailed experiments.

**Key words:** entomophagy, edible insects, mealworm

# 1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá chovem jedlého hmyzu a porovnává vliv různých druhů bílkovinných krmiv na výnos jatečního materiálu hmyzu.

Po mnoha staletí byl hmyz nedílnou součástí lidského jídelníčku. V různých částech světa, jako je Amerika, Asie, Afrika a Austrálie, přetrvala konzumace hmyzu až do dnešní doby. Jinou cestou se vydali obyvatelé Evropy. Zde se na entomofáгии pohlíží s respektem.

V současné době na planetě Zemi dosahuje lidská populace zhruba 8 miliard a její počet každým dnem neustále narůstá. Vystává otázka, zda je naše planeta vůbec schopna do budoucna narůstající počty obyvatel z potravinového hlediska zabezpečit. Jednou z možných alternativ je chov a následná konzumace hmyzu, jenž představuje majoritní skupinu živočichů, která je se svým vysokým obsahem bílkovin srovnatelná s ostatními živočišnými zdroji.

Teoretická část práce zahrnuje entomofáгии v různých částech světa, nutriční hodnoty, ale i možná rizika nežádoucích účinků hmyzu. Součástí je i praktická část s pokusem, který řeší vliv specifických krmných směsí na výnosy u potměníka moučného (*Tenebrio molitor L.*).

## 2 Teoretická část

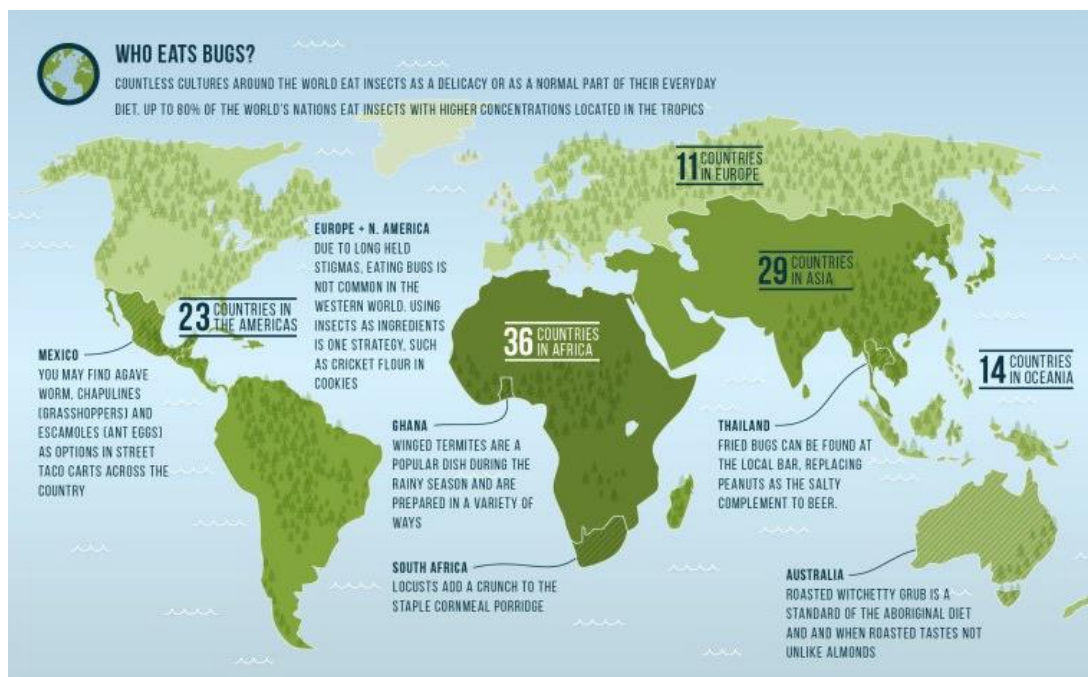
### 2.1 Entomofágie

Toto slovní spojení pochází z řeckého slova „entomos“, které znamená hmyz, a „fág“, jež znamená jíst. Spojením těchto dvou slov vznikne pojem entomofágie, tedy „konzumace hmyzem“ (Partha a Spandita, 2014). Slovem entomofág označujeme živočicha, který ke svému vývoji potřebuje hmyz a využívá ho jako hlavní zdroj potravy. Samostatný obor entomofágie se tedy využívá hned v několika směrech (Mareček *et al.*, 1997). Entomofágie se v současnosti ale spíše používá a chápe jako konzumace hmyzu lidmi (Evans *et al.*, 2015).

### 2.2 Konzumace hmyzu ve světě

Konzumace hmyzu ve světě není nic neobvyklého. Lidé napříč všemi kontinenty zařazují do svých jídelníčků různé zástupce této velké skupiny živočichů. Pokud se podíváme na mapu světa, můžeme si povšimnout, že lidé ve 23 zemích Ameriky pravidelně konzumují hmyz. V Asii je to pak 29 zemí a v Africe 36. Dokonce i v Evropě, i když je toto číslo poměrně malé ve srovnání se zbytkem světa, jedí lidé pravidelně hmyz, a to v 10 zemích (Borkovcová *et al.*, 2015).

Obrázek č. 1: Konzumace hmyzu ve světě (dianerehm.org, 2011)



Přibližně dvě miliardy lidí na celém světě konzumují hmyz, nebo jím doplňují svou stravu. Hmyz je vynikající potravina z ekonomického, nutričního a environmentálního hlediska, a tak není divu, že velké množství zemí v tropickém a subtropickém klimatickém pásu, jako jsou například Thajsko, Mexiko, Zimbabwe, ale i země v mírnějších oblastech, jako je Čína, nebo Japonsko mají známé oblasti, kde lidé konzumují hmyz (Partha a Spandita, 2014).

### 2.2.1 Čína

Čína se řadí mezi země, ve kterých má konzumace hmyzu již dlouhou tradici. Přibližně se odhaduje 3 000 let (Chen *et al.*, 2009). Během této ne málo krátké éry bylo popsáno celkem 178 druhů jedlého hmyzu (Chen a Feng, 1999). (Chou, 1980) uvádí, že v klasických čínských textech byly nejenom charakterizovány druhy hmyzu, ale zároveň i způsoby jejich chytání a vaření. Díky rozvoji společnosti a zlepšování života lidí však docházelo k postupnému vytrácení znalostí o konzumaci hmyzu. Za zmínku stojí uvést jihozápadní provincii Yunnan, ve které je tradice požívání hmyzu stále živá. Nutno podotknout, že skladba hmyzího jídelníčku se liší provincie od provincie (Chen a Feng, 1999).

V restauracích se můžeme setkat s celou škálou hmyzích jídel. Pokud se zde nechceme stravovat ve stravovacích zařízeních, alternativou je návštěva místních obchodů, kde si jako zákazníci můžeme zvolit mezi hmyzem již připraveným, anebo hmyzem živým. Velice oblíbený je i hmyz sušený, konkrétně například čmeláci. Ti jsou využíváni i v přírodní medicíně, kdy se drcení ve směsi s bylinkami používají ve formě vodní lázně k léčbě bolestí v krku. Další pochoutkou jsou mořští červi, kteří se ovšem dají sehnat pouze v některých oblastech Číny. Nejčastěji jsou podávány na bambusových výhoncích a dochuceny zázvorem. K zajímavých gurmánským úpravám Číňané dospěli u štírů. U těch se musí před přípravou odstranit jedovatá část, tedy bodec na konci těla. Obvykle se napichují na špejli a následně se osmaží. Jejich strávníky lze rozdělit na dvě části. Někteří si chuť svrchní schránky užívají, jiným připadá příliš tvrdá, a tak konzumují jen vnitřní obsah. Největší kvalitou masa jsou známa klepeta, u nichž je ovšem schránka obzvlášť tuhá. Existují různé způsoby, jak se dostat dovnitř. Mnozí se nebrání ani použít kamen. Ve velkém se v Číně také konzumují larvy bource morušového, které se přidávají smažené do mnoha pokrmů (Borkovcová *et al.*, 2015).

Setkáme se zde ale také s pokrmy z jiných brouků a larev, tarantulí, termitů, včel, vos (Chen *et al.*, 2009).

Velké oblibě se též těší hmyzí koktejly. Například mravenčí koktejl není jen skvělou pochoutkou, ale údajně napomáhá i k rychlejší léčbě rakoviny. Číňané si velmi potrpí na estetickou stránku podávání pokrmů, tudíž je tato země vyhledávána nejen gurmány, ale také fotografy (Borkovcová *et al.*, 2015).

### 2.2.2 Japonsko

Stejně tak jako v Číně má požívání hmyzu již dlouholetou tradici i v Japonsku (Borkovcová *et al.*, 2015). Miyake (1919) ve svých textech uvádí 55 druhů jedlého hmyzu, avšak jeho počet se každým rokem zvyšuje.

V Zemi zapadajícího slunce je sběr a konzumace hmyzu úzce spjata se zemědělskou činností, ve které hraje velkou roli rýže a zdroje z oblastí s vysokou nadmořskou výškou. Prodej hmyzu pro potravinářské účely je nejvíce rozšířen zejména ve středním regionu (Nonaka, 2009).

Tamější obyvatelé zahrnují hmyz do svého jídelníčku především proto, že jejich přirozená strava obsahovala malé množství živočišných bílkovin. Vysokou kalorickou hodnotu objevili nejprve u kobylek (Borkovcová *et al.*, 2015). Postupně přidávali další a další druhy jako například vosy, housenky tesaříka, vodní larvy a bource morušového (Nonaka, 2009). Například císař Hirohito je známý svou oblibou v larvách vosíků.

V dnešní době je hmyz součástí každodenního i slavnostního jídelníčku Japonců. Velmi častá je konzervace, a to buď v sacharóze nebo v sójové omáčce. Zajímavé je, že se dává přednost především konzumaci za studena přímo z plechovky. Zámožnější obyvatelé si mohou dopřát včelí larvy, které údajně chutnají jako kaviár. Obzvláště v hlavním městě Tokiu, je pak oblíbené „hachi-no-ko“ – vosí larvy, „Zaza-mushi“ – larvy vodního hmyzu, „inago“ – osmažená sarančata, „Polo“ – osmažené cikády a v neposlední řadě „Sangi“ – osmažené larvy bource morušového (Borkovcová *et al.*, 2015).

### 2.2.3 Austrálie

Již pro původní obyvatelé Austrálie, Aborigince, byla entomofágie zcela běžná. V pouštích oblastech byla konzumována například *Endoxyla leucomochla*, místními

nazývaná Witchetty grub. Přesněji řečeno se požívali larvy této endemické můry, které se vyskytují v kořenech akátovníku. Jedly se buď syrové, nebo opečené v popelu. Takto se na tepelně upravených larvách vytvořila křupavá kůrčička a vnitřní obsah se zbarvil dožluta. Její strážníci často přirovnávají chuť *Endoxyla leucomochla* k mandlím (Borkovcová *et al.*, 2015).

Yen ve své publikaci z roku 2005 uvádí souhrn bezobratlých živočichů požívaných původními obyvateli Austrálie. Mezi nimi uvedl mimo jiné medovité, šupinatý hmyz nebo například můry. Hmyz osidlující akácie a eukalyptus se na konzumaci příliš nevyužívají, a to kvůli obsahu chemických látek, které přímo přechází z rostliny na živočicha. Většina larev požívaných v Austrálii patří mezi druhy, které se živí dřevem, či kořeny (Yen, 2005).

Tradiční strava australských domorodců je chudá na obsah tuku a bohatá na polynasyčené mastné kyseliny. Z tohoto důvodu způsobil přechod na evropský způsob stravování zvýšený výskyt diabetu a kardiovaskulárních onemocnění (Naughton *et al.*, 1986).

Dokonce i v horských oblastech si domorodci našli způsob, jak hmyz zařadit do svého jídelníčku. Využívali k tomu například různé druhy můr, které chytali v jeskyních a skalách. Jejich úprava spočívala v uvaření v rozžhaveném písku a následném zamíchání do vařícího popelu.

Ti, z největších gurmánů si ze hmyzu nepřipravovali jen hlavní chody, ale též dezerty. K takové úpravě se výborně hodil například *Camponotus inflatus*, takzvaný Honeypot ant. Medoví mravenci se jim říká díky přítomnosti včaku, který se nachází v jejich zadní části, a po rozžvýkání z něj vytéká medová šťáva (Borkovcová *et al.*, 2015).

Velkou diskuzi vyvolalo zachování lesa pro jedlý hmyz (Pimentel *et al.*, 1997). Lesní biotop je pro něj naprosto nepostradatelným domovem. Nalezneme ho také i jinde. Cane (1987) zmapoval stravu domorodého pouštního kmenu v oblasti Velké písečné pouště na severozápadě Austrálie a přišel s následujícím zjištěním, že dostupnost různých druhů potravy je zde sezónní. Hmyz je zde však přítomný po většinu roku, s výjimkou poloviny léta. Cane (1987) dále uvedl, že šest druhů rostlin je hostitelem pro jedlé larvy, kterých může člověk za hodinu nasbírat v průměru 30 – 40, v přepočtu tedy zhruba 300 – 400 g.

Bádání na poli entomofágie je se v Austrálii stále co učit. Dochází nejen k objevování nových druhů vhodných pro konzumaci, nýbrž i podrobnějšímu zkoumání již známých druhů, jejichž vhodnost pro konzumaci je nutno teprve potvrdit, případně vyvrátit (Naughton *et al.*, 1986). Otázkou také zůstává, proč některé druhy konzumované ve světě, se v Austrálii gurmánským pokusům zcela vyhnuly. Konkrétně se jedná například o některé druhy kobylek a sarančat (Henrikson *et al.*, 1998).

Zmínit bychom měli také fakt, že hmyz v Austrálii neslouží pouze k přímé spotřebě, nýbrž i k obstarání jiné potravy. Například u domorodců v oblasti Macdonald Downs byla zdokumentována výroba mouky ze semen, která jim nashromáždili mravenci (Cleland, 1936).

Konzumace jedlého hmyzu se v Austrálii snížila především s příchodem evropských osadníků, kteří do oblasti přinesli vlastní stravu. Jak již bylo ovšem zmíněno, často Australané nebyli na tuto stravu přizpůsobeni a zaplatili svým zdravím. Zájem o obnovu domorodého „jídelníčku“ nastal, i když v omezené míře. Důvodů bylo hned několik. Jedním z nich se stalo uchování tradice pro mladší generace. Dále nelze opominout zájem o domorodou kuchyni, známou jako „bushucker“, ze stran turistů. A v poslední řadě je třeba zmínit snahu dostat tradiční domorodá jídla do gurmánských restaurací.

Sběr hmyzu je spojován především s ekoturismem. Proto mnohdy dochází k nadměrnému úbytku hmyzu. Přílišná sklizeň může ve spojení s dalšími faktory, jako jsou změny klimatu, nevhodné používání chemických látek, či ničení stanovišť, vést k problémům s ochranou jedlých druhů hmyzu.

V budoucnu by se entomofágie v Austrálii měla rozvíjet takovým způsobem, aby uchovávala domorodé využívání hmyzu, dodržovala udržitelnost ve sklizni, a zároveň dokázala poznatky aplikovat na požadavky současné ekoturistiky a gurmánství.

V rámci komercializace jedlého hmyzu byly původně uplatňovány snahy nejen o restaurační obchod, ale též o využití hmyzu pro lovecké účely (Yen, 2010). Odhaduje se, že uvedení hmyzu v Austrálii mezi běžné potraviny, je velice nepravděpodobné. Mohlo by se však jednat o cenný doplněk výživy. Vystává ovšem také myšlenka, že by hmyz mohl být zařazen do potravního řetězce drůbeže, prasat, či dokonce akvakultury (Yen, 2009).

## 2.3 Konzumace hmyzu v České republice

Stejně jako v západních zemích, tak i v České republice nemá entomofágie zdaleka takovou tradici jako jinde ve světě. Důvod je zřejmý. Vychází z naší kultury, která ve stravování dává přednost jiným živočichům z mnoha důvodů. Jak uvádějí Partha a Spandita (2014), živočišná a rostlinná domestikace se postupně rozšiřovala z úrodného půlměsíce do celé Evropy. Domestikovaná zvířata přinesla nejen celou řadu produktů - od masa, přes mléčné výrobky, až po kůži a vlnu, ale také pomáhala s pluhem při zpracování půdy. Právě díky této všestranné využitelnosti domestikovaných zvířat pohlížejí lidé v západních zemích na entomofáгии s odporem (Rozin a Fallon, 1987). Chová se zde celkem sedm skupin, které jsou využívány pro potravinářský průmysl. Konkrétně se jedná o cvrčky, sarančata, zavíječe, potemníky, šváby, včely a bource morušové. Hmyz je vybírán na základě několika kritérií. Roli hraje nejen chuť, ale také estetická stránka, náročnost zpracování a v neposlední řadě přístupnost zdroje (Borkovcová *et al.*, 2015).

## 2.4 Legislativa

### 2.4.1 Právní status hmyzu

Oproti světu není konzumace hmyzu v Evropě běžnou záležitostí. Z toho vyplývá, že legislativní rámec nebylo před 15. květnem 1997 v tomto směru třeba řešit. V rámci Evropské Unie je hmyz od 1. 1. 2018 řazen mezi takzvané „potraviny nového typu“, které musí před jejich zařazením projít schvalovacím procesem. Potraviny nového typu jsou definovány jako potraviny, které v Evropě nepatřily k hlavním potravinovým složkám, a to do 15. května roku 1997 (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 2283, 2015).

