

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství

Numerická a funkční analýza sektoru akvakultury

.....
doktorská disertační práce

Autor: **Ing. Antonín Vavrečka**

Školitel: **prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.**

Praha 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou disertační práci "Numerická a funkční analýza sektoru akvakultury" jsem vypracoval samostatně pod vedením prof. Lukáše Kalouse a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou v práci citovány a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené disertační práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád z celého srdce a upřímně poděkoval mému školiteli prof. Lukáši Kalousovi za pomoc, vedení, rady a za spolupráci na výzkumných aktivitách během celého mého doktorandského studia.

OBSAH

1. ABSTRACT.....	1
2. ÚVOD	3
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	4
3.1. Pojem rybnářství a akvakultura	4
3.2. Světová a evropská a akvakultura	5
3.2.1. Světová akvakultura	5
3.2.2. Akvakultura v zemích EU	6
3.3. Česká akvakultura.....	8
3.4. Porovnání odvětví akvakultury v ČR s vybranými středoevropskými zeměmi	10
3.4.1. Polsko	10
3.4.2. Maďarsko	11
3.4.3. Německo.....	11
3.5. Trendy a moderní technologie v akvakultuře	12
3.5.1. Průtočné systémy.....	14
3.5.2. Průtočné systémy s čištěním odtékající vody.....	14
3.5.3. Recirkulační akvakulturní systémy (RAS).....	14
3.5.3.1. Recirkulační akvakulturní systémy v EU	15
3.5.4. Klecové chovy.....	15
3.5.5. Akvaponie	16
3.5.6. Biofloc.....	16
3.6. Welfare ryb	16
3.6.1. Moderní metody měření welfare	18
4. HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE.....	22
4.1. Hypotézy.....	22
4.2. Cíle práce.....	22
5. METODIKA A MATERIÁL.....	23
6. VÝSLEDKY	32
8. DISKUZE	65
7. ZÁVĚRY	70
9. DOPORUČENÍ PRO VYUŽITÍ POZNATKŮ PRO DALŠÍ ROZVOJ OBORU	75
9.1. Souhrnné poznatky	75
9.2. Doporučení pro další rozvoj oboru.....	77
10. CELKOVÝ PUBLIKAČNÍ SEZNAM AUTORA	79

11. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	81
12. SEZNAM CITOVANÝCH LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ.....	83
13. LITERATURA	83
PŘÍLOHA: Dotazník k welfare ryb	99

1. ABSTRACT

The Czechia (Czech Republic) is a landlocked country where there are no lakes and large rivers but more than 24 000 ponds that are situated throughout the territory and cover an area of about 52 000 hectares. The majority of ponds were built in the 15th and 16th century and besides its production role in aquaculture they fulfil a range of non-production functions in the cultural landscape as water retention, flood control but also landscape-forming elements and they have important role in recreation activities. At present, about 21 000 tonnes of market-size fish is produced annually. Intensive fish farming is also part of the Czech production aquaculture, which is carried out on farms with indoor recirculating systems and farms with open raceways systems.

An overview of the analytical results provides a general overview of the economic situation of enterprises in Czechia in terms of revenues, profitability and turnover of aquaculture enterprises. Industry profitability and enterprises profits have been moderately rising since 2010. The industry's profitability in 2015 is roughly the same as in 2005. With a modest increase in enterprises profits and industry profitability, enterprises will invest in equipment and new production technology. Small and medium-sized enterprises that diversify its activities are more stable, more competitive and able to cope better with unpredictable weather events. Micro-enterprises that have revenue based predominantly on traditional fish pond aquaculture shows a higher sensitivity to external factors (climatic conditions). Aquaculture is mainly located in the regions of South Bohemia, Central Bohemian, Vysočina and South Moravia, where the most significant fish producers (enterprises) are located.

The seasonality of fish marketing is a very important character for aquaculture production. We analysed data of on the Czech market in 2015 and 2016 from the information system of the State Agricultural Intervention Fund. The most significant volumes of freshwater fish were traded by traditional pond aquaculture companies (TPA) at the end of the year (December) approx. 1/3 of the all-year production. Another significant period, when the supply of live fish from TPA to the internal market increased slightly, was March and then April, i.e. before Easter approx. 1/5 all-year aquaculture production. The weakest period in terms of marketing fish of TPA was the beginning of the year, i.e. in the first two months (January and February) and the period from May to September. The situation in intensive fish aquaculture companies (IA) was different. These companies had the most significant volumes traded between April and September and then in November and December. The sold volume

of fish from IA was not strictly concentrated in a single period. The December constitute only 12% of IA whole year production. IA sold fishes almost equally in the period from April to September.

In the last years given considerable attention to the experts welfare of fish in aquaculture, because it is not far from the only aspects related to the protection of animals but this issue is closely linked to the quality of fish produced, with the all economic consequences. Welfare fish and their quality is the question how Czechia can keep competitiveness in the traditional fishery industry. There is currently no consensus on the most appropriate means of assessing fish welfare, systems such as the health and condition profile provide possible guidelines for ways to assess individual fish. In the past few years, ambient desorption ionization mass spectrometry has become a rapidly growing technique, finding the use in many areas, including environmental analysis. Contrary to classic mass spectrometry, it allows the direct analysis of ordinary samples in the open atmosphere. Contrary to classic mass spectrometry, it allows the direct analysis of ordinary samples in the open atmosphere. This combination of the novel sample extraction procedure and DART–TOFMS instrumentation was subsequently used for examination of fish grown under different conditions (fed with and without supplemental feeding with cereals (triticale)). This strategy represents a novel solution for the rapid metabolomic fingerprinting of fish muscle to study the effects of supplemental feeding. This method benefits from its simplicity and the potential for effective control of fish feeding experiments and traceability of fish farming practice in case of market samples.

