

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství (FAPPZ)**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Nové trendy ve využití sladkovodních měkkýšů pro výživu  
a potravinářství**

**Diplomová práce**

**Bc. Šárka Tomanová**

**Výživa a potraviny (NUTRIM)**

**Vedoucí práce: Ing. Karel Douša, Ph.D.**

**© 2022 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Nové trendy ve využití sladkovodních měkkýšů pro výživu a potravinářství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2022

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Karlu Doudovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce, pomoc a trpělivost při zpracování této práce.

## **Nové trendy ve využití sladkovodních měkkýšů pro výživu a potravinářství**

### **Souhrn**

Tato diplomová práce řeší problematiku nových trendů ve využití sladkovodních měkkýšů pro výživu a potravinářství.

Cílem diplomové práce bylo poskytnout aktuální přehled rozsahu využití sladkovodních měkkýšů pro výživu a potravinářství spolu s novými trendy, popisem historického užití a zvážením potenciálu pro potravinářství.

I přes nevelké množství informací vztahujících se k danému tématu, byl zjištěn převážný zájem o tyto potraviny v zemích Asie, kde poznatky o konzumaci sladkovodních měkkýšů jsou spojeny s tradiční čínskou medicínou. Využití měkkýšů zahrnuje variabilní škálu možností od užití v lékařství po výživu člověka a zvířat. Zhodnotit bylo nutné též potenciální negativa konzumace, kdy potravinová alergie, obsah nežádoucích těžkých kovů, obsah antibiotik nebo nedokonalé skladování a zpracování by mohly přinést nevídané a nebezpečné účinky pro lidský organismus.

Vedlejším cílem bylo zhodnotit taxonomické rozložení měkkýšů využívaných jako potravina. Rozsáhlá rešerše ukázala na dominantní postavení Asie, co se konzumace sladkovodních měkkýšů i produkce týče. Zdaleka největší podíl na celkové asijské produkci sladkovodních měkkýšů má dlouhodobě Čína. Z dostupných dat vyplývá, že celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů klesá z důvodu snižující se produkce Číny, která je nicméně stále nejvýznamnějším světovým producentem. Námětem k dalšímu průzkumu by mohl být fakt, že Čína a v menší míře Filipíny, dlouhodobě výrazně snižují svou produkci při stoupajícím počtu obyvatel. Je otázkou proč k tomuto jevu dochází. Produkce ve zbytku světa je na dlouhodobě stagnující úrovni.

Rešerše obecně poukázala na nedostatek informací vztahujících se k užití sladkovodních měkkýšů v potravinářství.

Užití sladkovodních měkkýšů má značný potenciál a je otázkou, zda nalezneme cestu, jak je plnohodnotně využít.

**Klíčová slova:** bezobratlí, sladkovodní bezobratlí, sladkovodní měkkýši, vodní potraviny, plži, mlži



## **New trends in the use of freshwater molluscs in nutrition and the food industry**

### **Summary**

This diploma thesis is focused on new trends in the use of freshwater molluscs in nutrition and food industry.

The aim of this thesis was to analyse current overview of the extent of use freshwater molluscs in nutrition and food industry coupled with new trends, a description of historical utilization and consideration of potential for food industry.

Despite the small amount of information related to this topic, it can be stated that the most dominant interest in freshwater molluscs is centred in Asia. In this region knowledge about consumption of freshwater molluscs is connected with traditional Chinese medicine. The use of molluscs includes a variable range of options for example in medicine or human and animal nutrition. It was also necessary to evaluate the potential negatives of freshwater molluscs consumption, where food allergies, heavy metals, antibiotics, improper storage or processing could bring severe and dangerous effects on the human organism.

The secondary aim was to evaluate the taxonomic distribution of molluscs used as nutritive. Extensive research has shown the dominant position of Asia. Available data showed that China has by far the largest share in the total Asian production of freshwater molluscs. The data also suggested that global production of freshwater molluscs is declining due to gradually decreasing production in China, which is however still the world's largest producer. The topic of further research could be the question why China and, to a lesser extent, the Philippines, are significantly reducing their production and presumably consumption of freshwater molluscs, while the population is growing. Production in the rest of the World was over the same observed period on a stagnant level.

The research generally pointed out that there is a lack of information related to the use of freshwater molluscs in the food industry.

The use of freshwater molluscs has a significant potential, but the question is whether this potential will ever be fully realized.

**Keywords:** invertebrates, freshwater invertebrates, freshwater molluscs, aquatic food, snails, mussels

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Cíle diplomové práce a vědecké hypotézy .....	3
3	Literární rešerše .....	4
3.1	Akvakultura a stravovací strategie .....	4
3.1.1	Akvakultura .....	5
3.1.2	Stravovací strategie .....	8
3.2	Sladkovodní měkkýši .....	12
3.2.1	Stručný přehled sladkovodních měkkýšů .....	13
3.2.2	Akvakultura měkkýšů .....	14
3.3	Využití sladkovodních měkkýšů ve stravě a v potravinářství .....	16
3.3.1	Sladkovodní plži .....	17
3.3.2	Sladkovodní mlži .....	19
3.3.3	Historický přehled využití sladkovodních měkkýšů .....	21
3.3.4	Výběr možných negativ konzumace sladkovodních měkkýšů .....	24
3.3.5	Benefity pro výživu a potravinářství .....	26
3.4	Nové trendy využití sladkovodních měkkýšů .....	27
3.4.1	Medicínské využití .....	28
3.4.2	Využití v potravinářství .....	29
3.4.3	Výživa člověka a podpora zdraví .....	29
4	Materiál a metody .....	32
5	Výsledky a testování hypotéz .....	32
5.1	Testování hypotéz .....	34
6	Diskuse .....	37
7	Závěr .....	45
8	Seznam použité literatury .....	46

# 1 Úvod

Velkou výzvou pro 21. století bude produkce dostatečného množství nutričně hodnotných, ekonomicky dostupných a lokálně situovaných potravin, a to díky stále rostoucí světové populaci (Yaghubi et al., 2021). Nalezení vhodného řešení bude čím dál tím důležitější v závislosti na předpokladu, že světová populace roku 2050 dosáhne 10 miliard. Předpokládáme, že dietní trendy se uberou směrem k zcela novým potravinovým zdrojům se zvážením dopadů na životní prostředí, kdy bude vzrůstat jeho protektivní tendence (Gephart et al., 2021). Maso je životně důležitým zdrojem živin pro lidskou pohodu a zdraví a jeho nedostatek může vést ke zdravotním komplikacím například k fragilitě kostí (Nkansah et al., 2021).

Akvakultura díky řízenému chovu a pěstování vodních organismů za užití technik a kultivačních metod s cílem zvýšit produkci daných organismů, je jednou z možností volby jako stravovací strategie nejen díky možnosti jejího provozování ve zcela umělých zařízeních postavených na souši (Yaghubi et al., 2021). Obecně zaznamenáváme její velkolepý potenciál, i když v Evropě se jedná relativně o mladý průmysl. Celosvětová poptávka po sladkovodních potravinách pozvolna roste, ačkoliv pochopení pro tyto potraviny je často ztíženo obavami a nízkou informovaností (Norman et al., 2019). Akvakultura zahrnuje řadu druhů a kultivačních metod, což sebou nese variabilní sociální, ekonomické, nutriční i environmentální výsledky. Lze předpokládat, že díky neustálému růstu populace, bude akvakultura ovlivňovat blahobyt lidí po celém světě a výsledky environmentálního zdraví. V poslední době je vynaloženo značné úsilí o zvýšení tlaku na rozvoj a rozšíření povědomí o možnosti využití akvakultury ve výživě člověka a zajistit tak do budoucna kvalitní, nutričně bohatý a udržitelný zdroj živin. Pro větší rozvoj akvakultury hraje roli několik faktorů (Gephart et al., 2021). Při neustálém růstu lidské populace zaujímá akvakultura měkkýšů stále důležitější roli.

Sladkovodní prostředí přináší živočišné, nutričně bohaté zdroje pro stravování. Sladkovodní měkkýši oplývají bohatými nutričními vlastnostmi, které se mohou druhově lišit, což odráží variabilní nutriční přínosy pro lidský organismus. Obecně jejich konzumaci můžeme zařadit do oblasti zdravé výživy, nejen proto, že je nositelem kvalitních a bohatých zdrojů bílkovin, ale i lipidů, vitamínů, minerálních látek a stopových látek. Obsah sacharidů je převážně ve formě glykogenu. Neméně důležitou roli zaujímají jako významný zdroj omega-3 mastných kyselin. Celková kvalita a složení jednotlivých živin záleží na geografickém výskytu měkkýšů (Caballero et al., 2015; Smith et Vaitla, 2017; Tan et al., 2021).

Vzrůstající zájem o akvakulturu, prozatím s dominantní pozorností o rybolov, podněcuje zájem o zkoumání akvakultury a lidské výživy. Spotřebu vodních potravin ovlivňuje mnoho faktorů, včetně možné produkce a dostupnosti potravin, mezinárodního obchodu, bohatství, kultury, náboženství a zdravotního bezpečí. Dosažení globálních cílů a bezpečnost potravin a výživy v rámci hranic životního prostředí bude vyžadovat transformaci globálních systémů produkce a distribuce potravin. Je pouze otázkou, zda je tato stravovací strategie řešením pro budoucí generace, kterým by mohla přinést nejen kvalitní zdroj bílkovin, ale také jejich dostatečné udržitelné množství (Gephart et al., 2021).

## 2 Cíle diplomové práce a vědecké hypotézy

Hlavní cíle:

Mezi hlavní cíle diplomové práce patří poskytnutí aktuálního přehledu rozsahu využití sladkovodních měkkýšů pro výživu člověka, vypracování stručného přehledu sladkovodních měkkýšů, převážně plžů a mlžů využívaných pro tyto účely a stručný popis historického využití sladkovodních měkkýšů v potravinářství. Dalšími cíli diplomové práce je zvážit potenciální využití sladkovodních měkkýšů v potravinářství, stručně popsat nynější trendy a možnosti jejich konzumace v jiných částech světa než tam, kde je potravina etablována.

Dílčí cíle:

Dílčím cílem diplomové práce je vytvoření datové tabulky taxonomického rozložení měkkýšů využívaných v potravinářství.

Vědecké hypotézy

Hypotéza č.1: Není žádný časový trend v produkci měkkýšů.

Hypotéza č.2: Není statisticky významný rozdíl v zaměření studií na druhy sladkovodních měkkýšů publikovaných v jihovýchodní Asii a jinde ve světě.

### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Akvakultura a stravovací strategie

Velkou výzvou pro 21. století bude produkce dostatečného množství nutričně hodnotných, ekonomicky dostupných a lokálně situovaných potravin, a to díky stále rostoucí světové populaci (Yaghubi et al., 2021; Gephart et al., 2021).

Půda společně s vodou tvoří základní zdroje pro produkci potravin, a proto představují též jeden z nejzákladnějších zdrojů pro lidstvo. Tyto zdroje jsou pod narůstajícím populačním tlakem, tlakem ekonomického rozvoje a změn životního prostředí. Jak se nyní říká, zemědělci zítřka musí produkovat více potravin s menším množstvím dostupných zdrojů. Kromě uspokojování požadavků trhu má celosvětová produkce potravin důležité vazby na několik základních společenských cílů, včetně snížení podvýživy a chudoby, zlepšení přístupu k potravinám, zkvalitnění přístupu ke zdravé stravě, rovnoměrného přidělování a distribuce sladké vody, zvýšené ochrany životního prostředí a zajištění udržitelného zdroje potravy. Lidská populace se v průběhu historie potýkala s nedostatkem ve výrobě potravin. Rostoucí světová populace v minulosti způsobila místní nadměrné využití přírodních zdrojů (Diamond, 2011). Bez technického pokroku a intenzifikace zemědělství a při současném tempu růstu populace by zemědělství potřebovalo plochu několikanásobně větší, aby se udržela současná úroveň spotřeby potravin na hlavu (Schneider et al, 2011).

Globálně je akvakultura nejrychleji rostoucím systémem produkce potravin.

K uspokojení rostoucí poptávky po potravinách a řešení nutričních nedostatků se nabízí jako důležitý prostředek. Dalším benefitem je nižší dopad na životní prostředí než u jiných potravin živočišného původu. Často se nachází na periferii globálního plánování potravinové bezpečnosti a diskutování o budoucnosti potravin, a to například kvůli stigmatizaci potravin určené pro bohaté osoby nebo pro svou možnou senzoryckou neoblibu. Akvakultura bude stěžejní v zajištění dostatečného množství kvalitních potravin, a přitom zajištění ekologicky šetrného a pro budoucnost udržitelného stavu (Garlock et al., 2020; Golden et al., 2021).

Stravovací strategie by měly do budoucna zajistit přísun, výrobu a distribuci potravin, které budou nezávadné, nutričně hodnotné a za dostupnou cenu. Za cíl si kladou snížení ekologické zátěže a zabezpečení dostatečného množství potravin pro budoucí generace. Mezi stravovací strategie lze řadit například stravu vegetariánskou, veganskou, pesketariánskou nebo kombinovanou, která zahrnuje konzumaci sladkovodních živočichů včetně měkkýšů (Yaghubi et al., 2021; Norman et al., 2019).

### 3.1.1 Akvakultura

Akvakultura, tedy udržitelné obhospodařování vodních ploch s cílem zabezpečit permanentních výnosů nejen živočichů, ale i rostlin. Je jednou ze složek komplexního globálního potravinového systému, který se vypořádává s měnícími a rostoucími požadavky. Zaměřuje se zejména na kompromisy mezi potravinami z akvakultury a z volně žijících zdrojů. Pojímá řadu druhů a kultivačních metod, což sebou nese variabilní sociální, ekonomické, nutriční i environmentální výsledky. Lze předpokládat, že díky ustavičnému populačnímu růstu, bude akvakultura ovlivňovat blahobyt lidí a výsledky environmentálního zdraví. V posledních letech nabývá tlak na rozvoj a zvýšení povědomí o možnosti využití akvakultury ve výživě člověka s cílem zajistit tak do budoucna kvalitní a bohatý zdroj živin (Gephart et al., 2021; Fiorella et al., 2021). Sladké vody byly v roce 2008 zdrojem 60 % světové produkce akvakultury (Bostock et al., 2010). Potraviny ze sladkovodních organismů začínají hrát v celosvětovém měřítku významnou roli. Pochopení pro tyto potraviny je často ztíženo skutečností, že potrava z vodních organismů zahrnuje široké spektrum druhů, které pocházejí jak z lovišť, tak z akvakultury sladkovodního prostředí (Norman et al., 2019). Vzhledem k rychlému vzrůstání celosvětové populace, hrozící potravinové nejistotě a klesajícím populacím mořských a sladkovodních ryb, ovlivňujících bezpečnost potravin a výživy, je akvakultura potenciálním řešením pro ekonomicky dostupné a snadné poskytování potravin živočišného původu populacím na celém světě. Mořské a sladkovodní plody jsou nutričně hodnotnou potravinou bohatou na polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, železo, zinek, vitamín A, vitamín B12 a mnoho dalších důležitých mikroživin. Stále rostoucí světová populace představuje a je jednou z hlavních výzev pro poskytování udržitelných potravinových možností (Golden et al., 2017). Akvakultura byla definována mnoha způsoby například chov vodních organismů pod částečnou nebo plnou kontrolou nebo také podvodní zemědělství. Dalšími definicemi jsou chov vodních organismů pro komerční účely nebo jednoduše chov. Sladkovodní kultivační systémy jsou založeny na letitých tradičních konceptech nebo již zahrnují nové či radikální koncepty (Jobling et al., 2012).

Dosavadní odhady naznačují, že zemědělství přispívá kolem 30 % ke globálním emisím skleníkových plynů. Mimo to, existuje zvýšená poptávka po živočišných bílkovinách, jejichž produkce je popisována jako neznečišťující a ohleduplná k životnímu prostředí. Produkce živočišných produktů jako mléko, maso a vejce zaujímá velké procentuální zastoupení. Zhruba kolem 60 % globálních skleníkových plynů pocházejících ze zemědělství. Vzhledem k nutriční

hodnotě bílkovin živočišného původu není jednoduché doporučit velkoobchodní snížení produkce, ale spíše začít hledat nové bohaté zdroje s nízkým obsahem uhlíkové stopy, aniž by došlo ke snížení kvality stravy (Willett et al., 2019).

Sladkovodní akvakultura se skládá z širokých a rozmanitých systémů. Sladkovodní měkkýši mohou představovat částečné řešení výše uvedených dilemat. Jejich produkce má relativně nízké zatížení skleníkovými plyny a zároveň nevyvíjí nepřiměřený tlak na půdu či zásoby sladké vody. Dle australské databáze potravin a živin jsou sladkovodní měkkýši zdrojem kvalitních bílkovin, omega-3-mastných kyselin s dlouhým řetězcem, fytoosterolů a dalších klíčových mikroživin včetně vitamínů, minerálních látek a stopových prvků potřebných pro prospívání lidského zdraví (Yaghubi et al., 2021; Ye et al., 2017; Willett et al., 2019). Pro rozvoj akvakultury hraje roli několik faktorů a závisí na široké škále činitelů například na:

- tržní poptávce: Tržní poptávka a konkurenceschopnost.
- prostředí: Dostupnost environmentálních zdrojů. Dostupnost vnitrostátních vod/lagun/chráněných zálivů, vhodná kvalita vody, vhodná produkční teplota, dostupnost zásobovacími živinami pro měkkýše, vliv dopadů na dané životní prostředí, politické záměry, vlastnictví sladkovodních vod a další.
- infrastruktury: Důležitá je dostupnost nebo možnost zlepšení dopravy. Dále energie, komunikace, přístup na hlavní trhy, informační systém nebo vědecká podpůrná struktura.
- technické způsobilosti: Vývoj a transfer vhodných technologií. Zdatnost a možnost zavést techniky pro produkci líhni, chovu, krmiva, jezírka, klecových či jiných kultur. Možnost zlepšit tradiční systémy, příležitost pro integraci s jinými činnostmi a sektory.
- investicích: Investice místní, národní, regionální, soukromé, komerční nebo institucionální. Možnost podpůrných programů pro vývoj a technický výzkum.
- lidských zdrojích: Zajistit dostatečný počet technicky zdatných, znalých, manažersky schopných odborníků. Příznivé podnikatelské prostředí. Dostatek investic.
- institucionálním systému: Pozitivní a proaktivní prostředí, možnost strategických výzkumných procesů, možnost přizpůsobení se měnícím průmyslovým potřebám, možnost rozvoje či regulace.

V budoucnu bude kladen důraz na zlepšení efektivity využití zdrojů prostřednictvím správy a integrace nebo navýšením technologické dostupnosti, a to díky pokroku v inženýrství nebo bio vědě. Nepochybně bude kladen apel na zvýšení povědomí a možnosti využití sladkovodní akvakultury ve výživě člověka a obeznámení s jejich možnými benefity pro lidské zdraví a nasycení budoucích generací. Dosažení globálních cílů a bezpečnost potravin a výživy



v rámci bezpečnosti životního prostředí, bude vyžadovat transformaci globálních systémů produkce a distribuce potravin. Řešení těchto obtíží bude čím dál tím více podstatné, protože světová populace by měla do roku 2050 dosáhnout 10 miliard. Lze očekávat posun i socioekonomické demografie a dietních trendů směrem k novým potravinovým zdrojům. Ve střednědobém horizontu si zvýšená produkce patrně vyžádá expanzi do nových lokalit. Lze též očekávat zvýšenou snahu o vyšší efektivitu a udržitelnost výroby (Gephart et al., 2021; Bostock et al., 2010; Willett et al. 2019).

Modelové experimenty naznačují, že přesunutí našeho výběru potravin od živočišných zdrojů by mohlo mít významný dopad na emise skleníkových plynů. Změny ve stravování by proto mohly mít zásadní dopad na globální cíle v oblasti změny klimatu a udržitelnost našich potravinových systémů, pokud by byly široce prováděny. Nutno podotknout, že některé postupy akvakultury jsou spojeny s významným znečištěním, které mohou mít negativní dopad na životní prostředí a populaci především u volně žijících ryb. U akvakultury sladkovodních měkkýšů je popisována nízká emise skleníkových plynů. Snažíme se o nalezení takového zdroje živočišných bílkovin, který je nutričně bohatý, cenově dostupný, je spojen s nízkými emisemi skleníkových plynů a splňuje další kritéria jako je například potravinová bezpečnost. Nezbytné je položit si otázku, zda je produkce udržitelná, zda je nositelem benefitů pro lidské zdraví, jaký je nutriční obsah potravin a zda je potravina pro člověka bezpečná. Mnoho z autorů vědeckých článků a studií, zabývajících se tímto tématem, se shoduje v názoru, že zvýšená produkce pro nasycení celosvětové populace závisí na růstu akvakultury, který považují za vyhovující ve splňování veškerých potřeb. Nárůst produkce je však spojen se zajištěním dostatečného množství surovin pro sladkovodní organismy (spíše na farmách), ochranou organismů před chorobami, schopností zajistit vysoké standardy bezpečnosti potravin a překonáním environmentálních omezení pro expanzi. Existují také nesnáze se sociálními podmínkami pro osoby pracující v dodavatelském řetězci, na které nesmíme zapomenout. Vzhledem k výzvám výživy a potravinové bezpečnosti, které svět v současné době čelí, je nezbytné, aby se o potravinách z vodních organismů diskutovalo a aby byly uznány a využívány významné výhody, které tyto potraviny poskytují. Abychom dosáhli globální výživy a potravinové bezpečnosti, musí mít veškerá světová populace adekvátní přístup k poskytování služeb a potravin, aby mohli žít kvalitní, zdravý a aktivní život. Adekvátním přístupem je myšleno mít dostupnost nezávadných potravin, které je bezpečné konzumovat a jsou pro obyvatele cenově dostupné. Musíme vzít v úvahu, že vodní produkty pochází z řady zdrojů a zahrnují velké množství druhů, které jsou značně variabilní nejen druhově, ale i nároky na životní prostředí a krmivo (Norman et al., 2019; Subasinghe et al., 2009; Olivier et al., 2020).

Za pomoci využití sladkovodní akvakultury může být dosaženo udržitelnosti výroby produktů z vodních organismů. Vzhledem k pokračujícímu, avšak neudržitelnému lovení divokých ryb je toto odvětví bráno za řešení a možnost uspokojení celosvětově rostoucí poptávky po kvalitním zdroji bílkovin (Maulu et Monde, 2021). Vodní potrava sladkovodního prostředí je nositelem nutričně bohatých živočišných zdrojů. Oplývají biologicky dostupnými makroživinami a mikroživinami, jako je zinek, vápník, omega-3 mastné kyseliny a další. Ukazuje se, že jejich konzumace je pojena s benefičními účinky pro kardiovaskulární systém člověka. Spotřebu ovlivňuje mnoho faktorů, včetně produkce a dostupnosti potravin, mezinárodního obchodu, bohatství, kultury, náboženství a zdravotní bezpečnosti. Celosvětově průměrná spotřeba spíše roste, avšak záleží na regionu a zemi. V některých asijských zemích, kde roste bohatství, roste i mezinárodní obchod a akvakultura. Například spotřeba vodních organismů v Číně razantně vzrostla. Akvakultura je slibnou cestou k pokrytí kvalitních potravin živočišného původu. V posledních třech desetiletích zaznamenáváme její tendenci k růstu. Největší produkující akvakulturou představují země Asie. Akvakultura bude stěžejní v celosvětovém úsilí o přechod na ekologicky udržitelnější stravu a současně o dosažení cílů v oblasti potravinového zajištění a potravinové bezpečnosti (Garlock et al., 2020).