### 2.4.2 Uvádění hmyzu na trh

Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské unie č. 2283/2015 o nových potravinách, nahradilo nařízení Evropského společenství č. 258/1997. Hmyz tedy může být uváděn na trh až po schválení a zapsání na seznam všech povolených nových potravin, vytvořený prováděcím nařízením Komise Evropské unie č. 2470/2017. Do nařízení o nových potravinách spadají i další skupiny, například potraviny, které obsahují umělé nanomateriály. Tyto a další kategorie původní nařízení neobsahovalo. Dále je stanoveno přechodné období, které legalizuje potraviny, které byly uvedeny



na trh před 1. 1. 2018. Původně do nařízení nespádaly, ale do nového již spadají (Beneš a Mikanová, 2018).

V České republice je možné uvést hmyz na trh jako potravinu, avšak musí být splněno několik podmínek:

- jedná se o druh, který byl v některých členských zemích Evropské unie uveden na trh před 1. 1. 2018
- pro tento druh musí být podána žádost o povolení jakožto nové potraviny
- pokud se splní výše uvedené podmínky, může být tento druh uváděn na trh, až do přijetí rozhodnutí o žádosti

Do dnešního dne byly podány žádosti pro povolení těchto druhů:

1. *Alphitobius diaperinus*
2. *Acheta sigillatus*
3. *Grylloides sigillatus*
4. *Locusta migratoria*
5. *Schistocerca gregoria*
6. *Tenebrio molitor* (Ministerstvo zemědělství, 2018)

#### 2.4.3 Další právní předpisy

K dalším právním předpisům patří nařízení č. 1143/2014 Sb., o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních druhů. K tomuto nařízení jsou vázáni producenti z Evropy. Cílem těchto opatření je především snaha chránit ekosystémy, potažmo jejich rozmanitost při necíleném úniku hmyzu z chovu do volné přírody (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 1143, 2015).

### 2.5 Potemník moučný

Potemník moučný, známý též pod latinským názvem *Tenebrio molitor* L.. Jeho druhové označení, jakožto lidové pojmenování vývojového stádia zvaného „moučný červ“, má přímou souvislost se způsobem života nedospělých jedinců, kdy samička naklade do mouky či do odpadků moučných produktů vajíčka, ze kterých se následně líhnou larvy bělavé larvy (Javorek, 1968).

Díky charakteristické tělesné konstituci je potemník moučný dobře rozeznatelný od ostatních brouků. Na první pohled je patrná nahnědlá či načernalá barva. U jedinců

s nahnědlým zbarvením se vyskytuje tmavší kulatá hlava nesoucí tykadla růžencovitého tvaru (Rietschel, 2004). Obecně lze říci, že se jedná o středně velkého bezobratlého živočicha, jehož tělo dosahuje velikosti 12 – 18 mm (Zahradník, 2008). Klenuté krovky jsou vertikálně pokryty jamkovitými rýhami a jemným vrásněním a mají převážně matně lesklé odstíny.

Zástupci potemníka moučného se vyskytují po celém světě. Na naše území byl ovšem zavlečen. Vyskytuje se v tlejícím dřevě stromů, ale můžeme se s ním též setkat v mlýnech a skladech, kde způsobuje velké škody (Rietschel, 2004).

Potemník moučný je broukem s noční aktivitou, přes den se ukrývá na temných místech. Jeho jídelníček tvoří převážně látky rostlinného charakteru, zřídka kdy živočišné (Klapálek, 1908).

Obrázek č. 2: Potemník moučný (Foto Muchka 2020)



### 2.5.1 Vývoj

Samičky kladou kolem 160 – 280 vajíček. Tato vajíčka jsou na povrchu lepkavá. Zhruba po dvou týdnech se z vajíček líhnou larvy, které mají dlouhý vývoj, při kterém se mohou až šestnáctkrát svléknout, přičemž změní několikrát zbarvení svého těla od

bílé, přes žlutou, až po okrově hnědou. Larvy těchto brouků mohou vydržet dlouhou dobu bez potravy, která může činit až devět měsíců. Larvy se kuklí v řídkém substrátu, stádium kukly trvá dva týdny (Zahradník, 2008).

Obrázek č. 3: Larvy potemníka moučného (Foto Muchka 2020)



Obrázek č. 4: Kukla potemníka moučného (Foto Muchka 2020)



## 2.6 Nevýhody konzumace jedlého hmyzu

Zdaleka ne všechny druhy hmyzu se dají konzumovat. Některé jsou toxické samy o sobě, jiné na sebe vážou toxiny z prostředí, ve kterém žijí, například z rostlin (DeFoliart, 1992). Některé druhy hmyzu všeobecně jedlé jsou, ale mnozí je musí vyřadit ze svého jídelníčku kvůli alergiím (Auerswald a Lopata, 2005).

Existují společnosti, které se snaží dělat z nejedlých druhů hmyzu jedlé. To se povedlo i u afrického hmyzu *Encosternum delegorguei*. Ten se musí konzumovat jedině v zimě a musí se z něj odstranit zápachající feromony několikanásobným omytím teplou vodou, vařením a usušením. U cvrčka jménem *Acanthoplus spiseri* se pro změnu nejprve odstraní střevo, stáhne hlava, a pak se vaří minimálně pět hodin, čímž se odstraní toxiny, které by v lidském těle mohly způsobit problémy s močovým měchýřem (Teffo *et al.*, 2007).

Metody využívající se k „přetvoření“ nejedlých druhů za jedlé jsou duševním vlastnictvím tradičních společností.

V jihozápadní Nigerii se požívá mimo jiné bourec *Anaphe venata Butler*, jehož larvy na jednu stranu obsahují vysokou hladinu bílkovin, na druhou stranu málo sirných aminokyselin, jako jsou cystein a methionin, které jsou nutné k detoxifikaci kyanogenních glykosidů, což pak vyvolá ataxický syndrom (Adamolekun *et al.*, 1997).

Jak víme, každý živý organismus mohou infikovat mikroorganismy, či parazité (Hardouin, 1995). Stejně tak je tomu i u larev *Bunaea alcinoe* žijící v Nigerii, jejichž těla jsou pokryta bakteriemi produkujícími velké množství enterotoxinů. Stejně jako u výše zmíněných druhů hmyzu se dá i u *Bunaea alcinoe* toxické látky odstranit varem (Amadi *et al.*, 2005).

V důsledku výskytu bakterií, jiných druhů hmyzu, či hub, může dojít k problémům se skladováním hmyzu (Mpuchane *et al.*, 2000). Proti tomu ovšem lze jednoduše zakročit vytvořením různých ochranných opatření, jako jsou protokoly pro produkci, zpracování, uchovávání a transport (Ghazoul, 2006). Tyto kroky jsou nezbytné především v otázkách hygieny, kterých v poslední době stále narůstá. S příchodem urbanizace totiž vzrůstá i prodej pouličního jídla (Ohiokpehai, 2003).

Velké nebezpečí v konzumaci hmyzu představují také rezidua pesticidů. Ekonomické faktory mnohdy stojí před faktory zdravotními a rozhodují tedy o použití insekticidů.

Někteří zemědělci omezují, či naprosto odmítají, používání pesticidů, jelikož zisk z jedlého hmyzu může přesahovat hodnotu rostlin, který organismus osidluje (Abate *et al.*, 2000). Uvést můžeme například případ s korejskými kobylkami obývající rýžová pole. Při použití pesticidů došlo ke snížení množství tohoto hmyzu, avšak následná poptávka se ubírala k produktům bez použití pesticidů, až opravdu došlo k jejich opětovné totální eliminaci (Pemberton, 1994). Stejně tak se běžně stává na Filipínách a v Thajsku, kde je poptávka po nechemicky ošetřovaných produktech též velmi vysoká (DeFoliart, 1997).

Další potenciální nebezpečí mohou představovat mikrobioty. U hmyzu se můžeme setkat se dvěma typy mikrobiot. První z nich je mikrobiota uvnitř těla hmyzu. Součástí této první skupiny jsou druhy, které se v těle vyskytují podle životního stylu konzumenta. Druhé riziko je spojeno s mikrobiotou, zaváděnou až během chovu a zpracování, ta může být přenášena dále. Střevní mikroflóra je velice důležitá, neboť se podílí na metabolismu a v konečném důsledku i na přežití. Hmyz se zpracovává s obsahem střeva. Může se stát, že dojde k vyprázdnění střeva před sklizní, v chovném substrátu zůstane frakce, která může hmyz kontaminovat (van der Fels, 2015). U každého druhu hmyzu je doba, za kterou projde strava trávicím ústrojím jiná. Závisí například i na potravě, kterou hmyz přijímá. Například u octomilky dosahuje průchodu až 24 hodin (El-Tabey *et al.*, 1951).

## **2.7 Výhody konzumace jedlého hmyzu**

### *2.7.1 Dobývání vesmíru*

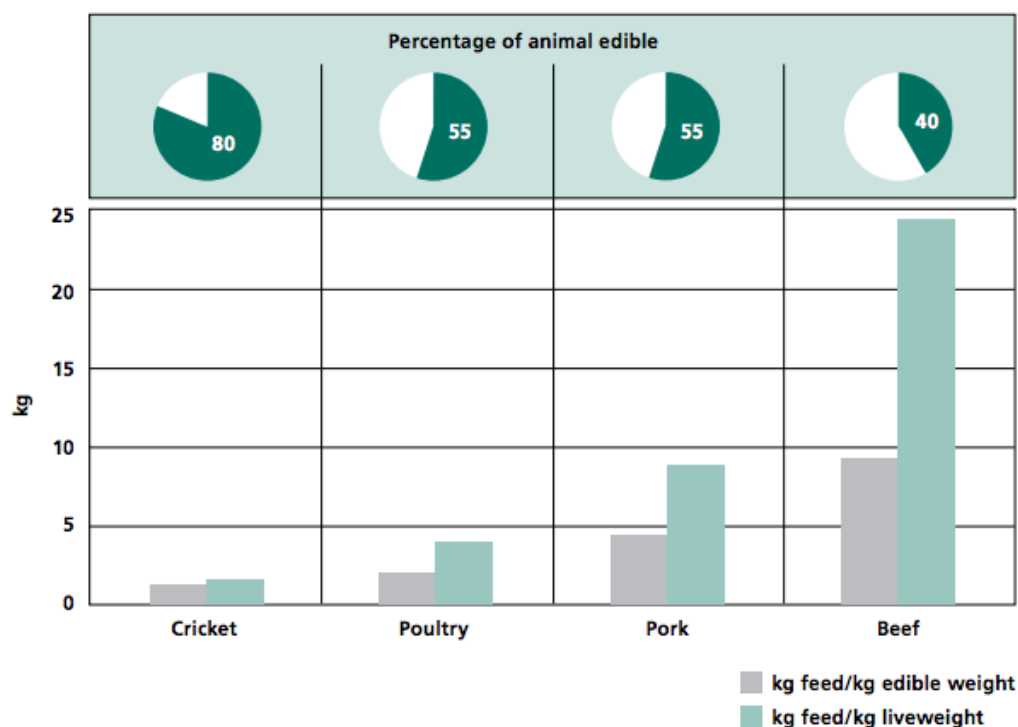
Mitsubishi (2010) uvádí, že jedlý hmyz může být v budoucnu využit při vesmírném cestování a kolonizaci nových planet. Astronauti, kteří budou cestovat ve vesmírných lodích i první kolonizátoři nových světů, budou mít značně omezený prostor pro výrobu potravin. Chov velkých druhů hospodářských zvířat tak nebude proveditelný, jedlý hmyz poskytne lidem živočišné proteiny.

### *2.7.2 Ekonomické hledisko*

Vzhledem ke globálnímu nárůstu populace roste poptávka po mase, v návaznosti na tento trend se také zvyšuje spotřeba krmiv, což navyšuje ceny. Na produkci 1 kg živočišných bílkovin musí být hospodářským zvířatům podáno 6 kg krmiva (Pimentel a Pimentel, 2003), ale k vyprodukování 1 kg živé hmotnosti cvrčků se spotřebuje

1,7 kg krmiva (Collavo *et al.*, 2005). Smil (2002) uvádí, že na tvorbu 1 kg živé hmotnosti zvířat je zapotřebí podávat 2, 5 kg krmení u drůbeže, 5 kg u vepřového masa a u hovězího masa až 10 kg.

Obrázek č. 5: Efektivita produkce konvenčního masa a hmyzu (Huis *et al.*, 2013)



Na entomofágii můžeme pohlížet i jako na zdroj živobytí. Sběr a chov hmyzu vytváří pro lidi pracovní pozice. Chov hmyzu nabízí vstup na trh i méně majetnějším vrstvám, protože vstupní investice jsou nižší oproti konvenčním chovům hospodářských zvířat (Huis *et al.*, 2013).

### 2.7.3 Environmentální hledisko

Výroba masa má celosvětově velké dopady na životní prostředí a každým rokem stoupá poptávka po masu. To vyžaduje změny ve stravě (Huis, 2017). Hospodářská zvířata významně ovlivňují klima na Zemi. Dvacet miliard zvířat vyprodukuje ročně 5,6 – 7,5 gigatun CO<sub>2</sub>. Z tohoto rozpětí emisí je skot zodpovědný za 78 % (Herrero *et al.*, 2016). Lidé v západních zemích mají ve velké oblibě maso, mléčné výrobky a vejce. Pokud by se o polovinu snížila spotřeba těchto produktů, snížily by se emise v Evropské unii o 25 – 40 % (Westhoek *et al.*, 2014). Potencionálně udržitelným

zdrojem náhrady za maso je hmyz, avšak jeho chov vyžaduje pokročilejší techniky pěstování a zpracování (Smetana *et al.*, 2016).

Některé druhy, škodící svojí činností v zemědělství, mají velký počet jedinců v populaci. Využití hmyzu lidmi ke konzumaci je alternativní strategie ochrany před škodlivým hmyzem, která může snížit jejich počty v populaci (Cerritos, 2009).

Sběrem jedlého hmyzu též napomáháme ekologické ochraně před rostlinnými škůdci. Tak se děje například u motýla *Cirina forda*, jehož larvy jsou v Nigérii přidávány do polévek, a to díky vysoké hladině bílkovin, minerálních látek a polynenasycených mastných kyselin (Akinnawo a Ketiku, 2000). U kamerunské kobyly *Zonocerus variegatus* se však zjistilo, že její ruční sběr způsobuje stejný úbytek jako deštivé období, a má tudíž na boj s rostlinnými škůdci pouze nepatrný vliv (Kekeunou *et al.*, 2006).

Při podpoře entomofágie je nutné vždy upozorňovat na to, aby byly s předností využívány známé lokální druhy. V případě použití druhů z jiných zdrojů se musí dbát na znalost účinků požití, především pak těch negativních (Mead, 1961).

Existuje několik způsobů, jak by mohly tradiční společnosti přispět k udržitelnosti entomofágie. Prvním z nich je rozšíření znalostí o výskytu hmyzu, který lze použít ke konzumaci. Další možnou cestou je vytvoření protokolů o udržitelnosti a protokolů environmentálního řízení. V neposlední řadě je nutné dbát na vývoj omezené regulované produkce a uzavřených systémů výroby potravin. Zapomínat bychom neměli ani na to, aby byl brán jedlý hmyz jako součást širšího potravinového spektra. Jistá rizika nese variabilita v počtu jedlého hmyzu. Ta by mohla být snížena vývojem a přijetím lokálních produkčních systémů. Toho lze docílit například různými chovnými programy menších rozměrů (FAO, 1986). Při vyváření produkčních systémů by bylo též dobré dbát na jejich energetickou účinnost. Jednou z takových možností je recyklace organického odpadu. Takové systémy by pak mohly být aplikovány například na produkci s akvakulturou (Ogunleye a Omotoso, 2005). Nelze opomenout, že pro různá prostředí je nutné vytvořit různé systémy. Například v Laosu dochází k pokusům o integraci jedlého hmyzu do domácích zahrad. Cílem je nejen zvýšení produkce, ale též nabídky a dostupnosti, diverzifikace, a především uspokojení potřeb daných domácností (Dyg a Phithayaphone, 2004). Uvažuje se, že by tento model mohl být dále rozšířen mimo jiné právě na akvakultury (Friend *et al.*, 2004).

## 2.8 Zajištění potravy

Klíčem k udržitelnosti potravy pro lidstvo by mohla být právě rozmanitost jedlého hmyzu.

Lze předpokládat, že v tradičních kulturách nedochází k využívání všech potenciálně konzumních druhů hmyzu. Existuje mnoho seznamů uvádějící druhy, které je možné používat pro potravinářský průmysl. Před uvedením těchto druhů do praxe, je ovšem nejprve nutné všechny tyto informace přehodnotit a pravidelně aktualizovat. Stále totiž dochází ke změnám ve stravovacích návycích. Zatímco některé druhy se ke konzumaci využívat přestaly, jiné se naopak začaly. Například v Laosu, konkrétně v provincii Kaleum, byl vodní hmyz nejprve považován za nepoživatelný. Teprve s poklesem zdrojů bílkovin ve stravě se začal tento hmyz konzumovat (Krahn, 2003).