The purpose of this dissertation work was to summarize the economy of aquaculture in Czechia and to highlight the key factors and conclusions resulting from the analysis.

2. ÚVOD

Česká republika (ČR) je typickým vnitrozemským státem a produkce ryb je zajišťována prostřednictvím sladkovodní akvakultury spočívající zejména v chovu ryb v rybnících. Na území ČR se nachází více než 24 tis. rybníků a vodních nádrží, jejichž celková plocha představuje 52 tis. ha. Dlouhodobě se produkce ryb pohybuje na úrovni 20 až 21 tis. tun ročně. Součástí českého produkčního rybnářství je i intenzivní chov ryb realizovaný, jak na farmách s recirkulačními systémy v halách, tak i na farmách s otevřenými intenzivními chovy. V české akvakultuře dominuje kapr (*Cyprinus carpio* L.) s 87 % z celkové produkce a následně lososovité ryby s cca 5 %, býložravé ryby (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, 1844, *Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes, 1844) představují 4 % a lín obecný (*Tinca tinca* L.) kolem 2 %. Vysoce ceněné dravé ryby (*Sander lucioperca* L., *Esox lucius* L., *Silurus glanis* L.) jsou omezeny produkcí rybníků a jejich podíl je pouze 1 % celkové produkce ryb, nicméně jejich role na exportním trhu je nenahraditelná. V registru Státní veterinární správy je k 17. 10. 2020 vedeno celkem 351 produkčních podniků akvakultury bez rybářských svazů. V ČR spotřeba ryb dlouhodobě stagnuje na úrovni 4 – 5 kg na osobu za rok. Z tohoto množství činí spotřeba sladkovodních ryb 1,3 kg na osobu za rok. Do této průměrné spotřeby sladkovodních ryb na osobu a rok se započítává i konzum ryb odlovených při sportovním rybolovu, který se pohybuje kolem 0,3 až 0,5 kg na osobu za rok.

Cílem této disertační práce je zhodnotit současnou ekonomickou situaci podniků a celého odvětví v ČR, analyzovat rovnoměrnost uvádění akvakulturní produkce na trh v ČR, vyhodnotit zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb a výrobky z ryb. Dále navrhnout směry vývoje akvakultury pro zvýšení její konkurenceschopnosti a zvýšení spotřeby sladkovodních ryb. Součástí této disertační práce je i zhodnotit povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR a navrhnout možné nové metody měření welfare ryb.

3. PŘEHLED LITERATURY

3.1. Pojem rybníkářství a akvakultura

Rybářství je v ČR součástí zemědělství. Rybářská činnost je podle zákona č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybníkářství), rozdělena do dvou oblastí. Jedná se o produkční rybníkářství (zejména rybníkářství) a hospodaření v rybářských revírech, tzv. rekreační rybníkářství (Strnad et al. 2015; Šíma 2015). Popis produkčního rybníkářství v ČR včetně současného stavu je podrobně uveden níže v kapitole 3.3.

Rekreační rybníkářství je významnou volnočasovou aktivitou obyvatel a v ČR se nachází více než 2 tis. rybářských revírů o výměře cca 42 tis. ha. V ČR je registrováno přibližně 320 tis. rekreačních rybníkářů, přičemž hlavními uživateli rybářských revírů jsou Český a Moravský rybářský svaz. Rekreačními rybníkáři je uloveno v rybářských revírech každoročně cca 4 tis. tun ryb (MZe 2019). Hlavními lovenými druhy ryb jsou: kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.), štika obecná (*Esox lucius* L.), candát obecný (*Sander lucioperca* L.), sumec velký (*Silurus glanis* L.), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes, 1844), cejn velký (*Abramis brama* L.), lososovité druhy ryb (Dubský 2015; MZe 2016a; Spurný et al. 2017). Úroveň obhospodařování rybářských revírů, zakotvení výkonu rybářského práva v české legislativě a systém řízení rekreačního rybníkářství v ČR je ve světě ojedinělý (Randák & Slavík 2015; MZe 2016a) avšak i zde je příležitost pro mnohá vylepšení.

Z evropského pohledu dle Nařízení Rady (ES) č. 1198/2006 ze dne 27. července 2006 o Evropském rybářském fondu je „akvakultura“ definována jako chov nebo držení vodních organismů za postupů navržených pro zvýšení produkce těchto organismů nad rámec přirozené kapacity prostředí, přičemž tyto organismy zůstávají majetkem jedné nebo více fyzických nebo právnických osob po celou dobu chovu nebo držení až do doby jejich sběru nebo lovu.

"Akvakultura" se liší od lovného rybníkářství a v podmínkách ČR jí lze definovat jako cílevědomé a plánované obhospodařování vodních ploch, v našich vnitrozemských podmínkách především rybníků, vodních nádrží, jezer a řek s cílem dosažení dlouhodobých stálých výnosů ryb pro lidskou výživu nebo zkráceně jako cílevědomá produkce živočišných organismů ve vodním prostředí. Produkce ryb v ČR je zajišťována prostřednictvím sladkovodní akvakultury. V podmínkách ČR lze pod pojem „akvakultura“ zahrnout produkční rybníkářství (Hartman 2012; MZe 2014).