Většina chovů měkkýšů nevyžaduje speciální krmné vstupy. Potenciál měkkýšů jako podpory nutriční bezpečnosti je zatím nedostatečně využíván (Naylor et al., 2021).

Účinek současné akvakultury měl spočívat v rozšiřování možností živin dostupných z vodních organismů, rozšiřovat informace o nutričním složení druhů, měnit přístup k živinám vodního prostředí (Fiorella et al., 2021).

### **3.1.2 Stravovací strategie**

Základní živiny člověka se dělí na makronutrienty a mikronutrienty. Makroživiny zahrnují tuky, bílkoviny a sacharidy. Mikroživiny zahrnují vitamín, minerální látky a látky stopové. Zdrojem energie pro lidský organismus jsou sacharidy, lipidy a bílkoviny a řadíme sem i alkohol. Na sacharidy a bílkoviny připadá energie v podobě 4 kcal/g, na tuky pak 9 kcal/g a alkohol 7 kcal/g. Energetická potřeba lidského organismu závisí na faktorech jako jsou tělesná hmotnost, pohlaví a věk (Kasper et Burghardt, 2015).

Maso je životně důležitým zdrojem pro lidskou pohodu a zdraví. Sestává z kvalitního zdroje bílkovin a několika životně důležitých prvků s vysokou biologickou hodnotou, stejně jako lipidů bohatých na vitamín B<sub>12</sub> a kyselinu listovou. Bílkovinné potraviny jako jsou vejce, maso a mléko získané z drůbežního a živočišného sektoru, jsou velice důležité pro lidskou výživu

v mnoha částech světa. Poskytují základní stopové prvky, vitamíny, minerály, aminokyseliny a další látky potřebné pro prospívání lidského zdraví. Obecně je maso vhodným nositelem několika základních mikroživin, jako je železo, selen, kyselina listová a vitamíny ve snadno vstřebatelné formě. Příjem masa se zdá být výborným přístupem k získání a doplnění těchto živin. Optimální příjem prvků, jako je selen, zinek, měď, železo či mangan je zásadní a nezbytné pro efektivní průběh téměř všech enzymatických a biochemických činností v lidském těle (Higgs, 2000; Kasper et Burghardt, 2015). Příjem masa zajišťuje adekvátní distribuci esenciálních aminokyselin a mikroživin zapojených do regulačních mechanismů energetického metabolismu (Biesalski, 2005). Většina živočišných bílkovin se získává z hospodářských zvířat vepřového, skopového, hovězího a drůbežího masa. V poslední době je čím dál tím více pokládána otázka, zda je možné pokrýt potřebu masa pro lidskou výživu. Je pravděpodobné, že v budoucích letech by mohlo dojít k nedostatečnému množství kvalitních bílkovin, a tím by mohlo dojít ke zhoršení kvality života z pohledu nutričního u populací po celém světě. V současné době nezaznamenáváme mnoho způsobů užití sladkovodních měkkýšů ve výživě člověka či potravinářství. Nemale množství odborníků však dává apel na kvalitu a možné využití bílkovin ze sladkovodních měkkýšů (Nkansah et al., 2021). Proteiny v lidské stravě se odlišují v chemických, biologických, funkčních a nutričních charakteristikách v závislosti na jejich zdroji, molekulárním složení a struktuře. Příjem bílkovin v naší stravě pochází z potravin syrových, vařených, zpracovaných nebo formulovaných potravinářských produktů, které obsahují frakcionované bílkovinné složky pocházející ze živočišných nebo rostlinných zdrojů. Živočišné bílkoviny jsou obecně uznávány jako bílkoviny s vyšší nutriční kvalitou než bílkoviny rostlinného původu. Zde narážíme na aminokyselinové složení, stravitelnost a schopnost přinášet důležité živiny jako je vápník nebo železo. Navíc jeho technologické funkce dodávají potravinám přitažlivou texturu a senzoričké vlastnosti a jsou považovány za hodnotnější oproti bílkovinám rostlinným (Kim et al., 2020). Proteiny živočišného původu jsou důležité pro zajištění adekvátní výživy člověka, zejména kojenců a jejich kognitivního a fyzického vývoje. Doporučení prozatím podporují zařazování živočišných bílkovin do lidského jídelníčku a jejich striktní vyloučení nedoporučují (Allen et al., 2011).

Nejen obavy o nedostatek potravy, ale i současné stravovací návyky, které často zatěžují kardiovaskulární systém a jiné systémy, vedou k posunu směrem k nalezení zdravější stravovací strategie. Strategie zdravého stravování lze definovat jako pravidla, postupy a techniky, které lidé používají k usnadnění procesu výběru zdravého jídla. Stravovacích přístupů a strategií je značné množství. Obecně se však všechny zaměřují na usnadnění dostupnosti příjmu zdravého jídla, zvýšení spotřeby zdravých produktů, jako ovoce zeleniny, omezení

příjmu nezdravých produktů, jako jsou ty průmyslově zpracovaná, přeslazená, přesolená, mastná, tučná a další. Dále se fokusují na změnu stravovacích návyků a snížení množství konzumovaného jídla a neposledně o posun ke spotřebě produktů, které jsou nízkotučné. Omezení se vztahuje nejen na potraviny neprospěšné pro lidské zdraví, ale například i na červené maso. Nesmíme zapomenout na kontextové prediktory při pochopení stravovacích strategií. Mezi přidané hodnoty zahrnujeme i časový, lokační a sociální kontext. Pokud usilujeme o změnu stravovací strategie nesmíme opomenout výše zmíněné body, ale také je nutné dostatečně informovat nejen širokou veřejnost, ale primárně odborníky, kteří mohou pomoci s pochopením nových stravovacích trendů a strategií přispět ke zlepšení nejen lidského zdraví, ale i udržitelnosti potravin pro budoucí generace (Verain et al., 2022).

V posledních letech dochází k nárůstu nových stravovacích strategií, které by měly do budoucna zajistit přísun, výrobu a distribuci potravin, které budou nezávadné a nutričně hodnotné. Stravovací strategie si kladou za cíl snížení ekologické zátěže a zabezpečení dostatečného množství potravin pro budoucí generace. Mezi stravovací strategie lze například radit stravu vegetariánskou, veganskou, pesketariánskou nebo kombinovanou, která zahrnuje konzumaci sladkovodních živočichů včetně měkkýšů. Mezi jednotlivými přístupy jsou mnohé nevýhody, které posilují snahu o nalezení stále nových možností. Veganská a rostlinná strava je sice spojována se sníženým rizikem kardiovaskulárních chorob a onkologickými onemocněními, ale existuje riziko nedostatečného příjmu esenciálních živin zejména železa, vitamínu B12 a aminokyselin. Existují i značné obavy u této stravy u těhotných žen, dětí a seniorů. V případě braní v potaz emisního zatížení a protekce přírody je vegetariánská a veganská strava sice šetrnější k životnímu prostředí, avšak nejsou vhodnou strategií pro udržitelné, zdravé a dlouhodobé stravování. Lakto-ovo-pesketariánská strava představuje další stravovací strategii. Její výhoda leží nejen v šetrnosti k životnímu prostředí, i když z tohoto pohledu by byla vhodnější strava vegetariánská a veganská, ale je i nositelem kvalitních živočišných bílkovin. Konzumace ryb je navíc již dlouho dobu podporována mnohými zdravotnickými organizacemi. I když se pesketariánská strava zdá být řešením pro budoucí generace díky kvalitnímu obsahu živin a mnoha benefitům pro lidské zdraví, neobejde se bez obav o životní prostředí. Nadměrný rybolov může mít značný dopad na ztrátu biologické rozmanitosti v našich oceánech a sladkých vodách. Pokud budou současné trendy v rybolovu pokračovat, budou rybí populace nenapravitelně poškozeny, sníženy nebo zcela eliminovány. Je nanejvýš jasné, že musíme hledat strategii, která bude zahrnovat plnohodnotný příjem širokého spektra nutrientů. Z nedávných studií vyplývá, že dlouhodobá eliminace živočišných produktů vede ke zvýšené fragilitě kostí a tím i zvýšenému riziku jejich zlomenin. Není to jen

tento případ, který poukazuje na nemožnost kompletního vyloučení bílkovin z lidského jídelníčku. Strategie, která bude šetrná k životnímu prostředí, chovným zvířatům, rybám, drůbeži, bude splňovat optimální přísun zdraví prospěšných a nutričně bohatých látek pro lidský organismus, bude řešením. Nejen kvůli obavám o životní prostředí a snahu o jeho ochranu, ale i kvůli zachování biologické diverzity jsou hledány další udržitelné stravovací strategie pro budoucí populaci a roste význam a vývoj akvakultury. Potraviny ze sladkovodních organismů představují jednu z možných strategií. V celosvětovém měřítku roste zájem o sladkovodní akvakulturní systémy tedy chovy měkkýšů. Navzdory tomu, že akvakultura se již léta podílí na stravování lidí v mnoha zemích, jsou vodní potraviny často podceňovány. Chování měkkýšů jsou potenciálně udržitelnou alternativou k masu, drůbeži či rybám. Pro pěstování není vyžadováno speciální krmivo ani užívání antibiotik a emise skleníkových plynů spojené s jejich produkcí jsou zlomkem emisí související s produkcí suchozemského masa (Yaghubi et al., 2021, Norman et al., 2019; Wilett et al., 2019). Sladkovodní plody jsou nutričně hodnotnou potravinou bohatou na polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, železo, zinek, vitamín A, vitamín B12 nebo také omega-6 mastné kyseliny a mnoho dalších důležitých mikroživin a mohly by přinášet jisté řešení ve stravování člověka (Golden et al., 2017). Jsou nazývána též hédonická jídla a v lidské stravě se objevují už od doby kamenné. Ačkoliv se jejich konzumaci připisují značné benefity jsou tu i obavy z možnosti hromadění škodlivých mikroorganismů a toxických sloučenin v jejich těle z okolního prostředí (Aru et al., 2018).

### 3.2 Sladkovodní měkkýši

Sladkovodní měkkýši se vyskytují po celém světě tedy na všech kontinentech vyjma Antarktidy (Dimock, 2000). Představují jednu z nejrozmanitějších skupin sladkovodních organismů. Hrají roli ve sladkovodních ekosystémech tím, že přispívají ke kvalitě vody a koloběhu živin. Přesto spadají mezi nejohroženější skupinu organismů (Lydeard et al., 2004; Cummings et al., 2006). Existuje velké množství druhů sladkovodních mlžů z nichž 97% patří k osmi primárním sladkovodním čeledím: *Unionidae*, *Margaritiferidae*, *Hyriidae*, *Mycetopodidae*, *Iridinidae*, *Etheriidae* z řádu *Unionidae* a *Sphaeriidae* plus *Cyrenidae* z řádu *Veneroida* (Cummings et al., 2006). Měkkýši jsou nesmírně rozmanití nejen druhově, ale ve všech aspektech života s výjimkou vzdušného prostoru. Osidlují moře, souš i sladkovodní prostředí do teplot 40°C. Jejich velikost se pohybuje od 0,4 mm do několika metrů a délka života může být, až 150 let (Haszprunar et Wanninger, 2012). Počet a identita čeledí měkkýšů, včetně sladkovodních druhů, byly v posledních letech většinou konsenzuální a skládaly se z přibližně 60 čeledí, 40 plžů a 20 mlžů. Klasifikace však v poslední době utrpěla mnoho změn (Molluscabase, 2022). Sladkovodní měkkýši, co se druhů týče, byly prozkoumány úplněji v Evropě, Severní Asii a Severní Americe. Během posledních let jsou publikovány komplexní průzkumy založené na důkladné taxonomické práci z Číny, Indie, Afriky, Austrálie či Jižní Ameriky. Naopak ostatní regiony jako je Střední a Jihovýchodní Asie, Střední Amerika a Nová Guinea, zůstávají relativně málo prozkoumané, snad s výjimkou Thajska (Pfeiffer et al. 2021).

Sladkovodní měkkýši mají obrovský praktický význam jako producenti perel a dalšího cenného materiálu, jako ekosystémoví inženýři nebo jako potrava lidí. Některé druhy jsou v posledních letech stále více sledovány, avšak bude potřeba dalšího pozorování a zkoumání spolu s efektivnějším navázáním spolupráce mezi vědci, manažery, politiky a širokou veřejností za účelem lepšího shromáždění informací a edukaci odborníků a široké veřejnosti (Lopes-Lima et al., 2021).

Historicky představovali měkkýši obecně nejen zdroj potravy, ale také jejich části byly užívány pro výrobu ozdob, nástrojů či šperků. V průběhu let rostl zájem o jejich studium. Zpočátku byly prováděny studie šlechtou a bohatými osobami, později vědci za podpory vlády a průmyslu. Ačkoliv je zájem o tuto skupinu dlouholetý, stále nacházíme nedostatky v poznání a možnosti jejich využití, převážně u sladkovodních měkkýšů. Stále není dostatek informací, které by poukazovaly na benefity, které s sebou může nést jejich konzumace (Cummings et al., 2006).

### 3.2.1 Stručný přehled sladkovodních měkkýšů

Přehled vodních měkkýšů (Beran, 1998)

- říše: *Animalia* (živočichové)
  - oddělení: *Triblastica*
    - kmen: *Mollusca* (měkkýši)
      - třída: *Bivalvia* (mlži)
        - podtřída: *Eulamellibranchia* (listožábří)
          - řád: *Unionidae*
            - čeleď: *Margaritiferidae* (perlorodkovití)
            - Unionidae* (velevrubovití)
            - Hyriidae*
            - Mycetopodidae*
            - Iridinidae*
            - Etheriidae*
          - řád: *Veneroida*
            - čeleď: *Sphaeriidae* (okružankovití)
            - Dreissenidae* (slávičkovití)
            - Cyrenidae*
        - třída: *Gastropoda* (plži)
          - podtřída: *Prosobranchia* (předožábří)
            - řád: *Archaeogastropoda* (kruhožábří)
              - čeleď: *Neritidae* (zubovcovití)
            - řád: Mesogastropoda (hřebenožábří)
              - čeleď: - *Viviparidae* (bahenkovití)
              - čeleď: - *Hydrobiidae* (praménkovití)
              - čeleď: - *Bithyniidae* (bahnivkovití)
              - čeleď: - *Valvatidae* (točenkovití)
          - podtřída: *Pulmonata* (plicnatí)
            - řád: *Basommatophora* (spodnoocí)
              - čeleď: - *Acroloxidae* (člunicovití)
              - čeleď: - *Lymnaeidae* (plovatkovití)
              - čeleď: - *Planorbidae* (okružákovití)
              - čeleď: - *Physidae* (levatkovití)

### 3.2.2 Akvakultura měkkýšů

Akvakultura měkkýšů zahrnuje tři biologická nebo kultivační stádia: produkci zárodků, péče o mláďata ve školkách a péče o dorůstající nedospělé jedince až do doby sběru. Metody akvakultury, kultivační zařízení a údržba musí být založeny na důkladném pochopení biologických vlastností cílového druhu (Henshilwood et al., 1998). Akvakultura byla definována mnoha způsoby například chov vodních organismů pod částečnou nebo plnou kontrolou nebo také podvodní zemědělství. Dalšími definicemi jsou chov vodních organismů pro komerční účely nebo prostě chov. Sladkovodní kultivační systémy jsou založeny na letitých tradičních konceptech nebo již zahrnují nové či radikální koncepty. Existují tři hlavní kulturní systémy a to otevřené, polouzavřené a uzavřené kultivační systémy. Každý má své zvláštnosti, vlastnosti, výhody a nevýhody. Výběr systémů je do značné míry závislý na pěstovaných organismech, dostupných zdrojích a nápaditosti a odbornosti farmářů. Otevřené systémy jsou nejstarší s nízkými náklady. Podmínky se popisují jako přirozenější, avšak nevýhoda tkví v možnosti pytláctví a predace. Polouzavřené kulturní systémy nesou výhodu zvýšené kontroly nad podmínkami chování. Voda může být filtrována pro odstranění přirozených predátorů. Také lze snadněji pozorovat, zda se nevyskytují v dané kultuře onemocnění a pokud ano může být zahájena včasná léčba. Hlavní nevýhoda spočívá ve větší finanční zátěži. Poslední systém neboli systém uzavřený, kde dochází k plné kontrole chovných podmínek. Lze regulovat teplotu vody, přítomnost predátorů či parazitů, lze efektivně podávat léky a také je možné ovlivnit růst organismů (Jobling et al., 2012).

Měkkýši mohou být chováni nebo loveni ve volné přírodě či v jiných akvakulturních systémech. Přírodním zdrojem jsou vnitrozemská jezera, řeky, mokřady či pobřeží ústí řek. Chov může být zprostředkovan i za užití sloupů, závěsných lan či klecí. Klecový systém je často užíván ve sladkovodních jezerech nebo řekách (Bostock et al., 2010). Sladkovodní měkkýši se živí stejným způsobem jako jejich mořští bratři, jen v jiné vodní kultuře. Tím naprosto úžasně dokáží splňovat roli čističe vody, jsou zde ale některá omezení. Sladkovodní měkkýši potřebují pro zdravou stavbu své ulity dostatečné množství vápníku. Je-li jej nedostatek, může to mít přímé následky na zdraví jedince ve formě deformit či špatného prospívání. Dále vyžadují specifickou teplotu vodního prostředí pro daný druh, kdy zvýšená teplota vody může pozitivně ovlivnit jejich metabolismus nebo čím teplejší je vodní prostředí, tím rychleji produkují glochidie a také se rozmnožují ve více raném věku, dostatečný obsah živin ve vodě a dostatečné množství kyslíku. Je tedy možné rozmnožování ve stojatých vodách, řekách, močálech a jiných podobných místech, jen je zapotřebí, aby tato místa vyhovovala



potřebným obsahem živin druhu, který se v daném místě bude chovat. Ačkoliv se může na první pohled zdát, že chov je značně náročný, opak je pravdou. Můžeme se však na počátku setkat s několika nesnázemi, a to zejména v otázce nalezení vhodného prostředí, kdy nedojde k narušení přirozeného přírodního cyklu. Jak je již známo, moderní akvakultura nemusí být vždy ekologicky přátelská například k podzemním vodám, kdy narušení biodiverzity půdy má za následek její nedostatek, což vytváří potřebu zásobování těchto živin s pomocí kompostu. Přehnojování, sesuvy zeminy do řek a podobné obtíže vytváří tlak na nalezení vhodného a ekologicky šetrného místa pro chov. Průtočné a recirkulační systémy spolu s klecovými chovy jsou hojně využívány. Smíšené systémy, které kombinují dva systémy chovů, kdy je zachycována vody z prvního systému a převáděna do systému druhého jsou velmi populární i díky nálepce ekologický, které s sebou nesou. Dalším důležitým bodem je identifikace kandidáta pro chov, kdy se může provádět za pomoci morfologie schránky a její barvy. Spoléhat se však pouze na morfologii ulity může představovat vážný problém, zejména pro plže, protože tvar ulity může být podstatně modifikován vodními proudy. Pro správný chov je důležité znát způsob rozmnožování daného měkkýše, vhodné podmínky prostředí a jiných biologických vlastností cílových druhů (Fowler et al, 2008).

### 3.3 Využití sladkovodních měkkýšů ve stravě a v potravinářství

Obecné využití lze definovat jako přísun kvalitního zdroje energie, bílkovin, tuků, minerálních látek, vitamínů a vlákniny. Všeobecné využití nalézáme v lékařství, farmacii, kosmetickém průmyslu, ekologii, výživě člověka či výživě zvířat. Dostupné formy z počátku naturální později upravené či průmyslově zpracované (Caballero et al., 2015).

Zvýšená produkce akvakultury rozšířila množství živin dodaných potravou z vodních živočichů, ale nerozdělila je rovnoměrně geograficky. I přes nynější nárůst odborníci polemizují o snížení průměrného ročního nárůstu. Asie bude zřejmě i nadále dominovat odvětví akvakultury. Však téměř 90 % produkce pochází z Asie, hlavně z Číny, Indie, Indonésie, Vietnamu a Bangladéše. Mimo jiné většina potravin pro vodní organismy produkované v Asii pochází z malých a středně velkých farem, které stále více využívají intenzí metody, jejichž cílem je maximalizovat sklizeň pomocí vyšlechtění druhů, krmných vstupů, zlepšením mechanizace a dalších postupů. Asijská produkce slouží převážně pro domácí trh, kde se chování sladkovodní živočišné konzumují ve větším množství v porovnání s jinými zeměmi světa. V současné době je užití sladkovodních měkkýšů ve výživě člověka či v potravinářství nedostatečně využito. Nemalé množství odborníků však dává apel na kvalitu a možné využití bílkovin ze sladkovodních měkkýšů (Nkansah et al., 2021; Fiorella et al., 2021).

Globální akvakultura od roku 1960 dramaticky vzrostla, avšak geograficky nerovnoměrně. V produkci dominuje Asie s největším producentem Čínou. Rychlý růst v této zemi je způsoben mnoha faktory, včetně již existujících poznatků z oblasti sladkovodní a mořské akvakultury, populačního a ekonomického růstu, uvolnění regulací a rozšiřujících se exportních příležitostí. Rozvoj akvakultury v Evropě a Severní Americe byl během 80.-90. let 20. století rychlý, avšak od té doby stagnuje, pravděpodobně kvůli regulačním omezením nebo konkurenci (Bostock et al., 2010).

Sladkovodní akvakultura je nedostatečně zastoupena v množící se literatuře o globálních interakcích životního prostředí a potravinového systému, a to navzdory jejímu dominantnímu příspěvku k zásobování vodními potravinami a zabezpečení výživy. Hodnotné informace přichází často z Asie, kde má sladkovodní akvakultura svou dlouholetou tradici a díky níž byla zmírněna chudoba na venkově. Vzhledem k heterogenitě sladkovodních systémů akvakultury se velká část nedávné literatury zaměřuje na rozmanitost systémů, zabezpečení výživy a hodnotové řetězce, zejména v asijském kontextu (Naylor et al., 2021).