Co se týče současných znalostí, stále se máme na poli entomofágie co učit. Zatímco o některých druzích hmyzu máme mnoho informací, u jiných podrobný popis, včetně způsobů přípravy a receptů chybí. Při studiu entomofágie bychom se neměli zaměřovat nejen na samotný hmyz, který je samozřejmě stěžejní, ale i další faktory na něj navázané. Jedním z těchto faktorů, kterému bychom měli věnovat pozornost, je tradiční způsob života obyvatel. Překvapivě je pro sklizeň hmyzu mnohdy důležité pohlaví. Například na severovýchodě Thajska jsou sběrateli jedlého hmyzu především ženy (Somnasang *et al.*, 1998). Dalším důležitým faktorem, který je třeba posoudit, je nutriční hodnota hmyzu (Ademolu *et al.*, 2004). Stěžejním faktorem pak je posouzení udržitelnosti potravin s dlouhodobou tradicí. Dlouholetou tradicí v entomofágii se mohla pyšnit například housenka z rodu *Cordyceps*, která se hojně využívala v Číně a Indii (Holliday a Cleaver, 2008). Její udržitelnost je ovšem ohrožena nadměrným sběrem, pastvou a těžbou dříví (Sharma, 2004).

Momentální nabídka jedlého hmyzu je ovlivněna mnoha faktory. Patří sem především extrémní klimatické podmínky, jako jsou sucha a záplavy. Významnou roli hraje i lidský faktor, kdy dochází k nadměrnému využívání hmyzu, či špatným způsobům obhospodařování a využívání jiných zdrojů potravy.

Majitelé setrvávající v tradičním způsobu sběru, mají vypracované plány udržitelnosti, včetně záznamů o sklizni a postupů při správě konkrétních stanovišť. Pro ochranu stanovišť lze využít i správně načasovaných požárů (DeFoliart, 1997).



## 2.9 Sběr hmyzu

Se sběrem hmyzu je spjato několik problémů. Jeden z nich nastává v případě, pokud jde o specializovanou sklizeň jedlého hmyzu, kdy dochází k markantním úbytkům. Tak je to i u červů rodu *Gonimbrasia belina* Westwood ze Zimbabwe (Maviya a Gumbo, 2005). Neblahý vliv mají změny související s vlastněním půdy, obzvláště při vytváření chráněných stanovišť, či volně žijících živočichů. V takových případech je sběr jedlého hmyzu buď omezen, někdy až naprosto zakázán (DeFoliart, 1997). Úskalím je i nárůst konkurence mezi místním obyvatelstvem a chráněnými divokými zvířaty. Tento případ byl vyzorován například u slonů, kdy jimi využívaný les pak nebylo možné použít v adekvátním měřítku pro sběr jedlého hmyzu (Hrabar *et al.*, 2009). Během období dešťů pak může pro změnu dojít ke vzniku konkurence mezi místním obyvatelstvem a volně žijícími živočichy. K tomuto jevu dochází i mezi hyenami a člověkem, kteří bojují o termity druhů *Hodotermes mossambicus* a *Macrotermes falciger* (Krook a Sands, 2008). Jedna taková termitová mohyla se může totiž sestávat až z 50 kilogramů termitů. Takové množství není možné spotřebovat najednou, a proto je domorodci uchovávají buď solením, nebo sušením (Gardiner a Gardiner, 2003).

## 2.10 Nutriční hodnoty jedlého hmyzu

Hmyz je dle počtu jedinců nejpočetněji zastoupenou skupinou na naší planetě. Od tohoto se odvíjí fakt, že jeho výživová hodnota je velmi různorodá. Výživové hodnoty se mohou výrazně lišit v závislosti na stádiu metamorfózy, původu hmyzu a složení jeho jídelníčku (Finke a Oonincx, 2014). Nutriční hodnoty se mění i podle přípravy a zpracování hmyzu před spotřebou, například sušením, vařením, či smažením (Huis *et al.*, 2013). Pro lidskou stravu je většina jedlého hmyzu vhodná, neboť poskytuje dostatečný příjem energie, bílkovin i aminokyselin. Vedle velkého obsahu mono a polynenasycených mastných kyselin je hmyz dále bohatý na stopové prvky a vitamíny. Za stopové prvky můžeme uvést například měď, železo, mangan, fosfor, selen a zinek. Riboflavin, kyselina pantothenová, biotin a kyselina listová patří do skupiny vitamínů (Rumpold a Schlüter, 2013).

### 2.10.1 Energetická hodnota

Energetická hodnota jedlého hmyzu závisí na jeho složení, především na obsahu tuku. Ve srovnání s dospělými jsou larvy nebo kukly obvykle energeticky bohatší. Hmyzí

druhy, které mají vysoký obsah bílkovin mají nižší energetický obsah (Bednářová, 2013). Borkovcová (2015) uvádí, že konzumace tučného vepřového masa se vyrovná energetické hodnotě hmyzu díky tomu, že obsahuje velké množství tuku, bílkovin, minerálních látek a vitamínů.

Tabulka č. 1 uvádí energetickou hodnotu jedlého hmyzu, která je vyjádřena v kcal na 100 g hmotnosti.

Tabulka č.1: Energetická hodnota jedlého hmyzu (Huis *et al.*, 2013)

Český název	Latinský název	Fáze	Lokalita	Energetická hodnota (kcal/100 g)
Saranče tlustá	<i>Chortoicetes terminifera</i>	dospělý	Austrálie	499
Mravenec krejčík	<i>Oecophylla smaragdina</i>	dospělý	Austrálie	1272
Potemník moučný	<i>Tenebrio molitor</i>	larva	USA	206
Potemník moučný	<i>Tenebrio molitor</i>	dospělý	USA	138
Mexický listový mravenec	<i>Atta mexicana</i>	dospělý	Mexiko	404
Cvrček dvojskvrnný	<i>Gryllus bimaculatus</i>	dospělý	Thajsko	120
Kobylka	<i>Oxya japonica</i>	dospělý	Thajsko	149
Kobylka	<i>Cyrtacanthacris tatarica</i>	dospělý	Thajsko	89
Bourec morušový	<i>Bombyx mori</i>	kukla	Thajsko	94
Saranče stěhovavá	<i>Locusta migratoria</i>	dospělý	Nizozemí	179

### 2.10.2 Lipidy

U jedlého hmyzu dosahuje tuk v sušině v průměru 10 až 60 %, přičemž vyšší hodnoty nacházíme v larválních stádiích, nižší pak u dospělců (Xiaoming, 2010). Tuky jsou přítomny v několika formách. Zhruba 80 % tuku tvoří triacylglyceroly, které slouží jako rezerva energie v období vysoké energetické náročnosti. Druhou nejdůležitější skupinu, jejíž obsah v tucích je obvykle menší než 20 %, jsou fosfolipidy. Tyto látky hrají roli ve struktuře buněčných membrán (Tzompa-SOSA, 2014).

Potrava, kterou se hmyz živí, ovlivňuje skladbu mastných kyselin. V tucích je relativně vysoký obsah mastných kyselin C18 včetně kyseliny olejové, palmitové, linolové a linolenové (Tzompa-SOSA, 2014).

Nejhojněji se vyskytujícím steroidem u hmyzu je cholesterol, dále mohou být přítomny i kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol (Sabolová, 2016).

Tabulka č. 2: Obsah tuku v sušině jedlého hmyzu (Bednářová, 2013)

Český název	Latinský název	Stádium	Obsah tuku (% v sušině)
<b>Bourec morušový</b>	<i>Bombyx mori</i>	kukla	29
<b>Včela medonosná</b>	<i>Apis mellifera</i>	plod	31
<b>Saranče stěhovavá</b>	<i>Locusta migratoria</i>	nymfa	13
<b>Zavíječ voskový</b>	<i>Galleria mellonella</i>	housenka	57
<b>Cvrček stepní</b>	<i>Gryllus assimilis</i>	nymfa	34
<b>Potemník moučný</b>	<i>Tenebrio molitor</i>	larva	36
<b>Potemník brazilský</b>	<i>Zophobas atratus</i>	larva	40

### 2.10.3 Vitamíny

Vitamíny jsou organické látky nezbytné pro metabolismus v lidském těle. Vzhledem k tomu, že lidské tělo nedokáže syntetizovat vitamíny, musí být dodávány potravou. Jedlý hmyz obsahuje karoten, vitamíny rozpustné v tucích: A, D, E, K a vitamíny rozpustné ve vodě: B1, B2, B6 a C (Chen *et al.*, 2009).

### 2.10.4 Anorganické soli a stopové prvky

(Chen a Feng 1999) uvádějí, že jedlý hmyz je bohatý na výživové prvky, jako je draslík, sodík, měď, mangan a fosfor. Mnoho hmyzu má ale i vysoký obsah vápníku, zinku a železa.

### 2.10.5 Karbohydráty

Jedlý hmyz obsahuje nižší množství uhlohydrátů, které je v rozmezí 1 – 10 %. Výjimkou je hmyzí čaj, ten má vyšší obsah uhlohydrátů, jehož hodnota dosahuje 16 %. K pozitivním vlastnostem polysacharidů, nacházejících se u hmyzu, patří posílení funkcí imunitního systému lidského těla (Sun *et al.*, 2007).

### 2.10.6 Bílkoviny

Obsah bílkovin v hmyzu se obecně pohybuje v rozmezí mezi 40 – 75 g / 100 g sušiny. Tyto hodnoty jsou srovnatelné s obsahem bílkovin v mase (Bukkens, 1997). Kvalita

bílkovin, a tím i nutriční hodnota, je určena složením aminokyselin a stravitelností proteinů (Ladron de Guevara et al., 1995).

Většina hmyzu obsahuje dostatečné množství aminokyselin pro splnění nutričních požadavků. Obsah aminokyselin se pohybuje v rozmezí 46 – 96 %. Limitní esenciální aminokyselinou je ve většině případech lysin nebo tryptofan (Ramos-Elorduy et al., 1997).

Stravitelnost bílkovin je vysoká, dosahuje až 98 % (Ramos-Elorduy et al., 1997), avšak u hmyzu s exoskeletem jsou hodnoty nižší kvůli chitinu. Pokud se vnější kostra odstraní, stravitelnost se zvýší a je srovnatelná s masem (DeFoliart, 1992).

Tabulka č. 3: Obsah bílkovin v tělech hmyzu (Xyaoming et al., 2010)

Řád	Etapa vývoje	Bílkoviny [%]
<i>Coleoptera</i>	dospělci a larvy	23 – 66
<i>Lepidoptera</i>	kukly a larvy	14 – 68
<i>Hemiptera</i>	dospělci a larvy	42 – 74
<i>Homoptera</i>	dospělci, larvy a vejce	45 – 57
<i>Hymenoptera</i>	dospělci, kukly, larvy a vejce	13 – 77
<i>Odonata</i>	dospělci a nymfa	46 – 65
<i>Orthoptera</i>	dospělci a nymfa	23 – 65

## **3 Praktická část**

### **3.1 Cíl práce**

Hlavním cílem praktické části v této bakalářské práci bylo porovnávat čtyři druhy krmných substrátů pro potemníka moučného (*Tenebrio molitor L.*) a následně vyhodnotit, jaký vliv na výnos má složení těchto substrátů.

## **3.2 Materiál a metody**

Pro tuto bakalářskou práci byly použity níže uvedené laboratorní pomůcky, krmiva, dále pak dospělá a larvální stádia potemníka moučného.

### *3.2.1 Přístroje a pomůcky*

- kuchyňská váha
- nerezový nůž
- lihový fix
- síto
- pokojový teploměr
- plastové boxy
- ohřívač vzduchu
- papírová plata od vajec
- kovové nůžky
- skleněná kádinka 250 a 500 ml

### *3.2.2 Krmivo*

- pšeničné otruby
- dehydrovaná vejce
- sója
- kompletní krmivo pro akvariijní ryby
- mrkev
- brambory
- různé druhy ovoce

### 3.3 Chovný substrát

Pro tento pokus byly vytvořeny a používány čtyři druhy chovných substrátů. Základem každého z nich byly pšeničné otruby, které slouží jako podklad pro život a reprodukci potměnků a zároveň jako potrava.

První chovný substrát obsahoval pšeničné otruby, ke kterým byla přimíchána sója. Druhý substrát obsahoval též pšeničné otruby, na rozdíl od prvního k němu byla přidána sušená vajíčka. Ani třetí chovný substrát nebyl výjimkou, obsahoval též pšeničné otruby, ke kterým se přidalo krmivo pro akvarijní ryby. K pšeničným otrubám, které byly součástí posledního pokusného substrátu, se přidávaly všechny tři druhy bílkovinných krmiv (sója, dehydrovaná vejce a krmivo pro akvarijní ryby).

Tato krmiva byla vybrána účelně. Sója jakožto zdroj rostlinných proteinů, dehydrovaná vejce jako zdroj živočišných proteinů a rybí krmivo, které představuje souhrnný zdroj různých zdrojů bílkovin, jež jsou zapotřebí dodat pro úspěšný chov.

Hmyz se dále dokrmoval ovocem a zeleninou, jež představovali pro hmyz zdroj vody.

### 3.4 Vlastní pokus

Vlastní pokus probíhal v místnosti upravené k chovu hmyzu. Průměrná teplota v chovném prostoru dosahovala hodnoty 27,5 °C. Adámková *et al.* (2017) uvádějí, že maximální obsah tuku u larev potměnka moučného byl pozorován při teplotě 23 °C.

Tabulka č. 4: Teplotní hodnoty v chovném prostoru

Datum	Teplota [°C]
15. 10. 2019	27
19. 10. 2019	29
21. 10. 2019	29
22. 10. 2019	27
24. 10. 2019	28,3
29. 10. 2019	28
30. 10. 2019	28,8
01. 11. 2019	28
02. 11. 2019	27,2
05. 11. 2019	27,2
07. 11. 2019	28,5

08. 11. 2019	28
09. 11. 2019	27, 5
10. 11. 2019	27
12. 11. 2019	27, 3
14. 11. 2019	27, 4
16. 11. 2019	28
19. 11. 2019	27, 5
21. 11. 2019	27, 7
26. 11. 2019	27, 5
27. 11. 2019	27, 9
03. 12. 2019	28
05. 12. 2019	27, 6
06. 12. 2019	27, 5
08. 12. 2019	27, 2
09. 12. 2019	27
10. 12. 2019	26, 9
12. 12. 2019	26
14. 12. 2019	26
16. 12. 2019	27, 1
18. 12. 2019	27

Chov dospělého stádia potemníka moučného začal dne 2. 10. 2019 a trval čtrnáct dní z důvodu, aby se nakladla vajíčka. Dne 15. 10. 2019 byla separována první generace nakladených vajec, která byla sklizena po 52 krmných dnech, tedy 6. 12. 2019. Oddělení druhé generace nakladených vajec od dospělých stádií proběhlo dne 29. 10. 2019, a jako v případě první generace, byla sklizena po 52 krmných dnech, tzn. 20. 12. 2019.

Hmyz se choval v plastových boxech, při běžném pokojovém světle v provozu, průměrně 6 hodin denně, přičemž každá generace byla v počtu dvou opakování.



Obrázek č. 6: Larvy potemníka moučného z první skupiny první generace - mix



Obrázek č. 7: Larvy potemníka moučného z první generace první skupiny - sója



### 3.4.1 Chov potemníka moučného

Dospělá stádia potemníka moučného jsem začal chovat dne 2. 10. 2019. Před vlastním chovem hmyzu jsem si připravil výše uvedené přístroje, pomůcky a krmivo. Dále jsem připravil plastové boxy, váhu a skleněnou kádinku. Kádinku jsem postavil na váhu, vytáročoval jsem ji a vsypal do ní pšeničné otruby, než jsem se dostal k hmotnosti 300 g.

Tyto pšeničné otruby jsem vysypal do prvního plastového boxu. Následně jsem kádinku opět postavil na váhu a sypal jsem do ní sušená vajíčka, jejich hmotnost dosahovala 100 g. Jakmile byla vajíčka navážena, vysypal jsem je do prvního boxu, kde se již nacházelo 300 g pšeničných otrub. Vajíčka a otruby v boxu jsem ručně promíchal.

Dále jsem si přichystal papírová plata od vajec. Plata dosahovala velkých rozměrů, proto jsem je kovovými nůžkami rozstříhal. Po nastříhání měla poloviční šířku a výšku.

Poté, co byl první chovný substrát vytvořen, jsem si na váze navážil 150 ml dospělých jedinců potemníka moučného, jež jsem vložil do již nachystaného boxu, spolu s nastříhanými papírovými platy od vajec.

Do druhého plastového boxu jsem, stejně jako do prvního, navážil 300 g pšeničných otrub, k nim jsem přidal 100 g sóji, která byla na váze předem zvážena, a tyto dvě složky promíchal. Stejně jako v prvním případě jsem navážil 150 ml dospělých jedinců potemníka moučného a s platy od vajec jsem je vložil do tohoto boxu.

