

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B 4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů
Katedra: Katedra biologických disciplín
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Optimalizace chovu potěmníků vzhledem
k možnému využití ve výživě člověka

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Michal Berec, Ph.D.
Autor bakalářské práce: Tereza Majerová

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza MAJEROVÁ**
Osobní číslo: **Z16535**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**
Název tématu: **Optimalizace chovu potěmníků vzhledem k možnému využití ve výživě člověka**
Zadávající katedra: **Katedra biologických disciplin**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracování dosavadních údajů o chovu a využití potěmníků
2. Založení chovu potěmníka brazilského
3. Sledování dynamiky a úspěšnosti chovu v uspořádání s potravou s lepem a bez lepku
4. Laboratorní analýza složení odchovaných jedinců (tuk, dusíkaté látky, bílkoviny, lepek)
5. Vyhodnocení výsledků
6. Diskuze o možnostech využití vlastních výsledků

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

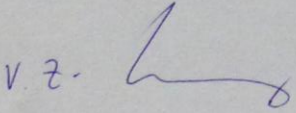
Seznam odborné literatury:

- Jones, L. D., Cooper, R. W., & Harding, R. S. (1972). Composition of mealworm *Tenebrio molitor* larvae. *The Journal of Zoo Animal Medicine*, 3(4), 34-41.
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., & Jędras, M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences*, 4(06), 287.
- GAO, H. L., ZHOU, W. Z., ZHANG, L., & LI, H. T. (2006). Effect of different fodders and breeding densities on the larva growth and development of *Tenebrio molitor* L.[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 10, 013.
- Adámková, A., Kouřimská, L., Borkovcová, M., Kulma, M., & Mlček, J. (2016). Nutritional values of edible Coleoptera (*Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* and *Alphitobius diaperinus*) reared in the Czech Republic. *Potravinarstvo*.
- Qi'ai, X. (2008). Research Advances on the Economic Insect of Mealworm and Superworm [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 21, 076.


Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Michal Berec, Ph.D.
Katedra biologických disciplin

Datum zadání bakalářské práce: 6. března 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019


prof. Ing. Miloslav Soch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Strakonická 1868, 370 05 Česká Budějovice


doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 6. března 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma: Optimalizace chovu potměnků vzhledem k možnému využití ve výživě člověka, vypracovala 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 v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - 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.

Datum

Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji panu doc. Mgr. Michalu Berecovi, Ph.D, za jeho odborné vedení, panu Ing. Luboši Zábranskému za provedení laboratorní analýzy a v neposlední řadě panu Milanu Bažantovi za cenné rady a poskytnutí larev pro výzkum zcela zdarma.

Abstrakt:

Tato práce vznikla za účelem výběru vhodného substrátu pro výživu larev potemníka brazilského (*Zophobas morio*) určených pro lidskou spotřebu a také zjištění obsahují-li kromě jiných látek také lepek. Tento druh je pro entomofagii velmi vhodný pro jednoduchost svého chovu a nutriční složení bohaté zejména na tuky a proteiny, podobně jako jeho příbuzný potemník moučný (*Tenebrio molitor*). Téma entomofagie je v současné době aktuální vzhledem k rychlosti růstu lidské populace, jejíž potřeby stále více zatěžují životní prostředí. Produkce hmyzu je přitom levnější a efektivnější než produkce klasického masa (hovězího, vepřového, drůbežího) a spotřebuje také menší množství vody. Pro účely experimentu bylo ve stejných podmínkách chováno 540 larev rozdělených do skupin po 15 jedincích o celkové počáteční hmotnosti 1g. Bylo provedeno 9 opakování pro každý ze čtyř zvolených substrátů. Pokus trval 3,5 měsíce a během této doby bylo provedeno 8 měření (vážení). Larvy živící se substráty s lepkem rostly v první polovině vývoje rychleji, ale mezi výslednou hmotností larev na jednotlivých substrátech nebyl na konci statistický rozdíl, průměrná hmotnost jedné larvy se pohybovala mezi 0,7248 g do 0,8048 g. Laboratorní analýzou se nepodařilo zjistit přítomnost lepku, obsah bílkovin se pohyboval mezi 25 – 34%, obsah tuku mezi 49 – 61%, tyto hodnoty jsou v závěru porovnány s výsledky dalších autorů.

Klíčová slova: Jedlý hmyz, entomofagie, potemník, *Zophobas morio*

Abstract:

This thesis was created to find a suitable substrate for feeding the larvae of the darkling beetle (*Zophobas morio*) intended for human consumption, as well as to find out if the larvae contain, among other substances, gluten. This species is very suitable for entomophagy for its breeding simplicity and nutritional composition especially rich in fats and proteins, similar to its relative, mealworm beetle (*Tenebrio molitor*). The topic of entomophagy is currently up-to-date due to the growth rate of the human population, whose needs are increasingly burdensome for the environment. At the same time, insect production is cheaper and more efficient than the production of the conventional meat (beef, pork, poultry) and also consumes less water. For the purpose of the experiment, 540 larvae were kept under the same conditions, divided into groups of 15 individuals with a total initial weight of 1g. 9 repetitions were made for each of the four selected substrates. The experiment lasted 3.5 months and during this time 8 measurements (weighing) were performed. The larvae feeding on substrates containing gluten were growing faster in the first half of the development, but there was no statistical difference between the final weight of the larvae on the different substrates, the average weight of one larva was between 0,7248 g and 0,8048 g. Laboratory analysis failed to detect the presence of gluten, the protein content ranged from 25 to 34%, the fat content was between 49 – 61%, these values are eventually compared with the results of other authors.

Key words: Edible insect, entomophagy, darkling beetle, *Zophobas morio*

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Literární rešerše.....	11
2.1	Charakteristika čeledi Tenebrionidae.....	11
2.1.1	Dospělec.....	11
2.1.2	Larva.....	13
2.1.3	Vývoj.....	13
2.2	Historie entomofagie a současný pohled na ni.....	14
2.3	Možnosti využití potěmníků.....	16
2.4	Rizika spojená s konzumací hmyzu.....	18
2.5	Spotřeba vody v produkci jedlého hmyzu – „water footprint“.....	19
3	Metodika.....	22
4	Výsledky.....	24
5	Diskuze.....	27
6	Závěr.....	30
7	Seznam použité literatury.....	31

1 Úvod

Tato práce se zabývá možným využitím larev potemníka brazilského (*Zophobas morio*) pro lidskou spotřebu. Tento druh je v současnosti spolu s příbuzným potemníkem moučným (*Tenebrio molitor*) hojně využíván jako krmný organismus v teraristice, má ale velký potenciál i pro využití ve výživě člověka. Hmyz jako takový se konzumuje v mnoha částech světa (jihovýchodní Asie, Jižní Amerika, Austrálie) již po stovky let, ale v Evropě je jeho zpracování do pokrmů stále spíše raritou (Siemianowska a kol., 2013). Za jedlé jsou považovány asi 2000 druhů hmyzu (Sogari a kol., 2017).

Hmyz přitom obsahuje srovnatelné množství proteinů jako „klasické“ maso (Borkovcová a kol., 2015; Miglietta a kol., 2015, Kouřimská & Adámková, 2016), jeho produkce je levnější a šetrnější k životnímu prostředí (Kouřimská & Adámková, 2016) a mohl by se stát i alternativou pro vegetariány. Entomofagie by mohla představovat dobrý alternativní zdroj proteinů a živin, jako jsou nenasycené a esenciální mastné kyseliny (zejména omega 3 a 6), vitamíny (stejně vysoký obsah vitamínu B12 jako u ryb), vláknina a minerály (15x více železa než špenát), i pro obyvatele rozvinutých zemí (Miglietta a kol., 2015).

Mlček a kol., (2014) navíc doporučuje přednostně konzumovat místní druhy hmyzu, aby se předešlo zbytečnému plýtvání zdroji na jejich převoz. V současné době umíme hmyz zpracovat na moučku a výsledný produkt je pro Evropana i vizuálně přijatelnější (Mlček a kol., 2014). Jedlý hmyz by mohl pomoci nasytit chudé rozvojové země a stejně tak se stát doplňkovým zdrojem potravy pro obyvatele rozvinutých částí světa, jakmile se povede překonat jejich odpor.

Pro výzkum jsem vybrala druh potemník brazilský (*Zophobas morio*), jehož larvy jsou velké a snadno dostupné. V praktické části se snažím zjistit, jaká potrava je pro rychlý růst larev optimální. Zároveň jsem si položila otázku, jestli larvy krmené stravou obsahující lepek, budou samy „bezlepkové.“ Intolerance na lepek je totiž dnes rozšířenou alergií, která postižené i finančně zatěžuje. Borkovcová a kol. (2015) nedoporučuje konzumaci hmyzu osobám se závažnou formou alergie na lepek, z toho důvodu, že by hmyz na povrchu nebo v útrokách mohl nést zbytky potravy, která lepek obsahovala. Laboratorní analýza kromě toho umožní porovnat výživové hodnoty jednotlivých vzorků.

Cíle práce jsou:

- Zjistit, který z použitých substrátů je pro rychlý růst larev optimální.
- Nechat provést laboratorní analýzu získaných larev za účelem zjištění a porovnání obsahu výživových látek (lepek, dusíkaté látky, bílkoviny, tuky, neutrálně detergentní vláknina).
- Potvrdit nebo vyvrátit přítomnost lepku v larvách krmených stravou obsahující lepek a stravou bezlepkovou.