### 3.3.1 Sladkovodní plži

Sladkovodní šneci, spolu s mořskými a suchozemskými, byli konzumováni lidmi od pravěku a zůstávají pochoutkou v několika částech světa. Sběr šneků je častým důležitým zdrojem obživy pro obyvatele venkova. Je však nerozumné sklízet sladkovodní šneky z volné přírody, protože by mohlo dojít k narušení a poškození biologické rozmanitosti jejich společenství. Sklizeň z divoké přírody probíhá většinou v období dešťů a je běžná v mnoha zemích celého světa například v Indii, Rumunsku nebo také v Koreji a dalších zemích (Ghosh et al., 2022). Taková praxe je však neudržitelná oproti chovu sladkovodních měkkýšů. Jedná se o měkkýše, kteří se vyskytují ve vodním prostředí. Pro zajímavost ze suchozemských šneků se nejčastěji konzumují *Helix pomatia* a *Helix aspera*, kdežto u sladkovodních je to například takzvaný šnek jablečný neboli *Pomacea canaliculata*. Rostoucí poptávka po hlemýždích ohrožuje divoké populace, a proto se preferuje a roste význam jejich chovu. Helikultura je považována za zemědělskou činnost s nízkou ekologickou stopou v porovnání s jinými konvenčními hospodářskými zvířaty. Navzdory růstu oblíbenosti této kultury je kromě literárních údajů o nutričním složení hlemýžďového masa, velmi málo informací o extrakci a charakterizaci hlemýžďových proteinů. Hlavní složkou sladkovodních plžů je vlhkost (Ghosh et al., 2022). Několik vědeckých zpráv prokazuje nutriční potenciál hlemýžďů, pokud jde o vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin, minerálních látek a tuků (Gomot, 1998; Adeyeye et al., 2004; Fagbuauro et al., 2006; Babalola et al., 2009; Ghosh et al., 2017; Çelik et al., 2020). Obsah proteinů se obecně pohybuje kolem 16 gramů na 100 gramů jedlého masa. Protein je považován za vysoce kvalitní, protože obsahuje široké spektrum esenciálních aminokyselin, které jsou nezbytné pro lidský organismus. Obsah tuku v hlemýžďím mase je nižší v porovnání s jinými živočišnými bílkovinami (Pissia et al., 2021). Téměř všechny esenciální aminokyseliny přítomné v hlemýžďím proteinu splňovaly doporučenou hladinu pro ideální proteinový vzorec. Podíl nenasycených mastných kyselin činil 60,5 % a podíl nasycených mastných kyselin byl 39,5%. Poměr polynenasycených a mononenasycených mastných kyselin byl 1,08, což podtrhuje vysokou nutriční kvalitu obsahu tuku u tohoto druhu. Nejhojnějším minerálem byl vápník, dále draslík, sodík a značné množství fosforu, železa a zinku (Bonnemain, 2005). Kromě nutričních aspektů je důležité zhodnotit, jejich mikrobiologickou a chemickou bezpečnost. Pokud jde o těžké kovy, olovo a kadmium představují hlavní hrozbu pro lidské zdraví skrze svoji toxicitu a chronické účinky na lidský organismus. Další kritériem je bakteriální, virová, houbová i plísňová nepřítomnost. Bylo zjištěno, že hlemýžďi obsahují potenciální riziko pro lidské zdraví, pokud nejsou před

konzumací náležitě zpracovány. Neméně důležitým aspektem, který je nutno brát v potaz, je přítomnost a závažnost alergických reakcí. Ačkoliv je reakce málo četná, konzumace hlemýžďů může způsobit téměř či zcela fatální anafylaktické reakce (Pissia et al., 2021).

Napříč světem dochází ke konzumaci jedlých šneků. Chuťově jsou neutrální, pevné a žvýkávé textury. Jsou nedílnou součástí například Francouzské kuchyně, kde je konzumován pokrm Escargots de bourgogne což je pokrm připraven z divokých šneků za přidání česneku másla a bylinek. V Maroku je připravován vývar Babbouche také z divokých šneků. Dále se s pochoutkami ze šneků můžete setkat v Řecku, Koreji, Nigérii a dalších zemích. Dle (Mabrouki et al., 2022) se Maroko vyznačuje vysokou mírou endemismu zejména pak v jeho vodní fauně. Nedávno byl zde popsán nový druh sladkovodního plže, a to *Gyraulus marocana* sp.nov. (Gubser et al., 2021). Studie (Ghosh et al., 2017) poukazuje na nutriční potenciál chovaných sladkovodních plžů *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae), které se nacházejí nejen v Korejské republice, kde jsou také konzumovány. *Pomacea canaliculata* je sladkovodní plž v Koreji známý jako „urongi“. Patří do čeledi Ampullariidae a je nazýván jablečným šnekem nebo zlatým jablečným šnekem (Ghosh et al., 2022). Jedná se o plže pocházejícího z Jižní Ameriky, ale nyní se vyskytuje na všech kontinentech kromě Antarktidy. Tento druh je považován za jedlý v mnoha částech světa nevyjímaje Čínu nebo Koreu. Roku 1986 se *Pomacea canaliculata* objevila v Koreji, kde nejsou záznamy o její tradici chovu či obchodování (Halwart, 1994). Ve 20.století se pěstovalo pouze několik jedlých druhů, především za účelem zlepšení životní situace chudých farmářů, avšak postupně se dostalo tomuto druhu pokrmu k oblibě (Lee et al., 1994).

Šneci se sbírají ručně nebo pomocí sítí, kdy jsou sbíráni z kanálů, bažin, rybníků nebo zatopených rýžových polí v dešťovém období. V létě se jedinci tohoto druhu sbírají pod zaschlým bahnem. Využití je zatím nedocenené, ale do budoucna by se mohlo jednat o užitečný a kvalitní zdroj potravy při zabezpečení obtíží se zaopatřením potravin. Navzdory výhodám, které s sebou hlemýžďí maso nese, zůstává chov hlemýžďů jedním z nejméně uznávaných aspektů mikro živočišné produkce. Ačkoli je mnoho druhů hlemýžďů konzumována celosvětově jako potrava, existuje málo spolehlivých systematických údajů a informací týkající se identifikace a popisu druhů, míry spotřeby, sezónní dostupnosti, nutričního profilu a léčebných účinků (Bonnemain, 2005). Další obtíže činí sklizeň. Často dochází k přímé sklizni z volné přírody a tento fakt s sebou nese možnou hrozbu pro jejich přirozený výskyt a možné ekologické důsledky. Zakládání šnečích farem, které poskytuje vysokou nutriční hodnotu s malými investicemi, ochranu volné přírody a vynaložení malého fyzického úsilí, by mohlo podpořit tento nedocenený zdroj potravin, a tím pomoci vyřešit nejen nutriční nedostatky, ale

případně i možnou místní nezaměstnanost v některých zemích nebo znevýhodněných oblastí (Ghosh et al., 2017). Díky svému bohatému nutričnímu složení jsou *Pomacea canaliculata* potenciální, kvalitní zdroj výživy, ať už jako aktivní přísadu obohacující potraviny nebo pro samotnou konzumaci, jako je tomu například u suchozemského šneka evropského (Meyer-rochow, 2016). Možná konzumace je také u *Semisulcospira* (Ghosh et al., 2022).

Jsou jedlí šneci udržitelným zdrojem nejen bílkovin? Vědci, vlády, farmáři i ekologové vynakládají značné úsilí, aby odpověděli na tuto otázku a našli způsob, jak vyrábět a konzumovat tyto potraviny bohaté na bílkoviny udržitelným způsobem. Proč spotřebitelé nekonzumují šnečí maso ve větším množství? Důvodem může být nedostatek informací vztahující se k těmto potravinám. (Gubser et al., 2021; Pissia et al., 2021). Pro zjištění, zda bude hlemýžďí zdroj potravy udržitelný, musí být zvážen systém hospodaření. Některé země již zahájily chov šneků jako možnost zvýšené produkce potravin bohatých na bílkoviny. Informace o udržitelnosti šnečích farem jsou prozatím omezené, avšak některé studie již naznačují, že v porovnání s konvenčními hospodářskými zvířaty by byla produkce hlemýžďího masa doprovázena menšími emisemi skleníkových plynů (Forte et al., 2016).

### 3.3.2 Sladkovodní mlži

Sladkovodní mušle jsou nedílnou součástí vodních ekosystémů. Obecně je mušlím připisována schopnost aktivně filtrovat vodu. Jsou označovány jako „vodní kanárci“ nebo „játra řek“, kvůli své citlivosti na změnu životního prostředí a kvalitu vody (Cummings et al., 2006). Jednotlivá mušle je schopna přefiltrovat až 40 litrů vody denně (Turick et al., 1988). Jejich pěstování má relativně nízkou produkci skleníkových plynů a nevyvíjí nepřiměřený tlak na půdu ani na zásoby sladké vody (Yaghubi et al., 2021). Díky svým biochemicky bohatým makroživinám a mikroživinám jsou přínosné pro lidské zdraví. Jsou udržitelným zdrojem vysoce kvalitních proteinů, omega-6 a omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem, fytosterolů a dalších významných látek. Ačkoliv jsou bohatým zdrojem eikosapentaenové kyseliny a dokosaheptaenové kyseliny, zdají se být špatným zdrojem dokosaheptaenové kyseliny. Dále jsou mušle zdrojem minerálů například železa, vitamínu například vitamín B12 a neobsahují toxické těžké kovy (Moniruzzaman et al., 2021; Tan et al., 2021; Carboni et al., 2019; Golden et al., 2017).

V poslední době lze pozorovat nárůst zájmu o sladkovodní mušle, a to nejen díky jejímu potenciálu a přínosu pro lidskou výživu. Studie (Carboni et al., 2019) popisuje nahrazení proteinové složky obědových jídel třikrát týdně po dobu dvou týdnů mušlemi se závěrem

mírného zlepšení stavu omega-3 mastných kyselin, což následně vede ke snížení rizika srdečních onemocnění a následného úmrtí. V Asii se užívají sladkovodní mušle jako lidový lék na onemocnění jater. Z tradiční čínské medicíny je známo, že právě sladkovodní mušle zmírňují alkoholovou intoxikaci a cholestázu (Laurent et al., 2013). Studie (Sonowal et Kardong, 2020) pojímá o sladkovodních mušlích, konkrétně *Lamellidens* spp., jako velice populárního jídla mezi mnoha domorodci v Indii. Bylo zjištěno, že mušle jsou velice bohatým zdrojem bílkovin s esenciálními aminokyselinami včetně aktivních aminokyselin jako je kyselina glutamová, glycin, alanin, prolin nebo arginin. Tkáně mušlí obsahovaly mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, mononenasycené mastné kyseliny a polynenasycené mastné kyseliny, včetně vysokého poměru esenciálních omega-3 a omega-6 mastných kyselin s určitými rozdíly mezi druhy. Minerální analýza ukázala, že se jedná o výborný zdroj makroživin a stopových prvků. V tkáních nebyl detekován žádný těžký kov. Z této studie plyne, že *Lamellidens* spp. Je potenciálním dobrým zdrojem bílkovin, mastných kyselin a minerálních látek pro lidskou výživu. V případě rozvoje by mohl být přijatelným a udržitelným zdrojem k zajištění potravinové jistoty nejen pro obyvatele Indie. Některé studie upozorňují na zbytečné vyřazování a plýtvání tímto zdrojem potravy díky nesprávné technice zpracování (Liu et al., 2009; Mol et al., 2007). Stejně jako u sladkovodních slávek je tomu u těch mořských. Stále je řešena otázka kvalitního zpracování a doby trvanlivosti. Jednou z možností konzervace je přeměna suroviny na proteinový prášek (Zhang et al., 2013).

Sladkovodní mušle byly konzumovány primitivními národy ve velkých částech Dálného východu a orientálními národy po celém světě, bohužel dostupných informací není mnoho. Sladkovodní mušle jsou však široce pěstovány v Číně. Jejich pěstování hraje velice významnou roli v oblasti akvakultury a zabezpečení potravy. V poslední době díky rozšiřujícím se poznatkům o nutriční hodnotě sladkovodních mušlí a výhodám, které nesou pro lidskou výživu a zdraví, zaznamenáváme zvýšený zájem, který lze očekávat i do budoucna. Na tomto trhu lze však již nyní nalézt mušle či šneky v obchodech s potravinami a na trhu. Prodávají se v suchém stavu, solném nálevu nebo konzervované s velice vysokou nutriční hodnotou (Zhou et al., 2017).

Se záznamy o sladkovodních mušlích se setkáváme i z Ruska. Zde jsou široce rozšířené v divoké přírodě. Jejich výskyt není zaznamenán na Uralu, poloostrově Yamal a Tyamyr, na ostrovech Severního ledového oceánu a v několika horských řekách. Studium systematiky sladkovodních mušlí má v Rusku dlouhou historii. Nejstarší taxonomické práce se objevily

v polovině 19. století. I když jsou taxonomické práce četné, informace o užití sladkovodních měkkýšů v potravinářství a ve výživě člověka nelze dohledat (Bolotov et al., 2020).

Počty přirozeně se vyskytujících sladkovodních muší celosvětově klesají. Je nezbytné nalézt efektivní a účinnou ochranu pro eliminaci možného vyhynutí (Ferreira-Rodríguez, et al., 2019).

### **Techniky čištění a konzervace měkkýšů**

Metody čištění a konzervace měkkýšů jsou značně variabilní a kontroverzní. Je několik způsobů čištění a konzervace mezi které řadíme užití alkoholu, chlazení, mražení, vaření, očištění mikrovlnami či ultrazvukem. Převážně se doporučuje tepelná úprava, a to vařením a následným vyjmutím zvířat. Vařit by se měl jen určitý počet jedinců, nikoliv velké množství najednou. Přeprava, příprava a manipulace si vyžadují pečlivé dodržování hygienických předpisů a zásad pro zamezení kontaminace. Apel je též kladen na čerstvost suroviny (Cumming et al., 2006).

### **3.3.3 Historický přehled využití sladkovodních měkkýšů**

Ačkoliv je k danému tématu nevelké množství informací, můžeme zde uvést pár historických příkladů využití sladkovodních měkkýšů. Lze předpokládat, že zvýšený zájem o toto odvětví přinese v budoucnu nejen nové poznatky, ale mohl by přinést i poznatky historické, které by nás seznámily podrobněji s využitím sladkovodních měkkýšů v zemích celého světa. Nejvíce historických poznatků zaznamenáváme z Číny, kde informace zasahují, až do tradiční čínské medicíny (Chijimatsu et al., 2008 a 2009).

Měkkýši jsou cenným zdrojem poskytujícím potravu, barviva, lastury, mohou být součástí léků a mají též symbolický a rituální význam pro mnoho historických i současných kultur po celém světě (Summer et al., 2020).

Sladkovodní měkkýši, spolu s mořskými a suchozemskými, byli konzumováni lidmi od pravěku v několika částech světa. Sběr a jejich konzumace je popisován převážně na venkově, v zemích rozvojových, kde se lidé potýkají s nedostatkem potravin a obživy. Sběr měkkýšů tak slouží nejen pro účely konzumace, ale i k obživě, a to formou obchodu (Ghosh et al., 2022). Zprvu sestávala konzumace z čerstvých živočichů, později došlo k jejich tepelné úpravě a dochucení kořením (Taylor, 2008). Široké využití měly od historie i lastury měkkýšů. Jedná se o všestrannou surovinu. Stejně jako dnešní lidé, i pravěcí lidé si rádi zdobili své prostory či sami sebe krásnými předměty. Všechny schránky měkkýšů sloužily jako ozdoby oděvů,

exteriérů nebo interiérů. Nošeny byly též jako šperky. Později se užívaly pro výrobu korálků a náramků (Sakalauskaite et al., 2019).

Od 90. let 20. století je lov vodních potravin z jezer, řek a dalších vodních toků do značné míry stabilní. Přesto se značným přispěním akvakultury počínaje rokem 1970 dostupnost potravin z vodních živočichů rostla, k čemuž přispěl 7,5 % roční růst odvětví akvakultury. Přestože se akvakultura provozuje po staletí, růst má sice stoupající tendence, ale ne tak veliké ve srovnání s jinými živočišnými zdroji (Fiorella et al., 2021).

Sladkovodní mušle jsou již po dlouhá léta oblíbenou pochoutkou v zemích Asie. Záznamy o jejich užití pocházejí a vztahují se k tradiční čínské medicíně a záznamech k ní vztahované. Dostupné zdroje pojednávají například o užívání jako ozdob do vnitřních či vnějších prostorů nebo o samotné konzumaci sladkovodních mušlí, ale dozvíme se zde i o pokrmu, který se užíval jako lidový lék při onemocnění jater, a to právě ze sladkovodních mušlí. Z tradiční čínské medicíny a z dostupných záznamů vyplývá, že sladkovodní mušle zmírňují alkoholovou intoxikaci a cholestázu. Tato informace nebyla ponechána ladem a proběhlo již několik studií vztahující se k danému tvrzení. Většina studií potvrzuje a prokázala, že extrakt ze sladkovodních mušlí opravdu zlepšil hladiny cholesterolu v játrech a v séru u potkanů. Pro potvrzení bude zapotřebí více rozsáhlejších studií (Chijimatsu et al., 2008 a 2009).

Sladkovodní šneci byli též konzumováni lidmi od pravěku a zůstávají pochoutkou v několika částech světa. Sběr šneků je častým důležitým zdrojem obživy pro obyvatele v rozvojových zemích. Je však nerozumné sklízet sladkovodní šnecy z volné přírody, protože by mohlo dojít k narušení a poškození biologické rozmanitosti jejich společenství. Sklizeň z divoké přírody probíhá většinou v období dešťů a je běžná v mnoha zemích celého světa například v Indii, Rumunsku nebo také v Koreji a dalších zemích (Ghosh et al., 2022).

Více než 70% planety je pokryto vodou, která je potenciálním nosičem potravin ve formě vodních organismů (Tacon et Metian, 2013). Akvakultura, sladkovodních organismů, poskytuje zhruba 12% potravy, kterou člověk může získat ze země. Za posledních 50 let můžeme sledovat růst globální akvakultury, ale existují značné rozdíly jejího odvětví (Bostock et al., 2020). Zájem o sladkovodní akvakultura pozvolna roste a během posledních 20 let zaznamenáváme zvýšený zájem zejména v zemích Asie, ale také v Indii, méně v Evropě. V produkci dominuje především Asie. Rychlý nárůst v zemích Asie může být způsoben dlouhodobým zájmem o akvakulturu a možnost pokračovat v prohlubování starých či nových poznatků (Bostock et al., 2020). Čína hraje důležitou roli téměř ve všech oblastech produkce sladkovodní akvakultury. Od roku 2000 si země udržuje svojí roli největšího světového producenta, zpracovatele a obchodníka s rybami, koryši a měkkýši. Roku 2017 představovala



Čína 84 % celosvětového vypěstovaného objemu měkkýšů. Stala se předním spotřebitelem díky rychlému růstu příjmů, podpoře sladkovodní akvakultury a zvýšené poptávce o její produkty (Naylor et al., 2020). Zájem o akvakulturu může být zvýšen i z důvodu nárůstu světové populace a růstu ekonomického. V Evropě a Severní Americe došlo k rozvoji akvakultury nejvíce během 80.-90. let 20. století. Od té doby byl rozvoj spíše mírně stoupající, předpokladem jsou regulační omezení či konkurenční faktory (Bostock et al., 2010). Produkce sladkovodních měkkýšů činila roku 2005 celkově 560 567 tun z toho z akvakultury pocházelo 145 462 tun a 415 105 činilo zachycení lovem (Taylor, 2008).

Velký význam má akvakultura v Asii, jak bylo zmíněné výše. V posledních desetiletích její význam rapidně narostl, a i nadále se akvakultura sladkovodních měkkýšů rychle rozvíjí, hlavně díky své prosperitě v Asii. Světová produkce akvakultury roste mnohem rychleji než chov zvířat a rybolov, což jsou další dva zdroje živočišných bílkovin pro světovou populaci. Uvádí se, že produkce mořských plodů je již na svém vrcholu, avšak akvakultura je na počátku a bude stále důležitějším zdrojem potravy (Bardach, 1985; Jobling et al., 2012). Jako zdroj živin je tato potrava vhodná pro zkvalitnění a zlepšení nejen zdraví, ale i výživy a blahobytu všech národů. Příkladem nám může být například Japonsko. Nejvyšší hlášené průměrné délky života včetně nejnižšího výskytu obezity a úmrtí na srdečně cévní choroby má právě Japonsko. Je také jedním z hlavních světových spotřebitelů produktů pocházejících z akvakulturních farem, zachycených sladkovodních i mořských živočichů a vodních rostlin (Tacon et Metian, 2013).

Souhrn obecného využití sladkovodních měkkýšů (Caballero et al., 2015):

Všeobecné užití v:

- Lékařství
- Farmacii
- Kosmetickém průmyslu
- Ekologii
- Výživě člověka
- Výživě zvířat

Ve výživě člověka jako zdroj:

- Bílkovin
- Sacharidů
- Tuků
- Energie
- Minerálních látek
- Vitaminů
- Vlákny

Formy užití:

- Naturální
- Moučkové
- Pastové
- Extraktové
- Jako součást jiných potravin

### **3.3.4 Výběr možných negativ konzumace sladkovodních měkkýšů**

Konzumace sladkovodních měkkýšů může přinášet negativní účinky pro lidský organismus.

#### **Potravinová alergie**

Potravinové alergie postihují celosvětové populace. Příznaky jsou odlišné a značně individuálně variabilní od mírné vyrážky a kopřivky až po život ohrožující anafylaktický šok. Alergie na mořské plody spadají mezi celosvětově nejčastější typy potravinových alergií. Velmi časté jsou alergie na ryby a korýše. Alergie na měkkýše jsou dobře známy, avšak jsou méně časté. Měkkýši zaujímají velkou, různorodou skupinu a pokud se vyskytne u jedince alergie na

jakéhokoliv měkkýše, měl by eliminovat konzumaci všech druhů. U některých jedinců se může objevit alergická reakce při požití koryšů, ale pravděpodobnost je nízká. Kmen měkkýšů je rozdělen do osmi tříd včetně tříd, které jsou důležité pro lidskou výživu. Měkkýši hrají důležitou roli v lidské výživě a světové ekonomice. Akvakultura se stala významným přispěvatelem k produkci měkkýšů s výjimkou hlavonožců. Popularita a konzumace různých měkkýšů se však v různých zemích a kulturách značně liší. Přesné informace o srovnávacích vzorcích spotřeby měkkýšů v různých zemích neexistují. Význam alergie na měkkýše je čím dál tím více brán v potaz. Evropská Unie přidala měkkýše na seznam nejčastěji alergenních potravin v Evropě. Prevalence alergie na měkkýše je ve většině geografických oblastí velmi nízká. Potravinová alergie se vyskytuje častěji u kojenců a dětí než u dospělého člověka. Měkkýši jsou považováni za skupinu alergenních potravin, po dobře známými osmi nejčastěji alergenními potravinami nebo skupinami potravin. Alergická reakce může mít mnoho projevů. Příznaky alergických reakcí mohou být:

- Gastrointestinální: nevolnost, zvracení, průjem, břišní křeče
- Kožní: svědění, dermatitida, kopřivka, angioedém
- Respirační: zánět spojivek, rýmy, astma, laryngeální edém
- Systémové: Anafylaktický šok, hypotenze

Zajímavý poznatek přináší spojení konzumace měkkýšů spolu s fyzickou aktivitou. U několika jedinců byla touto kombinací vyvolána alergická reakce. Hlavním alergenem je u měkkýšů tropomyosin tedy svalová bílkovina. Alergenicitu měkkýšů je stále ve stádiu zkoumání. Alergické reakce jsou zdokumentovány na všechny druhy měkkýšů (Taylor, 2008).

Vysoce nebezpečným aspektem měkkýšů je jejich role jako mezipřenosce různých patogenů, které jsou lidskému zdraví nebezpečné a mohou podněcovat alergické reakce (Haszprunar et Wanninger, 2012).

### **Akumulace těžkých kovů**

Těžké kovy ve vodním prostředí dodnes pocházejí převážně z přirozeně se vyskytujících geochemických materiálů. Bohužel došlo k posílení zátěže lidskou činností například těžbou zlata, znečištěním těžkými kovy z průmyslu a další. Vysoké množství suspendovaných pevných látek v řekách celkem účinně odstranilo většinu rozpustných kovů z vody a zachytilo je na dně ve spodním sedimentu. Některé druhy měkkýšů obsahují vyšší hladinu toxických kovů, než je preference pro lidskou spotřebu. Zachycené kovy byly převážně arsen, měď, železo, selen a

zinek. Různé druhy měkkýšů také prokázaly variabilní preference pro příjem kovů. Jsou pozorovány i změny obsahu kovů u stejného druhu (Lau et al., 1998).