I v přípravě třetího boxu jsem postupoval stejným způsobem jako u předešlých dvou. K 300 g pšeničných otrub jsem přidal 100 g krmení pro rybičky, následně promíchal a přidal stejné množství potemníka moučného.

Poslední, tedy čtvrtý chovný box, obsahoval opět 300 g pšeničných otrub, ke kterým jsem nepřimíchal jen jedno krmivo, ale všechny výše uvedené, tzn. že jsem vytvořil mix ze sóji, sušených vajec a rybího krmení.

Každý chovný box se opakoval, tzn. že celkově bylo vytvořeno 8 chovných boxů.

Obrázek č. 8: Chovné boxy s vybranými druhy chovných substrátů



Dospělé jedince jsem dokrmoval brambory, zeleninou či ovocem, které jsem na váze navážil, nakrájel nerezovým nožem na kostičky a posléze vložil do chovných boxů.

Tímto způsobem byli dospělci potměníka moučného chováni zhruba čtrnáct dní, do dne 15. 10. 2019 při průměrné teplotě vzduchu 27,5 °C.

Obrázek č. 9: Dokrmování potměníka moučného brambory a mrkví



Po uplynutí této doby, tedy dne 15. 10. 2019, jsem separoval dospělé hmyz od nakladených vajíček. To jsem udělal tak, že celý obsah chovného boxu jsem vysypal do plastové nádoby, jež měla na dně síto, jehož velikost ok činila 2–3 mm. Přes síto

jsem odděloval dospělé jedince od krmného substrátu, v němž se nacházela i vajíčka hmyzu, která jsem i s krmným substrátem sypal do nových boxů.

Tímto způsobem jsem vytvořil první generace, které jsem následně vykrmoval krmivem po dobu 52 dní, viz tabulky v příloze. Krmivo jsem na váze navážil, nožem nakrájel a vkládal do boxů.

Dospělé jedince jsem dával do nových chovných boxů, do kterých jsem namíchal opět směs stejným způsobem jako při zakládání chovu, tzn. složenou z pšeničných otrub (300 g), sušených vajíček (100 g) nebo sóji (100 g), anebo krmení pro rybičky (100 g). Dále jsem dospělý hmyz opět dokrmoval brambory, zeleninou či ovocem.

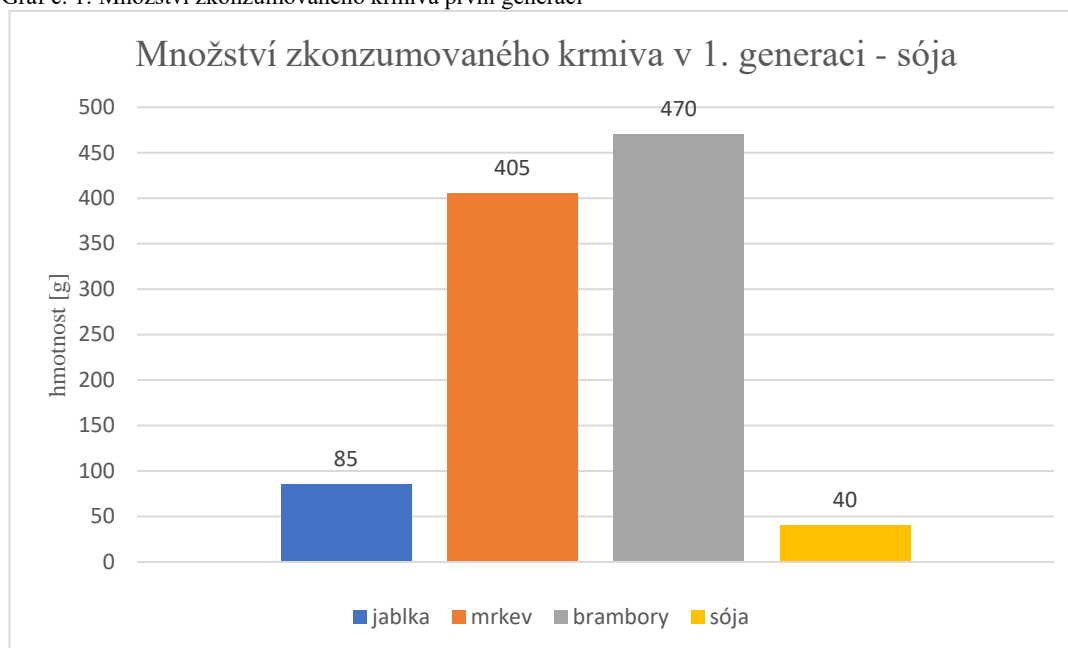
Dne 29. 10. 2019 jsem stejným způsobem, který je uveden výše, opět separoval dospělý hmyz od vajíček. Tak vznikly druhé generace, které jsem krmil opět po dobu 52 dní, tedy do dne 20. 12. 2019, kdy došlo ke sklizni, viz tabulky v příloze.

### **3.5 Výsledky chovu moučných červů**

#### *3.5.1 Chov moučných červů – sója*

První generace moučných červů se zkrmila krmivem o celkové hmotnosti 1 000 g. Největší zastoupení v krmivu měly brambory, jejichž hmotnost za krmné období představovala 470 g. Na druhém místě byla mrkev, jejíž hmotnost byla 405 g a jablka, která byla podávána v celkové hmotnosti 85 g. V menší míře se přikrmovalo i sójou, a to 40 g.

Graf č. 1: Množství zkonsumovaného krmiva první generací



Množství larev první skupiny ve sklizni první generace dosahovalo hmotnosti 169 g a množství pup 24 g. Nevelký rozdíl byl i u druhé skupiny, kde hmotnost larev představovala 172 g a hmotnost pup 19 g.

Tabulka č. 5: Množství larev a pup ve sklizni první generace

Sklizeň 1. generace - sója			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>169 larev</b>	06.12.2019	<b>172 larev</b>
06.12.2019	<b>24 pup</b>	06.12.2019	<b>19 pup</b>

Zbytky krmiv a exkrementů u první skupiny dosahovaly hmotnosti 88 g a u druhé 78 g.

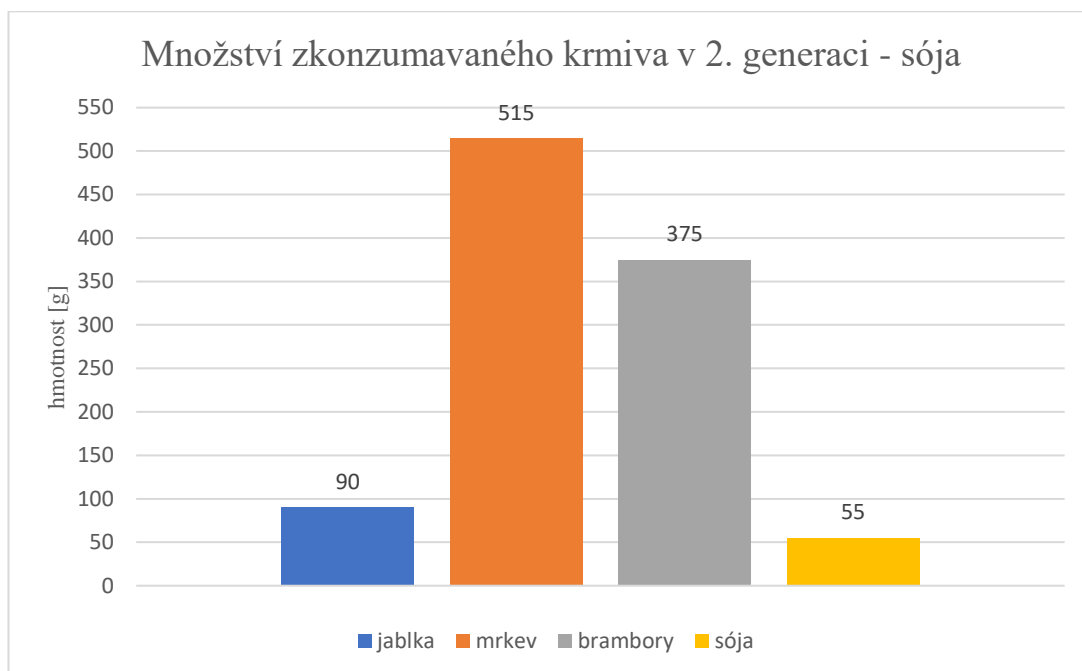
Tabulka č. 6: Množství odpadu v první generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 1. generace - sója			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>88</b>	06.12.2019	<b>78</b>

Druhá generace byla zkrmena krmivem, jehož množství dosahovalo 1 035 g. Oproti první generaci zde byla dominantní mrkev, která se podala v množství 515 g. Druhé

místo představovaly brambory, kterých se podalo celkem 375 g, další byla jablka, jejich hmotnost představovala 90 g. I zde se příkrmovalo sójou, a to 55 g.

Graf č. 2: Množství zkonsumovaného krmiva druhou generací



Množství larev první skupiny ve sklizni druhé generace dosahovalo hmotnosti 180 g a množství pup 22 g. Ve druhé skupině představovalo množství larev 188 g a množství pup 19 g.

Tabulka č. 7: Množství larev a pup ve sklizni druhé generace

Sklizeň 2. generace - sója			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>180 larev</b>	20.12.2019	<b>188 larev</b>
20.12.2019	<b>22 pup</b>	20.12.2019	<b>19 pup</b>

Odpad v první skupině dosahoval hmotnosti 75 g. Ve druhé skupině bylo množství odpadu 83 g.

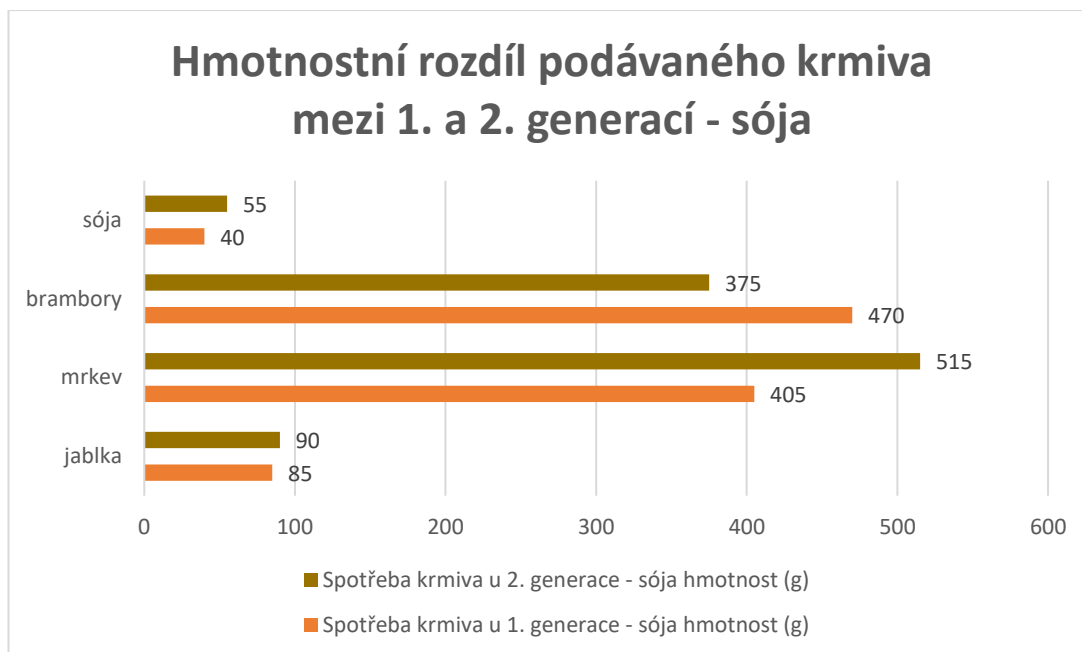
Tabulka č. 8: Množství odpadu v druhé generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 2. generace - sója			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)



20.12.2019	75	20.12.2019	83
------------	----	------------	----

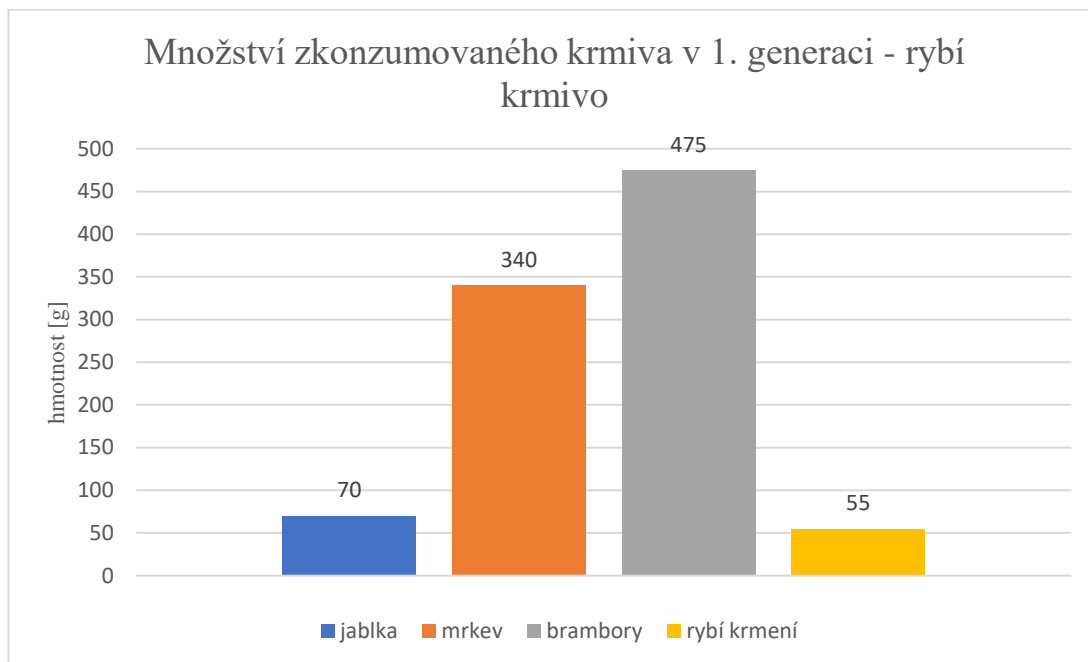
Graf č. 3: Hmotnostní podíl podávaného krmiva mezi první a druhou generací



### 3.5.2 Chov moučných červů – rybí krmivo

První generace moučných červů dostala celkem 940 g krmiva, z tohoto množství bylo nejvíce brambor, kterých se podalo 475 g, dále pak mrkve, té se podalo 340 g. Třetí největší zastoupení představovala jablka, jichž se podalo 70 g. Příkrmovalo se i rybím krmivem, a to 55 g.

Graf č. 4: Množství zkonsumovaného krmiva první generací



V první skupině první generace se sklídilo celkem 190 g larev a 15 g pup. S menším rozdílem tomu bylo i v případě druhé skupiny, kde se sklídilo 189 g larev a 12 g pup.

Tabulka č. 9: Množství larev a pup v první generaci

Sklizeň 1. generace - rybí krmivo			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>190 larev</b>	06.12.2019	<b>189 larev</b>
06.12.2019	<b>15 pup</b>	06.12.2019	<b>12 pup</b>

Odpad v první skupině dosahoval hmotnosti 80 g. Nevelký rozdíl byl i v případě druhé skupiny, kde množství odpadu bylo 83 g.

Tabulka č. 10: Množství odpadu v první generaci

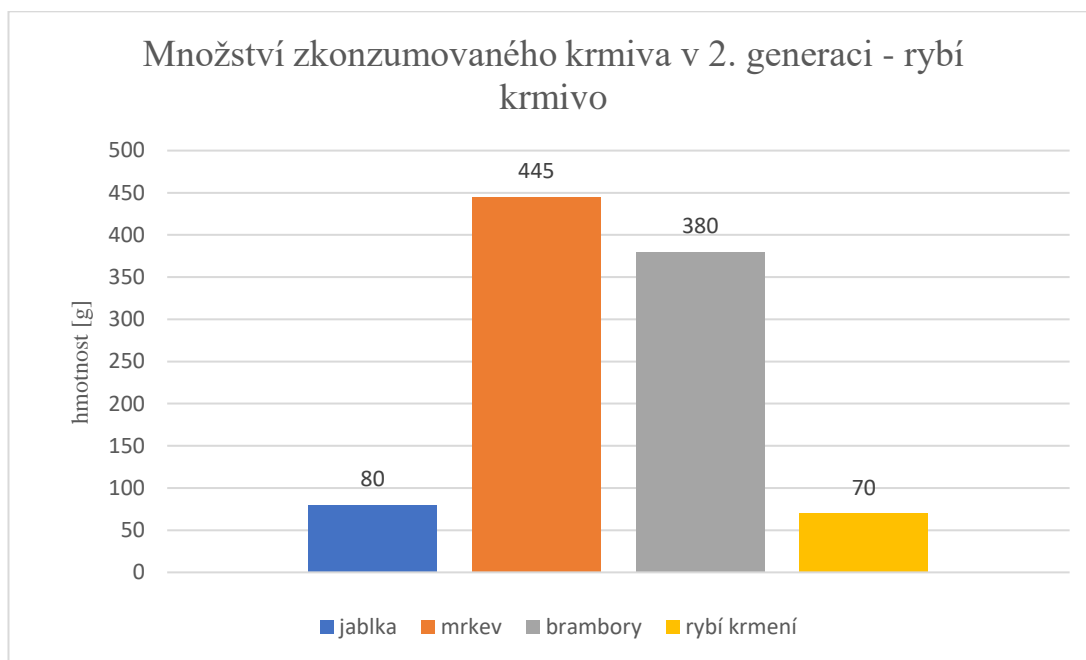
Zbytky krmiv a exkrementů u 1. generace - rybí krmivo			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Hmotnost (g)	Datum	Množství(g)
06.12.2019	<b>80</b>	06.12.2019	<b>83</b>

Druhá generace byla krmena krmivem, jehož množství činilo 975 g. Oproti první generaci představovala mrkev, se svým množstvím 445 g, dominantní podíl. Druhým nejpočetnějším krmivem byly brambory, kterých se podalo 380 g. Další byla jablka,



jejich hmotnost představovala 80 g. I zde se přikrmoval hmyz rybím krmivem, a to 70 g.