3.2. Světová a evropská akvakultura

3.2.1. Světová akvakultura

Celosvětová produkce akvakultury se od počátku 50. let 20. století stále zvyšuje a cca 50 % ryb pro lidskou spotřebu v celosvětovém měřítku nyní pochází z akvakultury. Rozvojové země představují přibližně 80 % světové produkce akvakultury. Akvakultura poskytuje lidem v mnoha rozvojových zemích významné sociální a ekonomické služby (Subasinghe et al. 2009; Lynch et al. 2016). V jihovýchodní Asii se intenzivně rozvíjí akvakultura v posledních desetiletích, zejména s ohledem na narůstající lidskou populaci. Akvakultura v jihovýchodní Asii (převážně v Číně, ale také ve Vietnamu, Thajsku, Indii, Indonésii a Japonsku) má dlouholetou tradici. Produkce akvakultury v Číně tvořila 58,7 mil. tun živé hmotnosti což je 58 % celkové světové produkce akvakultury. Předmětem chovu je celá řada druhů ryb, zejména kaprovitých ryb (FAO 2016). V roce 2018 dosáhla produkce akvakultury v Číně dokonce úrovně 66,1 mil. tun (EUMOFA 2020a).

Obecně význam produktů akvakultury potvrzuje i fakt, že obchodované objemy jsou v celosvětovém měřítku vyšší, než objemy hovězího, vepřového a kuřecího masa dohromady. V mnoha asijských a afrických zemích představují produkty akvakultury hlavní zdroj živočišného proteinu pro lidskou populaci (FAO/FISHSTAT 2012). Na produkci akvakultury se podílí v největší míře sladkovodní akvakultura (cca 60 %), následuje mořská (cca 30 %) a nejmenší podíl vykazuje akvakultura brakická (cca 10 %) (Mráz 2014).

V roce 2018 dosáhl celkový světový rybolov a produkce akvakultury desetiletého maxima. Bylo vyprodukováno celkem 212 mil. tun produktů rybolovu a akvakultury. Z těchto 212 mil. tun pochází 115 mil. tun z akvakultury a 97 mil. tun z rybolovu (EUMOFA 2020a). Od roku 2000 se podíl akvakultury na celosvětové produkci neustále zvyšuje a od roku 2013 je produkce akvakultury vyšší než produkce úlovků. Tento trend byl dán zejména produkcí akvakultury v Asii (EUMOFA 2020a).

V roce 2014 bylo vyprodukováno celkem 195 mil. tun (rybolov i akvakultura), což bylo zvýšení o 7 % ve srovnání s rokem 2012, kdy bylo vyprodukováno 182 mil. tun (EUMOFA 2016a). V roce 2016 bylo již vyprodukováno celkem 200 mil. tun produktů rybolovu a akvakultury. Z těchto 200 mil. tun pochází 110 mil. tun z akvakultury a 90 mil. tun z rybolovu. Asie vyprodukuje 76 % z celkové světové produkce ryb (rybolov a akvakultura), Amerika vyprodukuje 10 % a to zejména v Peru, USA a Chile. Evropa vyprodukuje 8 %, Afrika 5 % a Oceánie 1 % z celkové světové produkce ryb (EUMOFA 2018; FAO 2018).

Zvyšující se význam produkce ryb z akvakultury souvisí také s velmi drastickým poklesem výnosů z tradičního rybolovu způsobeným skutečností, že polovina největších

rybářských oblastí na světě je dnes využívána ke své maximální kapacitě, přičemž rybí populace téměř vymizely v dalších 30 % tradičních mořských lovných oblastí v důsledku extrémně těžkého rybolovu (Mráz 2014). Akvakultura se tak stává důležitým alternativním zdrojem hodnotných potravin pro stále rostoucí světovou lidskou populaci a udržitelná akvakulturní produkce může významně přispět k celosvětové bezpečnosti potravin (MZe 2014; FAME 2016).

3.2.2. Akvakultura v zemích EU

Země EU produkují přibližně 3 % světové produkce rybolovu a akvakultury. V roce 2018 bylo EU vyprodukováno celkem 6,65 mil. tun. Z těchto 6,65 mil. tun pochází 1,32 mil. tun z akvakultury a 5,33 mil. tun z rybolovu. (EUMOFA 2020a). Produkce rybolovu a akvakultury v EU se neustále zvyšuje, kdy v roce 2014 bylo vyprodukováno celkem 6,15 mil. tun a jednalo se o zvýšení o 15 % ve srovnání s rokem 2012, kdy bylo vyprodukováno 5,34 mil. tun. Z těchto 6,15 mil. tun pocházelo 1,28 mil. tun z akvakultury a 4,86 mil. tun z rybolovu (EUMOFA 2016a).

EU se dokonce v roce 2016 umístila na pátém místě ve světové produkci rybolovu a akvakultury po čtyřech hlavních asijských výrobcích (Čína, Indonésie, Indie a Vietnam) s 3,2 % světové produkce. V roce 2016 bylo EU vyprodukováno celkem 6,3 mil. tun. Z těchto 6,3 mil. tun pochází 1,29 mil. tun z akvakultury a 5,01 mil. tun z rybolovu (EUMOFA 2018).

Nejvíce loveným druhem je sled' obecný (*Clupea harengus*, L.) (cca 15 %), makrela obecná (*Scomber scombrus*, L.) a šprot obecný (*Sprattus sprattus*, L.) (cca 10 %). Dalšími důležitými druhy ryb jsou treska modravá (*Micromesistius poutassou*, Risso, 1827), smáčkovití (*Ammodytidae* sp.), sardinka obecná (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), kranas obecný (*Trachurus trachurus*, L.), treska obecná (*Gadus morhua*, L.), tuňák žlutoploutvý (*Thunnus albacares*, Bonnaterre, 1788), tuňák pruhovaný (*Katsuwonus pelamis*, L.), sardel obecná (*Engraulis encrasicolus*, L.), štikozubec obecný (*Merluccius merluccius*, L.) (MZe 2019).