### **Antibiotika**

Jeden z nejdůležitějších lékařských objevů 20. století sehrála antibiotika důležitou roli v oblasti klinické péče, chovu a akvakultury. Zneužívání antibiotik však přineslo potencionální bezpečnostní rizika pro lidstvo a ekosystém. Toxicita antibiotik může být přenášena potravinovým řetězcem v ekosystému. Antibiotika setrvávají v životním prostředí po dlouhou dobu. Vodní prostředí je hlavním přenosovým médiem kvůli tekutosti a bohaté mikrobiální diverzitě. Akvakultura je také hlavním průmyslem spotřebovávajícím antibiotika. Odpadní voda ze sladkovodní akvakultury se stala významným zdrojem specifických antibiotik v přírodní vodě. Antibiotika ze sladkovodní akvakultury se mohou k lidem dostat dvěma cestami, a to přes kontaminovanou vodu či konzumací kontaminovaných potravin. Není pochyb, že nadměrný příjem antibiotik může narušit fyziologické funkce člověka, a dokonce navodit závažná onemocnění. Je možné, že se zvyšující se produkci může dojít k vyšší kontaminaci sladkovodního prostředí, avšak zakázání antibiotik je nemožné, kvůli vyšším ztrátám produktů. Snaha o snížení obsahu antibiotik však přetrvává a lze předpokládat, že snaha o snížení jejich užití či zlepšení chovných postupů a technik, bude převládat (Wang et al, 2021).

### **3.3.5 Benefity pro výživu a potravinářství**

Měkkýši jsou cenným zdrojem poskytujícím potravu, barviva, lastury, mohou být součástí léků a mají též symbolický a rituální význam pro mnoho historických i současných kultur po celém světě. Nevýhoda tkví ve faktu, že převážné využití nalézají především mořské druhy, kdežto sladkovodní zaostávají. Velký význam a historii má konzumace v Asii. V posledních desetiletích její význam roste (Bardach, 1985; Jobling et al., 2012). Jako zdroj živin je tato potrava vhodná pro zkvalitnění a zlepšení nejen zdraví, ale i výživy a blahobytu všech národů. Příkladem nám může být například Japonsko. Nejvyšší hlášené průměrné délky života včetně nejnižšího výskytu obezity a úmrtí na srdečně cévní choroby má právě Japonsko. Je také jedním z hlavních světových spotřebitelů produktů pocházejících z akvakulturních farem, zachycených sladkovodních i mořských živočichů a vodních rostlin (Tacon et Metian, 2013).

Sladkovodní měkkýši jsou potenciálně udržitelnou alternativou k živočišným suchozemským bílkovinám. Pro chov nejsou vyžadovány speciální krmiva ani užívání antibiotik (Yaghubi et al., 2021; Norman et al., 2019). Sladkovodní plody jsou nutričně hodnotnou potravinou bohatou na polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, železo, zinek, vitamín A, vitamín B12 nebo také omega- 6 mastné kyseliny a mnoho dalších důležitých mikroživin a mohly by přinášet jisté řešení ve stravování člověka (Golden et al., 2017). Například sladkovodní mušle jsou prokazatelně výborným zdrojem omega-3 mastných kyselin, které jsou prospěšné pro lidský kardiovaskulární systém, ale také obsahují značné množství fytosterolů, které snižují cholesterol (Yousefi et al., 2012; Yaghubi et al., 2021).

Konzumace sladkovodních měkkýšů může měnit krevní lipidy. Studie (Childs et al., 1990) naznačuje, že je možné konzumací sladkovodních mušlí změnit hladinu krevních lipidů. U dané skupiny testovaných byly bílkoviny živočišného původu tedy bílkoviny z masa, mléčných výrobků a vajec po dobu sedmi dnů nahrazeny bílkovinami z masa sladkovodních mušlí. Ukázalo se, že vyřazením suchozemských živočišných bílkovin ze stravy a jejich nahrazení bílkovinami z mušlí došlo ke zlepšení profilu krevních lipidů. Toto naznačuje, že mušle jsou zřejmě schopné pozitivně ovlivnit profily krevních lipidů.

Výstupy z akvakultury měkkýšů se používají v různých průmyslových produktech, jako jsou hnojiva, stavební materiály, léčiva a nutraceutika (Naylor et al., 2020). Překvapivě značné množství tradičních léků obsahujících výtažky z měkkýšů, byly užívány k léčbě respiračních onemocnění v kulturách po celém světě od starověku po současnost. Ve většině případů však zaznamenáváme malou oporu o literaturu a studie. Tyto informace by však mohly sloužit pro nové výzkumy, které by mohly objevit nové sloučeniny, které by mohly podpořit některá tvrzení, a adekvátní testování by mohlo upozorovat jejich integraci do běžné zdravotní péče alespoň v doplňkové funkci (Straus, 2000; Bonnemain, 2005).

### **3.4 Nové trendy využití sladkovodních měkkýšů**

Nejen obavy o nedostatek potravy, ale i snaha o zlepšení životní situace v rozvojových zemích a snaha snížit znečištění planety vedou k většímu zájmu o akvakulturu. Sladkovodní měkkýši jsou bohatým zdrojem proteinů, minerálních látek, vitamínů a mastných kyselin. Konzumace dlouhodobě pozitivně prospívá zdraví, ale také snižuje tlak na spotřebu červeného

masa, drůbeže, vajec a mléčných výrobků. Snížení konzumace masa a masných výrobků může vést ke snížení incidence hypertenze, mrtvice, srdečních chorob, cukrovky, kolorektálního karcinomu a dalších onemocnění. Sladkovodní měkkýši byli a dodnes jsou konzumováni v mnoha částech světa, hlavně v zemích Asie. Informační zdroje nejsou tak rozsáhlé, ale lze zaznamenat malé množství zmínek o užití v zemích včetně Nové Kaledonie, Jamajky, Mexika, Tchaj-wanu, Filipín, Číny, Indie, Malajsie, Indonésie, Vietnamu, Jižní Koreji, Brazílie, Peru, Chile, Nigérie, Ruska, USA nebo Kanady (Baby et al., 2010).

### 3.4.1 Medicínské využití

V Compendium of Materia Medica, což je úplná a komplexní čínská tradiční lékařská kniha, je popsáno, že sladkovodní měkkýši zmírňují alkoholovou intoxikaci a cholestázu. Ve studii (Laurent et al., 2013) byla konstatována podpora tvrzení vycházející z tradiční čínské medicíny, kdy by konzumace sladkovodních mušlí mohla mít přínos pro prevenci metabolického syndromu, avšak do budoucna je potřeba dalších studií, které by ukázaly přímý důkaz metabolického syndromu, jako je účinek na obezitu, diabetes a inzulínovou rezistenci. Dřívější studie (Chijimatsu et al., 2008 a 2009) též poukázaly na pozitivní efekt konzumace sladkovodních měkkýšů na akumulaci jaterních lipidů a snížení hladiny cholesterolu. Studie (Chijimatsu et al., 2015) zkoumala extrakt sladkovodní mušle potlačující akumulaci jaterních lipidů a zvyšující aktivitu cholesterolu a aminotransferáz. Předěšlé studie uvádějí, že extrakt sladkovodních mušlí chrání před poškozením jater, zmírňuje hypercholesterolemii a ztuhnutí jater a urychluje metabolismus ethanolu. Ve svých dřívějších studiích se zaměřovali zejména na hypocholesterolemické účinky extraktu ze sladkovodních mušlí s výsledkem potvrzení účinku nejen hypocholesterolemického, ale i ochranného, působícího proti steatóze či metabolismu lipidů a další. Díky potvrzení ochranného účinku proti steatóze a jinému poškození jater došlo k dalšímu zkoumání tohoto efektu na potkanech. Výsledkem bylo potvrzení zmírnění dysfunkce jater vyvolané xenobiotiky. Celkově výsledky naznačují příznivé účinky konzumace sladkovodních škeble proti poškození jater.

Zájem pokračovat se ukázal ve studii (Yao et al., 2018), kdy se znovu zkoumal extrakt sladkovodních škeblí. Dá se předpokládat, že trend zájmu o toto téma bude stále stoupat.

Respirační choroby představují nesmírnou zátěž pro globální zdraví a setkáváme se s nutností objevení nové sloučeniny pro terapeutický vývoj. Existuje možnost užití extraktů a sloučenin z měkkýšů právě při léčbě respiračních onemocnění. Nejméně sto tradičních léků obsahujících více než 300 různých druhů měkkýšů se používá k léčbě respiračních onemocnění

po tisíce let. Tyto informace mohou poskytnout vodítko pro objevení bioaktivních složek podporující zdraví. Vnímáme však nedostatek výzkumů biologické aktivity extraktů a sloučenin z měkkýšů. Ukazuje se, že sloučeniny z měkkýšů mohou být cenné při léčbě respiračních infekcí a mohou zlepšit účinnost antibiotik. Jsou však zapotřebí další studie, které by potvrdily tato tvrzení (Summer et al., 2020).

### **3.4.2 Využití v potravinářství**

Již delší dobu zaujímá přední příčky na trhu trend ekoznaček, které se čím dál tím více používají k upozornění spotřebitelů o minimálním poškození životního prostředí či jiných přírodních zdrojů. Mezi těmito označenými produkty chybí měkkýši a výrobky z nich, ačkoliv začínají být považováni za nejudržitelnější zdroj živočišných bílkovin. Mnoho odborníků, zabývajících se daným tématem se domnívá, že akvakultura měkkýšů má jedinečnou pozici a význam. Avšak pro zvýšení povědomí spotřebitelů, navýšení poptávky a nasměrování spotřebitelů k takovému druhu živočišných bílkovin, by bylo dobré užít označení ekoznačkou. Toto speciální označení by mohlo přivábit širokou veřejnost a zvýšit povědomí a zájem o produkty ze sladkovodní akvakultury. Proč není akvakultura doceněna dle své náležitosti? (Gray et al., 2021) Jednou z možností je fakt, podložen nedávnou metaanalýzou (Gentry et al., 2020), který odhalil názor na akvakulturu, který není zcela příznivý, a to díky dojmu nedostatečné ekologické udržitelnosti, zde se jedná hlavně o odvětví rybolovu. Díky tomu se mohou spotřebitelé mylně domnívat, že veškerá akvakultura není šetrná k životnímu prostředí a získat tím negativní postoj a nezájem. Nejen obavy o šetrnost životního prostředí, ale i chovatelské postupy, které se mnohdy liší, činí nedůvěru. Akvakultura měkkýšů je pravděpodobně jednou z nejvíce ekologicky udržitelných zdrojů živočišných bílkovin s (De Mountaudoin et Shumway, 2014; Ray et al. 2019). Povznesení ekologických přínosů v chovu měkkýšů by mohlo zlepšit její pověst a napomoci k expanzi tohoto odvětví akvakultury (Murray a D'anna, 2015).

### **3.4.3 Výživa člověka a podpora zdraví**

Výživa člověka a podpora zdraví nebo také trend zdravého životního stylu. V posledních letech je zaznamenán nárůst změn ve stravování a zájmu lidí. Jednotlivci si více uvědomují a zajímají se o své zdraví, i když výskyt nadměrné hmotnosti či obezity zatím nemá

klesající tendence. Zvýšené povědomí o zdravém stravování a životním stylu podněcuje zájem spotřebitelů o hledání funkčních potravin, které kromě základních živin budou nabízet i zdraví prospěšné látky (Chhabra et al., 2021). Na trhu začínají být dostupné potraviny z různých druhů měkkýšů, které lákají na nemálo nutričních benefitů. Jedním z nich je šnečí kaviár. Rostoucí poptávka po nových gastronomických lahůdkách vedla k výrobě „bílého kaviáru“, který je z vajec suchozemského hlemýždě kropenatého. První výrobci šnečího kaviáru byli ve Francii. Produkuje jej také Itálie, Polsko, Řecko a Chile, přičemž nejvýznamnějším producentem hlemýžd'ového kaviáru je Chile. Dalším druhem šneka, který se používá k výrobě kaviáru je severoafrický velký šnek šedý. Kaviár se skládá z malých bílých kuliček o velikosti 1-2 mm. Sběr kaviáru je velmi těžká manuální práce. Po sběru dochází k pasterizaci, solení a dochucení. Cena tohoto produktu je však vysoká. Kaviár se těší poměrně velké oblibě a začíná se diskutovat o využití sladkovodních měkkýšů k výrobě stejné pochoutky, která bude nutričně velmi bohatá nejen na bílkoviny, ale například i na omega-3 mastné kyseliny. Je jen otázkou času, kdy dojde k využití sladkovodních šneků k výrobě kaviáru. Dá se však předpokládat, že poptávka bude v závislosti na ceně produktu (Pissia et al., 2021). Další možné využití skýtají mušle, jež by bylo možné přetvořit do prášku. Mušlí prášek by mohl nabízet mnoho benefitů nevyjímaje bohatého zdroje bílkovin. Stále je řešena otázka kvalitního zpracování a době trvanlivosti. Jednou z možností konzervace je přeměna suroviny na proteinový prášek. Sušení je technika, která je schopna produkovat prášek se speciální velikostí částic a nízkým obsahem vlhkosti, který zaručí prodloužení trvanlivosti. O použití této metody je prozatím velmi málo článků, ale to by se do budoucna mohlo změnit (Zhang et al., 2013). Studie (Konieczny et al., 2022) poukazuje na užití prášku ze sladkovodních mušlí jako slibnou složku, kterou lze přidat s jinými pojivy nebo želírujícími činidly pro zlepšení nejen chutě, ale i finální přijatelnosti produktů krmiva pro domácí zvířata.

V poslední době nezaostává ani problematika možnosti zpracování sladkovodních měkkýšů. Pro příklad jednou z možností zpracování masa ze sladkovodních mušlí by bylo možné pomocí pulzního elektrického pole s vysokou intenzitou. Výsledky ukazují, že extrakce je mnohem rychlejší a výtěžek extrakce proteinu je vyšší se srovnáním s tradičními metodami. Tato metoda může být a je doporučována k extrakci bílkovin, a to velmi rychle a za nízkého znečištění. Celkově je tato metoda velice výkonná, rychlá, účinná, s nízkým výkonem a nízkým znečištěním (Zhou et al., 2017).

Sladkovodní plody jsou nutričně hodnotnou potravinou bohatou na polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, železo, zinek, vitamín A, vitamín B12 nebo také omega-6 mastné kyseliny a mnoho dalších důležitých mikroživin a mohly by přinášet jisté řešení ve



stravování člověka (Golden et al., 2017). Omega-3 mastné kyseliny jsou jedním z klíčových stavebních kamenů buněčných membrán a jsou zájmem vědců po mnoho let. Jsou zabudovány do buněčných membrán mnoha orgánů a tkání, především srdce, nervové tkáně a sítnice. Omega-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem patří do rodiny polynenasycených mastných kyselin, o kterých je známo, že mají důležité příznivé účinky na metabolismus a záněty. Lidé konzumují omega-3 mastné kyseliny především s rybami. Mnoho autorů uvádí nutnost hledat nové zdroje omega-3 mastných kyselin a poukazuje na benefit pro lidské zdraví při jejich užívání. Jedním z možných zdrojů představují právě sladkovodní měkkýši. Pro podrobnější a přesnější informace bude nezbytnost užití nových výzkumů a studií (Yaghubi et al., 2021).

## 4 Materiál a metody

Pro vypracování diplomové práce byla zvolena metoda metaanalýza, tedy rozsáhlá rešerše literárních zdrojů a vědeckých studií. Dostupné informace byly čerpány především z anglické literatury a následně doplňovány o literaturu českou z období 1985-2022. K vyhledání potřebné literatury byly využívány odborné databáze, a to databáze Science, ScienceDirect, Scopus, Taylor&Francis nebo Google Scholar. Klíčová slova zahrnovala bezobratlí, sladkovodní bezobratlí, sladkovodní měkkýši, vodní potraviny, plži, mlži, freshwater molluscs, Bivalvia, Gastropoda, food industry, snails a mussels.

Sběr dat pro datové tabulky sestával z článků a studií z období 1990-2021 psaných v anglickém jazyce. Literatura byla zaměřená na třídu sladkovodních měkkýšů, a to Bivalvia a Gastropoda získaných ve sladkovodním prostředí stojatých vod, řekách nebo z akvakulturního prostředí v návaznosti na zájem o potravinové složení, rizikovost konzumace, přirozené bioindikátory stavu životního prostředí, farmaceutické využití, rizikovost pro ekosystém a metody produkce. Výživové hodnoty, léčivý potenciál, koncentrace toxinu, zdravotní nebo ekosystémové riziko byly zaneseny jako indikátory využití. Dále je popsáno možné aktuální či potenciální využití spolu se stručným popisem benefitů a negativ pro člověka. Třída Bivalvia pojímala čeledi Cyrenidae, Unionidae, Mytilidae a Dreissenoidea. Třída Gastropoda zahrnovala čeledi Ampullaridae, Lymnidae, Planorbidae, Thiaridae, Viviparidae, Lithoglyphidae a Amnicolidae.

První ročník studia a první polovina ročníku druhého byla věnována studiu odborné literatury a sběru dat. Diplomová práce byla vypracována v druhém ročníku studia, tedy v měsících únoru a březnu. V navazujících měsících probíhaly konzultace s vedoucím práce a korekce textu a dat.

## 5 Výsledky a testování hypotéz

Rozsáhlá rešerše ukázala na nedostatek informací vztahujících se k užití sladkovodních měkkýšů v potravinářství (viz tabulka č.1 v přílohách), oproti užití mořských měkkýšů (viz tabulka č.2 v přílohách). Užití mořských měkkýšů je celosvětově rozšířené oproti sladkovodním měkkýšům, kde se informace k jejich užití vztahují zejména k zemích Asie.

Sběr dat byl zaměřen na taxonomické rozdělení měkkýšů, objemy a místa jejich produkce, zpracování, základní úpravy, ekonomický přínos, potenciální rizika a benefity pro zdraví člověka. Vstupní data byly zpracovány formou datových tabulek, které sumarizují taxony, zdroje informací a geografické rozmístění.

Dostupná data ze 47 % obsahovala informace o složení potraviny dále ze 32 % o rizikivosti konzumace, 11 % farmakologickém využití, 5 % rizikivosti konzumace, 2,5 % metody produkce a informace o možných přirozených bioindikátorech.

Sebraná data obsahují informace z 51,5 % o výživové hodnotě dále z 22,1 % o možných zdravotních rizicích, 10,3 % o léčivém potenciálu a koncentraci toxinů, 4,4 % o ekosystémovém riziku a z 1,4 % o doplňujících informacích.

Z dat je patrné, že sladkovodní měkkýši mohou být důležitým zdrojem makroživin a mikroživin pro člověka. Nejen díky hodnotnému obsahu bílkovin, sacharidů a tuků, ale i díky obsahu železa, vápníku, zinku a draslíku. Sladkovodní měkkýši mohou být využíváni i jako přirozený bioindikátor pro výskyt těžkých kovů v životním prostředí například pro výskyt kadmia, arsenu, zinku, mědi, olova nebo rtuti. Negativním efektem však zůstává, že tyto kovy při vyšších dávkách působí toxicky na organismus měkkýše, a tím navozují nemožnost jeho konzumace z důvodu narušení bezpečnosti lidského zdraví. Mezi další pozitivní účinky, oproti nutričním, které připisovala literatura sladkovodním měkkýšům byly antiartrotické, antiflogistické, antiosteoporotické, antiosteochodritické a analgetické. Využití by bylo možné nalézt u léčby respiračních, revmatických či jiných zánětlivých onemocnění. K potvrzení daných účinků je třeba dalších podrobnějších studií.

Geografická mapa (viz obrázek č. 1 v přílohách) a graf (viz graf č.3 v přílohách), vycházející z tabulky taxonomického rozložení sladkovodních měkkýšů využívaných jako potravina (viz tabulka č.1), indikují rozložení realizovaných relevantních výzkumů sladkovodních měkkýšů vztahující se k potravinářství. Potvrzují též výše zmíněné závěry ohledně soustředěnosti produkce, konzumace a výzkumu těchto živočichů primárně v Asii. Na předních příčkách, co se počtu nalezených studií týče se nacházejí Indie, Čína, Malajsie a Rusko. V Indii se výzkumy zabíraly převážně výživovou hodnotou při užití měkkýšů v potravě. V Číně byla naopak čtenějším tématem rizikovitost konzumace.

## 5.1 Testování hypotéz

Hypotéza č.1: Není žádný časový trend v produkci měkkýšů.

Na základě rešerše byly zhodnoceny data produkce sladkovodních měkkýšů.

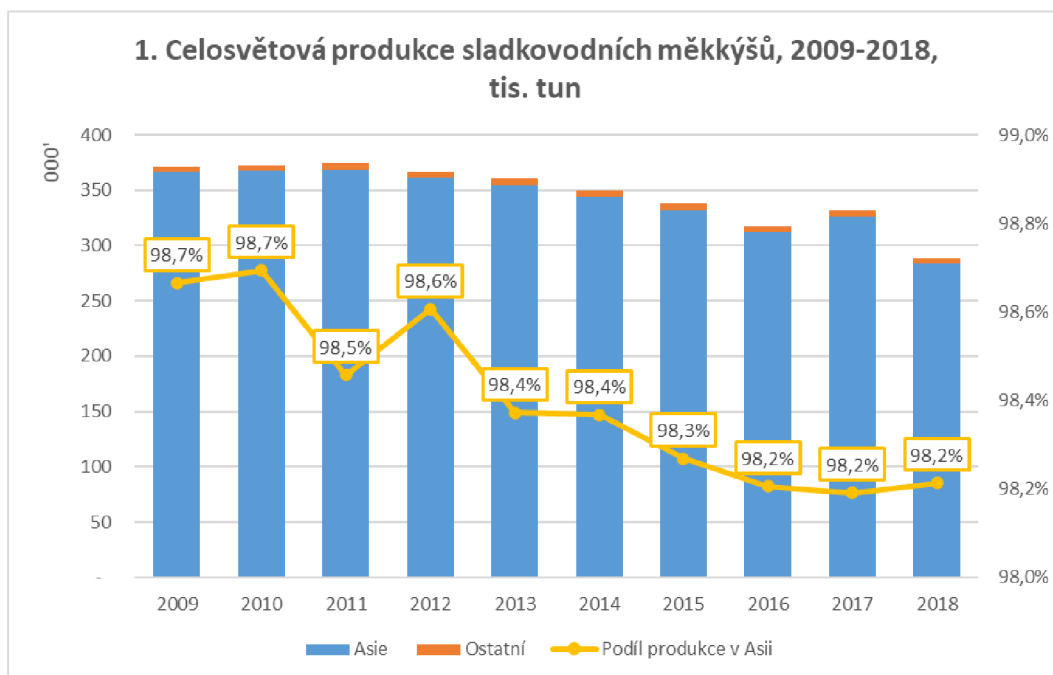
Výsledný graf indikuje, že převážná většina produkce sladkovodních měkkýšů je realizována v Asii. Celková celosvětová produkce se snižuje (viz graf č. 1). Trend naznačuje, že mezi lety 2009 a 2018 se celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů snížila.

Celkový pokles produkce mezi lety 2009 a 2018 je -22,1 %, z čehož vychází složená roční míra růstu (Compounded annual growth rate, CAGR) v tomto období – 2,7 %. Mírně snižující se podíl produkce sladkovodních měkkýšů vůči zbytku světa, z 98,7 % na 98,2 % není způsoben nárůstem produkce na jiných kontinentech, ale poklesem produkce v Asii. Produkce ve zbytku světa je na dlouhodobě stagnující úrovni.