Graf č. 5: Množství zkonsumovaného krmiva druhou generací



Množství larev první skupiny ve sklizni druhé generace dosahovalo hmotnosti 202 g a množství pup 14 g. Ve druhé skupině představovalo množství larev 197 g a množství pup 15 g.

Tabulka č. 11: Množství larev a pup ve druhé generaci

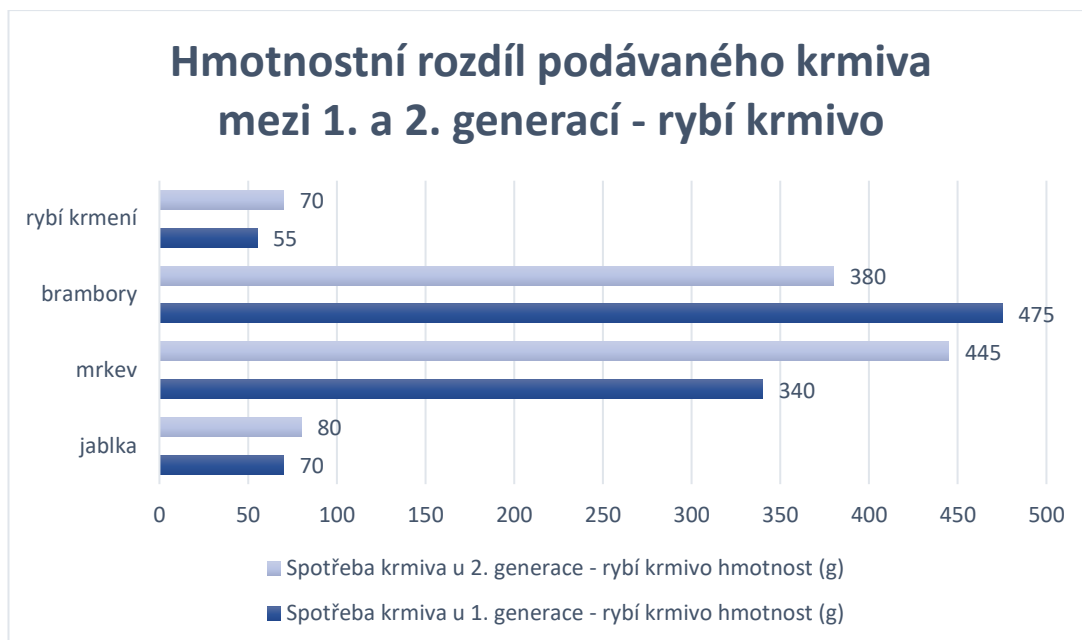
Sklizeň 2. generace - rybí krmivo			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>202 larev</b>	20.12.2019	<b>197 larev</b>
20.12.2019	<b>14 pup</b>	20.12.2019	<b>15 pup</b>

Zbytky krmiv a exkrementů u první skupiny dosahovaly hmotnosti 76 g a u druhé skupiny 80 g.

Tabulka č. 12: Množství odpadu ve druhé generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 2. generace - rybí krmivo			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Hmotnost (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>76</b>	20.12.2019	<b>80</b>

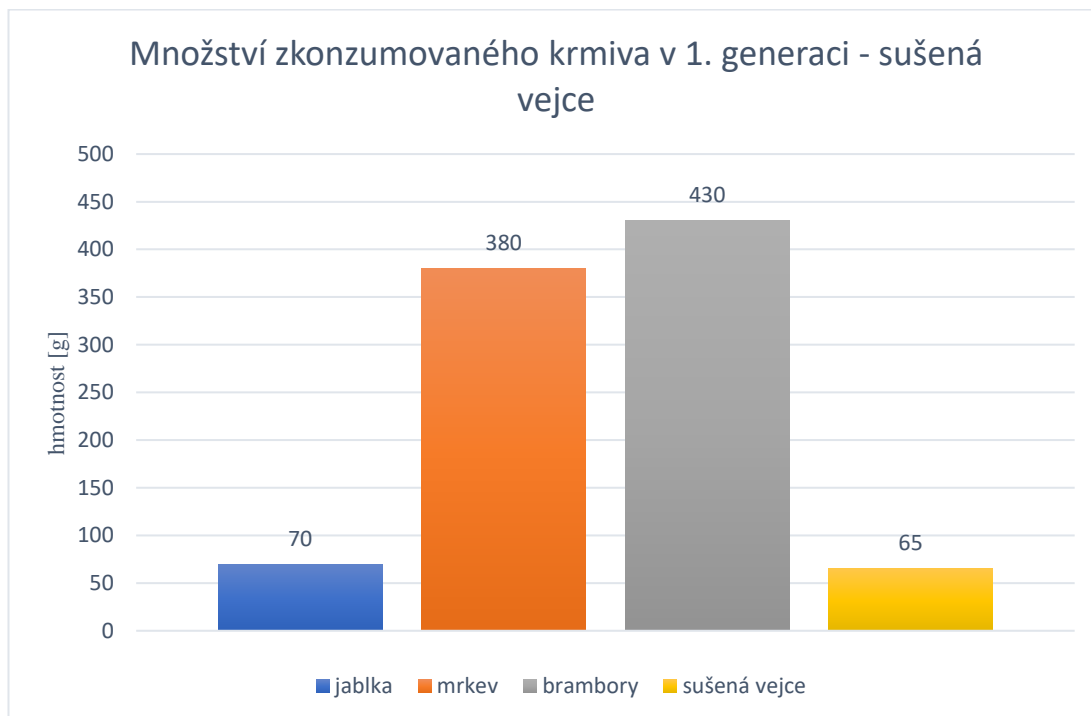
Graf č. 6: Hmotnostní podíl podávaného krmiva mezi první a druhou generací



### 3.5.3 Chov moučných červů – dehydrovaná vejce

První generace moučných červů se zkrmila krmivem o celkové hmotnosti 945 g. Největší zastoupení v krmivu měly brambory, jejichž hmotnost za krmné období představovala 430 g. Na druhém místě byla mrkev, jejíž hmotnost byla 380 g a jablka, která byla podávána v celkové hmotnosti 70 g. V menší míře se přikrmovalo i sušenými vejci, a to 65 g.

Graf č. 7: Množství zkonsumovaného krmiva první generací



Množství larev první skupiny ve sklizni první generace dosahovalo hmotnosti 180 g a množství pup 12 g. Nevelký rozdíl byl i u druhé skupiny, kde hmotnost larev představovala 176 g a hmotnost pup 15 g.

Tabulka č. 13: Množství larev a pup v první generaci

Sklizeň 1. generace - sušená vejce			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>180 larev</b>	09.01.2020	<b>176 larev</b>
06.12.2020	<b>12 pup</b>	09.01.2020	<b>15 pup</b>

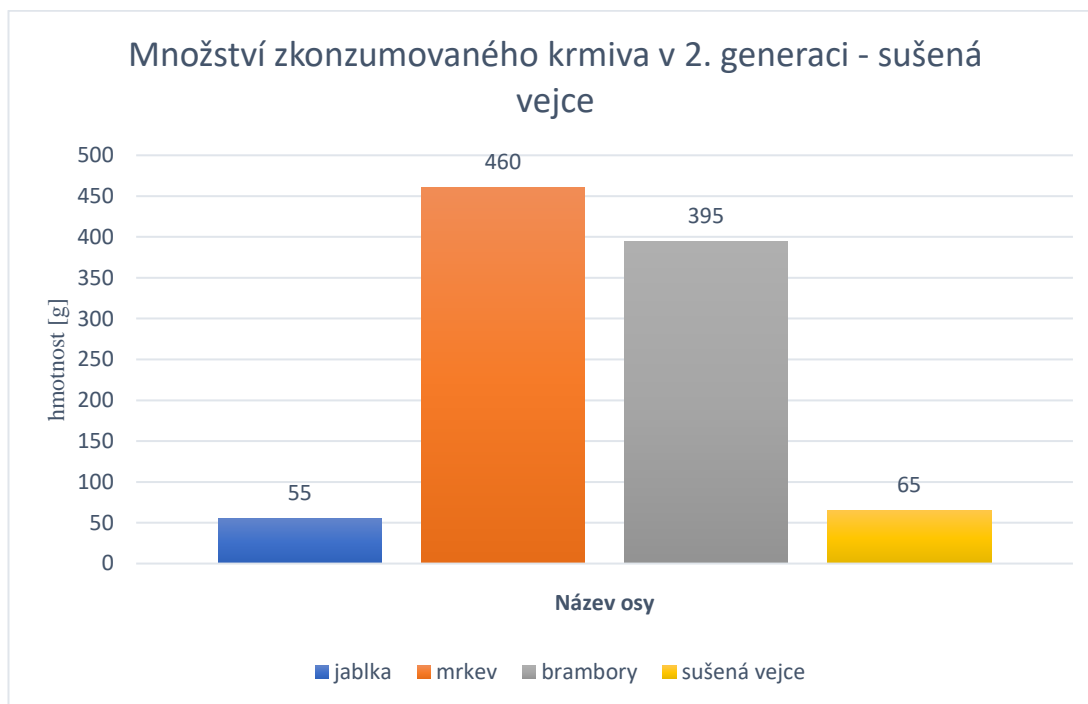
Odpad v první skupině dosahoval hmotnosti 60 g. Ve druhé skupině bylo množství odpadu 75 g.

Tabulka č. 14: Množství odpadu v první generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 1. generace - sušená vejce			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>60</b>	06.12.2019	<b>75</b>

Druhá generace byla zkrmena krmivem, jehož množství dosahovalo 975 g. Oproti první generaci zde byla dominantní mrkev, která se podala v množství 460 g. Druhé místo představovaly brambory, kterých se podalo celkem 395 g, další byla jablka, jejich hmotnost představovala 55 g. I zde se dokrmovalo sušenými vejci, a to 65 g.

Graf č. 8: Množství zkonsumovaného krmiva druhou generací



Množství larev první skupiny ve sklizni druhé generace dosahovalo hmotnosti 190 g a množství pup 11 g. Ve druhé skupině představovalo množství larev 197 g a množství pup 15 g.

Tabulka č. 15: Množství larev a pup ve druhé generaci

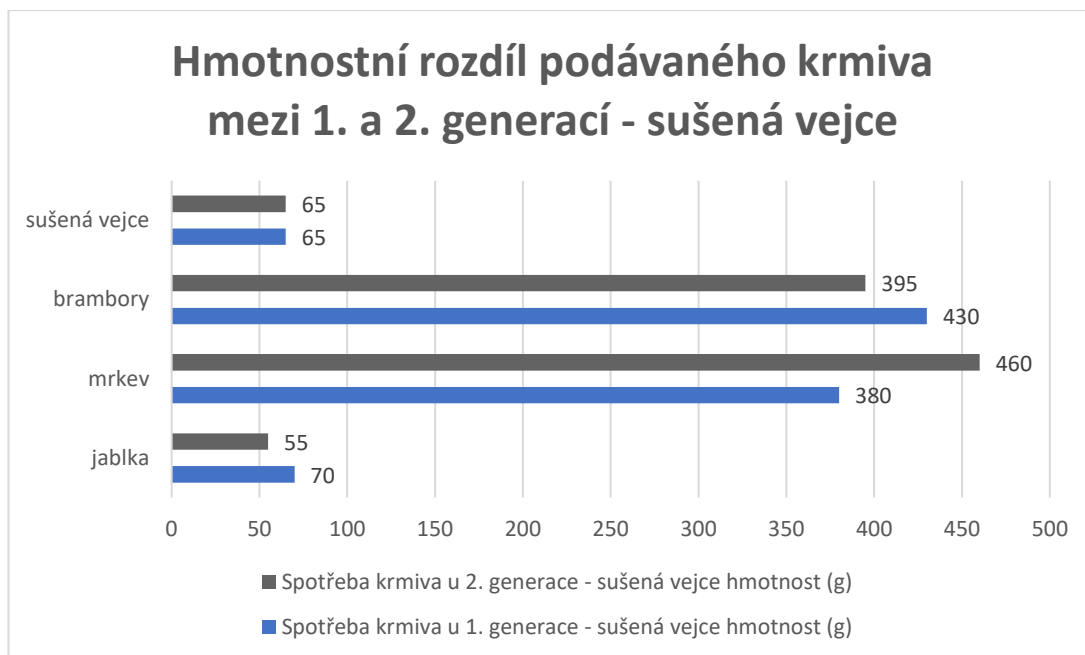
Sklizeň 1. generace - sušená vejce			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>190 larev</b>	20.12.2019	<b>197 larev</b>
20.12.2019	<b>11 pup</b>	20.12.2019	<b>15 pup</b>

Odpad v první skupině dosahoval hmotnosti 74 g. Nevelký rozdíl byl i v případě druhé skupiny, kde množství odpadu bylo 76 g.

Tabulka č. 16: Množství odpadu ve druhé generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 2. generace - sušená vejce			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>74</b>	20.12.2019	<b>76</b>

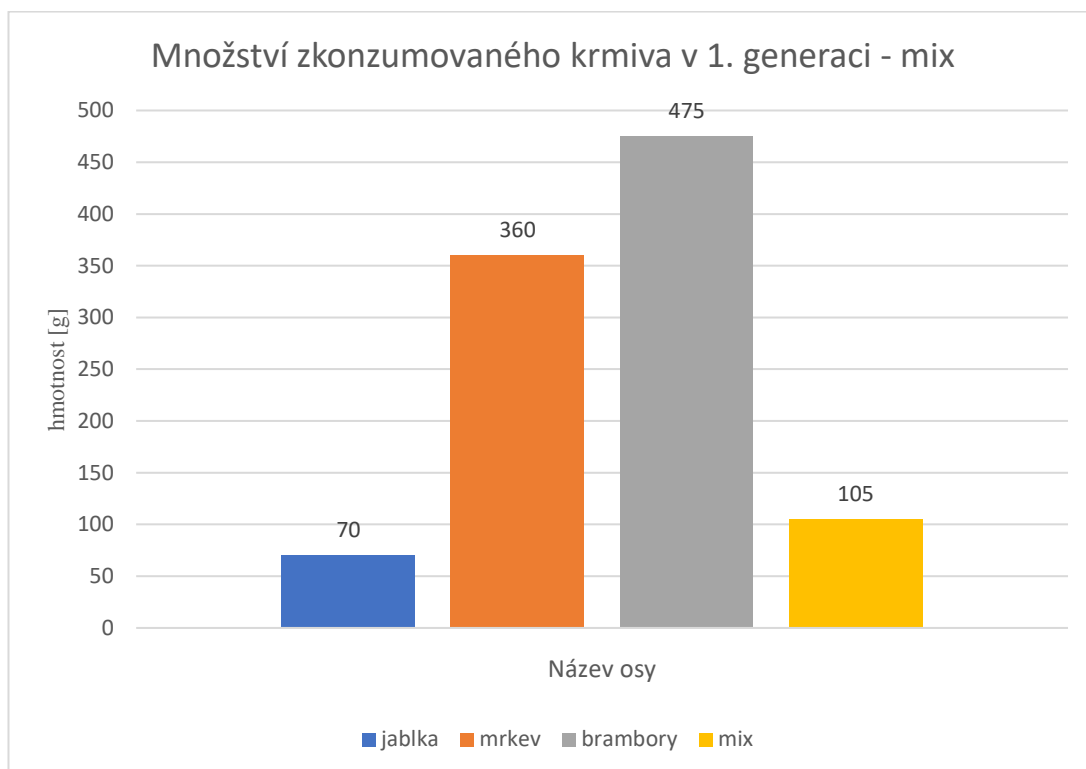
Graf č. 9: Hmotnostní podíl podávaného krmiva mezi první a druhou generací



#### 3.5.4 Chov moučných červů – mix

První generace moučných červů dostala celkem 1010 g krmiva, z tohoto množství bylo nejvíce brambor, kterých se podalo 475 g, dále pak mrkve, té se podalo 360 g. Třetí největší zastoupení představovala jablka, jichž se podalo 70 g. Přikrmovalo se i mixem krmiva, a to 105 g.

Graf č. 10: Množství zkonsumovaného krmiva první generací



V první skupině první generace se sklídilo celkem 220 g larev a 19 g pup. S menším rozdílem tomu bylo i v případě druhé skupiny, kde se sklídilo 217 g larev a 20 g pup.