Největšími producenty ryb pocházejících z akvakultury jsou v rámci EU Španělsko s produkcí 319 tis. tun, Francie s produkcí 187 tis. tun, Spojené království s produkcí 185 tis. tun, Itálie s produkcí 143 tis. tun a Řecko s produkcí 132 tis. tun (EUMOFA 2020a).

Zhruba jedna čtvrtina vyprodukovaných ryb z akvakultury pochází ze sladkovodní akvakultury (Bostock et al. 2016). Mezi největší producenty ryb ze sladkovodní akvakultury patří Francie s produkcí 37,8 tis. tun, Polsko s produkcí 36,8 tis. tun, Itálie s produkcí 36,7 tis. tun a Dánsko s produkcí 25,1 tis. tun (EUMOFA 2021).

Nejdůležitějšími druhy sladkovodní akvakultury v zemích EU jsou pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) a kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) (FAME 2016; EUMOFA 2016b). Asi tři čtvrtiny celkové produkce kapra pocházejí ze tří členských států, konkrétně z ČR, Maďarska a Polska (EUMOFA 2016a). Celková produkce kapra v rámci EU v roce 2016 dosáhla 77,9 tis. tun v hodnotě 153 mil. EUR, což bylo 74 % objemu produkce ze sladkovodních ryb. V roce 2016 rybářské podniky z Polska vyrobily 18,33 tis. tun v hodnotě 41 mil. EUR a ČR vyrobila 18,35 tis. tun kapra v obdobné hodnotě (EUMOFA 2018). Maďarské podniky v roce 2014 vyrobily 12 tis. tun v hodnotě 22 mil. EUR (EUMOFA 2016b).

Celková produkce zemí EU u pstruha duhového je 188,4 tis. tun v hodnotě 622 mil. EUR. Největším producentem pstruha duhového v rámci EU je Itálie, Dánsko, Francie, kteří produkují 36,8, 30,4 a 27,1 tis. tun (EUMOFA 2018).

Dalším důležitým produkovaným druhem ryb je losos obecný (*Salmo salar*, L.). Mráz (2014) uvádí, že mírný vzestup produkce z pohledu celoevropské akvakultury je dán především velkým nárůstem produkce lososa obecného v Norsku, která se za posledních deset let zdvojnásobila. Nejvýznamnějším producentem lososa z pohledu EU je Spojené království, kdy produkce lososa v roce 2014 dosáhla 179,4 tis. tun v hodnotě 861 mil. EUR (EUMOFA 2016a).

Ohledně spotřeby ryb a mořských produktů lze konstatovat, že dle posledních aktualizovaných údajů FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) se světová spotřeba na obyvatele v roce 2015 ve srovnání s rokem 2005 zvýšila o 8 % a zvýšila se z 18,8 na 20,2 kg/obyvatele (FAO 2018). Spotřeba ryb z akvakulturních systémů přesáhla hranici 10 kg/osobu/rok, což je poprvé, kdy spotřeba ryb z akvakulturních systémů je vyšší než z komerčního rybolovu (FAO 2018; MZe 2018). Roční spotřeba ryb a mořských produktů na jednoho obyvatele Evropské unie je 24,3 kg (EUMOFA 2018). V ČR je spotřeba ryb mnohem nižší, neboť v roce 2019 dosáhla na necelých 4,2 kg na osobu za rok. Z tohoto množství činí spotřeba sladkovodních ryb u nás méně než 1,3 kg na osobu za rok (MZe 2020). Berka (2015) uvádí, že do této průměrné spotřeby sladkovodních ryb na osobu a rok se započítává i konzum ryb odlovených při sportovním rybolovu, který se pohybuje kolem 0,3 až 0,5 kg na osobu a rok. Největším konzumentem ryb a mořských produktů v rámci EU je Portugalsko, kde spotřeba vzrostla od roku 2015 do roku 2016 o 3 % a dosáhla 57 kg (EUMOFA 2018).

V EU a i z celoevropského pohledu se akvakultura stala moderním, dynamickým odvětvím, které produkuje bezpečné a kvalitní produkty s vysokou úrovní nutričních hodnot (Sampels et al. 2014).

3.3. Česká akvakultura

ČR je typickým vnitrozemským státem a produkce ryb je zajišťována prostřednictvím sladkovodní akvakultury. Na území ČR se nachází více než 24 tis. rybníků a vodních nádrží, jejichž celková plocha představuje 52 tis. ha (Adámek & Kouřil 2000). Většina rybníků byla postavena v 15. a 16. století a vedle své produkční role v akvakultuře plní řadu mimoprodukčních funkcí jako je zadržování vody, protipovodňová ochrana, je také krajínotvorným prvkem a dále hraje důležitou roli v rekreaci (Adámek et al. 2012; Pokorný 2015a; Hule 2015). Dlouhodobě se produkce ryb prohybuje na úrovni 20 až 21 tis. tun ročně. V roce 2019 produkce tržních ryb dosáhla úrovně 20 986 tun živé hmotnosti (MZe 2020). V české akvakultuře dominuje kapr (*Cyprinus carpio* L.) téměř s 87 % z celkové produkce a následně lososovité ryby s cca 5 %, býložravé ryby (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, 1844, *Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes, 1844) představují 4 % a lín obecný (*Tinca tinca* L.) kolem 2 %. Vysoce ceněné dravé ryby (*Sander lucioperca* L., *Esox lucius* L., *Silurus glanis* L.) jsou omezeny produkcí rybníků a jejich podíl je pouze 1 % celkové produkce ryb, nicméně jejich role na exportním trhu je nenahraditelná (CFFA 2015).