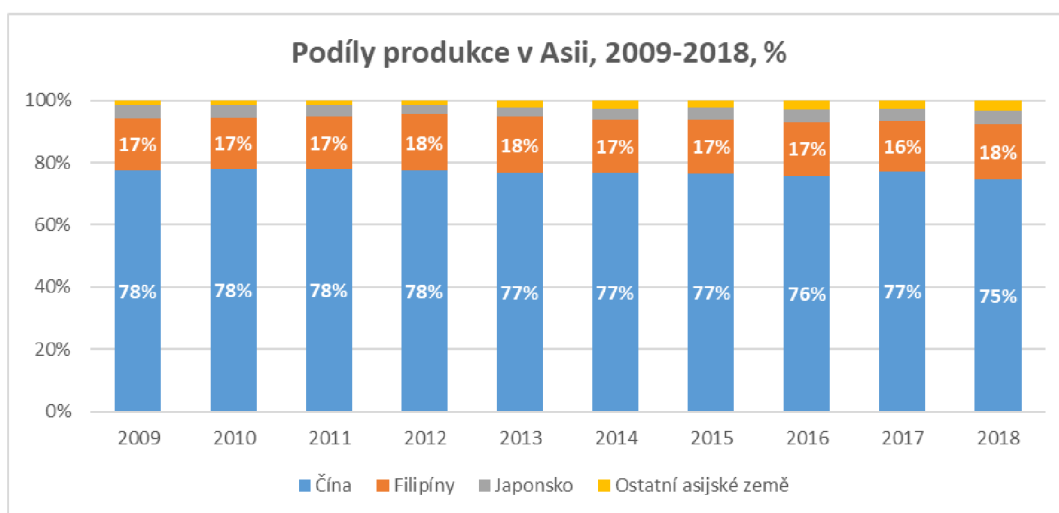
Zdaleka největší podíl na celkové asijské produkci sladkovodních měkkýšů má dlouhodobě Čína, která poklesla ze 78 % na 75 %. Na druhém místě v asijské (zároveň celosvětové) produkci jsou obsazené Filipíny se stabilně 17% - 18 % podílem, následně Japonsko se 4 % - 5 %. Tyto tři země společně produkují 97 % - 99 % celkové asijské produkce každý rok. Celosvětová produkce klesla o 22,1 % mezi lety 2009 a 2018. Tento pokles je dle dat způsoben asijskou produkcí, která nicméně není regionálně specifická, respektive ve všech zemích postupně klesá produkce přibližně stejně, což je zřejmé z grafu č.2, jelikož podíly mezi předními asijskými producenty sladkovodních měkkýšů zůstaly na přibližně stejné úrovni.

Podíváme-li se podrobněji na Čínu, tedy největšího světového producenta, tak mezi lety 2009 a 2018 zde klesla produkce per capita z 0,21 kg na 0,15 kg za rok, což je pokles o 29,2 % za dané období. Usuzujeme-li, že převážná většina produkce je taktéž lokálně spotřebována, můžeme teoreticky pozorovat trend ve snížení obliby sladkovodních měkkýšů v čínských pokrmech.

Na základě tohoto šetření zamítám nulovou hypotézu a z dat usuzuji, že trend produkce sladkovodních měkkýšů je v posledních letech klesající.



Graf č.1: Celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů, 2009-2018, tis.tun



Graf č.2: Podíly produkce v Asii, 2009-2018, %

Hypotéza č.2: Není statisticky významný rozdíl v zaměření studií na druhy sladkovodních měkkýšů publikovaných v jihovýchodní Asii a jinde ve světě.

Tuto hypotézu jsem hodnotila na základě dat shromážděných z článků a studií specifikovaných v kapitole Metodika. Nalezené druhy jsem rozřadila do dvou skupin, a to skupiny jihovýchodní Asie a skupiny jinde ve světě.

Hypotéza byla testována na standardní hladině  $\alpha=0,05$ . Jako první jsem provedla test zjišťující shodnost rozptylů dvou výběrů vztahující se k počtu druhů zkoumaných v jihovýchodní Asii a jinde ve světě.

Dvouvýběrový F-test pro rozptyl		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodno	1,461538462	1,17647
Rozptyl	1,138461538	0,15441
Pozorovár	26	17
Rozdíl	25	16
F	7,372893773	
P(F<=f) (1)	6,98977E-05	
F krit (1)	2,227209373	

Hodnota p je nižší než hodnota 0,05, proto k dalšímu testování využiji dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů pro porovnání průměrů výběrů.

	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodno	1,461538462	1,17647
Rozptyl	1,138461538	0,15441
Pozorovár	26	17
Hyp. rozdí	0	
Rozdíl	34	
t Stat	1,23977681	
P(T<=t) (1)	0,111773486	
t krit (1)	1,690924255	
P(T<=t) (2)	0,223546973	
t krit (2)	2,032244509	

Hodnota p je větší než hodnota 0,05, mohu tedy přijmout nulovou hypotézu a potvrzují, že mezi zkoumanými druhy sladkovodních měkkýšů v jihovýchodní Asii a jinde ve světě není statisticky významný rozdíl.

Na základě tohoto šetření potvrzují nulovou hypotézu. Není rozdíl mezi zkoumanými druhy sladkovodních měkkýšů v jihovýchodní Asii a jinde ve světě.

## 6 Diskuse

Značnou výzvou pro následující léta bude produkce dostatečného množství nutričně hodnotných, ekonomicky dostupných a lokálně situovaných potravin se zřetelem na životní prostředí (Yaghubi et al., 2021). Lze diskutovat o možném nástupu nutriční krize v následujících letech. Zhruba 3 miliardy lidí z každé země světa konzumuje nekvalitní stravu. Lze předpokládat, že díky růstu populace v kombinaci se změnou klimatu, vzroste významně tlak na potravinové systémy. Pokud tvůrci politik nezabrdí problematiku s nadváhou, obezitou, nemocemi souvisejícími se stravou, neurychlí úsilí a snahu o nalezení udržitelného zdroje potravin, může být ohroženo prospívání budoucích generací. Nejen obavy o nedostatek potravy, ale i snaha o zlepšení životní situace v rozvojových zemích a snaha snížit znečištění planety vedou k většímu zájmu o akvakulturu. Sladkovodní měkkýši představují potenciální benefiční potravu budoucnosti i díky bohatému obsahu proteinů, minerálních látek, vitamínů a tuků. (Baby et al., 2010) ve své práci konstatuje a poukazuje na pozitivní vliv dlouhodobé konzumace pro prospívání lidského zdraví se snížením tlaku na spotřebu červeného masa, drůbeže, vajec a mléčných výrobků.

Potravinové systémy mají potenciál podpořit lidské zdraví a podepřít také udržitelnost životního prostředí. Poskytnout rostoucí světové populaci zdravou stravu z udržitelných potravinových systémů je už nyní gigantickou výzvou. Dostupné zdroje uvádí, že světová populace roku 2050 dosáhne 10 miliard. Je více než na místě navýšit snahu a úsilí o nalezení vhodných stravovacích strategií pro budoucí generace. V posledních letech pozorujeme i zvýšený apel na snížení zatížení životního prostředí, kdy je snaha nejen zvýšit produkci dostatečného množství nutričně hodnotných potravin, ale i co nejméně zatížit a znečistit životní prostředí, například snížením produkce skleníkových plynů (Gerhart et al., 2021). Dle (Willet et al., 2019) a (Gerhart et al., 2021) je pravděpodobné, že stravovací trendy budou následovat nové neotřelé alternativní směry. V posledních letech je čím dál tím častěji kladena otázka, zda bude možné pokrýt potřebu masa pro lidskou výživu. (Nkansah et al., 2021) ve své práci upozorňuje na negativní vliv nepřijímání živočišných bílkovin. Příkladem negativního účinku pro lidské ústrojí může být prokázané zvýšení fragility kostí. Živočišné bílkoviny jsou pro lidský organismus nositelem esenciálních aminokyselin a mikroživin, které jsou zapojeny do regulačních mechanismů energetického metabolismu (Biesalski, 2005). Nejen díky obavám o dostatek potravy, ale i snaha o zajištění všech potřebných makronutrientů a mikronutrientů propukla tvorba stravovacích strategií, které budou udržitelné nejen pro životní prostředí, ale pro lidský organismus (Verain et al., 2022).

Akvakultura je jednou ze složek globálního potravinového systému. Zajišťuje obhospodařování vodních ploch s cílem zabezpečit permanentních výnosů jak živočichů, tak i rostlin v mořském i sladkovodním prostředí. Je konstatováno, že produkce mořských plodů je již na svém vrcholu, avšak akvakultura je na počátku a bude stále důležitější zdroj potravy (Bardach, 1985; Jobling et al., 2012). (FAO, 2020) informovalo o procentuální produkci akvakultury. Sladkovodní měkkýši zaujímali 1,2 procentuální produkce akvakultury na celém světě z 15, 2 milionů metrických tun. Kmen měkkýšů je rozdělen do osmi tříd včetně tříd, které jsou důležité pro lidskou výživu. Měkkýši hrají podstatnou roli v lidské výživě a světové ekonomice. Akvakultura se stala významným přispěvatelem k produkci měkkýšů s výjimkou hlavonožců. Popularita a konzumace různých měkkýšů se však v různých zemích a kulturách značně liší. Přesné informace o srovnávacích vzorcích spotřeby měkkýšů v různých zemích zatím nejsou evidovány (Taylor, 2008; Yousefi et al., 2012; Venugopal et Gopakumar, 2017; Yao et al., 2018; Tan et al., 2021; Yaghubi et al., 2021). Shledáváme faktem, že potraviny ze sladkovodních organismů, zaujmou v celosvětovém měřítku významnou roli. Pochopení pro konzumaci sladkovodních měkkýšů může být však ztíženo mnoha faktory pro příklad neznalostí, netradičností, existencí předsudků a další (Norman et al., 2019).

Globální akvakultura od roku 1960 dramaticky vzrostla, avšak geograficky nerovnoměrně. V produkci dominuje Asie s největším producentem Čínou. Rychlý růst v této zemi je zapříčiněn mnoha faktory, včetně již existujících poznatků z oblasti sladkovodní a mořské akvakultury, populačního a ekonomického růstu, uvolnění regulací a rozšiřujících se exportních příležitostí. Rozvoj akvakultury v Evropě a Severní Americe byl během 80.-90. let 20. století rychlý, avšak od té doby stagnuje, pravděpodobně kvůli regulačním omezením nebo konkurenci (Bostock et al., 2010). Sladkovodní akvakultura je nedostatečně zastoupena v množící se literatuře o globálních interakcích životního prostředí a potravinového systému, a to navzdory jejímu dominantnímu příspěvku k zásobování vodními potravinami a zabezpečení výživy. Hodnotné informace přichází často z Asie, kde má sladkovodní akvakultura svou dlouholetou tradici a díky níž byla zmírněna chudoba na venkově. Vzhledem k heterogenitě sladkovodních systémů akvakultury se velká část nedávné literatury zaměřuje na rozmanitost systémů, zabezpečení výživy a hodnotové řetězce, zejména v asijském kontextu (Naylor et al., 2021). Historicky představovali měkkýši nejen zdroj potravy, ale také jejich části byly užívány pro výrobu ozdob, nástrojů či šperků. V průběhu let rostl zájem o jejich studium. Ačkoliv je zájem o tuto skupinu dlouholetý, není rovnoměrně globálně rozložen a stále nacházíme nedostatky v poznání a možnosti jejich využití, převážně u sladkovodních měkkýšů. Stále není dostatek informací, které by poukazovaly na benefity, které s sebou může nést jejich



konzumace (Cummings et al., 2006). V zemích Asie jsou sladkovodní měkkýši konzumováni historicky, avšak Evropa v jejich konzumaci zaostává (Garlock et al., 2020). Historické poznatky z Číny zasahují až do tradiční čínské medicíny. Příkladem je konzumace pokrmu ze sladkovodních mušlí, který se užíval jako lidový lék při onemocnění jater. Z tradiční čínské medicíny vyplývá, že sladkovodní mušle zmírňují alkoholovou intoxikaci a cholestázu. Již dříve studie prokázaly, že extrakt ze sladkovodních mušlí opravdu zlepšil hladiny cholesterolu v játrech a v séru u potkanů (Chijimatsu et al., 2008 a 2009). Dostupné informace obecně pojímají více o užití sladkovodních mušlí a šneků v potravinářství. Důvodem může být tradiční užívání u jejich mořských zástupců, jelikož zde zaznamenáváme celosvětové etablování. Uplatnění sladkovodních měkkýšů je omezené, avšak má značný potenciál. Využití můžeme nalézt v lékařství, farmacii, kosmetickém průmyslu, ekologii, výživě člověka či zvířat. Pro výživu člověka mohou být nositelem energie, bílkovin, tuků, sacharidů, minerálních látek a vitamínů (Caballero et al., 2015). Sladkovodní plody jsou nutričně bohatou potravinou. Možnosti využití sladkovodních měkkýšů mohou být různorodé. V oblasti medicínské je poukazováno na benefit konzumace sladkovodních mušlí pro podporu metabolického syndromu, avšak do budoucna bude potřeba dalších studií. Dřívější studie (Chijimatsu et al., 2008 a 2009) poukázaly na pozitivní efekt konzumace sladkovodních měkkýšů na akumulaci jaterních lipidů a snížení hladiny cholesterolu. Studie (Chijimatsu et al., 2015) a další uvádějí, že extrakt sladkovodních mušlí chrání před poškozením jater, zmírňuje hypercholesterolemii a ztučnění jater a urychluje metabolismus ethanolu. Ve svých dřívějších studiích se zaměřovali zejména na hypocholesterolemické účinky extraktu ze sladkovodní mušle s výsledkem potvrzení účinku nejen hypocholesterolemického, ale i ochranného působícího proti steatóze či metabolismu lipidů a další. Díky potvrzení ochranného účinku proti steatóze a jinému poškození jater došlo k dalšímu zkoumání tohoto efektu na potkanech. Výsledkem bylo potvrzení zmírnění dysfunkce jater vyvolané xenobiotiky. Celkové výsledky naznačují příznivé účinky konzumace sladkovodních škeblí proti poškození jater.

Zájem pokračovat se ukázal ve studii (Yao et al., 2018), kdy se znovu zkoumal extrakt sladkovodních škeblí. Dá se předpokládat, že trend zájmu o toto téma bude stále stoupat. Zájem o nové poznatky pozorujeme i u respiračních chorob. Respirační onemocnění představují nesmírnou zátěž pro globální zdraví a setkáváme se s nutností objevení nové sloučeniny pro terapeutický vývoj. Existuje možnost užití extraktů a sloučenin z měkkýšů právě při léčbě respiračních onemocnění. Nejméně sto tradičních léků obsahujících více než 300 různých druhů měkkýšů se používá k léčbě respiračních onemocnění po tisíce let. Tyto informace mohou poskytnout vodítko pro objevení bioaktivních složek podporujících zdraví. Vnímáme však

nedostatek výzkumů biologické aktivity extraktů a sloučenin z měkkýšů. Ukazuje se, že sloučeniny z měkkýšů mohou být cenné při léčbě respiračních infekcí a mohou zlepšit účinnost antibiotik. Jsou však zapotřebí další studie, které by potvrdily tato tvrzení (Summer et al., 2020). Nejen využití medicínské, ale i potravinářské naznačuje vzrůstající zájem o toto odvětví. Dostupné formy byly z počátku naturální později upravené či průmyslově zpracované (Caballero et al., 2015). V literatuře nejrozšířenější užití nalézáme u sladkovodních šneků a mušli. Sladkovodní šneci, spolu s mořskými a suchozemskými, byli konzumováni lidmi od pravěku a zůstávají pochoutkou v několika částech světa (Ghosh et al., 2022). Helikultura je považována za zemědělskou činnost s nízkou ekologickou stopou v porovnání s jinými konvenčními hospodářskými zvířaty. Navzdory růstu oblíbenosti této kultury je kromě literárních údajů o nutričním složení hlemýžďového masa, velmi málo informací o extrakci a charakterizaci hlemýžďích proteinů. Hlavní složkou sladkovodních plžů je vlhkost (Ghosh et al., 2022). Několik vědeckých zpráv prokazuje nutriční potenciál hlemýžďů, pokud jde o vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin, minerálních látek a tuků (Gomot, 1998; Adeyeye et al., 2004; Fagbua et al., 2006; Babalola et al., 2009; Ghosh et al., 2017; Çelik et al., 2020). Obsah proteinů se obecně pohybuje kolem 16 gramů na 100 gramů jedlého masa. Protein je považován za vysoce kvalitní, protože obsahuje široké spektrum esenciálních aminokyselin, které jsou nezbytné pro lidský organismus. Obsah tuku v hlemýžďím masa je nižší v porovnání s jinými živočišnými bílkovinami (Pissia et al., 2021). Chuťově jsou neutrální, pevné a žvýkavé textury (Mabrouki et al., 2022). Studie (Ghosh et al., 2017) poukazuje na nutriční potenciál chovaných sladkovodních plžů *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae), které se nacházejí nejen v Korejské republice, kde jsou také konzumovány. *Pomacea canaliculata* je sladkovodní plž v Koreji známý jako „urongi“. Patří do čeledi Ampullariidae a je nazýván jablečným šnekem nebo zlatým jablečným šnekem (Ghosh et al., 2022). Jedná se o plže pocházejícího z Jižní Ameriky, ale nyní se vyskytuje na všech kontinentech kromě Antarktidy. Tento druh je považován za jedlý v mnoha částech světa nevyjímaje Čínu nebo Koreu. Roku 1986 se *Pomacea canaliculata* objevila v Koreji, kde nejsou záznamy o její tradici chovu či obchodování (Halwart, 1994). Ve 20. století se pěstovalo pouze několik jedlých druhů, především za účelem zlepšení životní situace chudých farmářů, avšak postupně se dostalo tomuto druhu pokrmu k oblibě (Lee et al., 1994). Informace o udržitelnosti šnečích farem jsou prozatím omezené, avšak některé studie již naznačují, že v porovnání s konvenčními hospodářskými zvířaty by byla produkce hlemýžďího masa doprovázena menšími emisemi skleníkových plynů (Forte et al., 2016). Sladkovodní mušle jsou nedílnou součástí vodních ekosystémů. Obecně je mušlím připisována schopnost aktivně

filtrovat vodu. (Cummings et al., 2006). Jednotlivá mušle je schopna přefiltrovat až 40 litrů vody denně (Turick et al, 1988). Jejich pěstování má relativně nízkou produkci skleníkových plynů a nevyvíjí nepřiměřený tlak na půdu ani na zásoby sladké vody (Yaghubi et al., 2021). Díky svým biochemicky bohatým makroživinám a mikroživinám jsou přínosné pro lidské zdraví. Studie (Carboni et al., 2019) popisuje nahrazení proteinové složky obědových jídel třikrát týdně po dobu dvou týdnů mušlemi se závěrem mírného zlepšení stavu omega-3 mastných kyselin, což následně vede ke snížení rizika srdečních onemocnění a následného úmrtí. Z tradiční čínské medicíny je známo, že právě sladkovodní mušle zmírňují alkoholovou intoxikaci a cholestázu (Laurent et al., 2013).

V některých zemích, převážně Asie, se setkáváme prodejem na trzích v sušeném stavu, solném nálevu nebo konzervované. Novým trendem, který by napomohl zvýšení povědomí o možnosti konzumace sladkovodních měkkýšů a jejich benefitech, by bylo získání označení ekoznačky. Tyto značky upozorňují spotřebitele i o šetrnosti k životnímu prostředí, tudíž by moly přilákat širší veřejnost. Mezi těmito označenými produkty chybí měkkýši a výrobky z nich, ačkoliv začínají být považováni za nejudržitelnější zdroj živočišných bílkovin. Mnoho odborníků, zabývajících se daným tématem se domnívá, že akvakultura měkkýšů má jedinečnou pozici a význam (Gray et al., 2021). Výživa člověka a podpora zdraví představuje nejrozsáhlejší a nejpravděpodobnější oblast zájmu. V posledních letech je zaznamenán nárůst změn ve stravování a zájmu lidí. Jednotlivci si více uvědomují a zajímají se o své zdraví, i když výskyt nadměrné hmotnosti či obezity zatím nemá klesající tendence. Zvýšené povědomí o zdravém stravování a životním stylu podněcuje zájem spotřebitelů o hledání funkčních potravin, které kromě základních živin budou nabízet i zdraví prospěšné látky (Chhabra et al., 2021). Na trhu začínají být dostupné potraviny z různých druhů měkkýšů, které lákají na nemálo nutričních benefitů. Jedním z nich je šnečí kaviár. I když je tento produkt převážně z mořských druhů začíná se diskutovat o využití sladkovodních měkkýšů k výrobě stejné pochoutky. Navýšení zájmů může být podněceno potvrzujícími se informací o hojném obsahu omega-3 mastných kyselin (Pissia et al., 2021). Některé studie a články (Yousefi et al., 2012; Venugopal et Gopakumar, 2017; Yao et al., 2018; Tan et al., 2021; Yaghubi et al., 2021) poukazují benefity v podobě omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Autoři uvádí nutnost hledat nové zdroje omega-3 mastných kyselin a poukazují na benefit pro lidské zdraví při jejich užívání. Jedním z možných zdrojů představují právě sladkovodní měkkýši. Pro podrobnější a přesnější informace bude nezbytnost užití nových výzkumů a studií (Yaghubi et al., 2021). V poslední době nezaostává ani problematika možnosti zpracování masa sladkovodních měkkýšů. Pro příklad jednou z možností zpracování masa ze sladkovodních mušlí by bylo možné pomocí

pulzního elektrického pole s vysokou intenzitou. Výsledky ukazují, že extrakce je mnohem rychlejší a výtěžek extrakce proteinu je vyšší se srovnáním s tradičními metodami. Tato metoda může být a je doporučována k extrakci bílkovin, a to velmi rychle a za nízkého znečištění. Celkově je tato metoda velice výkonná, rychlá, účinná, s nízkým výkonem a nízkým znečištěním. (Zhou et al., 2017). Výstupy z akvakultury měkkýšů se používají v různých průmyslových produktech, jako jsou hnojiva, stavební materiály, léčiva a nutraceutika. Ve většině případů však zaznamenáváme malou oporu o literaturu a studie. (Naylor et al., 2020). V současné době je užití sladkovodních měkkýšů ve výživě člověka či potravinářství nedostatečně využito. Nemalé množství odborníků však dává apel na kvalitu a možné využití bílkovin ze sladkovodních měkkýšů (Nkansah et al., 2021; Fiorella et al., 2021).