Tabulka č. 17: Množství larev a pup v první generaci

Sklizeň 1. generace - mix			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>220 larev</b>	06.12.2019	<b>217 larev</b>
06.12.2019	<b>19 pupa</b>	06.12.2019	<b>20 pupa</b>

Odpad v první skupině dosahoval hmotnosti 90 g. V případě druhé skupiny dosahovalo množství odpadu 84 g.

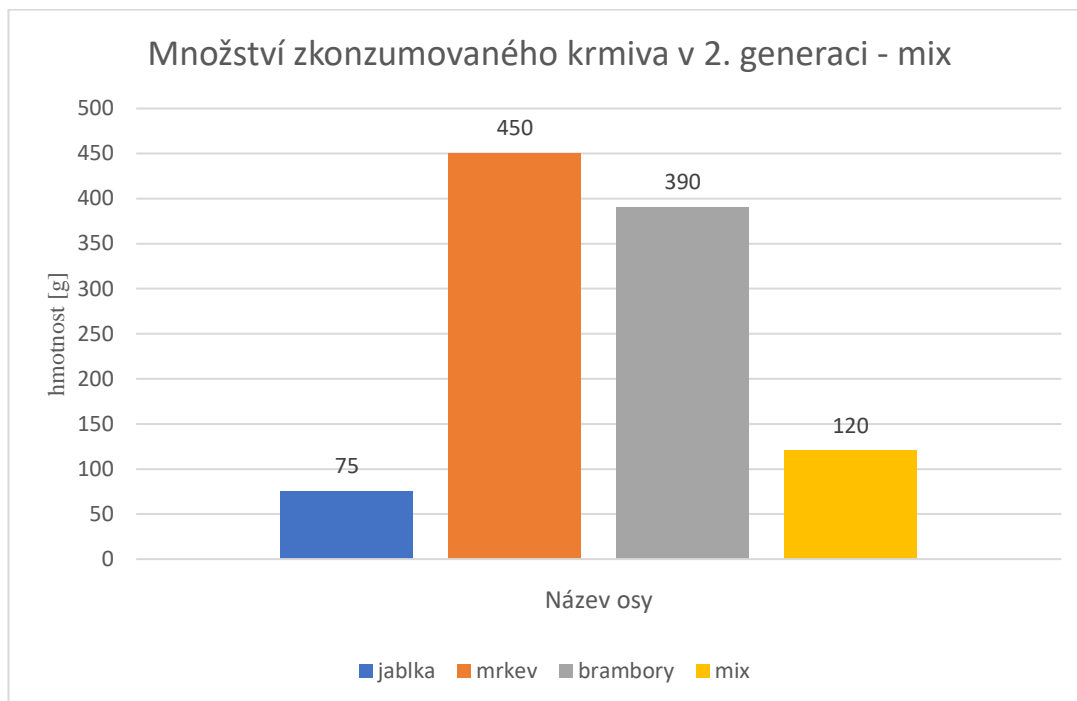
Tabulka č. 18: Množství odpadu v první generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 1. generace - mix			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
06.12.2019	<b>90</b>	06.12.2019	<b>84</b>

Druhá generace byla zkrmena krmivem, jehož množství činilo 1035 g. Oproti první generaci představovala mrkev, se svým množstvím 450 g, dominantní podíl. Druhým

nejpočetnějším krmivem byly brambory, kterých se podalo 390 g. Další byla jablka, jejich hmotnost představovala 75 g. I zde se přikrmoval hmyz mixem krmiva, a to 120 g.

Graf č. 11: Množství zkonsumovaného krmiva druhou generací



Množství larev první skupiny ve sklizni druhé generace dosahovalo hmotnosti 230 g a množství pup 20 g. Ve druhé skupině představovalo množství larev 245 g a množství pup 26 g.

Tabulka č. 19: Množství larev a pup ve druhé generaci

Sklizeň 1. generace - mix			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)
20.12.2019	<b>230 larev</b>	20.12.2019	<b>245 larev</b>
20.12.2019	<b>20 pup</b>	20.12.2019	<b>26 pup</b>

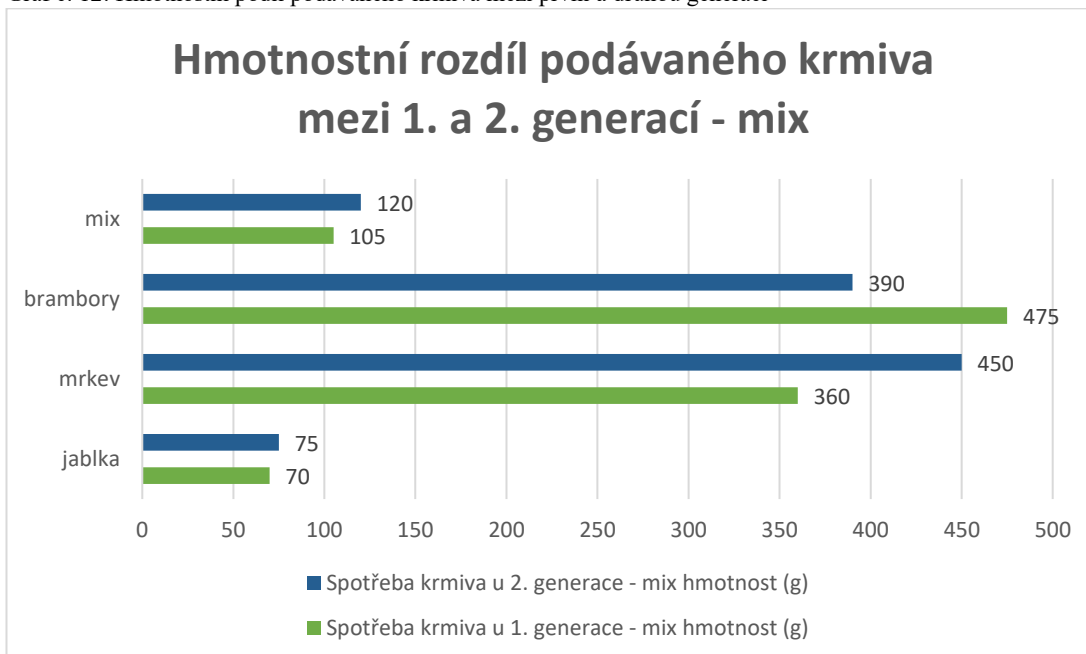
Zbytky krmiv a exkrementů u první skupiny dosahovaly hmotnosti 78 g a u druhé skupiny 87 g.

Tabulka č. 20: Množství odpadu ve druhé generaci

Zbytky krmiv a exkrementů u 2. generace - mix			
Skupina 1		Skupina 2	
Datum	Množství (g)	Datum	Množství (g)

20.12.2019	78	20.12.2019	87
------------	----	------------	----

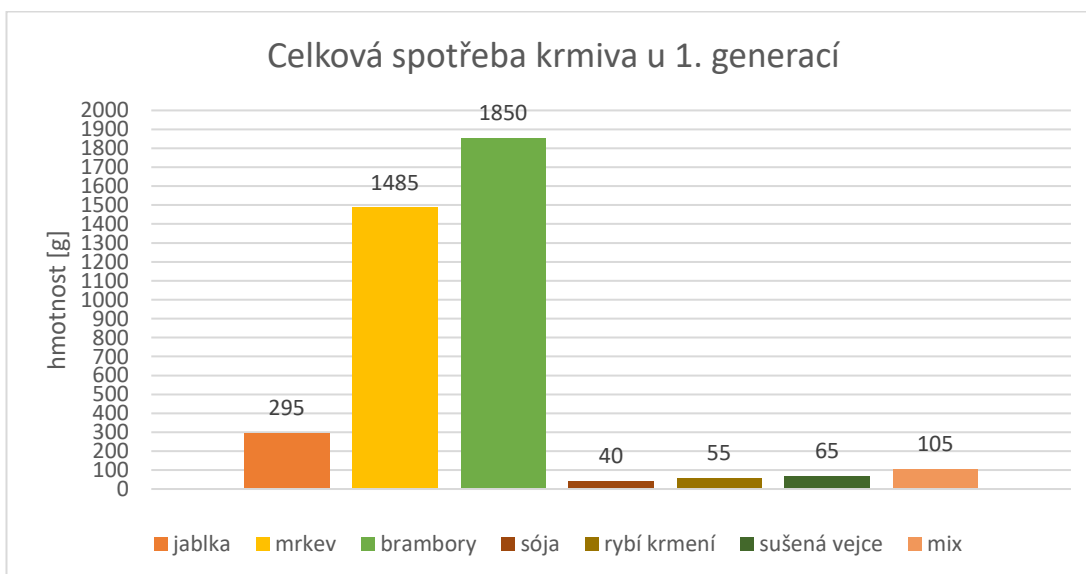
Graf č. 12: Hmotnostní podíl podávaného krmiva mezi první a druhou generací



#### 3.5.5 Spotřeba krmiva v prvních generacích

Celková spotřeba krmiva u prvních generací činila 3 895 g. Nejvíce se zkrmovalo brambory, jejichž hmotnost činila 1 850 g, na druhém místě byla mrkev s hmotností 1 485 g, dále pak jablka s hmotností 295 g. Mix krmiv dosahoval hmotnosti 105 g, sušená vejce 65 g, rybí krmení 55 g a sója 40 g.

Graf č. 13: Spotřeba krmiva v prvních generacích

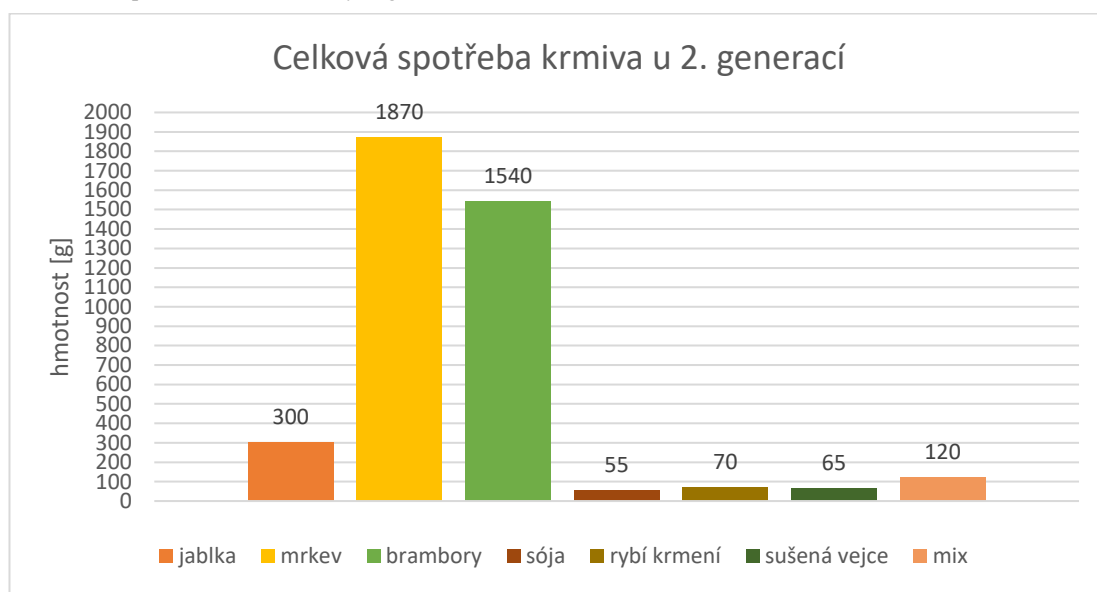




### 3.5.6 Spotřeba krmiva v druhých generacích

V druhých generacích dosahovala celková spotřeba krmiva hmotnosti 4 020 g. Zde se nejvíce zkrmovalo mrkví, jejíž hmotnost byla 1 870 g, dále pak brambory, kterých se podalo 1 540 g. Na třetím místě byla jablka s hmotností 300 g. Mix krmiv dosahoval hmotnosti 120 g, rybí krmení 70 g, sušená vejce 65 g a sója 55 g.

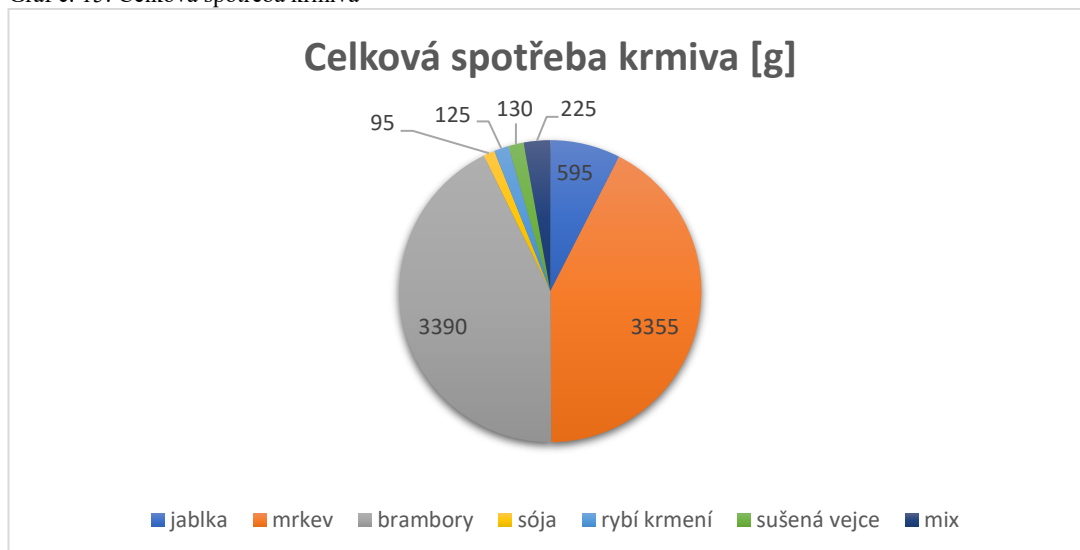
Graf č. 14: Spotřeba krmiva v druhých generacích



### 3.5.7 Celková spotřeba krmiva

Celková hmotnost krmiva, kterým se krmili mouční červi, činila 7 915 g. Největší množství představovaly brambory s hmotností 3 390 g a mrkev, která dosáhla podobné hmotnosti, a to 3 355 g. Dále se zkrmovalo jablky, a to 595 g, mixem krmiva, jehož hmotnost činila 225 g, 130 g sušených vajec, 125 g rybího krmení a 95 g sóji.

Graf č. 15: Celková spotřeba krmiva

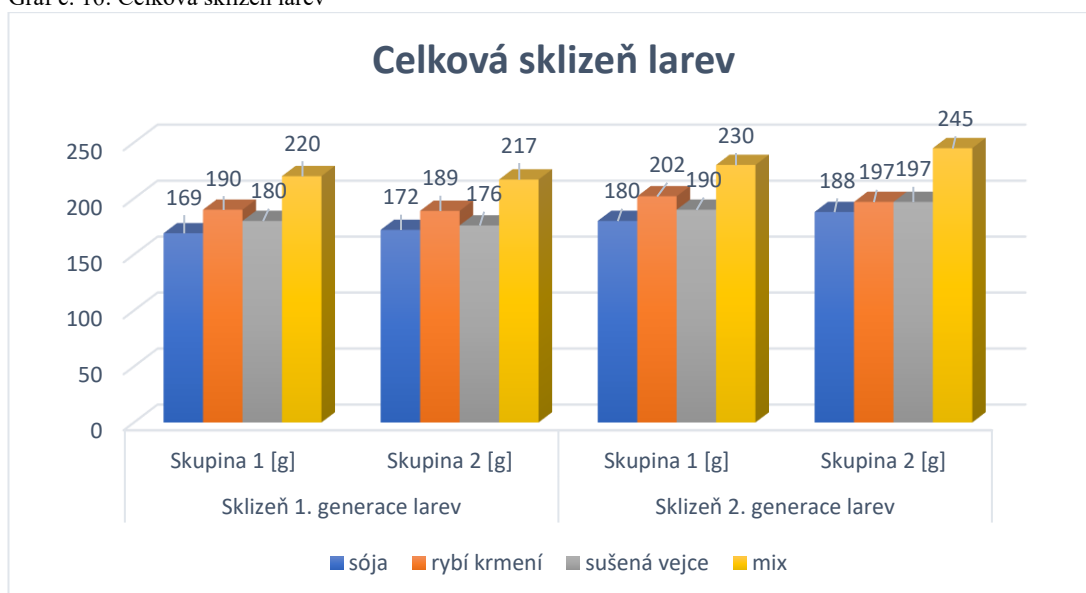


### 3.5.8 Celková sklizeň larev a pup

Ramos-Elorduy *et al.* (2008) zjistili, že larvy a kukly potemníka moučného obsahují vysoké procento aminokyselin, vitamínů a minerálů. Navíc obsahují vlákninu, která se nevyskytuje v mase hospodářských zvířat. Tato vláknina napomáhá trávení.

Nejvíce larev se sklídilo v mixu krmiva, a to ve všech skupinách a generacích. Na druhém místě bylo rybí krmení, které mělo o trochu nižší hodnoty, dále pak sušená vejce. Nejméně larev se sklídilo v sóje.