Přínosem ekonomicko-ekologického charakteru je produkce kapra v rybnících založená na přirozené potravě, zejména na zooplanktonu a bentosu doplňované obilovinami jako energetickým zdrojem (Hůda 2009; Urbánek 2009; Hartman & Regenda 2014; Hartman 2015). Jen málokdo si však při nákupu kapra uvědomuje tuto důležitou hodnotu pro zdravou výživu člověka (Adámek et al. 2015).

Největší koncentrace rybníčních ploch je v Jihočeském kraji, zejména na Třeboňsku, Českobudějovicku, Jindřichohradecku, Blatensku a Tábořsku, kde se nachází polovina plochy všech rybníků v ČR (Pokorný 2015b). Rybníční akvakultura se nejvýrazněji podílí na ekonomice právě v Jihočeském kraji. Významnější podíl akvakultury je dále i v krajích Jihomoravském a Plzeňském a v kraji Vysočina (MZe 2014).

Významným ekonomickým prvkem je také export (vývoz) ryb českého produkčního rybářství. Ročně představuje 43 – 50% živých ryb z celkového prodeje tržních ryb. V exportu stále dominují živé ryby, hlavně kapr (MZe 2020).

Dovoz a vývoz ryb (Celní statistiky 03 - ryby) vykazuje v posledních letech výraznější růst jak na straně dovozu, tak na straně vývozu. Mezi lety 2011 až 2017 rostl dovoz z

38,5 tis. tun na takřka 46 tis. tun a obdobný růst byl zaznamenán i u vývozu (z 19 tis. tun na 28 tis. tun) (MZe 2021). V rámci řešení problematiky zahraničního obchodu s rybami lze z dat časových řad o zahraničním obchodu nalézt zajímavé a důležité trendy. Ze změn v objemu obchodu plyne, že celý trh roste jak na dovozu, tak vývozu z ČR, přitom však výrazně padá podíl živých ryb na vývozu. Klesá rovněž podíl mražených ryb a výrobků z nich. Naopak však roste množství dovážených čerstvých a chlazených ryb, jakož i korýšů a měkkýšů (Regenda & Matoušková 2014; MZe 2021).

Objem zpracovaných ryb se z celkové produkce ryb pohybuje dlouhodobě okolo 10 % (CFFA 2015). Zájem spotřebitelů je orientován především na živého kapra, konzumovaného zejména o vánočních svátcích. V posledním desetiletí v ČR působila více než desítka zpracoven sladkovodních ryb (Berka 2015). Mezi nejvýznamnější zpracovny patří: Blatná, Třeboň, Klatovy, Chlumecko, Pohořelice, Přerov, Líšno, Tábor, Opočno a Pstruhařství Mlýny (MZe 2014).

Součástí českého produkčního rybníkářství je i chov lososovitých ryb, realizovaný na farmách, kterých je v ČR na tři desítky. Chov lososovitých ryb, především pstruhů v intenzivních akvakulturních chovech, hraje velmi důležitou roli ve většině evropských a mnoha mimoevropských zemích (Kouřil 2015a). Jejich chov v ČR není praktikován v rozsahu, který by výrazněji ovlivňoval domácí produkci tržních ryb (Berka 2015). Výlov ze speciálních zařízení v roce 2016 činil 655 tun živých ryb, v roce 2017 činil 904 tun a v roce 2018 byl již na úrovni 1 242 tun (MZe 2019). Intenzivní chov lososovitých ryb je dislokován zejména do horských a podhorských lokalit Jihočeského, Plzeňského a Moravskoslezského kraje a v kraji Vysočina. Dále v ČR existují podniky s recirkulačními systémy a v současné době se v ČR význam produkce ryb z recirkulačních systémů neustále zvyšuje (Kouřil 2015b). Intenzivní chovy teplomilných ryb jsou situovány v Plzeňském, Moravskoslezském a Pardubickém kraji (Salz 2009). Popis intenzivních chovů ryb včetně recirkulačních systémů je uveden v kapitole 3.5.

V ČR vede registr schválených produkčních podniků a hospodářství schválených produkčních podniků akvakultury Státní veterinární správa (SVS). V registru Státní veterinární správy je k 17. 10. 2020 vedeno celkem 351 produkčních podniků akvakultury bez rybářských svazů. Největším producentem sladkovodních ryb v ČR i v Evropě je Rybníkářství Třeboň, a.s. V tomto podniku roční produkce ryb činí cca 3 200 tun, z toho je 90 % kapra a 10 % vedlejších druhů ryb (MZe 2014).

3.4. Porovnání odvětví akvakultury ČR s vybranými středoevropskými zeměmi

ČR má dlouhodobě stabilní vývoj v celkové produkci ryb setjně jako Maďarsko a Slovensko. Německo a Polsko představují státy s podílem produkce mořských ryb, která ovlivňuje úroveň celkové produkce ryb (MZe 2013). Pokud porovnáme situaci s uváděním produkce na trh a hlavně se spotřebou sladkovodních ryb v okolních zemích, zjistíme, že uvádění produkce ryb i spotřeba ryb v okolních zemích je méně sezónního charakteru (EUMOFA 2017).