Lze konstatovat existenci značného množství potravinářských regulačních úřadů, které působí na globální, národní, státní a místní úrovni s cílem zajistit bezpečnost potravin. Všechny potraviny nesou určitý stupeň rizika pro lidské zdraví, ale cílem regulačních orgánů je tato rizika minimalizovat až eliminovat a tím zajistit, že potraviny, které konzumujeme, jsou bezpečné. Navzdory platným předpisům však určité potraviny stále představují určitá zdravotní rizika. Především je nutné zmínit alergie na měkkýše. Příznaky jsou odlišné a značně individuálně variabilní od mírné vyrážky a kopřivky až po život ohrožující anafylaktický šok. Evropská Unie přidala měkkýše na seznam nejčastěji alergenních potravin v Evropě (EFSA, 2004). Alergická reakce může mít mnoho projevů. Příznaky alergických reakcí mohou být gastrointestinální, kožní, respirační nebo systémové. Zajímavý poznatek přináší spojení konzumace měkkýšů spolu s fyzickou aktivitou. U několika jedinců byla touto kombinací vyvolána alergická reakce. Hlavním alergenem je u měkkýšů tropomyosin tedy svalová bílkovina. Alergenicitu měkkýšů je stále ve stádiu zkoumání. Alergické reakce jsou zdokumentovány na všechny druhy měkkýšů (Taylor, 2008; Haszprunar et Wanninger, 2012; Köşker et al., 2022). Metanalýza (Köşker et al., 2022) naznačuje, že míra alergie v populaci může být velké míry, avšak záleží na metodě jejího testování, proto můžeme jen předpokládat, že 1 ze 100 lidí má pravděpodobně alergii na mušle, na celosvětové úrovni to představuje značný počet lidí, kteří je nemohou konzumovat. To by mohlo být stěžejní při preferování strategie konzumace sladkovodních měkkýšů. Většina sladkovodních muší filtruje velké množství vody, ve které jsou přítomny. Díky tomu mohou akumulovat nejen živiny ze svého prostředí, ale také bakterie, viry, toxiny (Venugopal et Gopakumar, 2017), mikroplasty (Van Cauwenberghe et Janssen, 2014) a těžké kovy (Köşker et al., 2022). Některé druhy měkkýšů obsahují vyšší hladinu toxických kovů, než je preference pro lidskou spotřebu. Zachycené kovy byly převážně arsen, měď, železo, selen a zinek. Různé druhy měkkýšů také prokázaly

variabilní preference pro příjem kovů. Jsou pozorovány i změny obsahu kovů u stejného druhu (Lau et al., 1998). Další možné riziko přináší antibiotika. Jedná se o nejvýznamnějších lékařský objev 20. století. Antibiotika sehrála důležitou roli v oblasti klinické péče, chovu a akvakultury. Zneužívání antibiotik však přineslo potenciální bezpečnostní rizika pro lidstvo a ekosystém. Toxicita antibiotik může být přenášena potravinovým řetězcem v ekosystému. Antibiotika setrvávají v životním prostředí po dlouhou dobu. Vodní prostředí je hlavním přenosovým médiem kvůli tekutosti a bohaté mikrobiální diverzitě. Antibiotika ze sladkovodní akvakultury se mohou k lidem dostat dvěma cestami, a to přes kontaminovanou vodu či konzumaci kontaminovaných potravin. Není pochyb, že nadměrný příjem antibiotik může narušit fyziologické funkce člověka, a dokonce navodit závažná onemocnění. Je možné, že se zvyšující se produkcí může dojít k vyšší kontaminaci sladkovodního prostředí, avšak zakázání antibiotik je nemožné, kvůli vyšším ztrátám produktů. Snaha o snížení obsahu antibiotik však přetrvává a lze předpokládat, že snaha o snížení jejich užití či zlepšení chovných postupů a technik, bude převládat (Wang et al., 2021). Každý z těchto faktorů je potenciálním nositelem rizika pro potravinovou bezpečnost. Pro boj s bakteriálními a virovými kontaminacemi se snaží producenti řešit chovem měkkýšů mimo obytné a průmyslové zóny. Pokud mušle pochází z přírodních zdrojů jsou umísťovány do nádrží s čistou vodou, aby došlo k jejich vyprázdnění a tím zbavení jejich gastrointestinálního traktu písku, bakterií a virů. Riziko kontaminace mikroplasty je stále ve fázi zkoumání. Pro těžké kovy se odebírají vzorky, které se analyzují před uvedením na trh. Riziko konzumace měkkýšů u osob trpících potravinovou alergií nemůže být vyváжено jejich nutričními přínosy. Rizika u měkkýšů chovaných ve volné přírodě jsou poměrně vysoká, avšak akvakultura by mohla rizika značně snížit. Obecně patogeny, parazité a škůdci jsou chronickým rizikem pro odvětví akvakultury. Intenzifikace produkce plus zvyšující se integrace ochodu by mohla tato rizika zvýšit, proto je nezbytné se tomu vyvarovat a nastavit předem vhodnou strategii, která bude brát ohled i na životní prostředí (Naylor et al., 2020).

Maximalizace nutričních přínosů akvakultury závisí na oslovení populací. Cena a preference budou mít v konečném důsledku zásadní dopad na přístup spotřebitelů k potravinám z vodních organismů a jejich užití. Potravinové ze sladkovodních měkkýšů.

Zvýšení produkce a rozšíření přístupu k vodním potravinám a živinám, které poskytují, je zásadní pro transformaci globální nabídky potravin, která je nezbytná ke snížení nerovností, podvýživy a nemocí při současném populačním růstu (Fiorella et al., 2021).

Zvyšující se lidská populace a tím nutriční nároky zaznamenaly, že potravinářský průmysl má tendenci hledat alternativní zdroje potravin. Za tímto účelem jsou prováděny různé

studie týkající se náhradních a alternativních zdrojů potravin. Očekává se, že akvakultura bude hrát stále důležitější roli v globálním zajišťování potravin a její role může být obzvláště významná a přínosná. K rozvoji bude třeba zlepšení potravinové bezpečnosti a zapříčinit akvakulturní růst udržitelným způsobem. Vzhledem k neustálému růstu zájmu o nový zdroj udržitelných potravin roste celosvětově, má akvakultura potenciál pomoci s uspokojením poptávky a zároveň zabezpečit výživu pro budoucí generace. Udržitelnost akvakultury bude též určovat výběr druhů produkce (Fiorella et al., 2021).

Námětem k dalšímu průzkumu by mohl být fakt, že Čína a v menší míře Filipíny, dva největší světoví producenti, dlouhodobě výrazně snižují svou produkci při stoupajícím počtu obyvatel. Je otázkou proč k tomuto jevu dochází, zda-li je to například z důvodu úbytku celkového počtu měkkýšů, z důvodů snižující se oblíbenosti sladkovodních měkkýšů v pokrmech na úkor dražších, populárnějších, a tedy monetizovatelnějších měkkýšů mořských, nebo se jedná o souvislost s určitými demografickými faktory, například kvůli trendu urbanizace a obecně rostoucí životní úrovni a bohatství obyvatel Číny.

## 7 Závěr

Cílem práce bylo poskytnout aktuální přehled užití sladkovodních měkkýšů ve výživě člověka a v potravinářství. Dle dosavadní literatury je patrné, že zájem o sladkovodní měkkýše byl fokusován především v zemích Asie, kde jejich konzumace byla datována do dávné historie a oporu o lékařské poznatky jsme našli až v tradiční čínské medicíně. Literární zdroje byly bohaté na informace vztahující se k akvakultuře a mořským produktům, avšak sladkovodní akvakultura a především měkkýši, byly zastoupeny nekomplexně a nedostatečně. Dostupné studie poukázaly na variabilní benefity a možné přínosy sladkovodních měkkýšů nejen v potravinářství a výživě člověka, ale i v medicíně a farmacii. Mnohá literatura upozorňovala na nárůst světové populace a nutnost nalezení nutričně kvalitních zdrojů potravin. Zvýšit produkci sladkovodních měkkýšů, edukovat nejen širokou veřejnost o přínosu konzumace sladkovodních měkkýšů by molo být řešením k nalezení udržitelné stravovací strategie pro budoucí generace, která by brala v potaz i úroveň životního prostředí.

Z dostupných dat vyplývá, že celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů klesá z důvodů snižující se produkce Číny, která je nicméně stále nejvýznamnějším světovým producentem.

## 8 Seznam použité literatury

ADEYEYE, E.I a E.O AFOLABI. Amino acid composition of three different types of land snails consumed in Nigeria. *Food Chemistry* [online]. 2004, **85**(4), 535-539 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/S0308-8146(03)00247-4

AHMAD, T. B., L. LIU, M. KOTIW a K. BENKENDORFF. Review of anti-inflammatory, immune-modulatory and wound healing properties of molluscs. *JOURNAL OF ETHNOPHARMACOLOGY* [online]. 2018, **210**, 156-178 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03788741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2017.08.008

ALLEN, H.L. a D.K. DROR. Effects of animal source foods, with emphasis on milk, in the diet of children in low-income countries. *Milk and Milk Products in Human Nutrition* [online]. 2011, **67**, 113 - 130 [cit. 2022-04-10]. ISBN 9783805595865. ISSN 16616677. Dostupné z: doi:10.1159/000325579

ARU, V., B. KHAKIMOV, K.M. SØRENSEN a S.B. ENGELSEN. The foodome of bivalve molluscs: From hedonic eating to healthy diet. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2018, **69**, 13-19 [cit. 2022-04-10]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2018.01.018

BABALOLA, O.O. a A.O. AKINSOYINU. Proximate composition and mineral profile of snail meat from different breeds of land snail in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* [online]. 2009, **8**(12), 1842 - 1844 [cit. 2022-04-10]. ISSN 16805194. Dostupné z: doi:10.3923/pjn.2009.1842.1844

BABY, R.L., I. HASAN, K.A. KABIR a M.N. NASER. *Nutrient Analysis of Some Commercially Important Molluscs of Bangladesh* [online]. 2010 [cit. 2022-04-10]. ISSN 20700237. Dostupné z: doi:10.3329/jsr.v2i2.3362

BARDACH, J. E. The Role of Aquaculture in Human Nutrition. *GeoJournal* [online]. 1985, **10**(3), 221 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03432521. Dostupné z: doi:10.1007/bf00462123

BERAN, L. *Vodní měkkýši ČR / Luboš Beran*. 1998. ISBN 809024694X.

BHATTACHARYA, S., M. CHAKRABORTY, M. BOSE, D. MUKHERJEE, R. MISHRA, A. ROYCHOUDHURY a P. DHAR. Indian freshwater edible snail *Bellamya bengalensis* lipid extract prevents T cell mediated hypersensitivity and inhibits LPS induced macrophage activation. *Journal of Ethnopharmacology* [online]. 2014, **157**, 320 - 329 [cit. 2022-04-10]. ISSN 18727573. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2014.09.009

BIESALSKI, H.-K. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science* [online]. 2005, **70**(3), 509-524 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2004.07.017



BOLOTOV, I.N., A.V. KONDAKOV, E.S. KONOPLEVA, et al. Integrative taxonomy, biogeography and conservation of freshwater mussels (Unionidae) in Russia. *Scientific Reports* [online]. 2020, **10**(1) [cit. 2022-04-10]. ISSN 20452322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-020-59867-7

BONNEMAIN, B. Helix and drugs: Snails for western health care from antiquity to the present. *EVIDENCE-BASED COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE* [online]. 2005, **2**(1), 25-28 [cit. 2022-04-10]. ISSN 1741427X. Dostupné z: doi:10.1093/ecam/neh057

BOSTOCK, J., B. MCANDREW, R. RICHARDS, et al. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* [online]. 2010, **365**(1554), 2897 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09628436. Dostupné z.: doi:10.1098/rstb.2010.0170

CABALLERO, B., P. FINGLAS a F. TOLDRÁ. *Encyclopedia of Food and Health*. 2015, 1 - 5282. ISBN 9780123849533.

CAMPOY-DIAZ, A.D., M.A. ARRIBÉRE, S. Ribeiro GUEVARA a I.A. VEGA. Bioindication of mercury, arsenic and uranium in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae): Bioconcentration and depuration in tissues and symbiotic corpuscles. *Chemosphere* [online]. 2018, **196**, 196-205 [cit. 2022-04-06]. ISSN 00456535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2017.12.145

CARBONI, S., A.P. DESBOIS, J.R. DICK, G. KAUR, D. LEE HAMILTON, A. PRYCE, K. MCKEE a S.D.R. GALLOWAY. Mussel Consumption as a “Food First” Approach to Improve Omega-3 Status. *Nutrients* [online]. 2019, **11**(6) [cit. 2022-04-10]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11061381

CAI, Y., Q. XUE, J. XU, L. ZHANG, Z. GONG a K. ACHARYA. Widespread natural intraspecific variation in tissue stoichiometry of two freshwater molluscs: Effect of nutrient enrichment. *Ecological Indicators* [online]. 2016, **66**, 583-591 [cit. 2022-04-10]. ISSN 1470160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2016.02.022

ÇELİK, M.Y., M.B. DUMAN, M. SARIPEK, G. UZUN GÖREN, D. KAYA ÖZTÜRK, D. KOCATEPE a S. KARAYÜCEL. Comparison of Proximate and Amino Acid Composition between Farmed and Wild Land Snails (*Cornu aspersum* Müller, 1774). *Journal of Aquatic Food Product Technology* [online]. 2020, **29**(4), 383 - 390 [cit. 2022-04-10]. ISSN 15470636. Dostupné z: doi:10.1080/10498850.2020.1740850

CUMMINGS, K. S. a D. L. GRAF. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2010, 309-384. ISBN 9780123748553. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-374855-3.00011-X

DE MONTAUDOUIN, X., S.E. SHUMWAY (Ed.): Shellfish aquaculture and the environment. *Environmental Science and Pollution Research* [online]. 2014, **21**(12), 7781-7783 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09441344. Dostupné z: doi:10.1007/s11356-014-2708-z

DEMBITSKY, V.M., T. REZANKA a A.G. KASHIN. Comparative study of the endemic freshwater fauna of lake baikal-I. Phospholipid and fatty acid composition of two mollusc species, *Baicalia oviformis* and *Benedictia baicalensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part B: Biochemistry and* [online]. 1993, **106**(4), 819 - 823 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03050491. Dostupné z: doi:10.1016/0305-0491(93)90036-5

DHARA, K., S. SAHA, A. V. CHUKWUKA, Prasenjit PAL, Nimai Chandra SAHA a Caterina FAGGIO. Fluoride sensitivity in freshwater snail, *Bellamya bengalensis* (Lamarck, 1882): An integrative biomarker response assessment of behavioral indices, oxygen consumption, haemocyte and tissue protein levels under environmentally relevant exposure concentrations. *Environmental Toxicology and Pharmacology* [online]. 2022, **89** [cit. 2022-04-10]. ISSN 13826689. Dostupné z: doi:10.1016/j.etap.2021.103789

DIAMOND, J. M. *Collapse: how societies choose to fail or succeed / Jared Diamond*. 2011. ISBN 9780241958681.

DIMOCK, R.V. a R.T. DILLON. The Ecology of Freshwater Molluscs. *The Journal of Parasitology* [online]. 2000, **86**(5) [cit. 2021-11-01]. ISSN 00223395. Dostupné z: doi:10.2307/3284819

EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] on a request from the Commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes. *EFSA (European Food Safety Authority) Journal* [online]. 2004, **32**, 1-197 [cit. 2022-04-13]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2004.32

EISEN, M.B., P.O. BROWN a A.M. LOBOGUERRERO. Rapid global phaseout of animal agriculture has the potential to stabilize greenhouse gas levels for 30 years and offset 68 percent of CO<sub>2</sub> emissions this century. *PLOS Climate*. 2022, **1**(2). ISSN 2767-3200. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pclm.0000010

ENDA, H., Y. SAGANE, Y. NAKAZAWA, H. SATO a M. YAMAZAKI. Data on free amino acid contents in Japanese basket clams (*Corbicula japonica*) from Lake Abashiri and Abashirigawa River. *Data in Brief* [online]. 2018, **16**(639-643), 639-643 [cit. 2022-04-10]. ISSN 23523409. Dostupné z: doi:10.1016/j.dib.2017.11.075

FAGBUARO, O., J.A. OSO, J.B. EDWARD a R.F. OGUNLEYE. *Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria* [online]. 2006 [cit. 2022-04-10]. ISSN edsair. Dostupné z: doi:10.1631/jzus.2006.b0686

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. ISBN 9789251327975.

FERREIRA-RODRÍGUEZ, N., Y.B. AKIYAMA, O.V. AKSENOVA, et al. Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation* [online]. 2019, **231**, 77-87 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00063207. Dostupné z: doi:10.1016/j.biocon.2019.01.002

FIGLIOLA, K.J., H. OKRONIPA, K. BAKER a S. HEILPERN. Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. *Current Opinion in Biotechnology* [online]. 2021, **70**, 83-90 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09581669. Dostupné z: doi:10.1016/j.copbio.2020.11.014

Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century [online]. 2016 [cit. 2022-03-21]. ISSN edsoaiOpen.

FONG, P.P. a A.T. FORD. The biological effects of antidepressants on the molluscs and crustaceans: A review. *Aquatic Toxicology* [online]. 2014, **151**, 4-13 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0166445X. Dostupné z: doi:10.1016/j.aquatox.2013.12.003

FORTE, A., A. ZUCARO, G. DE VICO a A. FIERRO. Carbon footprint of heliculture: A case study from an Italian experimental farm. *Agricultural Systems* [online]. 2016, **142**, 99-111 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0308521X. Dostupné z: doi:10.1016/j.agsy.2015.11.010

FOWLER, M.E. a E.R. MILLER. *Zoo and wild animal medicine: current therapy / Murray E. Fowler, R. Eric Miller*. 2008. ISBN 9781416040477.

FREEMAN, M.A., K. COATNEY, M. SCHILLING, M. CIARAMELLA a P. ALLEN. Willingness-to-pay for value-added freshwater prawns. *Aquaculture Economics and Management* [online]. 2017, 21(4), 419 - 432 [cit. 2022-04-10]. ISSN 13657305. Dostupné z: doi:10.1080/13657305.2016.1180645

GARLOCK, T., F. ASCHE, J. ANDERSON, et al. A Global Blue Revolution: Aquaculture Growth Across Regions, Species, and Countries. *Reviews in Fisheries Science* [online]. 2020, **28**(1), 107-116 [cit. 2022-04-10]. ISSN 23308249. Dostupné z: doi:10.1080/23308249.2019.1678111

GEPHART, J.A., C.D. GOLDEN, F. ASCHE, et al. Scenarios for Global Aquaculture and Its Role in Human Nutrition. *Reviews in Fisheries Science* [online]. 2021, 29(1), 122-138 [cit. 2022-04-10]. ISSN 23308249. Dostupné z: doi:10.1080/23308249.2020.1782342

GENTRY, R. R., H. K. ALLEWAY, M. J. BISHOP, C. L. GILLIES, T. WATERS a R. JONES. Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. *REVIEWS IN AQUACULTURE* [online]. 2020, **12**(2), 499-512 [cit. 2022-04-10]. ISSN 17535123. Dostupné z: doi:10.1111/raq.12328

GHOSH, S., C. JUNG a V.B. MEYER-ROCHOW. Snail as mini-livestock: Nutritional potential of farmed *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae). *Agriculture and Natural Resources* [online]. 2017, **51**(6), 504 - 511 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2452316X. Dostupné z: doi:10.1016/j.anres.2017.12.007

GHOSH, S., V. B. MEYER-ROCHOW a C. JUNG. F. the Edible Aquatic Snail *Pomacea canaliculata* as a Mini-Livestock. *FISHES* [online]. 2022, **7**(1), 6-14 [cit. 2022-04-10]. ISSN 24103888. Dostupné z: doi:10.3390/fishes7010006

GRAY, M, N BARBOUR, B CAMPBELL, Aj ROBILLARD, A TODD-RODRIGUEZ, H XIAO a L PLOUGH. Ecolabels can improve public perception and farm profits for shellfish aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* [online]. 2021, **13**, 13-20 [cit. 2022-04-10]. ISSN 1869215X. Dostupné z: doi:10.3354/aei00388

GOMOT, A. BIOCHEMICAL COMPOSITION OF HELIX SNAILS: INFLUENCE OF GENETIC AND PHYSIOLOGICAL FACTORS. *Journal of Molluscan Studies* [online]. 1998, **64**(2), 173-181 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02601230. Dostupné z: doi:10.1093/mollus/64.2.173

GOLDEN, Ch. D., J. Z. KOEHN, A. SHEPON, et al. Aquatic foods to nourish nations. *Nature: International weekly journal of science* [online]. 2021, **598**(7880), 315-320 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00280836. Dostupné z: doi:10.1038/s41586-021-03917-1

GUBSER, G., S. VOLLENWEIDER, D. EIBL a R. EIBL. Food ingredients and food made with plant cell and tissue cultures: State-of-the art and future trends. *Engineering in Life Sciences* [online]. 2021, **21**(3/4), 87-98 [cit. 2022-04-10]. ISSN 16180240. Dostupné z: doi:10.1002/elsc.202000077

HALWART, M. The golden apple snail *Pomacea canaliculata* in Asian rice farming systems: Present impact and future threat. *International Journal of Pest Management*. 1994, **40**(2), 199-206. ISSN 0967-0874. Dostupné z: doi:10.1080/09670879409371882.

HANSON, T.R., D. HUDSON, P. COGGINS a R. ANDERSON. Determining Consumer Acceptance and Willingness to Pay for U.S. Farm-Raised Freshwater Prawns. *Journal of Food Distribution Research* [online]. 2008, **39**(1), 1 [cit. 2022-04-10]. ISSN edsrep. Dostupné z: 10.22004/ag.econ.162290

HANUŠ, L.O., D.O. LEVITSKY, I. SHKROB a V.M. DEMBITSKY. Plasmalogens, fatty acids and alkyl glyceryl ethers of marine and freshwater clams and mussels. *Food Chemistry* [online]. 2009, **116**(2), 491-498 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2009.03.004

HASZPRUNAR, G. a A. WANNINGER. Molluscs. *Current Biology* [online]. 2012, **22**(13), R510 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2012.05.039.

HENSHILWOOD, K., D.N. LEES a J. GREEN. Monitoring the marine environment for small round structured viruses (SRSVS): A new approach to combating the transmission of these viruses by molluscan shellfish. *Water Science and Technology* [online]. 1998, **38**(12), 51 - 56 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02731223. Dostupné z: doi:10.2166/wst.1998.0498

HIGGS, J. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *TRENDS IN FOOD SCIENCE* [online]. 2000, **11**(3), 85-95 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi: 10.1016/S0924-2244(00)00055-8

CHAKRABORTY, M., S. BHATTACHARYA, P. BHATTACHARJEE, R. DAS a R. MISHRA. Prevention of the progression of adjuvant induced arthritis by oral supplementation of Indian fresh water mussel (*Lamellidens marginalis*) aqueous extract in experimental rats. *Journal of Ethnopharmacology* [online]. 2010, **132**(1), 316 - 320 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03788741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2010.08.036

CHEN, X., H. LIU, H. HUANG, K. LIBER, T. JIANG aj. YANG. Cadmium bioaccumulation and distribution in the freshwater bivalve *Anodonta woodiana* exposed to environmentally relevant Cd levels. *Science of the Total Environment* [online]. 2021, **791** [cit. 2022-04-10]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148289

CHHABRA, S., A. BAKSHI a R. KAURQ. Role of Nutraceuticals in Health Promotion and Disease Prevention: A Review in the Indian Context. *Current Topics in Nutraceutical Research* [online]. 2021, **19**(2), 139-145 [cit. 2022-04-10]. ISSN 15407535. Dostupné z: doi:10.37290/ctnr2641-452X.19:139-145

CHIJIMATSU, T., I. TATSUGUCHI, H. ODA a S. MOCHIZUKI. A freshwater clam (*Corbicula fluminea*) extract reduces cholesterol level and hepatic lipids in normal rats and xenobiotics-induced hypercholesterolemic rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2009, **57**(8), 3108 - 3112 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00218561. Dostupné z: doi:10.1021/jf803308h

CHIJIMATSU, T., I. TATSUGUCHI, K. ABE, H. ODA a S. MOCHIZUKI. A Freshwater Clam (*Corbicula fluminea*) Extract Improves Cholesterol Metabolism in Rats Fed on a High-Cholesterol Diet. *Bioscience, Biotechnology* [online]. 2008, **72**(10), 2566-2571 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09168451. Dostupné z: doi:10.1271/bbb.80257

CHIJIMATSU, T., M. UMEKI, S. KOBAYASHI, Y. KATAOKA, K. YAMADA, H. ODA a S. MOCHIZUKI. Dietary freshwater clam (*Corbicula fluminea*) extract suppresses accumulation of hepatic lipids and increases in serum cholesterol and aminotransferase activities induced by dietary chloretone in rats. *Bioscience, Biotechnology* [online]. 2015, **79**(7), 1155-1163 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09168451. Dostupné z: doi:10.1080/09168451.2015.1012147

CHILDS, M.T., C.S. DORSETT, I.B. KING, J.G. OSTRANDER a W.K. YAMANAKA. Effects of shellfish consumption on lipoproteins in normolipidemic men. *American journal of clinical nutrition (USA)* [online]. 1990, **51**(6), 1020-1027 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00029165. Dostupné z: doi: 10.1093/ajcn/51.6.1020

JING, W., L. LANG, Z.LIN, Na LIU a Lan WANG. Cadmium bioaccumulation and elimination in tissues of the freshwater mussel *Anodonta woodiana*. *Chemosphere* [online]. 2019, **219**, 321-327 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00456535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2018.12.033

JOBLING, Malcolm. J. S. Lucas and P. C. Southgate (eds): Aquaculture—Farming aquatic animals and plants. *Aquaculture International: Journal of the European Aquaculture Society* [online]. 2012, **20**(4), 807-809 [cit. 2022-04-13]. ISSN 09676120. Dostupné z: doi:10.1007/s10499-012-9530-8

KASPER, H. a W. BURGHARDT. *Výživa v medicíně a dietetika / Heinrich Kasper ; [ve spolupráci s Waltrem Burghardtem ; překlad Karel Procházka]*. 2015. ISBN 9788024745336.