2 Literární rešerše

2.1 Charakteristika čeledi Tenebrionidae

Brouci jsou nejpočetnějším řádem hmyzu, který sám o sobě obsahuje asi 80% popsaných živočišných druhů. Čeleď Tenebrionidae v současnosti zahrnuje asi 20 000 druhů, tj. asi pětkrát více než je známo savců, a je tak jednou z nejpočetnějších čeledí vůbec (Kovařík, 2010). V současném pojetí zahrnuje 3 dříve samostatné čeledi – potemníkovití (Tenebrionidae), květomilovití (Alleculidae) a měkkokrovečnickovití (Lagriidae) (Novák, 2014).

Potemníci dokázali proniknout do většiny pozemních ekosystémů od mořského pobřeží až po alpské pásmo 5000 metrů nad mořem. Nejvíce potemníků žije v tropických lesích což je i případ druhu *Zophobas morio*. Tento brouk je aktivní za soumraku a v noci, ve dne se skrývá. Velikost známých druhů se pohybuje mezi 1,3 a 80 mm (Kovařík, 2010).

2.1.1 Dospělec

Tělo potemníků je pevné, kryté silnou kutikulou a dělí se na hlavu, štít a zadeček krytý krovkami. Hlava (caput) je málo pohyblivá, je znatelně oddělena, je velká, široká, tečkovaná s jemnou mikrokoagulací. Na hlavě najdeme tyto párové orgány: oči, tykadla, kusadla, čelistní makadla. Zcela vpředu je svrchní pysk (labrum), za ním následuje čelní štítek (clypeus), na nějž navazuje čelo (frons) a téměř (vertex). Mezi ústním ústrojím a očima přechází čelní lišty v líce (genae) a za očima navazují spánky (tempora). Mezi klypeem a vrchním pyskem je příčně umístěna frontoklypeální membrána. Naspodu hlavy leží několikadílný spodní pysk (labium) (Zahradník, 2008).

Ústní ústrojí je kousací tvořené kusadly (mandibulae) a čelistmi (maxillae). Toto ústní ústrojí je kryto spodním a svrchním pyskem. Kusadla se pohybují horizontálně proti sobě a jsou silně sklerotizovaná. Čelistní makadla jsou čtyřčlenná (Zahradník, 2008).

Oči jsou umístěny po stranách hlavy (Javorek, 1964), tvoří je větší množství navzájem se dotýkajících omatidií (Zahradník, 2008). Tykadla potemníků jsou složena z 11 článků (Novák, 2014). Mají zásadní význam, protože jsou orgánem

čichu a hmatu. Smyslové buňky (sensily) ale vnímají i různé stavy ovzduší jako vlhkost vzduchu, elektrické napětí apod. (Javorek, 1964).

Druhým tělním oddílem je hrud' (thorax). Při pohledu zesponu jsou dobře rozlišitelné 3 oddíly: předohrud' (prothorax), středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax). Na každém oddíle je jeden pár končetin. K středohrudí a zadohrudí jsou připojena křídla. Svrchu však tyto tři oddíly zřetelné nejsou, je viditelný pouze jednotlý štít (scutum, pronotum). Ze středohrudí je shora patrná jen malá část – štítek (scutellum), ležící na základu krovek. Zbylé části hrudi a zadeček jsou svrchu přikryty krovkami. Předohrud' je se středohrudí kloubně spojena, avšak středohrud' se zadohrudí srůstá (Zahradník, 2008).

Křídla (alae) jsou dvojí. Svrchní pár, tzv. krovky (elytrae) jsou silné a pevné (Zahradník, 2008), jsou švem rozděleny na pravou a levou. Krovky jsou hladké, lysé a matné a jejich povrch je tvořen pravidelně se střídajícími rýhami a mezirýžími (Novák, 2014). Pod krovkami je uložen druhý pár křídel, křídla blanitá (Zahradník, 2008).

Končetinu tvoří kyčel (coxa), příkyčlí (trochanter), stehno (femur), hleň (tibia) a chodidlo (tarsus) (Zahradník, 2008). Počet chodidlových článků je 5, 5, 4 (heteromerní situace) (Kovařík, 2010). Poslední článek chodidel nese dráčky (Novák, 2014).

Zadeček (abdomen) představuje největší část těla (Zahradník, 2008). Je tvořen 5 – 7 viditelnými zadečkovými články (ventrily). Mezi články 3-4 a 4-5 je vložena příčná membrána. Konec krovek je zaoblený (Novák, 2014). Až na výjimky mají tenebrioidi párové obranné pygidiální žlázy a s nimi spojené orgány (Kovařík 2010), které vylučují páchnoucí sekret (Zahradník, 2008).

Uvnitř zadečku jsou uloženy pohlavní orgány. Samčí genitálie a hlavně penis (aedeagus) jsou tvarově jedinečné pro každý druh a používají se proto k jejich determinaci (Novák, 2014). Samice mají zatažitelné kladélko, jehož pomocí jsou schopné vkládat vajíčka i hluboko do štěrbin nebo substrátu. Samice klade asi 160 – 280 vajíček, která jsou na povrchu lepkavá (Zahradník, 2008).

Základní potravu tvoří látky rostlinného, jen zřídka živočišného původu (Zahradník, 2008).

Brouci dýchají vzdušnicemi. Jemné spirálovitě vyztužené vzdušnice se rozvětvují po celém těle. Na některých místech se rozšiřují ve vzdušné vaky

Dospělí brouci nerostou, znemožňuje jim to jejich vnější chitínová kostra (Javorek, 1964).

2.1.2 Larva

Jediným stadiem ve vývoji brouka, které roste, je larva. Tělo larev je dlouze protáhlé, silně sklerotizované, larvy mají žlutavě hnědé zbarvení. Prodělávají několik vývojových stupňů (instarů). Každé larvální stadium po určitou dobu roste. Jakmile dosáhne svého maximálního vzrůstu, svléká se. Starou pokožku odvrhne a pod ní je již vytvořena nová. Po svlékání nabývá larva na tělesném objemu až do doby, kdy dojde k dalšímu svlékání. Vyvíjejí se v substrátu. U *Tenebrio molitor* probíhá 10 – 16 svlékání. Jednotlivé instary přijímají stejný typ potravy (Zahradník, 2008). Počet instarů se může i v rámci druhu lišit v závislosti na podmínkách, v nichž se vyvíjejí. S výjimkou rodu *Tenebrio* platí, že se larvy nezakuklí v přítomnosti dalších larev (Kovařík 2010).

2.1.3 Vývoj

Vývoj (metamorfóza) brouků probíhá proměnou dokonalou. Z vajíčka se líhne larva, ta se zakuklí, z kukly vylézá imago (Zahradník, 2008).

Potemník moučný klade protáhlá vajíčka pokrytá lepivými látkami, pomocí nichž jsou přichycena k substrátu. Z vajíček se líhnou asi 3 mm dlouhé bělavé larvy. Během několika dní změní barvu na žlutou a vytvoří se u nich tvrdý chitínový exoskelet. Dospělá larva váží asi 0,2 g a je dlouhá 25 – 35 mm. Kukla je krémové barvy, dlouhá 12-18 mm. Potemníci mouční začínají klást vajíčka 4 – 17 dní po kopulaci a jedna samice může vyklást až 500 vajíček. Optimální teplota pro inkubaci je 25°C – 27°C, při které trvá embryonální vývoj 4 – 6 dní. Larvální vývoj tohoto druhu je dlouhý, při ideálních podmínkách trvá asi půl roku. Larvy se vyhýbají světlu, až na konci vývoje vylézají na povrch substrátu, kde se kuklí. Při optimálních podmínkách trvá stadium kukly 5 – 6 dní (Siemianowska a kol., 2013).

Živočich pak v kukle prodělává rozsáhlé změny. Tkáně jsou napřed rozrušovány (histolýza téměř všech orgánů) a následně zase regenerovány

ve změněné formě. Z kukly vylézá dospělý, larvě zcela nepodobný jedinec (imago) (Javorek, 1964).

2.2 Historie entomofagie a současný pohled na ni

Entomofagie je způsob stravování jehož součástí je jedlý hmyz v různých vývojových stádiích (larva, dospělec, ...), i v malém množství a ne nutně na denní bázi. Hmyz může být konzumován na různé způsoby (vařený, smažený, pečený), nebo být jako ingredience součást dalších produktů (hmyzí moučka) (Sogari a kol., 2017).

Už od prehistorických dob, kdy lidé ještě neměli nástroje pro lov ani farmaření (Kouřimská & Adámková, 2016) je hmyz konzumován v mnoha různých kulturách po celém světě (Sogari a kol., 2017), zejména v Africe, Asii, Americe a Austrálii. Lidé žili hlavně v teplých oblastech, kde je hmyz dostupný celoročně (Kouřimská & Adámková, 2016). Získáván je z lesů, vodních ekosystémů, pouští, zemědělských ploch a také z farem. Celosvětově asi 2 miliardy lidí (Sogari a kol., 2017) ve 113 zemích (Kouřimská & Adámková, 2016, Mlček a kol., 2014) konzumuje 1700 (Siemianowska a kol., 2013) až 2000 druhů hmyzu (Miglietta a kol., 2015; Sogari a kol., 2017, Kouřimská & Adámková, 2016). Nejvíce hmyzu je konzumováno v chudých zemích, kde je nedostatek výživné potravy (Siemianowska a kol., 2013), nejčastěji se jedná právě o zástupce z řádu brouků (Kouřimská & Adámková, 2016).