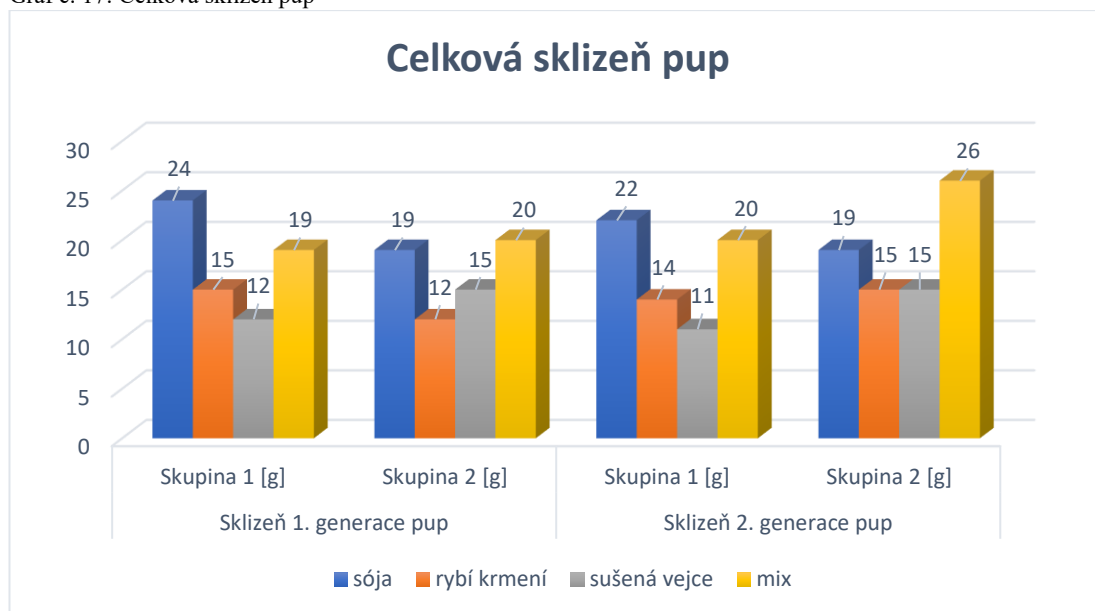
Graf č. 16: Celková sklizeň larev



Xu *et al.* (2012) zkoumali červy potemníka moučného. Výsledkem jejich práce bylo zjištění, že s rostoucí teplotou se zrychluje vývoj těchto červů a počet nakladených vajíček.

S výjimkou druhé skupiny druhé generace obsahovala sója nejvíce pup, dále pak mix krmení. Rybí krmení a sušená vejce byly v celé první generaci a ve druhé skupině druhé generace velmi vyrovnané, avšak v první skupině druhé generace byl vyšší počet pup u rybího krmení.

Graf č. 17: Celková sklizeň pup



Adámková *et al.* (2017) došli ve své práci k závěru, že s délkou hladovění hmyzu klesá podíl tuku v těle hmyzu.

## 4 Souhrn a závěr

Bakalářská práce na téma Vliv krmiv na výnos jatečního materiálu hmyzu (*Tenebrio molitor*) se zabývala chovem larev potemníka moučného (*Tenebrio molitor* L.) v laboratorním prostředí v chovných boxech, ve kterých byly používány různé druhy zdrojů bílkovin využitelných během chovu, tzn. sója, sušená vejce, krmení pro akvarijní ryby a mix krmiva. Ke zpracování bakalářské práce byly použity knihy z Akademické knihovny Jihočeské univerzity. Dalšími zdroji byly odborné články jak zahraničních, tak i domácích autorů.

Práce se zaměřila na zhodnocení vlivu jednotlivých krmných komponentů v chovu potemníka moučného, který představuje jeden z mnoha druhů povoleného hmyzu, spadajícího mezi potraviny nového typu. V teoretické části byl stručně rozebírán pojem entomofágie, její uplatnění v některých částech světa, ale i v České republice. Dále byl řešen status jedlého hmyzu, jeho nutriční hodnoty, uvádění na trh a právní předpisy v EU.

Během chovu jedlého hmyzu se musí vycházet z platné legislativy, zvláště pak z § 4 a § 5 zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů, a to i v oblasti výběru povolených krmiv, ke kterým se smí používat pouze zdravotně nezávadná, bezpečná krmiva, jež jsou vhodná pro hmyz konzumovaný lidmi. Hmyz může být krmen nejenom krmnými směskami, které jsou k tomuto účelu určené, ale může být krmen i tradičními krmivy, jako je: zrno, sójová moučka, siláž a zbytky ovoce, zeleniny, chleba. Tato krmiva však nesmí vykazovat napadení plísněmi či hnilobami, dále pak je zakázáno používat hnůj, obsah trávicího traktu, nebo odpady ze stravovacích zařízení.

Pro úspěšný růst a vývoj larev a generačních jedinců je nutné, abychom jim v chovu zajistili dobré životní podmínky, které jsou důležitou podmínkou pro získání potravin, jež se vyznačují svojí kvalitou, bezpečností a zdravotní nezávadností. Z hlediska výživy je to zajištění dostatečného příjmu bílkovin. Z tohoto důvodu byly do pokusu vytipovány čtyři různé druhy bílkovinných směsí, u nichž se sledovaly rozdíly na výkrmnost potemníků. Jedlý hmyz se podle legislativy řadí mezi hospodářská zvířata a z tohoto důvodu je tedy nutné dodržovat podmínky welfare.

V měsících říjen – prosinec 2019 byl uskutečněn chov potemníka moučného. Chov započal dospělým stádiem a následným odchovem dvou generací larev potemníka moučného.

Výzkum ukazuje, že nejlépe se daří moučným červům, při zkrmování mixem, složeným z různých zdrojů proteinů, zahrnující rostlinnou bílkovinu v podobě sóji, živočišnou bílkovinu v podobě dehydrovaných vajec a rybí krmivo, představující komplexní zdroj. Zde, ve všech skupinách obou generací, bylo sklizeno největší množství larev a toto krmivo je tedy ze všech zkoumaných krmiv nejlepším zdrojem potravy. Druhým nejlepším krmivem bylo komplexní rybí krmivo, u něhož byly hodnoty sklizených jedinců o něco nižší než v případě mixu. V případě sušených vajec, představující živočišnou bílkovinu, byly hodnoty sklizených jedinců vyšší než u sóji, ale nedosahovaly takového počtu, jako v případě krmení pro ryby. Nejméně se dařilo moučným červům, kterým se podávala rostlinná bílkovina (sója). Zde bylo sklizeno nejmenší množství jedinců a toto krmivo dopadlo tedy nejhůře.

Zřejmým důvodem, proč byla nejvyšší výtěžnost hmyzu u mixu krmiva, je ten, že mix obsahoval různorodé bílkovinné složky, hmyz tedy dostával heterogenní potravu. Stejně tak i jako v případě krmiva pro akvarijní ryby, které bylo taktéž složeno z rozmanitého spektra živin, proto se hmyzu v těchto dvou skupinách dařilo nejlépe. Hmyz, kterému nebyla podávána taková heterogenní potravu, jako v případě krmných substrátů obsahující sóju a dehydrovaná vejce, dosahoval při sklizni menších hmotností.

Obecně platí, že rostlinné bílkoviny jsou o něco méně stravitelné než ty živočišné, proto krmný substrát, jehož součástí byla sója, dopadl ze všech čtyř krmných substrátů nejhůře. Avšak krmivo není jediná podmínka, která se podílí a ovlivňuje užitek a výnos hmyzu. Mezi další podmínku patří teplota. Důležitou roli hrálo i množství krmiva, kterého se hmyzu podalo. Vývojový cyklus u potemníka trvá podle teploty přibližně tři měsíce. Dodáním vlhké potravy a zvýšením teploty můžeme cyklus urychlit. V chovu potemníků se zajistilo rozmezí teplot 26 °C – 29 °C. Průměrná teplota činila 27, 5°C.

Mezi jednotlivými druhy krmiv nebyly až tak velké rozdíly, největší rozdíl mezi sklizenou masou hmyzu byl v druhé skupině druhé generace, kde se v krmném substrátu sóji sklídilo celkem 188 g hmyzu a v substrátu mixu krmiva 245 g.

Mezi jednotlivými skupinami hmyzu hrálo i roli množství krmiva, jež se podalo. Mixem se dokrmovalo 225 g a sójou 95 g, což mohlo mít za následek tak velký rozdíl mezi objemem sklizených jedinců. Avšak v případě skupin potemníků, kteří byli živeny krmením pro akvarijní ryby, to neplatí. V těchto skupinách byla sklizena druhá největší hmotnost hmyzu, ale dokrmovalo se 125 g, což je méně než v případě sušených vajec, kterými se dokrmovalo 130 g. Z toho plyne, že hlavní podmínkou, která ovlivňuje užitek a výnos hmyzu, není množství podávaného krmiva, ale jeho složení. Proto se u rybiho krmiva, při podání menšího množství, sklídilo více hmyzu než v případě vajec. Pokus probíhal v malochovu, takže rozdíly nebyly až tak velké, avšak ve velkochovech budou rozdíly markantnější, a proto v nich lze doporučit krmit hmyz heterogenní směsí krmiv.

## **5 Doporučení pro praxi**

Z informací, které jsem získal v těchto pokusech s potěmnikem moučným vyplývá, že nejlepších výsledků dosáhneme, když budeme krmit hmyz mixem výše uvedených krmiv, při němž bylo sklizeno největší množství larev. Proto bych tento způsob zkrmování doporučil pro praxi. Dále bych doporučil chovat hmyz ve velkém objemu jedinců.

Chov hmyzu pro potravinářské účely je v současné době na svém začátku rozvoje a bude nutné provádět mnoho studií a výzkumů pro zajištění optimálního komerčního chovu. Tato práce obsahuje základní výzkum a je zde prostor pro navázání v oblasti výživy potěmníků za účelem zvýšení užitkovosti.

## 6 Použitá literatura

1. ABATE, Teo; VAN HUIS, Arnold; AMPOFO, J. K. O. Pest management strategies in traditional agriculture: an African perspective. *Annual review of entomology*, 2000, 45.1: 631-659.
2. ADÁMKOVÁ, Anna, Martin ADÁMEK, Jiří MLČEK, Marie BORKOVCOVÁ, Martina BEDNÁŘOVÁ, Lenka KOUŘIMSKÁ, Josef SKÁCEL a Eva VÍTOVÁ. Welfare of the mealworm (*Tenebrio molitor*) breeding with regard to nutrition value and food safety. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* [online]. 2017, vol. 11, iss. 1, s. 460-465. [cit. 2020-06-11]. ISSN 1338-0230. Dostupné z: <http://www.potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/viewArticle/779>.
3. ADAMOLEKUN, Bolanle; MCCANDLESS, David W.; BUTTERWORTH, Roger F. Epidemic of seasonal ataxia in Nigeria following ingestion of the African silkworm *Anaphe venata*: role of thiamine deficiency? *Metabolic brain disease*, 1997, 12.4: 251-258.
4. ADEMOLU, K. O., et al. Performance, proximate and mineral analyses of African giant land snail (*Archachatina marginata*) fed different nitrogen sources. *African Journal of Biotechnology*, 2004, 3.8: 412-417.
5. AKINNAWO, O.; KETIKU, A. O. Chemical composition and fatty acid profile of edible larva of *Cirina forda* (Westwood). *African Journal of Biomedical Research*, 2000, 3.2: 93-96.
6. AMADI, E. N., et al. Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of the Niger Delta. *Journal of food safety*, 2005, 25.3: 193-197.
7. AUERSWALD, Lutz; LOPATA, Andreas. Insects-diversity and allergy. *Current Allergy & Clinical Immunology*, 2005, 18.2: 58-60.
8. BEDNÁŘOVÁ, Martina. *Možnosti využití hmyzu jako potravin v podmínkách České republiky*, 2013. Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta. Brno. 131 s.
9. BENEŠ, Petr a Karolína MIKANOVÁ. *Aktuální poznatky ve výživě a zdraví zvířat a bezpečnosti produktů 2018: Sborník z konference*. 1. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2018. ISBN 978-80-7403-204-2.



10. BORKOVCOVÁ, Marie, Martina BEDNÁŘOVÁ, Vladimír FIŠER, et al. *Hmyz na talíři*. V Brně: Jota, 2015. ISBN 978-80-7462-915-0.
11. BUKKENS, Sandra GF. The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 1997, 36.2-4: 287-319.
12. CANE, Scott. Australian Aboriginal subsistence in the western desert. *Human Ecology*, 1987, 15.4: 391-434.
13. CERRITOS, Rene, et al. Insects as food: an ecological, social and economical approach. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2009, 4.27: 1-10. [citováno 26.03.2020] DOI: 10.1079/PAVSNNR20094027
14. CLELAND, J. B. Ethno-Botany in Relation to the Central Australian Aborigines. *The Australian Journal of Anthropology*, 1936, 2.1: 6.
15. COLLAVO, ALBERTO, et al. House cricket small-scale farming. *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*, 2005, 27: 515-540.
16. DE GUEVARA, O. Ladrón, et al. Amino acid determination in some edible Mexican insects. *Amino Acids*, 1995, 9.2: 161-173.
17. DEFOLIART, Gene R. An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity. *Ecology of Food and Nutrition*, 1997, 36.2-4: 109-132.
18. DEFOLIART, Gene R. Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop protection*, 1992, 11.5: 395-399.
19. DEFOLIART, Gene R. Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop protection*, 1992, 11.5: 395-399.
20. DYG, Pernille M.; PHITHAYAPHONE, Saleumsy. Home Gardens in the Lao PDR—Linkages between Agricultural Biodiversity and Food Security. In: *Proceedings of Symposium on Biodiversity for Food Security: 14 October 2004, Vientiane, Lao PDR*. 2004. p. 52-59.
21. EVANS, Joshua, et al. ‘Entomophagy’: an evolving terminology in need of review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2015, 1.4: 293-305. ISSN: 2352-4588
22. FAO. *Farming snails 1: Learning about snails; Building a pen; Food and shelter plants*, Rome 1986
23. FAO. *Farming snails 2: Choosing snails; Care and harvesting; Further Improvement*, Rome 1986

24. FINKE, Mark D.; OONINCX, Dennis. Insects as food for insectivores. In: *Mass Production of Beneficial Organisms*. Academic Press, 2014. p. 583-616.
25. FRIEND, Richard, MEUCH E, FUNGE-SMITH S. *Aquatic resources, food security and nutrition* in the Lao PDR: a case study from Attapeu Province. Proceedings Symposium on Biodiversity for Food Security 14 October, 2004, pp. 44–51. Laos Ministry of Agriculture and Forestry, Vientiane.
26. GARDINER, A. J.; GARDINER, E. M. Edible insects, Part 1. Preparation of species from Mushumbi Pools, Zimbabwe. *African entomology*, 2003, 11.1: 125-127.
27. GHAZOUL, J. Mopani woodlands and the mopane worm: enhancing rural livelihoods and resource sustainability Final Technical Report. *London: DFID*, 2006.
28. HARDOUIN, Jacques. Minilivestock: from gathering to controlled production. *Biodiversity & Conservation*, 1995, 4.3: 220-232.
29. HENRIKSON, Lael Suzann, et al. Freshwater crustaceans as an aboriginal food resource in the Northern Great Basin. *Journal of California and Great Basin Anthropology*, 1998, 72-87.
30. HERRERO, Mario, et al. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nature Climate Change*, 2016, 6.5: 452-461. DOI:10.1038/nclimate2925
31. HOLLIDAY, John; CLEAVER, Matt P. Medicinal value of the caterpillar fungi species of the genus *Cordyceps* (Fr.) Link (Ascomycetes). A review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2008, 10.3.
32. HRABAR, Halszka; HATTAS, Dawood; DU TOIT, Johan T. Differential effects of defoliation by mopane caterpillars and pruning by African elephants on the regrowth of *Colophospermum mopane* foliage. *Journal of Tropical Ecology*, 2009, 25.3: 301-309.
33. CHEN, X.; FENG, Y. The edible insects of China. *Beijing, China: Science and Technology Publishing House*, 1999.
34. CHEN, Xiaoming; FENG, Ying; CHEN, ZhiYong. Common edible insects and their utilization in China. *Entomological research*, 2009, 39.5: 299-303. [cit. 2019-10-31]. ISSN 17382297. DOI: 10.1111/j.1748-5967.2009.00237.x.