3.4.1. Polsko

Francie, Polsko a Itálie jsou hlavními producenty produktů sladkovodní akvakultury v EU. V roce 2018 dosáhla v Polsku produkce ryb ze sladkovodní akvakultury desetiletého maxima a to 36,8 tis. tun (EUMOFA 2021). Polské produkční rybnářství je zaměřeno zejména na sladkovodní druhy ryb – kapra (*Cyprinus carpio* L.) a pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). V Polsku je téměř 70 tis. ha rybníků, z toho je rybářsky obhospodařováno cca 50 tis. ha. Polsko je spolu s ČR největším producentem kapra v rámci EU (EUMOFA 2016b). Rybníky v chráněné krajinné oblasti Dolina Baryczy jsou největší evropskou oblastí chovu kaprů (285 rybníků) a největší polskou přírodní rezervací (5 324 ha), které jsou chráněny v rámci Natury 2000 (EUMOFA 2021).

V roce 2018 byla produkce kapra 16,4 tis. tun a produkce pstruha duhového na úrovni 14,9 tis. tun (desetileté maximum). Polsko je také významným producentem tolstolobika (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, 1844), amura (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes, 1844) a jeseterů (*Acipenser* sp.). Růst produkce jeseterů byl obzvláště významný, kdy v roce 2018 byla pětkrát vyšší než v roce 2009 (EUMOFA 2021).

Intenzivní faremní chov je převážně rozšířen u pstruha duhového. Farmy jsou lokalizovány zčásti na jihu, ale zejména na severu Polska (Salz 2009). V Polsku existuje 24 farem využívajících RAS, ale pouze 8 má významnou produkci (více než 50 tun ročně) (EUMOFA 2021).

Průměrná spotřeba ryb a mořských produktů na jednoho obyvatele v Polsku je 13 kg/rok. Z 85 % se na spotřebě podílejí mořské ryby, jen z 15 % ryby sladkovodní (EUMOFA 2016a). Konzumace ryb obyvatelstvem je méně sezónní než v ČR (EUMOFA 2017).

Výhodou Polska jsou rybářské podniky, které často mají své vlastní provozy na zpracování ryb, obchody prodávající ryby i rybí výrobky a rybí restaurace (MZe 2013). Rybářské podniky téměř vždy nabízejí sportovní rybolov včetně možnosti pronájmu

požadovaného vybavení. To je pro tyto podniky ekonomicky výhodné, protože diverzifikují svoje příjmy a přispívají k vyšší zaměstnanosti (Martín 2011).

3.4.2. Maďarsko

Maďarsko je typickým vnitrozemským státem a produkce ryb je zajišťována prostřednictvím sladkovodní akvakultury. Maďarsko je také významným producentem kapra v rámci EU. Celková plocha rybníků využívaná pro chov ryb je 25 tis. ha (EUMOFA 2016b).

V roce 2018 dosáhla produkce ryb ze sladkovodní akvakultury úrovně 17,9 tis. tun. Produkce kapra v tomto roce byla 11,4 tis. tun (EUMOFA 2021). Maďarsko má teplotně výhodné klimatické podmínky pro chov kapra a býložravých ryb, proto jsou objemy býložravých ryb oproti ČR tak vysoké. V roce 2013 byla produkce tolstolobika 1,6 tis. tun a amura 575 tun (EUMOFA 2016b).

Maďarsko patří ke světové špičce a i v evropském měřítku jejich produkce výrazně převyšuje ostatní země ve výstavbě recirkulačních systémů, které jsou napájeny termální vodou, pro chov keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) nazývaný jako „clarias“ či sumeček africký (MZe 2013). Maďarsko je v současné době největším producentem této ryby v Evropě, protože zvýšil svoji produkci z prakticky nulové na více než 3 tis. tun za dvacet let (EUMOFA 2021).

Maďarsko vyniká také v ekologické produkci v EU a odhaduje, že organická produkce kaprů dosáhla v roce 2015 7 000 tun (zejména Maďarsko, Rumunsko a Litva). Maďarsko dosáhlo v produkci organického kapra úrovně 3,5 tis. tun (EUMOFA 2021).

Spotřeba ryb v Maďarsku je nízká a dokonce nejnižší v Evropě. Průměrná spotřeba ryb a mořských produktů na jednoho obyvatele je 3,78 kg/rok (EUMOFA 2016b). Odvětví zpracování ryb není v Maďarsku příliš rozvinuté (EUMOFA 2017). Výhodou Maďarska je typická konzumace rybích jídel ve specializovaných restauracích (tzv. halászcserdák) převážně v rekreačních oblastech a podél významných dopravních komunikací (MZe 2013).

3.4.3. Německo

V Německu jsou zastoupeny různé formy akvakultury, zahrnující jak klasické rybníkářství, tak různé formy intenzivní akvakultury (Salz 2009).

Produkce sladkovodní akvakultury se v Německu za posledních cca 10 let výrazně snížila. V roce 2018 dosáhla produkce sladkovodní akvakultury 18,7 tis. tun, kdežto v roce 2009 byla na úrovni 37,8 tis. tun. Tato situace je obdobná i u produkce pstruha duhového, kdy v roce 2018 dosáhla 7,8 tis. tun a v roce 2009 byla 22,5 tis. tun (EUMOFA 2021). V posledních

deseti letech se snížila i intenzita a produkce kapra a to vzhledem k tlaku na ochranu přírody (EUMOFA 2016b). Produkce kapra od roku 2009, kdy dosahovala 9,8 tis. tun, se do roku 2018 téměř o polovinu понížila a to na úroveň 4,7 tis. tun. V Německu je cca 23 tis. ha rybníků. Významnou rybníkářskou oblastí v Německu je Aischgrund, která zahrnuje asi 7 000 rybníků (2 300 ha), z nichž 15 % je součástí sítě Natura 2000 (EUMOFA 2021).