První zmínky o konzumaci hmyzu v Evropě pochází ze začátku 20. století a jeho popularita se příliš nezvýšila, přestože od té doby již uplynula poměrně dlouhá doba. V Evropě tvoří hmyz asi 2% z celkového příjmu potravy, zatímco v Americe až 39% a 30% v Africe. Malá konzumace hmyzu Evropany je zapříčiněna jejich skeptickým pohledem na tento druh potravy (Siemianowska a kol., 2013). Většina lidí odmítá myšlenku entomofagie hlavně kvůli kulturním předsudkům (Sogari a kol. 2017), vnímají hmyz jako něco nechutného, naprosto opomíjejíce jeho nutriční hodnotu. Velmi málo Evropanů bere hmyz jako plnohodnotné jídlo. Jsou ochotni akceptovat hmyz jako kulinářskou kuriozitu, ale ne jako regulérní zdroj bílkovin a dalších cenných živin v lidské stravě (Siemianowska a kol., 2013). Entomofagie byla v západní kultuře vždy považována za „venkovskou“ a „barbarskou,“ nicméně

v Evropě a USA v poslední době vzrůstá zájem o produkty z hmyzu a to díky výzkumným institutům, potravinářskému průmyslu a zákonodárcům, kteří věnují zvýšenou pozornost produkčnímu procesu těchto živočichů. V některých evropských zemích (Belgie, Nizozemí) je od roku 2014 hmyz dokonce prodáván v supermarketech. .

Vzhledem k rapidně rostoucí lidské populaci, globálnímu oteplování, rozmachu moderní civilizace a s tím spojené degradaci životního prostředí je vhodné uvažovat o alternativním zdroji potravy (Kouřimská & Adámková, 2016), jehož produkce bude vyžadovat menší množství energie a bude produkovat menší množství odpadu a skleníkových plynů než typicky živočišná výroba (například chov prasat, skotu nebo drůbeže) (Kouřimská & Adámková, 2016). Chov hmyzu pro lidskou spotřebu má mnoho výhod - nepředstavuje takovou zátěž pro prostředí a je levnější, takže zisk převyšuje náklady. Je účinnější než chov hospodářských zvířat, vyžaduje méně prostoru a produkuje méně odpadu. Navíc má hmyz lepší schopnost přeměny rostlinné hmoty na živočišnou biomasu než velká zvířata (Siemianowska a kol., 2013., Kouřimská & Adámková, 2016). U poikilotermního hmyzu je vyšší účinnost přeměny krmiva než u homeotermních zvířat (Han, 2016).

Sogari a kol. ve své studii pro *International Journal of Gastronomy and Food Science* z roku 2017 zjišťoval postoj k entomofagii 109 respondentů z řad italských studentů v oboru gastronomie. K pokusu použil sušenky, ve kterých nahradil 10% klasické mouky moukou z cvrčků druhu *Acheta domesticus*. Názor studentů byl rozdělen dvěma směry. 47% z nich mělo za to, že by se entomofagie mohla stát v Itálii kulinářským trendem, zatímco druhá polovina se domnívala, že by tato praktika neměla úspěch. Většině z nich (73%) připadal hmyz křupavý, bez chuti a zápachu a 65% si myslelo, že chuť hmyzu je velmi podobná ostatním ingrediencím, které byly k přípravě sušenek použity. Více než polovina respondentů ale zároveň uvedla, že požívání hmyzu by nebylo schvalováno ani podporováno jejich rodinami a přáteli. Právě negativní přístup jejich okolí je od pravidelné konzumace hmyzu odrazuje.

Na výsledek tohoto experimentu mohlo mít vliv to, že studenti gastronomie jsou na novinky zvyklí a mají zájem nové věci zkoušet. Netíhnou tolik k neofobii (= strach z (konzumace) něčeho nového) jako širší populace. Chceme-li zařadit hmyz do jídelníčku více lidí, musíme je s ním seznámit, například formou bufetů. Ukazuje

se totiž, že stačí překonat prvotní odpor a lidé jeví větší ochotu k další konzumaci (Sogari a kol., 2017).

Toto zjištění potvrzuje i Bednářová a kol. (2013), která ve své studii tento trend zkoumala přímo v České Republice. I podle jejích zjištění lidé, kteří chodili na „hmyzí bankety“ opakovaně, byli ochotnější ochutnávat znovu. V tomto případě respondenti hodnotili larvy *Z. morio* jako třetí nejpříjemnější ze sedmi nabízených druhů hmyzu.

2.3 Možnosti využití potěmníků

Podle Kouřimské & Adámkové (2016) je v některých částech světa hmyz konzumován zaživa ihned po sběru. Mnohem humánnějším způsobem jak ho usmrtit je ale spařit ho vroucí vodou poté, co jsme ho nechali 1 – 3 dny vylačnit. Dále už se může zpracovávat vařením, pečením, smažením nebo sušením.

Senzorické vlastnosti jedlého hmyzu jsou důležitým aspektem v jeho konzumaci. Chuť hmyzu závisí hlavně na feromonech na povrchu jejich těla a částečně také na prostředí, ve kterém se vyvíjel, na složení jeho potravy. Pokud tedy hmyz spaříme, smyjeme feromony z povrchu jeho těla a bude bez chuti. Hmyz pak při vaření přejímá chuť ostatních ingrediencí (Kouřimská a & Adámková 2016).

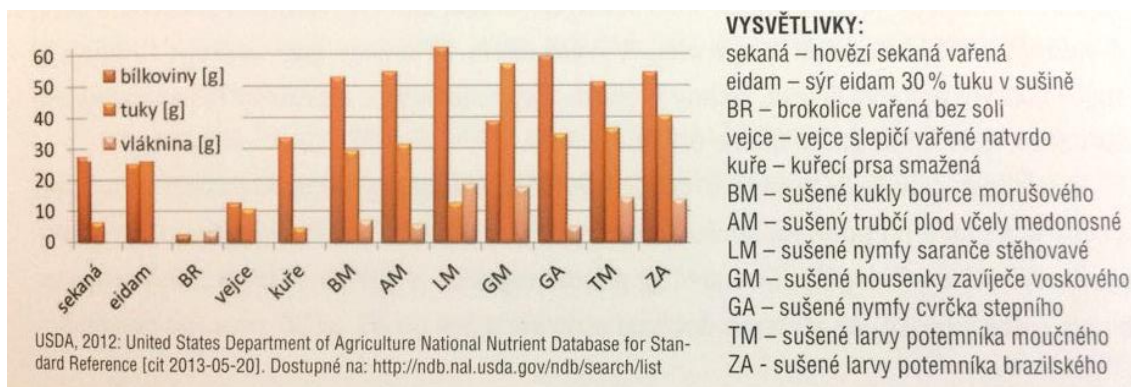
Dříve byl hmyz pojídán zaživa, od té doby ale způsob jeho servírování doznal mnoha změn. Sníst hmyz vcelku může být obtížné pro obyvatele západního světa, zatímco lidé v Asii si naopak potrpí na hmyz vcelku, který je na talíři rozpoznatelný.

Tam, kde si lidé odvykli hmyz konzumovat, preferují jeho zapracování do pokrmu tak, aby nebyl poznat. Ocení tak jen jeho nutriční hodnotu. Lidé zejména v Evropě a Severní Americe tedy mohou jíst hmyz, když tak říkají „nevědí, co jedí,“ samozřejmě s výjimkou těch, kteří jsou alergičtí.

Tyto faktory napovídají, že by hmyz mohl být zpracováván na prášek, čímž se jeho původní (odpudivá) forma stane nerozeznatelnou (Mlček a kol., 2014)

Průměrná kalorická hodnota hmyzu odpovídá tučnému vepřovému masu a to díky vysokému obsahu tuku, který se ale svým obsahem nenasycených mastných kyselin podobá spíš tuku rybímu. Exoskelet, vnější kostra hmyzu, je tvořen chitinem, který je pro většinu lidí nestravitelný. Jedná se o polysacharid svým složením

podobný celulóze a také patří mezi vlákniny. Dostatek vlákniny v potravě zlepšuje funkce trávicího ústrojí, snižuje hladinu cukru a cholesterolu, a protože podporuje peristaltiku střev, čímž urychluje průchod tráveniny, pomáhá také předcházet rakovině tlustého střeva. Obrázek č. 1 porovnává obsah tuku, bílkovin a vlákniny některých potravin a hmyzu (Borkovcová a kol., 2015).



Obrázek 1 Srovnání množství tuku, bílkovin a vlákniny na 100 gramů sledovaných druhů hmyzu a běžných potravin (Borkovcová a kol., 2015)

V případě potemníka brazilského (*Z. atratus*) se ale tuk skládá z nasycených mastných kyselin a tak se podobá spíše vepřovému sádlu (Borkovcová a kol., 2015).

Xiaoming a kol. (2010) zkoumal obsah proteinu u 100 druhů jedlého hmyzu a jeho obsah se pohyboval mezi 13% a 81%, přičemž stravitelnost těchto proteinů je 76 – 96%, což jsou jen o něco nižší hodnoty než pro protein vajec (95%) nebo hovězího masa (98%).

Mlček a kol (2014) doporučuje konzumovat v Evropě místní druhy hmyzu, protože jejich dovozem můžeme způsobit nedostatek v místě původu a navíc vynakládáme energii na neekologickou přepravu. Lidé si stále více uvědomují možnost využití hmyzu jako potravin nebo krmiva, navíc se ukazuje, že by mohl mít potenciál také jako hodnotná potravina při dlouhodobém pobytu ve vesmíru.

V praxi může být sušený hmyz semlet na prášek a jako ingredience bohatá na bílkoviny a tuky přidáván do různých pokrmů. Například tortilla z kukuřičné mouky s přidávkem prášku ze sušených larev *T. molitor* byla velice dobře přijata, o 2% se zvýšil podíl bílkovin a o 1% obsah tuku (Mlček a kol., 2014).