35. CHOU, Y. The history of entomology in China. *Entomotaxonomia*, 1980, 3: 50-51.
36. JAVOREK, Vladimír. *Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů: pomocná kniha pro základní devítileté školy, střední všeobecně vzdělávací*, 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. *Obrazové pomocné knihy pro všeobecně vzdělávací školy*. ISBN 14-856-68.
37. JOHNSON, Maviya; GUMBO, Davison. Incorporating Traditional Natural Resource Management Techniques in Conventional Natural Resources Management Strategies: A Case of Mopane Worms (Amacimbi) Management and Harvesting in the Buliliamamangwe District, Zimbabwe. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 2005, 7: 95–107.
38. KEKEUNOU, Sévilor, et al. Farmers' perception on the importance of variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* (L.)) in the agricultural production systems of the humid forest zone of Southern Cameroon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2006, 2.1: 17.
39. KLAPÁLEK, František. *Ze života hmyzu*. Praha: I.L. Kober, (1908).
40. KRAHN, Jutta. Cooking up dietary change in Lao upland kitchens. *Juth Pakai*, 2003, 1.1: 3-13.
41. KRUK, H.; SANDS, W. A. The aardwolf (*Proteles cristatus* Sparrman) 1783 as predator of termites. *African Journal of Ecology*, 1972, 10.3: 211-227.
42. LONG, S. U. N., et al. Studies on alkaline solution extraction of polysaccharide from silkworm pupa and its immunomodulating activities. *Forest research*, 2007, 20 (6): 782-786.
43. MAREČEK, František (ed.). *Zahradnický slovník naučný: CH-M*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-85120-62-3.
44. MEAD, Albert R. *The giant African snail*. University of Chicago Press, 1961.
45. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zásady správné zemědělské a výrobní praxe produkce hmyzu určeného pro lidskou spotřebu*, 2018. ISBN 978-80-7434-420-6
46. MITSUHASHI, Jun, et al. The future use of insects as human food. *Forest insects as food: humans bite back*, 2010, 115: 122.
47. MIYAKE, T. Report of edible and medical insects. Agricultural Experimental Institution Special Issue, 1919, 31: 1–203

48. MPUCHANE, S., et al. Quality deterioration of phane, the edible caterpillar of an emperor moth *Imbrasia belina*. *Food Control*, 2000, 11.6: 453-458.
49. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1143/2014 ze dne 22. října 2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, 4.11.2014 (317 s.)
50. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 2283/2015 ze dne 25. listopadu 2015 o nových potravinách, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 a o zrušení nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 258/97 a nařízení Komise (ES) č. 1852/2001, 11.12.2015 (327 s.)
51. NAUGHTON, Joan M.; O'DEA, Kerin; SINCLAIR, Andrew J. Animal foods in traditional Australian aboriginal diets: polyunsaturated and low in fat. *Lipids*, 1986, 21.11: 684-690.
52. NONAKA, Kenichi. Feasting on insects. *Entomological Research*, 2009, 39.5: 304-312. [cit. 2019-10-31]. ISSN 17382297. DOI: 10.1111/j.1748-5967.2009.00240.x.
53. OGUNLEYE, R. F.; OMOTOSO, O. T. Edible orthopteran and lepidopteran as protein substitutes in the feeding of experimental albino rats. *African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology*, 2005, 7.1: 48-51.
54. OHIOKPEHAI, Omo. Nutritional aspects of street foods in Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2003, 2.2: 76-81.
55. PAL, Partha; ROY, Spandita. Edible insects: future of human food—a review. *International Letters of Natural Sciences*, 2014, 21. [cit. 2019-11-23]. ISSN: 2300-9675.
56. PEMBERTON, R. W. The revival of rice-field grasshoppers as human food in South Korea. *The Pan-Pacific entomologist*, 1994, 70: 323–327.
57. PIMENTEL, David, et al. The value of forests to world food security. *Human ecology*, 1997, 25.1: 91-120.
58. PIMENTEL, David; PIMENTEL, Marcia. *Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment*, 2003, 78: 660-663.
59. RAMOS-ELORDUY, Julieta. Energy supplied by edible insects from Mexico and their nutritional and ecological importance. *Ecology of food and nutrition*, 2008, 47.3: 280-297.

60. RIETSCHER, Siegfried. *Hmyz: klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky*. Čestlice: Rebo, 2004. Průvodce přírodou (Rebo). ISBN 80-723-4294-0.
61. ROZIN, Paul; FALLON, April E. A perspective on disgust. *Psychological review*, 1987, 94.1: 23.
62. RUMPOLD, Birgit A.; SCHLÜTER, Oliver K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular nutrition & food research*, 2013, 57.5: 802-823.
63. SABOLOVÁ, Monika, et al. MINOR LIPOPHILIC COMPOUNDS IN EDIBLE INSECTS. *Potravinarstvo*, 2016, 10.1.
64. SHARMA, Subrat. Trade of Cordyceps sinensis from high altitudes of the Indian Himalaya: conservation and biotechnological priorities. *CURRENT SCIENCE-BANGALORE-*, 2004, 86: 1614-1618.
65. SHIHATA, AM El-Tabey Awab; MRAK, E. M. The fate of yeast in the digestive tract of Drosophila. *The American Naturalist*, 1951, 85.825: 381-383.
66. SMETANA, Sergiy, et al. Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 137: 741-751. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.148
67. SOMNASANG, Prapimporn; MORENO, Geraldine; CHUSIL, Kusuma. Indigenous knowledge of wild food hunting and gathering in north-east Thailand. *Food and Nutrition Bulletin*, 1998, 19.4: 359-365.
68. TEFFO, Leah Snow; TOMS, R. B.; ELOFF, Jacobus Nicolaas. Preliminary data on the nutritional composition of the edible stink-bug, Encosternum delegorguei Spinola, consumed in Limpopo province, South Africa. *South African Journal of Science*, 2007, 107: 434-436.
69. TZOMPA-SOSA, Daylan A., et al. Insect lipid profile: aqueous versus organic solvent-based extraction methods. *Food Research International*, 2014, 62: 1087-1094.
70. VAN DER FELLS, H. J. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed: EFSA Scientific Committee. *EFSA Journal*, 2015, 13.10: 4257. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4257
71. VAN HUIS, Arnold, et al. *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. ISBN 978-92-5-107595-1

72. VAN HUIS, Arnold; OONINCX, Dennis GAB. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2017, 37.5: 43. DOI: 10.1007/s13593-017-0452-8
73. WESTHOEK, Henk, et al. Food choices, health and environment: effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 2014, 26: 196-205. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004.
74. XIAOMING, Chen, et al. Review of the nutritive value of edible insects. *Forest insects as food: humans bite back*, 2010, 85.
75. XU, ShiCai, et al. Experimental population life table of *Tenebrio molitor* at different temperatures. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2012, 41.3: 85-89.
76. YEN, Alan L. Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological research*, 2009, 39.5: 289-298. DOI: 10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x.
77. YEN, Alan Louey, et al. Insect and other invertebrate foods of Australian Aborigines. 2005.
78. YEN, Alan Louey. Edible insects and other invertebrates in Australia: future prospects. *Forest insects as food: humans bite back*, 2010, 65. ISBN 978-92-5-106488-7
79. ZAHRADNÍK, Jiří. *Brouci: [fotografický atlas]*. Praha: Aventinum, 2008. Fotografické atlasy. ISBN 978-80-86858-43-2.

## 7 Použité zdroje

1. <https://dianerehm.org/shows/2016-05-02/eating-insects-the-pros-and-cons-of-adding-bugs-to-our-diets> [25.03.2020]

## 8 Seznam příloh

Tabulka č. 21: Zkrmování první generace - sója .....	62
Tabulka č. 22: Zkrmování první generace - rybí krmivo.....	63
Tabulka č. 23: Zkrmování první generace - sušená vejce.....	64
Tabulka č. 24: Zkrmování první generace - mix .....	65
Tabulka č. 25: Zkrmování druhé generace - sója.....	66
Tabulka č. 26: Zkrmování druhé generace - rybí krmivo .....	67
Tabulka č. 27: Zkrmování druhé generace - sušená vejce .....	68
Tabulka č. 28: Zkrmování druhé generace - mix .....	69
Tabulka č. 29: Celková sklizeň pup .....	70
Tabulka č. 30: Celková sklizeň larev .....	70
Tabulka č. 31: Spotřeba krmiva u první generace - sója .....	70
Tabulka č. 32: Spotřeba krmiva u druhé generace - sója.....	70
Tabulka č. 33: Spotřeba krmiva u první generace - rybí krmivo .....	71
Tabulka č. 34: Spotřeba krmiva u druhé generace - rybí krmivo .....	71
Tabulka č. 35: Spotřeba krmiva u první generace - sušená vejce.....	71
Tabulka č. 36: Spotřeba krmiva u druhé generace - sušená vejce .....	71
Tabulka č. 37: Spotřeba krmiva u první generace - mix.....	71
Tabulka č. 38: Spotřeba krmiva u druhé generace - mix .....	71

## 9 Přílohy

Tabulka č. 21: Zkrmování první generace – sója

První generace - sója				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	sója [g]
19.10.2019	20	10		
21.10.2019		20	10	10
22.10.2019	25	25		
24.10.2019	20	30		
29.10.2019	25	10		
30.10.2019	20	30		
01.11.2019			30	
02.11.2019	30	30		10
05.11.2019	20	30		
07.11.2019	35	30		
08.11.2019			20	
09.11.2019			25	
10.11.2019		20		10
12.11.2019	30	25		
14.11.2019	35	20		
16.11.2019	15	10		
19.11.2019	20	30		10
21.11.2019	30	35		
26.11.2019	10	20		
27.11.2019	25	35		
03.12.2019	25	30		
05.12.2019	20	30		
06.12.2019	separace			



Tabulka č. 22: Zkrmování první generace – rybí krmivo

První generace - rybí krmivo				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	rybí krmení [g]
24.10.2019	20	30		
29.10.2019	35	30		
30.10.2019	30	30		10
01.11.2019			30	
02.11.2019	20	25		10
05.11.2019	20	30		
07.11.2019	20	30		
08.11.2019			20	
09.11.2019			20	
11.11.2019		20		
12.11.2019		30		
13.11.2019	20	20		
14.11.2019	25			
16.11.2019	35	30		10
19.11.2019	30	30		15
21.11.2019	20	30		
26.11.2019	10	25		
27.11.2019	20	35		
03.12.2019		30		10
05.12.2019	25	30		
06.12.2019	separace			

Tabulka č. 23: Zkrmování první generace – sušená vejce

První generace - sušená vejce				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	sušená vejce [g]
24.10.2019	20	30		
29.10.2019	35	45		
30.10.2019	20	30		5
01.11.2019			30	
02.11.2019	25	20		15
05.11.2019	20	30		
07.11.2019	20	30		
08.11.2019			20	
09.11.2019			20	
11.11.2019		20		
12.11.2019	30	10		
13.11.2019	20	20		
14.11.2019	20			15
16.11.2019	25	30		
19.11.2019	20	30		10
21.11.2019	20	30		
26.11.2019	10	10		
27.11.2019	35	30		10
03.12.2019	25	30		10
05.12.2019	35	35		
06.12.2019	separace			

Tabulka č. 24: Zkrmování první generace – mix

První generace - mix				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	mix [g]
24.10.2019	30	25		
29.10.2019	35	45		15
30.10.2019	20	30		
01.11.2019			30	
02.11.2019	20	20		20
05.11.2019	20	30		
07.11.2019	30	40		
08.11.2019			20	
09.11.2019			20	20
11.11.2019		20		
12.11.2019	20	30		
13.11.2019	15	20		
14.11.2019	25			20
16.11.2019	15	30		
19.11.2019	20	30		10
21.11.2019	20	30		
26.11.2019	30	30		
27.11.2019		30		20
03.12.2019	20	35		
05.12.2019	20	30		
06.12.2019	separace			

Tabulka č. 25: Zkrmování druhé generace – sója

Druhá generace - sója				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	sója [g]
07.11.2019	20	10		
08.11.2019			35	
09.11.2019			25	
10.11.2019		10		20
12.11.2019	30	25		
14.11.2019	55	15		
16.11.2019	30	35		
19.11.2019	30	25		10
21.11.2019	35	30		
26.11.2019	30	35		
27.11.2019	30	40		
03.12.2019	30	30		
05.12.2019	35	20		15
06.12.2019	35	20		
08.12.2019		25		
09.12.2019	30			
10.12.2019	25			10
12.12.2019	35	25		
14.12.2019		30	30	
16.12.2019	30			
18.12.2019	35			
20.12.2019	separace			

Tabulka č. 26: Zkrmování druhé generace – rybí krmivo

Druhá generace - rybí krmivo				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	rybí krmení[g]
07.11.2019	25	20		
08.11.2019			25	
09.11.2019			25	
11.11.2019		20		
12.11.2019		30		
13.11.2019	15	30		
14.11.2019	25			
16.11.2019	40	25		15
19.11.2019	25	30		10
21.11.2019	30	35		
26.11.2019	25	10		
27.11.2019	35	35		
03.12.2019	20	20		
05.12.2019	20	20		
06.12.2019	25	30		
08.12.2019		25		
09.12.2019	30			
10.12.2019	20			25
12.12.2019	25	30		
14.12.2019		20	30	
16.12.2019	30			20
18.12.2019	40			
20.12.2019	separace			

Tabulka č. 27: Zkrmování druhé generace – sušená vejce

Druhá generace - sušená vejce				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	sušená vejce[g]
07.11.2019	10	20		
08.11.2019			30	
09.11.2019			25	
11.11.2019		30		
12.11.2019	30	20		
13.11.2019	20	25		
14.11.2019	35			15
16.11.2019	30	35		
19.11.2019	35	30		10
21.11.2019	25	30		
26.11.2019	25	20		
27.11.2019		30		10
03.12.2019	20	30		10
05.12.2019	30	20		5
06.12.2019	30	25		
08.12.2019	30			
09.12.2019	20			
10.12.2019	35	20		
12.12.2019	15	20		
14.12.2019	25	40		
16.12.2019				15
18.12.2019	20			
20.12.2019	separace			

Tabulka č. 28: Zkrmování druhé generace – mix

Druhá generace - mix				
Datum krmení	krmivo			
	mrkev [g]	brambory [g]	jablka [g]	mix [g]
10.01.1900	10	15		
08.11.2019			20	
09.11.2019			25	20
11.11.2019		25		
12.11.2019	30	25		
13.11.2019	20	20		
14.11.2019	20			20
16.11.2019	25	30		
19.11.2019	25	25		25
21.11.2019	35	25		
26.11.2019		30		25
27.11.2019	30	30		30
03.12.2019	25	20		
05.12.2019	35	20		
06.12.2019	25	30		
08.12.2019	20	25		
09.12.2019	20			
10.12.2019	20			20
12.12.2019	30	30		
14.12.2019		20	30	20
16.12.2019	30	20		
18.12.2019	20			
20.12.2019	separace			

Tabulka č. 29: Celková sklizeň pup

druh krmení	Sklizeň 1. generace pup		celkem [g]	Sklizeň 2. generace pup		celkem [g]
	Skupina 1 [g]	Skupina 2 [g]		Skupina 1 [g]	Skupina 2 [g]	
sója	24	19	43	22	19	41
rybí krmení	15	12	27	14	15	29
sušená vejce	12	15	27	11	15	26
mix	19	20	39	20	26	46
celkem	70	66		67	75	

Tabulka č. 30: Celková sklizeň larev

druh krmení	Sklizeň 1. generace larev		celkem [g]	Sklizeň 2. generace larev		celkem [g]
	Skupina 1 [g]	Skupina 2 [g]		Skupina 1 [g]	Skupina 2 [g]	
sója	169	172	341	180	188	368
rybí krmení	190	189	379	202	197	399
sušená vejce	180	176	356	190	197	387
mix	220	217	437	230	245	475
celkem	759	754		802	827	

Tabulka č. 31: Spotřeba krmiva u první generace - sója

<b>Spotřeba krmiva u 1. generace - sója</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	85
mrkev	405
brambory	470
sója	40
<b>Celkem</b>	<b>1000</b>

Tabulka č. 32: Spotřeba krmiva u druhé generace - sója

<b>Spotřeba krmiva u 2. generace - sója</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	90
mrkev	515
brambory	375
sója	55
<b>Celkem</b>	<b>1035</b>

Tabulka č. 33: Spotřeba krmiva u první generace – rybí krmivo

<b>Spotřeba krmiva u 1. generace - rybí krmivo</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>



jablka	70
mrkev	340
brambory	475
rybí krmení	55
<b>Celkem</b>	<b>940</b>

Tabulka č. 34: Spotřeba krmiva u druhé generace – rybí krmivo

<b>Spotřeba krmiva u 2. generace - rybí krmivo</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	80
mrkev	445
brambory	380
rybí krmení	70
<b>Celkem</b>	<b>975</b>

Tabulka č. 35: Spotřeba krmiva u první generace – sušená vejce

<b>Spotřeba krmiva u 1. generace - sušená vejce</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	70
mrkev	380
brambory	430
sušená vejce	65
<b>Celkem</b>	<b>945</b>

Tabulka č. 36: Spotřeba krmiva u druhé generace – sušená vejce

<b>Spotřeba krmiva u 2. generace - sušená vejce</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	55
mrkev	460
brambory	395
sušená vejce	65
<b>Celkem</b>	<b>975</b>

Tabulka č. 37: Spotřeba krmiva u první generace - mix

<b>Spotřeba krmiva u 1. generace - mix</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	70
mrkev	360
brambory	475
mix	105
<b>Celkem</b>	<b>1010</b>

Tabulka č. 38: Spotřeba krmiva u druhé generace - mix

<b>Spotřeba krmiva u 2. generace - mix</b>	
<b>krmivo</b>	<b>hmotnost (g)</b>
jablka	75
mrkev	450
brambory	390
mix	120
<b>Celkem</b>	<b>1035</b>