Intenzivní chov lososovitých ryb v průtočných systémech je orientován zejména na pstruha duhového. Některé farmy chovají v menším rozsahu též sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell, 1815) a zejména hybrida sivena amerického a sivena arktického (*Salvelinus alpinus* L.), především na jihu země v Alpách, Českém lese a jejich podhůřích (BMEL 2014). V Německu je cca 76 podniků s produkcí ryb v RAS. Jedná se 50 farem s významnou produkcí a 26 farem pro výzkumné účely. Produkce z RAS v Německu dosahuje 2,3 tis. tun a pouze 14 % produkce RAS se provádí ve sladké vodě (EUMOFA 2021).

Průměrná spotřeba ryb a mořských produktů na jednoho obyvatele je 13,3 kg/rok (EUMOFA 2016a). Německo je největším trhem pro pstruhy v EU. Spotřeba se odhaduje na 66,2 tis. tun. Německo je také největším dovozcem pstruhů s více než 60 tis. tun (2018). Hlavním dodavatelem je Polsko s 39 % z celkového dovozu (EUMOFA 2021).

Konzumace sladkovodních ryb je méně sezónní než v ČR (EUMOFA 2017). Vzhledem k deficitu kapra z domácí produkce je zájem o jeho import z ČR z letních odlovů na rybnících (EUMOFA 2016b).

Výhodnou Německa je rovnoměrnější spotřeba sladkovodních ryb, na které se podílí výrazně vyšší spotřeba lososovitých ryb, která je navíc v průběhu roku rovnoměrná. V Německu je rovněž výhodou celoroční běžná konzumace pstruha v domácnostech i v restauracích (Centenera 2014). Na rovnoměrnější spotřebě ryb se podílí též také cílené marketingové kampaně (Oberle 2015).

3.5. Trendy a moderní technologie v akvakultuře

ČR v porovnání se situací ve vybraných státech EU začíná zaostávat v zavádění intenzivních chovů. Zde jsou předpoklady pro zvýšení objemu produkce i pestrosti druhové nabídky chovaných ryb (Kouřil 2013; MZe 2014).

Tato speciální zařízení jsou charakterizována vysokou intenzitou chovu, vysokou hustotou obsádky chovaných ryb, vysokou produkcí z jednotky objemu a zpravidla absencí přirozené potravy (Timmons & Ebeling 2013; EUMOFA 2021). Tyto systémy vyžadují použití kvalitních krmiv a krmných směsí a optimalizaci podmínek prostředí. Nezbytnou podmínkou

je dobrý zdravotní stav chovaných ryb a jejich bezpečný původ. Pro snížení závislosti na celoroční dodávce dostatečného množství kvalitní vody pro tato zařízení dochází k rozšíření systémů s opakovaným využitím vody nebo recirkulací s různým podílem výměny vody. Zároveň je snahou chovatelů snížit dopad zatížení vody z chovu ryby na přirozené prostředí. Proto jsou tyto systémy vybaveny sekci na čištění znečištěné odtékající vody (Timmons & Ebeling 2013; Vachta 2015; Policar et al. 2015; EUMOFA 2021). Součástí systémů intenzivního chovu ryb je zařízení na čištění vody (mechanické a biologické), chovné nádrže, krmná zařízení, zařízení na desinfekci vody a úpravu její kvality (Pokorný et al. 1998; Kouřil et al. 2008; Tidwel 2013; EUMOFA 2021). Jedná se zejména o nasycení vody kyslíkem, ale i úpravu teploty, hodnoty pH, odplynění, aeraci apod. (Pokorný et al. 1998; Lang et al. 2011; Kopp et al. 2014). Standardní součástí jsou zpravidla i zařízení sledující základní hydrochemické parametry a kontrolní systémy monitorující funkčnost systému včetně signalizace závad. Rozhodující prvky systémů jsou zpravidla zdvojeny. S ohledem na závislost na nepřetržitou dodávku elektrické energie jsou systémy vybavovány náhradními zdroji s odpovídajícím výkonem (Stickney 2000; EUMOFA 2021). Z uvedených důvodů jsou tyto systémy chovu ryb závislé na kvalitním konstrukčním a materiálním vybavení. Jsou proto investičně a provozně nákladné a jen při udržení vysoké produkce jsou ekonomicky efektivní. Jejich výhodou je omezené zastavěné místo a pro doplnění vody do systému je postačující jen omezený zdroj vody, tj. vrty, méně již průsaková voda, voda z drenáží apod. Nevýhodou je vysoká investiční náročnost a zpravidla i náročnost energetická. Vysoká odborná úroveň obsluhy je podmínkou (Kouřil et al. 2012; Bregnballe 2015; EUMOFA 2021).