Většina lidí navíc jí hmyz aniž by o tom věděli, protože je téměř nemožné vyhnout se kontaminaci potravin, je tedy jasné, že i lidé, kteří nemají hmyz rádi, ho už někdy jedli. Hmyz by mohl být také alternativou pro vegetariány, někteří z nich

ho přijímají a nemají ho za druh masa. Lidská populace exponenciálně roste a podle názoru expertů jsme velice blízko ke globální potravinové krizi a hladomoru.

Současné řízení zemědělské produkce dosahuje svých limitů (Mlček a kol., 2014).

I Belluco a kol. (2013) také vidí přínos jedlého hmyzu v nakrmení hladovějících a to včetně HIV pozitivních jedinců, kteří v boji proti imunologickému poškození potřebují vysoce kvalitní výživu.

2.4 Rizika spojená s konzumací hmyzu

Podle Hana a kol. (2016) zahrnují potenciální škodlivé účinky konzumace *T. molitor* mikrobiální a chemická nebezpečí, alergii a toxicitu. Kromě toho je možné, vyvinou si alergickou citlivost i při dlouhodobé expozici u osob s atopií (alergická přecitlivělost) v předchozí anamnéze. Tato studie sledovala potenciální hypersenzitivitu a subchronickou toxicitu u potkanů, kteří dostávali lyofilizované larvy v prášku po dobu 90 dnů.

Vzorky byly také testovány na přítomnost bakterií *Escherichia coli* a *Salmonella* spp. a těžkých kovů Pb, Hg, As a Cd. Nebyly zjištěny žádné patogeny, které by mohly způsobit otravu jídlem a nepodařilo se zjistit ani přítomnost Pb, As a Cd. Koncentrace rtuti byla navíc pouze 0,03 mg/kg, tedy nižší než udává standard pro potraviny (Han a kol, 2016).

Byly hlášeny kontaktní i respirační formy alergických reakcí na různé druhy „moučných červů“ i rovnokřídlého hmyzu. Kromě toho má čeled' Tenebrionidae potenciál jako alergen pro pracovníky zpracování obilnin a obilných produktů.

Teoreticky může alergii způsobit jakákoliv potravina. Alergii vyvolávají i běžné potraviny jako je kravské mléko, vejce a arašídny. Těmito alergiemi trpí asi 4 % populace. Tyto alergie ale nejsou považovány za život ohrožující a nezpůsobují závažné klinické projevy. Přestože Han a kol. (2016) testovali alergické reakce pouze v omezených podmínkách, nezaznamenali žádnou imunitní odpověď, má se tedy za to, že potencionální přecitlivělost na jedlý hmyz je velmi vzácná.

Belluco a kol. (2013) připouští, že alergie se mohou objevit a to i po prvním vystavení alergenu, je to ale málo pravděpodobné vzhledem k tomu, že hmyz a jejich části jsou běžným kontaminantem potravin.

I podle Sogariho a kol. (2017) je konzumace správně připraveného hmyzu bezpečná a navíc mimořádně přínosná pro kvalitní stravování.

Borkovcová a kol. (2015) a Kouřimská & Adámková (2016) ale upozorňují, že hmyz by neměli jíst lidé alergičtí na mořské plody, protože složení exoskeletu je podobné jako u mořských živočichů – tvoří ho chitin. Pokud nejsou lidé přímo alergičtí, může se ještě objevit intolerance (nesnášenlivost) k chitinu, vzhledem k nedostatečnému množství hormonu chitinázy, který by exoskelet rozložil.

Kromě toho můžou alergickou reakci u celiaků trpících vážnější formou alergie na lepek, vyvolat druhy chované na otrubách (nebo jiném substrátu obsahujícím lepek), pokud na povrchu jejich těla nebo v trávicím traktu zůstane zbytek tohoto alergenu.

Borkovcová a kol. (2015) zároveň důrazně odrazuje od konzumace syrového, nebo dokonce živého hmyzu bez tepelné úpravy. Hmyz může mít na sobě plísně nebo škodlivé bakterie a některé druhy mohou dokonce obsahovat vývojová stadia tasemnic přenosných na člověka. Existují také druhy pro člověka jedovaté, nebo druhy, které se živí něčím, co může člověku uškodit, proto je nutné vždy konzumovat jen ověřené druhy a dbát důkladné tepelné úpravy. Poté je doporučeno hmyz ihned spotřebovat, protože už po dvou hodinách se začíná kazit a může být nezdravý.

2.5 Spotřeba vody v produkci jedlého hmyzu – „water footprint“

Voda je základním zdrojem života a lidského rozvoje a v současné době se stále více mluví o jejím nedostatku. Odhaduje se, že zemědělství je zodpovědné za 70% celosvětového odběru vody a téměř třetina z toho se připisuje živočišné výrobě (a třetina z toho se týká hovězího dobytka). Živočišná výroba dnes způsobuje velké ekologické škody, jako jsou emise skleníkových plynů, acidifikace, nitrifikace, eroze půdy, eutrofizace, ztráta biologické rozmanitosti a globální stres sladké vody. Kromě toho FAO (Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství) předpokládá, že celosvětová produkce a spotřeba masa se v porovnání s rokem 2000 do roku 2050 zdvojnásobí. Toto zvýšení bude mít další negativní dopad na množství dostupné sladké vody (Miglietta a kol., 2015). Entomofagie by také pomohla redukovat množství použitých pesticidů v zemědělství. Mimo to má chov hmyzu oproti pěstování rostlin i ekonomické výhody (Kouřimská & Adámková, 2016).

Podle FAO světová populace do roku 2050 dosáhne hranice 9 miliard lidí. To bude znamenat o polovinu větší potřebu potravin (Kouřimská & Adámková, 2016), zejména živočišných bílkovin (z hovězího, vepřového, drůbeže a ryb), a větší důsledky pro sladkovodní zdroje, životní prostředí a jeho udržitelnost. V tomto kontextu je mimo jiné potřeba přehodnotit současné stravovací návyky, aby byl tlak na sladkovodní zdroje snížen. Zásoby sladké vody na naší planetě jsou rozhodující pro přežití druhů a lidský rozvoj v příštích generacích, proto je potřeba kvantifikovat a zohlednit spotřebu vody potřebnou k výrobě určitého zboží (Miglietta a kol., 2015).

„Water footprint“ (= „vodní stopa“) se skládá ze tří složek: modrá voda,, nebo-li zavlažovací voda; zelená voda, což je voda dešťová používaná zejména rostlinami; šedá voda, tedy množství vody potřebné ke zředění znečišťujících látek. Z těchto tří složek je rozhodně za problémy životního prostředí (spotřeba vodních zdrojů, ztráta zemědělské půdy a salinizace) nejvíce zodpovědná modrá voda.

Vodní stopa živého zvířete obecně sestává z různých složek: nepřímá vodní stopa krmiva, přímá vodní stopa související s pitnou vodou a provozní voda spotřebovaná během zemědělské fáze. Vodní stopa zvířete je vyjádřena takto:

$$WF_{\text{animal}} = WF_{\text{feed}} + WF_{\text{drink}} + WF_{\text{serv}}$$

kde WF_{feed} , WF_{drink} a WF_{serv} představují vodní stopu zvířete ve vztahu ke krmivu, pitné vodě a spotřebě servisní vody, která se používá například k čištění hospodářského dvora a provádění dalších činností nezbytných pro výrobní proces. Vodní stopa zvířete a její tři složky může být vyjádřena jako $\text{m}^3/\text{rok}/\text{zvíře}$ nebo počítá-li se na celý život zvířete, pak jen $\text{m}^3/\text{zvíře}$. Známe-li spotřebu vody na tunu výnosu plodin, kterými krmíme larvy potěmníků a množství krmiva spotřebované za rok, případně za život larvy, můžeme zjistit i spotřebu v m^3/t výnosu larev (po přičtení spotřeby servisní vody podle vzorce výše). Vynásobením této hodnoty průměrnou hmotností jedné larvy získáme vodní stopu jednoho jedince. Tuto hodnotu je možné dále vztáhnout na jeden rok života larvy a následně i na obsah sušiny (43 %) a průměrné procento surových proteinů v sušině (45 %) (Miglietta a kol., 2015).

Surový protein v sušině se odhaduje jako celková koncentrace dusíkatých látek vynásobená koeficientem, který reprezentuje koncentraci dusíku v průměrném proteinu (6,25). V případě hmyzu se dusík vyskytuje jak v proteinech, tak

i v exoskeletu, vázaný na chitin. Dusík vázaný v chitinu byl již měřen pro *T. molitor* a *Z. morio* a odpovídá 5-6 % celkového dusíku (Miglietta a kol., 2015).

Protože se vodní stopa larev jedlého hmyzu skládá především z vodní stopy jejich krmiva, je jeho složení důležitý faktor. Vodní stopa jedlých larev byla stanovena na 4341 m³/t výnosu. Pro porovnání, hovězí dobytek spotřebuje 631 m³/rok/zvíře, prasata 521 m³/rok/zvíře, brojleři 26 m³/rok/zvíře a jedlé larvy kvůli své velmi nízké hmotnosti 0,003 m³/rok/zvíře (Miglietta a kol., 2015).