KONIECZNY, P., W. ANDRZEJEWSKI, T. YANG, M. URBAŃSKA, J. STANGIERSKI, Ł. TOMCZYK a B. MIKOŁAJCZAK. Selected Quality Attributes of Freshwater Mussel Powder as a Promising Ingredient for Pet Food. *Animals (2076-2615)* [online]. 2022, **12**(1), 90-90 [cit. 2022-04-10]. ISSN 20762615. Dostupné z: doi:10.3390/ani12010090

KÖŞKER, A. R., S. GÜNDOĞDU, D. AYAS a M. BAKAN. Metal levels of processed ready-to-eat stuffed mussels sold in Turkey: Health risk estimation. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2022, **106** [cit. 2022-04-10]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2021.104326

KIM, W., Y. WANG a C. SELOMULYA. Dairy and plant proteins as natural food emulsifiers. *Trends in Food Science* [online]. 2020, **105**, 261-272 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2020.09.012

LAU, S., M. MOHAMED, A. TAN CHI YEN a S. SU'UT. Accumulation of heavy metals in freshwater molluscs. *Science of the Total Environment* [online]. 1998, **214**(1-3), 113 - 121 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/S0048-9697(98)00058-8

LAURENT, T., Y. OKUDA, T. CHIJIMATSU, et al. Freshwater Clam Extract Ameliorates Triglyceride and Cholesterol Metabolism through the Expression of Genes Involved in Hepatic Lipogenesis and Cholesterol Degradation in Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2013, **2013** [cit. 2022-04-10]. ISSN 1741427X. Dostupné z: doi:10.1155/2013/830684

- LEE M., MOON J. a H. RYU. Nutrient composition and protein quality of giant snail products. *Journal of The Korean Society of Food and Nutrition* [online]. 1994, 23(3), 453-458 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02533154. Dostupné z: doi: 10.19044/esj.2020.v16n12p111
- LIU, C., H. ZHOU, Y.-C. SU, Y. LI a J. LI. Chemical compositions and functional properties of protein isolated from by-product of triangle shell pearl mussel *hyriopsis cumingii*. *Journal of Aquatic Food Product Technology* [online]. 2009, 18(3), 193 - 208 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10498850. Dostupné z: doi:10.1080/10498850902737754
- LOPES-LIMA, M., R. SOUSA, J. GEIST, et al. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* [online]. 2017, 92(1), 572-607 [cit. 2022-04-10]. ISSN 1469185X. Dostupné z: doi:10.1111/brv.12244
- LOPES-LIMA, M., N. RICCARDI, M. URBANSKA, F. KÖHLER, M. VINARSKI, A. E. BOGAN a R. SOUSA. Major shortfalls impairing knowledge and conservation of freshwater molluscs. *Hydrobiologia: The International Journal of Aquatic Sciences* [online]. 2021, 848(12-13), 2831-2867 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00188158. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-021-04622-w
- LYDEARD, C., R.H. COWIE, W.F. PONDER, et al. The Global Decline of Nonmarine Mollusks. *BioScience* [online]. 2004, 54(4), 321-330 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00063568. Dostupné z: doi:10.1641/0006-3568(2004)054[0321:tgdonm]2.0.co;2
- MABROUKI, Y., P. GLÖER a A. F. TAYBI. *GYRAULUS MAROCANA SP. NOV., A NEW FRESHWATER SNAIL SPECIES (MOLLUSCA, GASTROPODA, PLANORBIDAE) FROM MOROCCO*. *Nature Conservation Research* [online]. 2022, 7(1), 96-100 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2500008X. Dostupné z: doi:10.24189/ncr.2022.007
- MARTEMYANOV, V.I., N.A. BEREZINA, A.S. MAVRIN a A.N. SHAROV. Shifted mineral ions transport in the mollusk *Unio pictorum* exposed to environmental concentrations of diclofenac. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* [online]. 2021, 248 [cit. 2022-04-10]. ISSN 15320456. Dostupné z: doi:10.1016/j.cbpc.2021.109107
- MAULU, S. a C. MONDE. Climate Change Effects on Aquaculture Production: Sustainability Implications, Mitigation, and Adaptations. *Frontiers in Sustainable Food Systems* [online]. 2021, 5 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2571581X. Dostupné z: doi:10.3389/fsufs.2021.609097
- MEYER-ROCHOW, V. B. *Reference Module in Food Science*. 2016. ISBN 9780081005965. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.22580-8

MISRA, K.K, I SHKROB, S RAKSHIT a V.M DEMBITSKY. Variability in fatty acids and fatty aldehydes in different organs of two prosobranch gastropod mollusks. *Biochemical Systematics and Ecology* [online]. 2002, **30**(8), 749-761 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03051978. Dostupné z: doi:10.1016/S0305-1978(01)00150-8

MOL, S., N. ERKAN, D. ÜÇÖK a Ş. Yasemin TOSUN. EFFECT OF PSYCHROPHILIC BACTERIA TO ESTIMATE FISH QUALITY. *Journal of Muscle Foods* [online]. 2007, **18**(1), 120-128 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10460756. Dostupné z: doi:10.1111/j.1745-4573.2007.00071.x

MONIRUZZAMAN, M., S. SKU, P. CHOWDHURY, et al. Nutritional evaluation of some economically important marine and freshwater mollusc species of Bangladesh. *Heliyon* [online]. 2021, **7**(5) [cit. 2022-04-10]. ISSN 24058440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07088

*Molluscabase* [online]. Belgium: LifeWatch Belgium [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <http://www.molluscabase.org>

MURRAY, G. a L. D'ANNA. Seeing shellfish from the seashore: The importance of values and place in perceptions of aquaculture and marine social–ecological system interactions. *Marine Policy* [online]. 2015, **62**, 125-133 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0308597X. Dostupné z: doi:10.1016/j.marpol.2015.09.005

NAYLOR, R.L., R.W. HARDY, A.H. BUSCHMANN, et al. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature: International weekly journal of science* [online]. 2021, **591**(7851), 551-563 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00280836. Dostupné z: doi:10.1038/s41586-021-03308-6

NKANSAH, M.A., E.A. AGYEI a F. OPOKU. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species. *Heliyon* [online]. 2021, **7**(10) [cit. 2022-04-10]. ISSN 24058440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2021.e08149

NORMAN, R.A., M. CRUMLISH a S. STETKIEWICZ. The importance of fisheries and aquaculture production for nutrition and food security. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* [online]. 2019, **38**(2), 395 - 407 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02531933. Dostupné z: doi:10.20506/rst.38.2.2994

NURHASAN, M., H.K. MAEHRE, M.K. MALDE, S.K. STORMO, M. HALWART, D. JAMES a E.O. ELVEVOLL. Nutritional composition of aquatic species in Laotian rice field ecosystems. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2010, **23**(3), 205-213 [cit. 2022-04-10]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2009.12.001



OLIVIER, A.S., L. JONES, L. LE VAY, M. CHRISTIE, J.WILSON a S.K. MALHAM. A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture. *REVIEWS IN AQUACULTURE* [online]. 2020, **12**(1), 3-25 [cit. 2022-04-10]. ISSN 17535123. Dostupné z: doi:10.1111/raq.12301

PAROLINI, M. Toxicity of the Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) acetylsalicylic acid, paracetamol, diclofenac, ibuprofen and naproxen towards freshwater invertebrates: A review. *Science of the Total Environment* [online]. 2020, **740** [cit. 2022-04-10]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140043

PFEIFFER, J.M., D.L. GRAF, K.S. CUMMINGS a L.M. PAGE. Taxonomic revision of a radiation of South-east Asian freshwater mussels (Unionidae: Gonideinae). *Invertebrate Systematics* [online]. 2021, **35**(4), 394-535 [cit. 2022-04-10]. ISSN 14455226. Dostupné z: doi:10.1071/IS20044

PISSIA, M.A., A. MATSAKIDOU a V. KIOSSEOGLU. Raw materials from snails for food preparation. *Future Foods* [online]. 2021, **3** [cit. 2022-04-10]. ISSN 26668335. Dostupné z: doi:10.1016/j.fufo.2021.100034

PUTRA, S.N.K.M., N.H. ISHAK a N.M. SARBON. Preparation and characterization of physicochemical properties of golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) protein hydrolysate as affected by different proteases. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* [online]. 2018, **13**, 123-128 [cit. 2022-04-10]. ISSN 18788181. Dostupné z: doi:10.1016/j.bcab.2017.12.002

RAY, N.E., T.J. MAGUIRE, A.N. AL-HAJ, M.C. HENNING a R.W. FULWEILER. Low Greenhouse Gas Emissions from Oyster Aquaculture. *ENVIRONMENTAL SCIENCE* [online]. 2019, **53**(15), 9118-9127 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0013936X. Dostupné z: doi:10.1021/acs.est.9b02965

SAKALAUŠKAITE, J., B. DEMARCHI, T. COCQUEREZ, et al. 'palaeoshellomics' reveals the use of freshwater mother-of-pearl in prehistory. *ELife* [online]. 2019, **8** [cit. 2022-04-10]. ISSN 2050084X. Dostupné z: doi:10.7554/eLife.45644

SALLEH, N.H.M., D. ARBAIN, M.Z.M. DAUD, N. PILUS a R. NAWI. Distribution and Management of *Pomacea Canaliculata* in the Northern Region of Malaysia: Mini Review. *APCBEE Procedia* [online]. 2012, **2**, 129-134 [cit. 2022-04-10]. ISSN 22126708. Dostupné z: doi:10.1016/j.apcbee.2012.06.024

SCHNEIDER, U. A., P. HAVLÍK, E. SCHMID, et al. Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption. *Agricultural Systems* [online]. 2011, **104**(2), 204-215 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0308521X. Dostupné z: doi:10.1016/j.agsy.2010.11.003

SMITH, M. a B. VAITLA. Does Aquaculture Support the Needs of Nutritionally Vulnerable Nations?. *Frontiers in Marine Science* [online]. 2017, **4** [cit. 2022-04-10]. ISSN 22967745. Dostupné z: doi:10.3389/fmars.2017.00159

SONOWAL, J. a D. KARDONG. Nutritional evaluation of freshwater bivalve, *Lamellidens* spp. from the upper Brahmaputra basin, Assam with special reference to dietary essential amino acids, omega fatty acids and minerals. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL BIOLOGY* [online]. 2020, **41**(4), 931-941 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02548704. Dostupné z: doi:10.22438/jeb/4(SI)/MS\_1908

STANGIERSKI, J., J. TOMASZEWSKA-GRAS, P. KONIECZNY, W. ANDRZEJEWSKI, B. GRZEŚ a M. URBAŃSKA. Effect of Washing on the Quality of Surimi-Like Preparation Obtained from Soft Tissue of Freshwater Mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834). *Journal of Aquatic Food Product Technology* [online]. 2018, **27**(9), 961 - 974 [cit. 2022-04-10]. ISSN 15470636. Dostupné z: doi:10.1080/10498850.2018.1518360

STEFANOV, K. Comparative investigation of phospholipids and fatty acids of freshwater molluscs from the Volga river basin. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* [online]. 2003, **102**, 193-198 [cit. 2022-04-10]. ISSN 03050491. Dostupné z: doi: 10.1016/0305-0491(92)90294-2

STRAUS, S.E. Complementary and alternative medicine: challenges and opportunities for American medicine. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges* [online]. 2000, **75**(6), 572-3 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10402446. Dostupné z: doi:10.1097/00001888-200006000-00005

SUBASINGHE, R., D. SOTO a J. JIA. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture (USA)* [online]. 2009, **1**(1), 2-9 [cit. 2022-04-10]. ISSN 17535131. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x

SUMMER, K., J. BROWNE, L. LIU a K. BENKENDORFF. Molluscan Compounds Provide Drug Leads for the Treatment and Prevention of Respiratory Disease. *MARINE DRUGS* [online]. 2020, **18**(11), 570-619 [cit. 2022-04-10]. ISSN 16603397. Dostupné z: doi:10.3390/md18110570

SUNA, S. a Ö.U. ÇOPUR. *Alternative and Replacement Foods*. 2018, 1-30. ISBN 9780128114469. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-811446-9.00001-0

TACON, A.G.J. a M. METIAN. Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply. *Reviews in Fisheries Science* [online]. 2013, **21**(1), 22-38 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10641262. Dostupné z: doi:10.1080/10641262.2012.753405

TAN, K., H. ZHANG, S. LI, H. MA a H. ZHENG. Lipid nutritional quality of marine and freshwater bivalves and their aquaculture potential. *CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION* [online]. 2021 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10408398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2021.1909531

TAYLOR, S.L. Chapter 4 - Molluscan Shellfish Allergy. *Advances in Food and Nutrition Research* [online]. 2008, **54**, 139-177 [cit. 2022-04-10]. ISBN 9780123737403. ISSN 10434526. Dostupné z: doi:10.1016/S1043-4526(07)00004-6

TAMAI, M., Y.I. TAGAWA, Y. SAITO, H. UCHISAWA, T. NARAOKA, H. MATSUE a M. KAWASE. Acobine, a *Corbicula japonica*-derived tripeptide containing non-proteinogenic amino acids, suppresses ethanol-induced liver injury. *Biochemical and Biophysical Research Communications* [online]. 2020, **522**(3), 580 - 584 [cit. 2022-04-10]. ISSN 10902104. Dostupné z: doi:10.1016/j.bbrc.2019.11.131

TURICK, C.E., A. J. SEXSTONE a G. K. BISSONNETTE. Freshwater mussels as monitors of bacteriological water quality. *Water, Air, and Soil Pollution: An International Journal of Environmental Pollution* [online]. 1988, **40**(3-4), 449-460 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00496979. Dostupné z: doi:10.1007/bf00163748

VAN CAUWENBERGHE, L. a C. R. JANSSEN. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution* [online]. 2014, **193**, 65-70 [cit. 2022-04-10]. ISSN 02697491. Dostupné z: doi:10.1016/j.envpol.2014.06.010

VENUGOPAL, V. a K. GOPAKUMAR. Shellfish: Nutritive Value, Health Benefits, and Consumer Safety. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY* [online]. 2017, **16**(6), 1219-1242 [cit. 2022-04-10]. ISSN 15414337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12312

VERAIN, M.C.D., E.P. BOUWMAN, J. GALAMA a M.J. REINDERS. Healthy eating strategies: Individually different or context-dependent?. *Appetite* [online]. 2022, **168** [cit. 2022-04-10]. ISSN 01956663. Dostupné z: doi:10.1016/j.appet.2021.105759

WANG, C., X. LIU, Y. YANG a Z. WANG. Antibiotic and antibiotic resistance genes in freshwater aquaculture ponds in China: A meta-analysis and assessment. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2021, **329** [cit. 2022-04-10]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2021.129719

WANG, J., X. LU, J. ZHANG a Z. XIAO. Simultaneous quantification of the lipids phosphatidylcholine, 3-sn-phosphatidylethanolamine, sphingomyelin, and L- $\alpha$ -lysophosphatidylcholine extracted from the tissues of the invasive golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) using UHPLC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry* [online]. 2021, **343** [cit. 2022-04-10]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.128427

WILLETT, W., J. ROCKSTRÖM, B. LOKEN, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* [online]. 2019, **393**(10170), 447-492 [cit. 2022-04-10]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4

YAGHUBI, E., S. CARBONI, G. KAUR a S. TAN. Farmed Mussels: A Nutritive Protein Source, Rich in Omega-3 Fatty Acids, with a Low Environmental Footprint. *Nutrients* [online]. 2021, **13**(1124), 1124-1124 [cit. 2022-04-10]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13041124

YAO, H.T., P.F. LEE, C.K. LII, Y.T. LIU a S.H. CHEN. Freshwater clam extract reduces liver injury by lowering cholesterol accumulation, improving dysregulated cholesterol synthesis and alleviating inflammation in high-fat, high-cholesterol and cholic acid diet-induced steatohepatitis in mice. *Food and Function* [online]. 2018, **9**(9), 4876 - 4887 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2042650X. Dostupné z: doi:10.1039/c8fo00851e

YE, Y., M. BARANGE, M. BEVERIDGE, L. GARIBALDI, N. GUTIERREZ, A. ANGANUZZI a M. TACONET. FAO's statistic data and sustainability of fisheries and aquaculture: Comments on Pauly and Zeller (2017). *Marine Policy* [online]. 2017, **81**, 401 - 405 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0308597X. Dostupné z: doi:10.1016/j.marpol.2017.03.012

YOUSEFI, F., K.MIRZAIE, Z. SANJIDEH, Z.AMIRI, B. BONEHGEZI a I. NABIPOUR. Effects of cultured shrimp (*Litopenaeus vannamei*) consumption on serum lipoproteins of healthy normolipidemic men. *Iranian South Medical Journal* [online]. 2012, **15**(4), 283-292 [cit. 2022-04-10]. ISSN 17354374.

ZHANG, H., W. XIA, Y. XU, Q. JIANG, C. WANG a W. WANG. Effects of spray-drying operational parameters on the quality of freshwater mussel powder. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 2013, **9**(3), 242-248 [cit. 2022-04-10]. ISSN 09603085. Dostupné z: doi:10.1016/j.fbp.2012.10.006

ZHOU, Y., Q. HE a D. ZHOU. Optimization Extraction of Protein from Mussel by High-Intensity Pulsed Electric Fields. *Journal of Food Processing* [online]. 2017, **41**(3), n/a [cit. 2022-04-10]. ISSN 01458892. Dostupné z: doi:10.1111/jfpp.12962

ZIERITZ, A., S. AZAM-ALI, A. L. MARRIOTT, Nurul Anati binti Mohd NASIR, Quee Nie NG, Nur Aina Afrina Binti Abdul RAZAK a Michael WATTS. Biochemical composition of freshwater mussels in Malaysia: A neglected nutrient source for rural communities. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2018, **72**, 104-114 [cit. 2022-04-10]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2018.06.012

## **Seznam tabulek, obrázků a grafů**

Graf č. 1 – Celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů, 2009-2018, tis. tun

Graf č.2 – Podíly produkce v Asii, 2009-2018, %

Graf č.3 – Řazení zemí dle četnosti provedených výzkumů sladkovodních měkkýšů v potravinářství

Tabulka č. 1 – Taxonomické rozložení sladkovodních měkkýšů využívaných jako potravina

Tabulka č. 2 – Stručný přehled mořských druhů měkkýšů a jejich produkce

Tabulka č. 3 – Zdrojová data

Tabulka č. 4 - Analýza

Obrázek č.1 - Mapa geografického rozložení relevantních studií

## Seznam zkratek a symbolů použitých v práci

As- arsen

Ca- vápník

CAGR- Compounded annual growth rate

Cd- kadmium

cm- jednotka centimetr

Cu- měď

č.- číslo

Fe- železo

g- jednotka gram

h- hodin

Hg- rtuť

hm.- hmotnostní

K- draslík

mg- jednotka miligram

l- jednotka litr

Pb- olovo

wb- western blotting. Metoda přenosu proteinů rozdělených pomocí ELFO na pevnou membránu, kde je možné detekovat jednotlivé bílkoviny pomocí specifické vazby protilátek.