I když se vodní stopa jedlých larev může zdát vyšší než u jiných zvířat, je důležité zdůraznit, že požitelná část jedlých larev se rovná 100 % jejich hmotnosti, protože lidé konzumují celé zvíře na rozdíl od jiných potravin. Porovnáváme-li tedy pouze požitelnou část živých zvířat, je zřejmé, že hodnoty pro jedlé larvy jsou srovnatelné s kuřecím masem a jsou nižší než u všech ostatních kategorií masa (Miglietta a kol., 2015).

Pokud se podíváme na spotřebu vody s ohledem na zisk proteinů, zjistíme, že vodní stopa na gram bílkovin pro hovězí, vepřové a kuřecí maso je větší než u jedlých larev, jak je uvedeno v tabulce č. 1. Spotřeba vody na gram bílkovin je u jedlých larev 5x nižší než u hovězího masa a je dokonce nižší než spotřeba v kuřecího (Miglietta a kol., 2015).

Tabulka 1 Porovnání vodní stopy při produkci různých druhů masa (Miglietta a kol., 2015)

Potravina	Vodní stopa na požitelnou tunu (m ³ /t)	Obsah proteinu (g/poživatelný kg)	Vodní stopa na jednotku nutriční hodnoty (l/g proteinu)
Jedlé larvy	4 341	186	23
Vepřové	5 988	105	57
Kuřecí	4 325	127	34
Hovězí	15 415	138	112

3 Metodika

Larvy, které jsem po pokus získala, byly chovatelem odebrány od rodičovských brouků 16. 7. 2018 a pokus jsem začala 3. 9. 2018, kdy byly larvy asi 1,5-2,5 cm velké a 2 měsíce staré. Základní substrát tvořily piliny (asi 1/3 krabičky), které jsem získala přímo z pily. Musely být totiž přírodní, nikoliv kupované nebo od truhláře, neboť v takových se mohou vyskytovat zbytky chemikálií. Piliny jsou vzdušné a slouží k tomu, aby se larvy nedusily v obilných šrotech, které jsou příliš jemné. Zvolili jsme dva krmné substráty s obsahem lepku: pšeničný a ječný šrot, a dva bez lepku: kukuřičný šrot a rýžovou mouku. Pro každý substrát jsem provedla 9 opakování. Do každé krabičky o objemu 250 ml jsem na začátku umístila 15 larev o průměrné celkové hmotnosti 1,08 g (směrodatná odchylka 0,02). Víčka krabiček jsem opatřila otvory pro přístup vzduchu, aby se prostředí nezapařovalo, ale aby zároveň larvy nemohly uniknout. Pro pokus jsem tedy připravila 36 krabiček s 540 larvami. Všechny krabičky jsem umístila na dno akvária. Jako zdroj tepla jsem použila keramické topné těleso o výkonu 60 W (larvy potměnků jsou světloplaché a vytápění žárovkou proto nepřicházelo v úvahu). Tímto bylo akvárium vytopeno na 25 – 26 °C. Optimální teplota pro chov larev je sice 28-30°C, po poradě s chovatelem jsem se ale dozvěděla, že nižší teplota je dostačující a larvy si dokáží „přitopit“ svým metabolickým teplem. Topila jsem 12 hodin denně, od 7:00 do 19:00. V noci jsem nechala teplotu v akváriu klesnout na pokojovou, tedy 20 – 21 °C. Akvárium jsem zakryla dvěma skleněnými deskami, aby byla teplota uvnitř co nejstabilnější a teplo neunikalo ven. Topné těleso bylo zavěšeno uprostřed, a proto jsem na zadní stěnu akvária umístila ještě 3 větráky (z chladicí desky pro notebook), aby bylo teplo distribuováno a nedocházelo k teplotnímu gradientu. Pro všechny vzorky tak byla zajištěna stejná teplota, tu jsem průběžně kontrolovala pomocí rtuťového teploměru.

Larvy jsem vážila dvakrát za měsíc, tedy zhruba po patnácti dnech, pomocí kapesní váhy. V tento den jsem také vždy doplnila krmivo, do všech krabiček jsem dala stejně velký kousek chemicky neošetřeného jablka (2 g), které je nezbytné jako zdroj tekutin. Vodu jsem nastříkala i rozprašovačem přímo do substrátu, aby byla zajištěna potřebná vlhkost (důležitá pro správný svlek larev).

Experiment přežilo 467 larev (86,5 %). Na přežití larev neměl substrát vliv. Po ukončení experimentu jsem náhodně vybrala z každé krabičky 5 přeživších larev, celkem tedy 45 pro každý substrát. Larvy byly po 36 hodinovém vylačnění usmrceny mrazem a předány k rozborům výživových hodnot do laboratoře. Pro porovnání jsem nechala udělat stejný rozbor i pro larvy přímo od dodavatele, které experimentem neprošly.

Růst larev byl hodnocen pomocí hierarchické anovy, a to jak růst absolutní, tak i relativní přírůstek mezi jednotlivými měřeními. V obou případech byly naměřené hodnoty podrobeny Tukey post-hoc testu v programu Statistica 13.

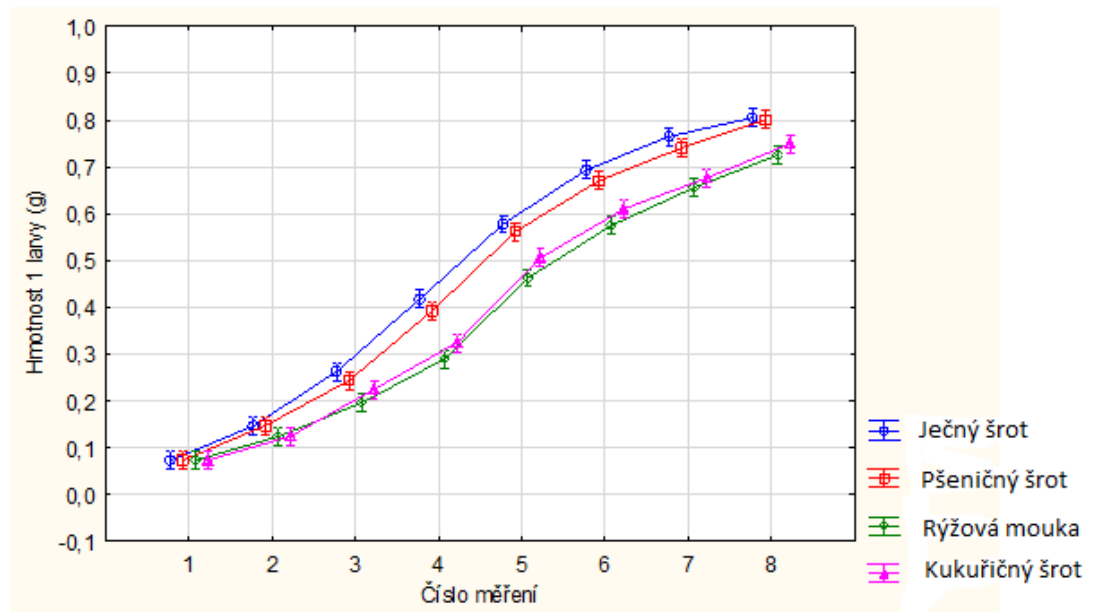
4 Výsledky

Z výsledků vyplývá, že typ substrátu má vliv na hmotnost larvy ($F(28, 256) = 1098,2; p < 0,05$; graf 1). Larvy živící se substráty obsahujícími lepek (ječmen, pšenice) rostly rychleji, než larvy živící se substráty bez lepku (rýže, kukuřice; tabulka 2).

Tabulka 2 Výsledná průměrná hmotnost jedné larvy na použitých substrátech

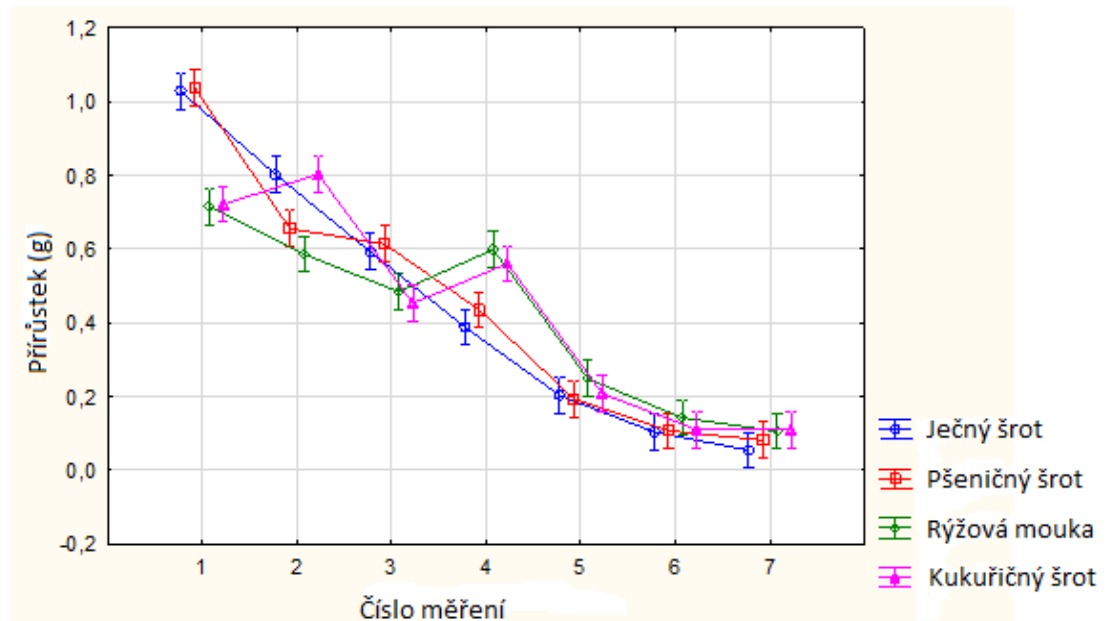
	Průměrná hmotnost jedné larvy (g)	Směrodatná odchylka
Ječný šrot	0,8048	0,0340
Pšeničný šrot	0,8005	0,0351
Rýžová mouka	0,7248	0,0435
Kukuřičná mouka	0,7493	0,0447

Následný Tukeyho post-hoc test ukazuje statisticky významný rozdíl mezi ječným šrotem (substrát č. 1) a rýžovou moukou (substrát č. 3) již u třetího měření (graf 1; tab. 1 v příloze). Od čtvrtého po sedmé měření je pak statisticky významný rozdíl mezi substrátem č. 1 a 3; 1 a 4 (kukuřičný šrot); 2 (pšeničný šrot) a 3 a mezi substrátem č. 2 a 4. Mezi substráty č. 1 a 2 a substráty č. 3 a 4 rozdíly nejsou. V posledním, osmém měření je statisticky významný rozdíl pouze mezi substrátem č. 1 a 3; 1 a 4 a mezi substráty 2 a 3. Jednotlivé larvy se na konci měření začínaly kuklit napříč všemi substráty, z čehož vyplývá, že pro jejich další vývoj není tolik kritická hmotnost (velikost), ale čas.



Graf 1 Porovnání průměrné hmotnosti larev během vývoje na různých substrátech

Rychlost růstu (tedy procentuální přírůstek hmotnosti mezi jednotlivými měřeními) se během vývoje zpomaluje a statistické rozdíly v rychlosti růstu mezi substráty byly zjištěny pouze v první polovině vývoje larev ($F(24, 224) = 164,32$; $p < 0,05$; graf 2). Z výsledků Tukey post-hoc testu vyplývá, že na úrovni pravděpodobnosti $p < 0,05$ je v prvním měření statisticky významný rozdíl mezi substráty s lepkem a substráty bez lepku. Rozdíly se objevují v celé první polovině měření. Od pátého měření se růst larev zpomaluje a na úrovni pravděpodobnosti $p < 0,05$ už statistický rozdíl není významný.



Graf 2 Porovnání hmotnostního přírůstku larev mezi jednotlivými měřeními

Laboratorní analýzou byly získány výsledky uvedené v tabulce č. 3.

Ve vzorcích nebyla prokázána přítomnost lepku. Výsledky jsou uvedeny v % sušiny.

U stanovení dusíkatých látek a bílkovin byl použit faktor 6,25.

Tabulka 3 Analytické složení vzorků larev

Vzorek	Původní sušina	NL (dusíkaté látky)	Bílkovina	Tuk	NDF (neutrálně detergentní vláknina)
Původní vzorek	41,96	45,74	39,51	41,52	9,44
Ječný šrot	43,91	38,82	34,01	51,08	9,22
Pšeničný šrot	43,61	38,93	33,86	49,42	8,96
Kukuřičný šrot	44,42	34,56	30,45	54,42	9,09
Rýžová mouka	46,58	29,23	25,19	61,14	8,65

5 Diskuze

Larvy krmené ječným a pšeničným šrotem v mém pokusu rostly rychleji než larvy krmené kukuřičným šrotem a rýžovou moukou, tedy stravou bezlepkovou. Krmit larvy hůře dostupnou bezlepkovou stravou tedy z tohoto pohledu nemá význam.

Jelikož se ukázalo, že larvy asi v polovině vývoje svůj růst zpomalují, pro případného chovatele by mohlo být výhodnější „sklízet“ larvy ještě před dovršením plného vzrůstu. Je totiž otázkou jestli by se investovaný čas navíc vyplatil, vzhledem k výsledné výtěžnosti larev.

Porovnáme-li složení larev získaných pokusem se složením původních larev od chovatele, zjistíme, že původní larvy jsou o 5-15 % bohatší na bílkoviny a obsahují o 8-20 % méně tuku

Z toho vyplývá, že ani jeden ze zkoumaných substrátů není pro výživu larev nejvhodnější sám o sobě. Původní larvy mají vyváženější nutriční složení, chovatel používá směs, která je jeho obchodním tajemstvím. Pro člověka ani terarijní zvířata není vhodné žít se potravou s příliš vysokým obsahem tuku, ačkoliv je to také důležitý zdroj energie (Bednářová a kol., 2013).

Myslím si ale, že i „tučný“ hmyz by mohl mít své využití. Napadlo mě, že by se z něho mohl dát lisovat olej – to je podnět k dalšímu bádání. V tomto případě by krmení např. rýžovou moukou mělo své opodstatnění, protože larvy pak obsahovaly 61 % tuku v sušině.

Kuntadi a kol. (2018) ve své studii porovnává nutriční hodnoty šesti druhů jedlého hmyzu včetně druhu *Zophobas morio*. Larvy v jeho studii obsahují 49,96 % proteinů a pouze 28,98 % tuků. Porovnáme-li tato čísla se složením druhu *Valanga nigricornis*, je rozdíl ještě výraznější. Tento druh saranče obsahoval 76,69 % bílkovin a jen 6,90 % tuků. Kromě druhu byl rozdíl i v tom, že v případě potemníka se jednalo o larvy odchované v zajetí a v případě saranče dospělce odchycené z volné přírody. Na výsledné složení hmyzu může mít podle Kouřimské & Adámkové (2016) vliv vývojové stadium, původ a způsob přípravy ke konzumaci. Larvy a kukly jsou obecně bohatší na energii, obsahují více tuku než dospělci.

V této práci byly zjišťovány také nutriční hodnoty larev potěmníka moučného (*Tenebrio molitor*). Ten podle této studie obsahoval méně proteinů i tuků než *Zophobas morio* – 38,30 % a 26,72 %, ale vyšší množství sacharidů – 26,25%, oproti 14,21 % u *Z. morio*. V mé práci ale bohužel obsah sacharidů zjišťován nebyl.

Jones (1972) uvádí podíl nutričních látek vzhledem k původní hmotnosti larvy. Obsah těchto složek – protein 22,32 %, tuk 14,96 %, přepočítáno na procenta sušiny tato čísla přibližně odpovídají *Kuntadiho* výsledkům, který už se sušinou pracoval.

Bednářová a kol. (2013) zjistila v larvách *Z. morio* 54,25% proteinu a 40,26% tuku, dosáhla tedy lepšího poměru než jakých bylo dosaženo v této práci, spíše se blíží hodnotám původního vzorku. Její hodnocení larev *T. molitor* dopadlo podobně – 50,86% proteinu a 36,10% tuku. *Bednářová a kol.* také hodnotila, kolik vlhkosti jednotlivé druhy hmyzu obsahují a larvy *Z. morio* měly ze zkoumaných druhů vlhkost nejnižší – 59,47%. To znamená výhodu při sušení a urychlení výrobního procesu při zpracování na moučku. V mém případě byla vlhkost o několik procent nižší. *Miglietta a kol. (2015)* ale uvádí podíl sušiny 43%, což se shoduje s mými výsledky.

Han a kol. (2016) zkoumali kromě zdravotních rizik konzumace *T. molitor*, také nutriční složení jeho larev. Obsah proteinů byl 48,26 % a 35,81 % tuku, což je výsledek, který se neshoduje ani s mou prací, která ale zkoumá druh *Z. morio*, ovšem ani s prací jiných autorů, kteří stejný druh zkoumali. Bylo by potřeba zjistit a porovnat, čím byly larvy v jednotlivých studiích krmeny, aby bylo možné zjistit, čím je tento rozdíl způsoben.

Z výsledků laboratorní analýzy vyplývá, že larvy žádný lepek neobsahují. To je logický výsledek, lepek se během trávení v těle larvy rozkládá na jednotlivé aminokyseliny, ze kterých je vytvořena bílkovina nová. Dalo by se tedy říct, že larvy potěmníků jsou vhodné pro bezlepkovou dietu. *Borkovcová a kol. (2015)* ale varuje, že zbytkové množství substrátu na těle nebo v trávicím traktu hmyzu může vyvolat alergickou reakci u osob trpící vážnější formou této alergie. Doporučuji tedy larvy před konzumací řádně vylačnit a omýt.

Druh *Z. morio* jsem si k výzkumu vybrala proto, že je „masitější“ než jeho běžnější příbuzný *T. molitor*. Během výzkumu jsem ale dospěla k závěru, že

T. molitor bude zřejmě k masové produkci vhodnější – jeho chov nevyžaduje tak vysoké teploty jako *Z. morio* a larvy se kuklí i v přítomnosti ostatních. Oproti tomu u *Z. morio* se larvy ve velkých počtech nekuklí – musí se od sebe oddělovat a to by případnou produkci značně zpomalovalo. I podle Bednářové a kol. (2013) je *T. molitor* pro entomofagii nezbytným druhem, už jenom kvůli jednoduchosti jeho chovu. 30% jejích respondentů dokonce uvedlo, že s ním má osobní zkušenosti, což se může ukázat jako velká výhoda při jeho zavádění do lidské stravy. Chov *Z. morio* byl také vyhodnocen jako relativně snadný, ale zkušenost s ním mělo jen 0,2% respondentů. Dotazovaní by prý ani neměli problém larvy obou druhů zpracovat v kuchyni. Na druhou stranu měly tyto druhy nejhorší senzoričné hodnocení, přestože jsou konzumovány nejčastěji.