Zn- zinek

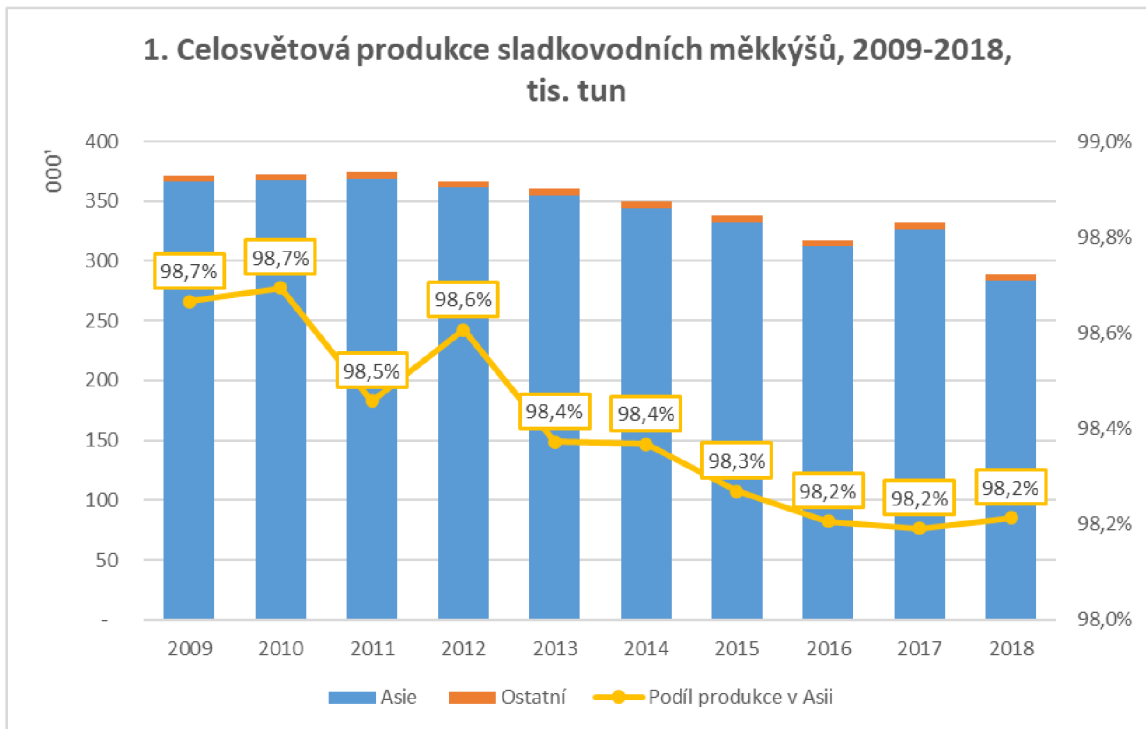
μg- jednotka mikrogram

w/v- hmotnost/ objem

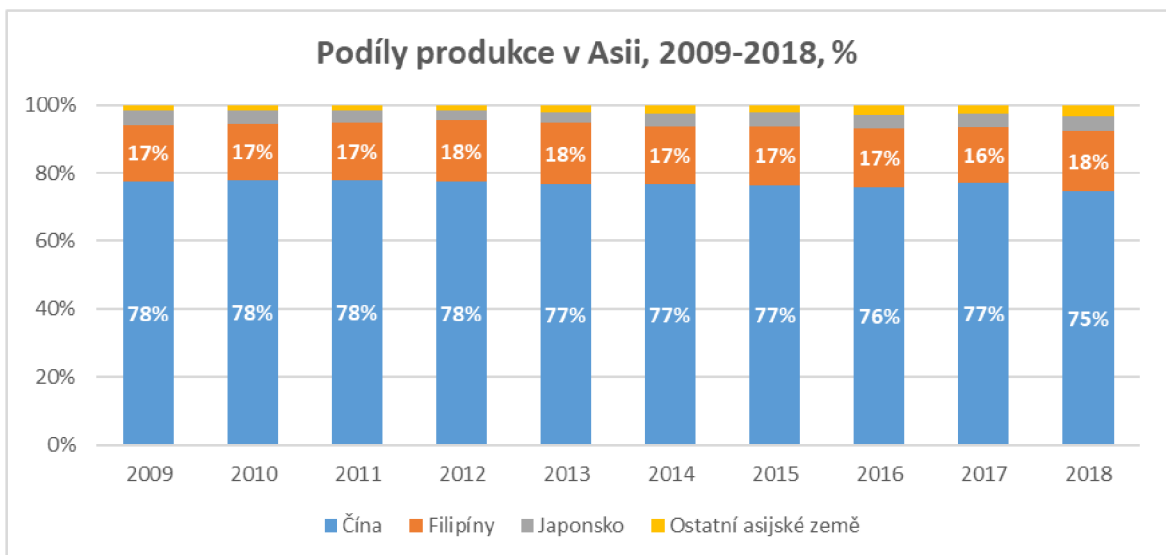
%- procent

°C- stupeň Celsia

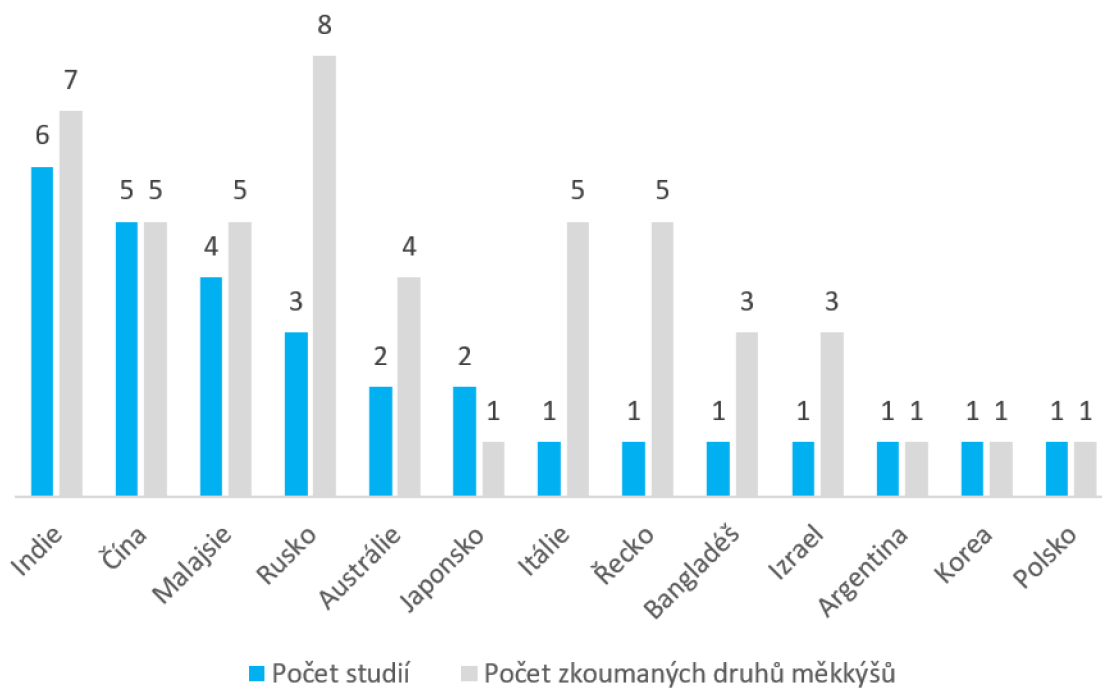
## Samostatné přílohy



Graf č. 1 – Celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů, 2009-2018, tis.tun



Graf č.2 – Podíly produkce v Asii, 2009-2018, %



Graf č.3 – Řazení zemí dle četnosti provedených výzkumů sladkovodních měkkýšů v potravinářství



Tabulka č. 1 – Taxonomické rozložení sladkovodních měkkýšů využívaných jako potravina  
Zredukovaná verze hlavní rešeršní datové tabulky

Taxonomické rozložení měkkýšů									
Třída	Název čeledi	Země provedení studie	Rok vydání	Latinský název	Původ měkkýšů	Zájem studie	Indikátor využití	Potenciální/aktuální využití pro člověka	Benefity/negativa
Bivalvia	Cyrenidae	Japonsko	2020	<i>Corbicula japonica</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Tripeptid z <i>Corbicula japonica</i>	B: Podpora jaterní funkce, podpora pH
Bivalvia	Cyrenidae	Japonsko	2017	<i>Corbicula japonica</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Obsah volných aminokyselin	B: Zdroj aminokyselin
Bivalvia	Cyrenidae	Čína	2016	<i>Corbicula fluminea</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv prostředí na	N: Měkkýš může modifikovat obsah
Bivalvia	Cyrenidae	Izrael	2009	<i>Corbicula fluminea</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: Zdroj bílkovin, sacharidů, lipidů a
Bivalvia	Cyrenidae	Itálie	2020	<i>Corbicula fluminea</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv Paracetamolu a	N: Zvláštní chemicko-fyzikální
Bivalvia	Unionidae	Čína	2018	<i>Anodonta woodiana</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Bioakumulace Cd v ledvinách,	N: Akumulace těžkých kovů v těle a
Bivalvia	Unionidae	Čína	2021	<i>Anodonta anatina</i>	kultivované	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	<i>A. woodiana</i> by mohla být	B: bioindikátorem pro biomonitoring
Bivalvia	Unionidae	Malajsie	2018	<i>Pilsbryconcha</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Slávky jsou vynikajícím	B: Slávky jsou vynikajícím zdrojem
Bivalvia	Unionidae	Itálie	2020	<i>Elliptio complanata</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv Naproxenu ve	N: Zvláštní chemicko-fyzikální
Bivalvia	Unionidae	Izrael	2009	<i>Potamida littoralis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Slávky jsou vynikajícím	B: Zdroj bílkovin, sacharidů, lipidů a
Bivalvia	Unionidae	Indie	2010	<i>Lamelidens marginalis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	léčivý potenciál	Využití měkkýšů jako	B: Léčba revmatoidních onemocnění
Bivalvia	Unionidae	Indie	2010	<i>Lamelidens marginalis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Výživa, zdroj makroživin a	B: Zdroj bílkovin, tuků, sacharidů,
Bivalvia	Unionidae	Bangladéš	2021	<i>Lamelidens marginalis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: Zdroj AMK, MK, lipidů, zdroj omega-
Bivalvia	Unionidae	Bangladéš	2021	<i>Lamelidens corrianus</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: Zdroj bílkovin, sacharidů, lipidů a
Bivalvia	Unionidae	Izrael	2009	<i>Unio terminalis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: Zdroj bílkovin, sacharidů, lipidů a
Bivalvia	Unionidae	Polsko	2018	<i>Sinanodonta woodiana</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: Zdroj bílkovin
Bivalvia	Unionidae	Malajsie	2018	<i>Sinanodonta woodiana</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Slávky jsou vynikajícím	B: Slávky jsou vynikajícím zdrojem
Bivalvia	Unionidae	Rusko	2021	<i>Unio pictorum</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	N: Určení iontové rovnováhy	B: Léčba revmatoidních onemocnění,
Bivalvia	Mytilidae	Austrálie	2017	<i>Perna viridis</i>	x	farmaceutické využití	léčivý potenciál	Antiartritický a protizánětlivý	B: Léčba revmatoidních onemocnění,
Bivalvia	Dreissenidae	Itálie	2020	<i>Dreissena polymorpha</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv Paracetamolu,	N: NSAID jsou jednou z hlavních
Bivalvia	Dreissenidae	Rusko	1991	<i>Dreissena polymorpha</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Složení lipidů a mastných	B: Zdroj lipidů a mastných kyselin
Gastropoda	Ampullariidae	Indie	2002	<i>Pila globosa</i>	kultivované	složení potravin	výživová hodnota	Potenciální využití mastných	B: možnost využití mastných kyselin
Gastropoda	Ampullariidae	Indie	2009	<i>Pila speciosa</i>	sběr v přírodě	rizikovitost pro	ekosystémové	x	N: Skládá rybožvýč polní; snížení
Gastropoda	Ampullariidae	Řecko	2021	<i>Pila ampulacea</i>	x	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; zdroj bílkovin, Ca, K,	B: Zdroj makrokronutrientů a
Gastropoda	Ampullariidae	Bangladéš	2021	<i>Pila globosa</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; nutriční hodnoty	B: obsah těžkých kovů- cion, rozdílné
Gastropoda	Ampullariidae	Austrálie	2020	<i>Pila globosa</i>	x	složení potravin	léčivý potenciál	Potenciální léčivo: léčba	B: Léčba respirálních onemocnění
Gastropoda	Ampullariidae	Indie	2010	<i>Pila globosa</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Výživa, zdroj makroživin a	B: Zdroj bílkovin, tuků, sacharidů,
Gastropoda	Ampullariidae	Malajsie	2012	<i>Pomacea canaliculata</i>	x	rizikovitost pro	ekosystémové	x	Ochránějí potravinnové bezpečnosti
Gastropoda	Ampullariidae	Korea	2021	<i>Pomacea canaliculata</i>	kultivované	metoda produkce	vyprodukovaná	Chov nevyžaduje vysoké	B: Nutriční potenciál P.
Gastropoda	Ampullariidae	Řecko	2021	<i>Pomacea canaliculata</i>	x	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; zdroj bílkovin, Ca, K,	B: Zdroj makrokronutrientů a
Gastropoda	Ampullariidae	Argentina	2017	<i>Pomacea canaliculata</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	koncentrace toxinu	Bioindikátor	B: citlivý bioindikátor; M: četnost
Gastropoda	Ampullariidae	Malajsie	2018	<i>Pomacea canaliculata</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Zdroj bílkovin	hydrolyzát šneka zlatého má silný
Gastropoda	Ampullariidae	Čína	2020	<i>Pomacea canaliculata</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Silný potenciální zdroj	B: silný potenciální zdroj lipidů
Gastropoda	Lymnaeidae	Řecko	2021	<i>Lymnaea stagnalis</i>	x	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; zdroj bílkovin, Ca, K,	B: Zdroj makrokronutrientů a
Gastropoda	Lymnaeidae	Rusko	1991	<i>Lymnaea stagnalis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Složení lipidů a mastných	B: Zdroj lipidů a mastných kyselin
Gastropoda	Lymnaeidae	Itálie	2020	<i>Lymnaea stagnalis</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv Diclofenaku ve	N: Zvláštní chemicko-fyzikální
Gastropoda	Lymnaeidae	USA, UK	2013	<i>Lymnaea stagnalis</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	x	N: Antidepresiva ve sladkovodním
Gastropoda	Lymnaeidae	Rusko	1991	<i>Radix auricularia</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	složení lipidů a mastných	B: Zdroj lipidů a mastných kyselin
Gastropoda	Planorbidae	Rusko	1991	<i>Coretus corneus</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	složení lipidů a mastných	B: Zdroj lipidů a mastných kyselin
Gastropoda	Thiaridae	Indie	2010	<i>Melania tuberculata</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Výživa, zdroj makroživin a	B: Zdroj bílkovin, tuků, sacharidů,
Gastropoda	Thiaridae	Řecko	2021	<i>Pachymelania aurita</i>	x	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; zdroj bílkovin, Ca, K,	B: Zdroj makrokronutrientů a
Gastropoda	Thiaridae	Malajsie	1998	<i>Melanoides tuberculata</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Bioindikátor	N: obsah As, Cd, Cu, Hg, Pb a Zn
Gastropoda	Thiaridae	Malajsie	1998	<i>Bratia castula</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	hladiny As a Zn vysoké 83,67 a	N: obsah As, Cd, Cu, Hg, Pb a Zn
Gastropoda	Viviparidae	Rusko	1991	<i>Viviparus viviparus</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	složení lipidů a mastných	B: Zdroj lipidů a mastných kyselin
Gastropoda	Viviparidae	Austrálie	2017	<i>Filopaludina bengalensis</i>	variabilní	produkce potraviny,	léčivý potenciál	Medicina, farmakologie-	B: léčba revmatoidních onemocnění
Gastropoda	Viviparidae	Austrálie	2020	<i>Filopaludina bengalensis</i>	x	složení potravin	léčivý potenciál	Potenciální léčivo: léčba	B: Protizánětlivý účinek
Gastropoda	Viviparidae	Čína	2016	<i>Bellamya aeruginosa</i>	sběr v přírodě	rizikovitost pro	výživová hodnota	možná modifikace živin v	B: měkkýš může modifikovat obsah
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2010	<i>Bellamya bengalensis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Výživa, zdroj makroživin a	B: Zdroj bílkovin, tuků, sacharidů,
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2014	<i>Bellamya bengalensis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	léčivý potenciál	Potenciální léčivo při léčbě	B: Imunosupresivní účinek
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2002	<i>Bellamya bengalensis</i>	kultivované	složení potravin	výživová hodnota	Potenciální využití mastných	B: možnost využití mastných kyselin
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2015	<i>Bellamya bengalensis</i>	sběr v přírodě	farmaceutické využití	výživová hodnota	Potenciální léčivo.	B: protizánětlivé účinky a analgetické
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2022	<i>Bellamya bengalensis</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	koncentrace	Bioindikátor; riziko	B: Bioindikátor
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2021	<i>Bellamya bengalensis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Bioindikátor; riziko	B: přirozený bioindikátor; N: Snížení
Gastropoda	Viviparidae	Řecko	2021	<i>Bellamya dissimilis</i>	x	složení potravin	výživová hodnota	Potrava; zdroj bílkovin, Ca, K,	B: Zdroj makrokronutrientů a
Gastropoda	Viviparidae	Indie	2009	<i>Cipangopaludina</i>	sběr v přírodě	rizikovitost pro	ekosystémové	x	N: skládá rybožvýč polní; snížení
Gastropoda	Viviparidae	Austrálie	2017	<i>Bellamya bellamya</i>	variabilní	produkce potraviny,	léčivý potenciál	x	B: léčba revmatoidních onemocnění
Gastropoda	Lithoglyphidae	Rusko	1993	<i>Benedictia balcolensis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Využití lipidových a	Bylo identifikováno 95 mastných
Gastropoda	Amnicolidae	Rusko	1993	<i>Baicalia oviformis</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Využití lipidových a	Bylo identifikováno 95 mastných
Gastropoda	Planorbidae	Itálie	2020	<i>Planorbis carinatus</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	Negativní vliv Ibuprofenu ve	N: NSAID způsobují chronické účinky
Gastropoda	Planorbidae	USA, UK	2013	<i>Planorbis carinatus</i>	sběr v přírodě	rizikovitost konzumace	zdravotní riziko	x	N: Antidepresiva ve sladkovodním
Gastropoda	Planorbidae	Indie	2010	<i>Anisus convexusculcus</i>	sběr v přírodě	složení potravin	výživová hodnota	Výživa, zdroj makroživin a	B: Zdroj bílkovin, tuků, sacharidů,

Tabulka č. 2 – Stručný přehled mořských druhů měkkýšů a jejich produkce

Stručný přehled mořských druhů měkkýšů a jejich produkce		
Latinský název	Produkce	Zdroj informací
<i>Haliotis midae</i>	Afrika	FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. ISBN 9789251327975.
<i>Haliotis tuberculata</i>	Evropa	
<i>Aulacomya ater</i>	Jižní Amerika	
<i>Choromytilus chorus</i>	Jižní Amerika	
<i>Mytilus chilensis</i>	Jižní Amerika	
<i>Mytilus edulis</i>	Afrika, Severní Amerika, Evropa	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Afrika, Evropa	
<i>Mytilus planulatus</i>	Oceánie	
<i>Perna canaliculus</i>	Oceánie	
<i>Perna perna</i>	Jižní Amerika	
<i>Anadara granosa</i>	Asie	
<i>Aequipecten opercularis</i>	Evropa	
<i>Argopecten purpuratus</i>	Jižní Amerika	
<i>Argopecten ventricosus</i>	Severní Amerika	
<i>Patinopecten yessoensis</i>	Asie	
<i>Pecten fumatus</i>	Oceánie	
<i>Pecten maximus</i>	Evropa	
<i>Pecten novaezelandiae</i>	Oceánie	
<i>Crassostrea gigas</i>	Afrika, Severní a Jižní Amerika, Asie, Evropa, Oceánie	
<i>Crassostrea iredalei</i>	Asie	
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Severní Amerika, Oceánie	
<i>Crassostrea virginica</i>	Severní Amerika	
<i>Ostrea chilensis</i>	Jižní Amerika	
<i>Ostrea edulis</i>	Severní Amerika, Evropa	
<i>Ostrea lurida</i>	Severní Amerika	
<i>Saccostrea commercialis</i>	Oceánie	
<i>Cerastoderma edule</i>	Evropa	
<i>Mactra veneriformis</i>	Asie	
<i>Corbicula japonica</i>	Asie	
<i>Meretrix lusoria</i>	Asie	
<i>Ruditapes philippinarum</i>	Evropa	

Tabulka č. 3 – Zdrojová data

V případech, kdy nebyla data sledována byl použit klouzavý průměr z posledních 2 let. (produkce nebyla ukončena, však nejsou dostupná data).

Rusko a Turecko jsou zahrnuty do Asie z důvodu realizace produkce v Asijských oblastech.

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Poznámka
<b>Freshwater molluscs, Capture production by species, fishing areas and countries or areas</b>												
<b>tonnes</b>												
Japanese corbicula												
Japan		10 432	11 189	9 241	7 839	8 454	9 804	9 819	9 580	9 868	9 727	
Korea Rep		362	704	1 060	771	1 291	1 157	1 457	1 488	1 473	1 480	<i>předpoklad</i>
Fishing area total		10 794	11 893	10 301	8 610	9 745	10 961	11 276	11 068	11 341	11 207	
Russian Fed		495	445	639	638	500	491	795	999	992	567	
Fishing area total		495	445	639	638	500	491	795	999	992	567	
<b>Species total</b>		<b>11 289</b>	<b>12 338</b>	<b>10 940</b>	<b>9 248</b>	<b>10 245</b>	<b>11 452</b>	<b>12 071</b>	<b>12 067</b>	<b>12 333</b>	<b>11 774</b>	
Egypt		1 692	1 671	1 403	927	1 634	1 493	1 621	1 481	1 784	946	
Senegal		40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>předpoklad</i>
Fishing area total		1 732	1 711	1 403	927	1 634	1 493	1 621	1 481	1 784	946	
Mexico		1 723	1 657	1 869	1 763	1 816	1 790	1 803	1 796	1 799	1 798	<i>předpoklad</i>
Fishing area total		1 723	1 657	1 869	1 763	1 816	1 790	1 803	1 796	1 799	1 798	
China		284 331	286 980	286 576	280 775	272 272	263 297	254 084	236 710	251 847	212 048	
India		492	892	790	690	3 101	3 200	3 450	3 750	4 100	4 356	
Indonesia		1 461	674	1 179	1 494	1 207	1 319	243	864	800	596	
Japan		4 698	3 266	3 471	3 183	2 272	2 632	2 879	2 820	2 748	3 460	
Korea Rep		1 031	806	714	505	485	725	673	392	533	462	<i>předpoklad</i>
Philippines		60 722	60 898	63 205	64 527	63 654	59 428	57 690	53 982	52 344	49 693	
Turkey		2 227	1 991	1 410	1 193	1 431	1 547	733	1 317	1 156	1 521	
Fishing area total		354 962	355 507	357 345	352 367	344 422	332 148	319 752	299 835	313 528	272 136	
Fiji		1 500	1 500	2 500	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	
Fishing area total		1 500	1 500	2 500	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	
<b>Species total</b>		<b>359 917</b>	<b>360 375</b>	<b>363 117</b>	<b>357 477</b>	<b>350 292</b>	<b>337 851</b>	<b>325 596</b>	<b>305 532</b>	<b>319 531</b>	<b>277 300</b>	

<b>Group total</b>	<b>371 206</b>	<b>372 713</b>	<b>374 057</b>	<b>366 725</b>	<b>360 537</b>	<b>349 303</b>	<b>337 667</b>	<b>317 599</b>	<b>331 863</b>	<b>289 074</b>
meziroční růst/pokles		0,4%	0,4%	-2,0%	-1,7%	-3,1%	-3,3%	-5,9%	4,5%	-12,9%
<b>růst/pokles 2009-2018</b>										<b>-22,1%</b>
<b>složená roční míra růstu</b>										<b>-2,7%</b>

## 1. Celosvětová produkce sladkovodních měkkýšů (tis. tun)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Asie	366 251	367 845	368 285	361 615	354 667	343 600	331 823	311 902	325 860	283 911
Ostatní	4 955	4 868	5 772	5 110	5 870	5 703	5 844	5 697	6 003	5 164
Podíl produkce v A	98,67%	98,69%	98,46%	98,61%	98,37%	98,37%	98,27%	98,21%	98,19%	98,21%

## 2. Podíly produkce v Asii, 2009-2018, %

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Čína	284 331	286 980	286 576	280 775	272 272	263 297	254 084	236 710	251 847	212 048
Filipíny	60 722	60 898	63 205	64 527	63 654	59 428	57 690	53 982	52 344	49 693
Japonsko	15 130	14 455	12 712	11 022	10 726	12 436	12 698	12 400	12 616	13 187
Ostatní asijské zem	6 068	5 512	5 792	5 291	8 015	8 439	7 351	8 810	9 053	8 983
%										
Čína	78%	78%	78%	78%	77%	77%	77%	76%	77%	75%
Filipíny	17%	17%	17%	18%	18%	17%	17%	17%	16%	18%
Japonsko	4%	4%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	5%
Ostatní asijské zem	2%	1%	2%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%

## 3. Produkce sladkovodních měkkýšů na obyvatele v číně, v kg

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Populace činy	1 331 260 000	1 337 705 000	1 345 035 000	1 354 190 000	1 363 240 000	1 371 860 000	1 379 860 000	1 387 790 000	1 396 215 000	1 402 760 000
Čína (v kg)	284 331 000	286 980 000	286 576 000	280 775 000	272 272 000	263 297 000	254 084 000	236 710 000	251 847 000	212 048 000
Produkce per capit	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,18	0,15
Růst mezi lety 2009-2018 (%)										<b>-29,2%</b>

Obrázek č. 1 - Mapa geografického rozložení relevantních studií