6 Závěr

V této práci jsme zkoumali, který ze zvolených substrátů je pro růst larev potemníků *Z. morio* nejvhodnější. Výsledky ukázaly, že na obou bezlepkových substrátech rostly larvy pomaleji, ale ve výsledné hmotnosti se statisticky nelišily od larev živících se substráty obsahujícími lepek. Ty rostly rychleji v první polovině měření, poté se rychlost růstu všech larev zpomalovala.

Laboratorní analýza umožnila porovnat nutriční hodnoty získaných larev s již známou literaturou. Obecně obsahovaly larvy méně proteinů a více tuků než ve výsledcích ostatních autorů a také než původní vzorek. Žádný lepek se ve výsledcích analýzy neobjevil, celiaci by přesto měli hmyz konzumovat obezřetně.

7 Seznam použité literatury

- Bednářová, M., Borkovcová, M., Mlček, J., Rop, O., & Zeman, L. (2013). Edible insects-species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*.
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., & Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 12(3), 296-313.
- Borkovcová, M., Bednářová, M., Fišer, V., Ocknecht, P., Václavík, M., Švejnoha, D. *Hmyz na talíři*. V Brně: Jota, 2015. ISBN 978-80-7462-915-0.
- Han, S. R., Lee, B. S., Jung, K. J., Yu, H. J., Yun, E. Y., Hwang, J. S., & Moon, K. S. (2016). Safety assessment of freeze-dried powdered *Tenebrio molitor* larvae (yellow mealworm) as novel food source: evaluation of 90-day toxicity in Sprague-Dawley rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 77, 206-212.
- Javorek, V. Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů. Praha: SPN, 1964.
- Jones, L. D., Cooper, R. W., & Harding, R. S. (1972). Composition of mealworm *Tenebrio molitor* larvae. *The Journal of Zoo Animal Medicine*, 3(4), 34-41.
- Kouřimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, 22-26.
- Kovařík, F. *Hmyz: chov, morfologie*. Jihlava: Madagaskar, 2000. ISBN 80-86068-24-2.
- Miglietta, P.P.; De Leo, F.; Ruberti, M.; Massari, S. Mealworms for Food: A Water Footprint Perspective. *Water* 2015, 7, 6190-6203.
- Mlček, J., Rop, O., Borkovcová, M., & Bednářová, M. (2014). A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64(3), 147-157.
- Novák, V. Brouci čeledi potěmníkovití (Tenebrionidae) střední Evropy: Beetles of the family Tenebrionidae of Central Europe. Praha: Academia, 2014. Zoologické klíče. ISBN 978-80-200-2338-4.

- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., & Jędras, M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences*, 4(06), 287.
- Sogari, G., Menozzi, D., & Mora, C. (2017). Exploring young foodies' knowledge and attitude regarding entomophagy: A qualitative study in Italy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 7, 16-19.
- Xiaoming, C., Ying, F., Hong, Z., & Zhiyong, C. (2010). Review of the nutritive value of edible insects. *Forest insects as food: humans bite back*, 85.
- Zahradník, J. *Brouci: [fotografický atlas]*. Praha: Aventinum, 2008. Fotografické atlasy. ISBN 978-80-86858-43-2.

		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028		,997 544	,000 028	,000 028	,458 525	,720 341	,459 539	,000 000			
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,121 528	,000 109	,000 028	,000 028	,997 544		,000 028	,000 997	,001 048	,004 432	,000 000	,000 000	
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 031	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,611 732	,000 000	,000 029	,174 886	,000 028	,000 028	,999 848		,000 028	,000 028	,000 180	,000 028	,000 028
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,999 999	,000 000	,000 028	,000 446	,000 028	,000 997	,999 848		,000 028	,000 028	,099 704	,000 061	
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,458 525	,001 048	,000 028	,000 028		,000 000	,000 030	,016 582		
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,720 341	,004 432	,000 028	,000 028	,000 000		,000 039	,053 012		
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,897 499	,018 769	,000 028	,000 028	,459 539	,000 000	,000 180	,099 704	,000 030	,000 039		,996 876	
		,000 028	,00002 8	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,0000 28	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,000 028	,013 142	,000 030	,000 028	,000 028	,000 000	,000 000	,000 028	,000 061	,016 582	,053 012	,996 876		

		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 303	,408 283	,000 023	,273 062	,046 474		,000 000	,564 951	,999 906	,174 519	,916 886	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 025	,037 729	,000 023	,018 687	,001 415	,000 000		,988 233	,000 000	,009 183	,307 082	,000 023	,000 023	,000 024	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 027	,000 023	,000 024	,000 023	,564 951	,988 233		,999 950	,000 023	,000 294	,000 061	,000 031	,017 209	,000 106	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,004 933	,000 023	,002 140	,000 122	,999 906	,000 000	,999 950		,000 952	,074 950	,000 023	,000 023	,000 051	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,159 138	,096 193	,000 024	,998 504	,000 000	,000 024	,000 000	,000 000	,174 519	,009 183	,000 023	,000 952		,999 999	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,002 969	,001 366	,000 023	,570 540	,000 000	,000 023	,000 000	,999 435	,916 886	,307 082	,000 294	,074 950	,999 999		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 061	,000 023	,000 023	,000 023		,000 000	,999 978	,000 000	,474 803	,542 675	,995 157	,613 180	,006 028	,104 894	,513 467	,619 950		
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 031	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023		,999 275	,000 000	,692 460	,754 137	,999 677	,811 536	,017 615	,218 243	,728 380	,816 698		
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 024	,017 209	,000 051	,000 023	,000 023	,999 978	,999 275		,999 998	,010 557	,014 626	,322 991	,020 286	,000 031	,000 636	,012 735	,020 928		
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 106	,000 023	,000 023	,000 023	,000 000	,000 000	,999 998		,365 780	,428 817	,985 639	,497 523	,003 311	,067 801	,401 334	,504 308		
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,474 803	,692 460	,010 557	,365 780		,000 000	,999 999	,000 000	,999 847	,000 000	,000 000	,000 000	,000 000

		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,542 675	,754 137	,014 626	,428 817	,000 000		,000 000	,000 000	,999 579	,000 000	,000 000	,000 000
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,995 157	,999 677	,322 991	,985 639	,999 999	,000 000		,000 000	,737 891	,996 168	,000 000	,000 000
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,613 180	,811 536	,020 286	,497 523	,000 000	,000 000	,000 000		,998 922	,000 000	,000 000	,000 000
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,006 028	,017 615	,000 031	,003 311	,999 847	,999 579	,737 891	,998 922		,000 000	,999 724	,998 825
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,104 894	,218 243	,000 636	,067 801	,000 000	,000 000	,996 168	,000 000	,000 000		,000 000	,000 000
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,513 467	,728 380	,012 735	,401 334	,000 000	,000 000	,000 000	,000 000	,999 724	,000 000		,000 000
		,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,000 023	,619 950	,816 698	,020 928	,504 308	,000 000	,000 000	,000 000	,000 000	,998 825	,000 000	,000 000	

Příloha č. 3: Záznam měření praktické části

Číslo měření	Substrát	Opakování	Celková hmotnost (g)	Počet larev	Hmotnost 1 larvy (g)
1	1	1	1,05	15	0,07
1	1	2	1,1	15	0,07333
1	1	3	1,08	15	0,072
1	1	4	1,06	15	0,07067
1	1	5	1,05	15	0,07
1	1	6	1,11	15	0,074
1	1	7	1,08	15	0,072
1	1	8	1,06	15	0,07067
1	1	9	1,1	15	0,07333
2	1	1	2,12	15	0,14133
2	1	2	2,17	15	0,14467
2	1	3	2,04	15	0,136
2	1	4	2,04	14	0,14571
2	1	5	2,41	15	0,16067
2	1	6	2,2	15	0,14667
2	1	7	2,15	14	0,15357
2	1	8	1,87	14	0,13357
2	1	9	2,2	15	0,14667
3	1	1	4,39	15	0,29267
3	1	2	3,81	15	0,254
3	1	3	3,53	15	0,23533
3	1	4	3,66	14	0,26143
3	1	5	4,31	15	0,28733
3	1	6	3,84	15	0,256
3	1	7	3,72	14	0,26571
3	1	8	3,45	14	0,24643
3	1	9	3,86	15	0,25733
4	1	1	7,03	15	0,46867
4	1	2	6,46	15	0,43067
4	1	3	5,87	15	0,39133
4	1	4	5,46	14	0,39
4	1	5	7,36	15	0,49067
4	1	6	5,72	15	0,38133
4	1	7	5,62	14	0,40143
4	1	8	5,29	14	0,37786
4	1	9	6,32	15	0,42133
5	1	1	9,62	15	0,64133
5	1	2	9,08	15	0,60533
5	1	3	8,32	15	0,55467
5	1	4	7,7	14	0,55
5	1	5	9,18	15	0,612

5	1	6	7,68	14	0,54857
5	1	7	8,08	14	0,57714
5	1	8	7,42	14	0,53
5	1	9	8,62	15	0,57467
6	1	1	10,89	15	0,726
6	1	2	10,59	15	0,706
6	1	3	10,3	15	0,68667
6	1	4	8,8	13	0,67692
6	1	5	10,76	15	0,71733
6	1	6	9,64	14	0,68857
6	1	7	9,63	14	0,68786
6	1	8	9,18	14	0,65571
6	1	9	10,38	15	0,692
7	1	1	11,76	15	0,784
7	1	2	11	14	0,78571
7	1	3	11,12	15	0,74133
7	1	4	9,31	13	0,71615
7	1	5	11,93	15	0,79533
7	1	6	10,9	13	0,83846
7	1	7	10,16	14	0,72571
7	1	8	10,49	14	0,74929
7	1	9	11,21	15	0,74733
8	1	1	4,48	6	0,74667
8	1	2	11,47	14	0,81929
8	1	3	11,94	15	0,796
8	1	4	9,98	13	0,76769
8	1	5	12,92	15	0,86133
8	1	6	4,09	5	0,818
8	1	7	11,28	14	0,80571
8	1	8	11,15	14	0,79643
8	1	9	9,99	12	0,8325
1	2	1	1,06	15	0,07067
1	2	2	1,08	15	0,072
1	2	3	1,06	15	0,07067
1	2	4	1,07	15	0,07133
1	2	5	1,12	15	0,07467
1	2	6	1,12	15	0,07467
1	2	7	1,09	15	0,07267
1	2	8	1,07	15	0,07133
1	2	9	1,07	15	0,07133
2	2	1	2,29	15	0,15267
2	2	2	2,12	15	0,14133
2	2	3	2,25	15	0,15
2	2	4	2,15	15	0,14333

2	2	5	2,2	15	0,14667
2	2	6	2,36	15	0,15733
2	2	7	2,06	14	0,14714
2	2	8	2,06	15	0,13733
2	2	9	2,04	14	0,14571
3	2	1	3,94	15	0,26267
3	2	2	3,67	15	0,24467
3	2	3	3,9	15	0,26
3	2	4	3,41	15	0,22733
3	2	5	3,75	15	0,25
3	2	6	3,55	15	0,23667
3	2	7	3,72	15	0,248
3	2	8	3,33	14	0,23786
3	2	9	3,28	15	0,21867
4	2	1	6,02	15	0,40133
4	2	2	6,13	16	0,38313
4	2	3	6,39	15	0,426
4	2	4	5,16	14	0,36857
4	2	5	5,7	14	0,40714
4	2	6	5,36	15	0,35733
4	2	7	6	14	0,42857
4	2	8	5,67	14	0,405
4	2	9	5,25	15	0,35
5	2	1	8,46	15	0,564
5	2	2	8,94	16	0,55875
5	2	3	9,09	15	0,606
5	2	4	7,54	14	0,53857
5	2	5	7,87	14	0,56214
5	2	6	7,34	14	0,52429
5	2	7	8,18	14	0,58429
5	2	8	8,31	14	0,59357
5	2	9	7,82	15	0,52133
6	2	1	10,73	15	0,71533
6	2	2	11,13	16	0,69563
6	2	3	10,29	15	0,686
6	2	4	7,97	13	0,61308
6	2	5	9,27	14	0,66214
6	2	6	9,05	14	0,64643
6	2	7	9,74	14	0,69571
6	2	8	9,62	14	0,68714
6	2	9	9,39	15	0,626
7	2	1	11,17	15	0,74467
7	2	2	12,57	16	0,78563
7	2	3	10,46	14	0,74714

7	2	4	9,33	13	0,71769
7	2	5	9,66	14	0,69
7	2	6	10,15	14	0,725
7	2	7	11,09	14	0,79214
7	2	8	10,8	14	0,77143
7	2	9	10,38	15	0,692
8	2	1	11,87	15	0,79133
8	2	2	13,34	16	0,83375
8	2	3	4,19	5	0,838
8	2	4	10,16	13	0,78154
8	2	5	10,61	14	0,75786
8	2	6	10,7	14	0,76429
8	2	7	12,02	14	0,85857
8	2	8	11,17	14	0,79786
8	2	9	10,94	14	0,78143
1	3	1	1,06	15	0,07067
1	3	2	1,06	15	0,07067
1	3	3	1,07	15	0,07133
1	3	4	1,05	15	0,07
1	3	5	1,09	15	0,07267
1	3	6	1,07	15	0,07133
1	3	7	1,09	15	0,07267
1	3	8	1,11	15	0,074
1	3	9	1,09	15	0,07267
2	3	1	1,87	15	0,12467
2	3	2	1,92	15	0,128
2	3	3	1,87	15	0,12467
2	3	4	1,88	15	0,12533
2	3	5	1,79	15	0,11933
2	3	6	1,82	15	0,12133
2	3	7	1,85	15	0,12333
2	3	8	1,91	15	0,12733
2	3	9	1,7	15	0,11333
3	3	1	3,31	15	0,22067
3	3	2	3,03	15	0,202
3	3	3	2,6	15	0,17333
3	3	4	2,72	14	0,19429
3	3	5	2,96	15	0,19733
3	3	6	2,79	15	0,186
3	3	7	3,08	15	0,20533
3	3	8	2,86	15	0,19067
3	3	9	2,59	14	0,185
4	3	1	5,16	15	0,344
4	3	2	4,49	15	0,29933

4	3	3	4,05	15	0,27
4	3	4	4,04	14	0,28857
4	3	5	4,07	15	0,27133
4	3	6	4,03	15	0,26867
4	3	7	4,29	15	0,286
4	3	8	4,44	15	0,296
4	3	9	3,89	14	0,27786
5	3	1	7,89	15	0,526
5	3	2	7,25	15	0,48333
5	3	3	6,37	15	0,42467
5	3	4	6,31	14	0,45071
5	3	5	6,34	15	0,42267
5	3	6	6,53	15	0,43533
5	3	7	6,87	15	0,458
5	3	8	7,67	15	0,51133
5	3	9	6,23	14	0,445
6	3	1	9,3	15	0,62
6	3	2	8,33	15	0,55533
6	3	3	8,6	15	0,57333
6	3	4	8,29	14	0,59214
6	3	5	8,27	15	0,55133
6	3	6	8,19	15	0,546
6	3	7	8,74	15	0,58267
6	3	8	8,7	15	0,58
6	3	9	7,95	14	0,56786
7	3	1	10,71	15	0,714
7	3	2	10,29	15	0,686
7	3	3	9,33	15	0,622
7	3	4	9,06	14	0,64714
7	3	5	9,44	15	0,62933
7	3	6	9,49	15	0,63267
7	3	7	9,64	15	0,64267
7	3	8	10,26	15	0,684
7	3	9	8,98	14	0,64143
8	3	1	11,94	15	0,796
8	3	2	11,77	15	0,78467
8	3	3	10,34	15	0,68933
8	3	4	9,89	14	0,70643
8	3	5	10,23	15	0,682
8	3	6	10,13	15	0,67533
8	3	7	10,66	15	0,71067
8	3	8	11,06	15	0,73733
8	3	9	10,38	14	0,74143
1	4	1	1,06	15	0,07067

1	4	2	1,06	15	0,07067
1	4	3	1,08	15	0,072
1	4	4	1,08	15	0,072
1	4	5	1,08	15	0,072
1	4	6	1,1	15	0,07333
1	4	7	1,06	15	0,07067
1	4	8	1,11	15	0,074
1	4	9	1,1	15	0,07333
2	4	1	1,56	15	0,104
2	4	2	1,84	15	0,12267
2	4	3	1,79	15	0,11933
2	4	4	1,98	15	0,132
2	4	5	1,82	15	0,12133
2	4	6	1,88	15	0,12533
2	4	7	1,78	14	0,12714
2	4	8	1,84	14	0,13143
2	4	9	1,87	14	0,13357
3	4	1	2,53	15	0,16867
3	4	2	3,45	15	0,23
3	4	3	3,23	15	0,21533
3	4	4	3,55	15	0,23667
3	4	5	3,32	15	0,22133
3	4	6	3,84	15	0,256
3	4	7	2,97	14	0,21214
3	4	8	3,51	14	0,25071
3	4	9	3,15	14	0,225
4	4	1	4	15	0,26667
4	4	2	4,86	15	0,324
4	4	3	4,8	15	0,32
4	4	4	5,12	15	0,34133
4	4	5	4,88	15	0,32533
4	4	6	5,24	15	0,34933
4	4	7	4,36	14	0,31143
4	4	8	4,67	14	0,33357
4	4	9	4,81	14	0,34357
5	4	1	6,33	15	0,422
5	4	2	7,67	15	0,51133
5	4	3	7,59	15	0,506
5	4	4	7,95	15	0,53
5	4	5	7,74	15	0,516
5	4	6	8,15	15	0,54333
5	4	7	6,71	14	0,47929
5	4	8	7,63	14	0,545
5	4	9	6,89	14	0,49214

6	4	1	7,76	15	0,51733
6	4	2	9,15	15	0,61
6	4	3	9,36	15	0,624
6	4	4	9,82	15	0,65467
6	4	5	9,36	15	0,624
6	4	6	9,75	15	0,65
6	4	7	8,35	14	0,59643
6	4	8	8,83	14	0,63071
6	4	9	8,11	14	0,57929
7	4	1	8,76	15	0,584
7	4	2	10,6	15	0,70667
7	4	3	10,03	15	0,66867
7	4	4	10,77	15	0,718
7	4	5	10,54	15	0,70267
7	4	6	10,79	15	0,71933
7	4	7	9,56	14	0,68286
7	4	8	9,7	14	0,69286
7	4	9	8,56	14	0,61143
8	4	1	10,23	15	0,682
8	4	2	6,79	9	0,75444
8	4	3	10,75	15	0,71667
8	4	4	11,68	15	0,77867
8	4	5	4,16	5	0,832
8	4	6	11,69	15	0,77933
8	4	7	3,59	5	0,718
8	4	8	10,63	14	0,75929
8	4	9	10,13	14	0,72357

1	3. 9.	S1	Ječný šrot
2	15. 9.	S2	Pšeničný šrot
3	3. 10.	S3	Rýžová mouka
4	18. 10.	S4	Kukuřičný šrot
5	2. 11.		
6	17. 11.		
7	1. 12.		
8	16. 12.		