Spektrum rybích druhů produkovaných v podmínkách intenzivního chovu je poměrně široké. Tradičními rybami v ČR je pstruh duhový a siven americký, tedy ryby chladnomilné, potenciálně doplněné produkcí síhovitých ryb (*Coregonus sp.*) (Kouřil et al. 2008). Druhou skupinou jsou ryby teplomilné, v ČR původní druhy, např. sumec velký (Fiala et al. 1996; Nekovář et al. 1998), jeseteři (Stejskal et al. 2013), candát obecný (Policar et al. 2014), okoun říční (*Perca fluviatilis L.*) (Policar et al. 2009a) a další druhy bez tržní produkce, tedy produkce násadových ryb např. parmy obecné (*Barbus barbus L.*) (Vavrečka 2008; Vavrečka 2009; Policar et al. 2009b; Vavrečka et al. 2010). Třetí skupina jsou ryby výhradně vázané na chov v teplé vodě, zejména se jedná o druhy tlamoun nilský (*Oreochromis niloticus, L.*) nazývaný tilapie nilská a keříčkovec červenolemý (*Clarias gariepinus, Burchell, 1822*) nazývaný jako „clarias“ či sumeček africký (Kašparů & Jakobartl 2015).

Systémy speciálních zařízení jsou využívány nejen k produkci ryb tržní hmotnosti, ale jsou využívány pro chov ryb generačních, malé systémy slouží k počátečnímu odchovu

raných stádií různých druhů ryb před jejich vysazením do přirozených podmínek (Vachta 2015). Mezi další způsob využití kombinované technologie chovu je využití speciálních zařízení v klimaticky nepříznivé části roku pro zkrácení produkčního období při rybničním chovu, nebo pro produkci násadového materiálu pro různé chovné systémy (Timmons & Ebeling 2013; Bregnballe 2015).

Podle využívání vody lze systémy rozdělit do několika kategorií, které zároveň více či méně odpovídají intenzitě chovu ryb. Systémy se dělí na průtočné, poloprůtočné (s čištěním odtékající vody) a recirkulační. Nelze opomenout další typy intenzivních systémů, jako jsou klecové chovy, akvaponie nebo biofloc (Kouřil 2015b).

3.5.1. Průtočné systémy

Průtočné intenzivní systémy chovu ryb jsou využívány převážně k chovu lososovitých ryb a potom k chovu násad reofilních ryb, které jsou dále využívány k vysazování do revírů. Pro chov reofilních ryb jsou většinou využívány soustavy kanálů, dlouhých a úzkých zemních rybníčků. Průtočné systémy pro chov lososovitých ryb mají dvě základní konstrukce a to zemní rybníčky nebo betonové rybníčky a kanály (Pokorný et al. 1998; Kouřil et al. 2008). Zásadním problémem těchto staveb je potřeba vhodných spádových poměrů v krajině pro jejich výstavbu, díky výrazně nižší intenzitě chovu ryb i plocha, na které je budovat, a jejich velká spotřeba vody. Voda je v těchto systémech využita pouze jednou a relativně málo znečištěná ze systému odtéká (Kouřil 2015b).

3.5.2. Průtočné systémy s čištěním odtékající vody

Ve světě běžným řešením je budování takzvaných dosazovacích nádrží ve formě zemních rybníčků, betonových cyklonů, nebo kombinace biologického filtru s dosazovací nádrží. Případně s předsazenou mechanickou filtrací ve formě sedimentačních kuželů, žlabů nebo mechanických filtrů různé konstrukce (Pokorný et al. 1998; Stickney 2000).

3.5.3. Recirkulační akvakulturní systémy (RAS)

Spotřeba vody recirkulačním systémem na tunu produkce je minimálně 10x nižší, než u systému průtočného a snižuje se zvyšující se komplexností a technologickou vybaveností systému. To se samozřejmě odráží i v pořizovací ceně takového systému (Kouřil et al. 2012; Bregnballe 2015).

Recirkulační systémy pro chov ryb lze rozdělit do více kategorií hlavně podle stupně jejich vybavenosti technologiemi a teploty vody, ve které jsou ryby chovány. Z hlediska technologické vybavenosti a tím i pořizovací ceny lze systémy dělit na dvě kategorie.

Takzvané modelové systémy, používané hlavně v Dánsku, které jsou kompromisním modulárním systémem budovaným pokud možno s minimálním množstvím potřebných technologií (Vítek et al. 2011; Mareš et al. 2013; Buřič et al. 2013) a systémy „průmyslové“, které zahrnují chov ryb v kompletně řízeném prostředí. Jsou vždy umístěny v uzavřené budově, hlavně kvůli odstínění vlivu změn klimatu během roku a zamezení možnosti přenosu nemocí a parazitů volně žijícími organismy. Jakékoliv zanesení nemocí, či parazitů by díky intenzitě chovu ryb znamenalo selhání celého systému a enormní finanční ztráty. Z pohledu energetické náročnosti jednotlivých systémů chovu ryb obecně platí, že se snižující se potřebou přítokové vody se zvyšuje potřeba elektrické energie chovného systému. (Kouřil et al. 2012; Bregnballe 2015; Kašparů & Jakobartl 2015).

3.5.3.1. Recirkulační akvakulturní systémy v EU

Recirkulační technologie je dobře zavedená a vyvinutá v Dánsku, Nizozemsku (100 % produkce sladkovodní akvakultury je z recirkulačních systémů), ve Francii, Německu a v Polsku. V ostatních členských státech jako je Rakousko, Belgie, Bulharsko, Česko, Estonsko, Finsko, Maďarsko, Španělsko, Lotyšsko, Litva, Slovensko, Švédsko a Velká Británie je používání této technologie omezené. Na experimentální úrovni je Řecko a Itálie. V Rumunsku a ve Slovinsku neprobíhá žádná výroba v RAS (v současné době probíhá výzkum) (EUMOFA 2020b; EUMOFA 2021).

V roce 2018 bylo v EU vyrobeno více než 27 tis. tun v recirkulačních systémech. Systémy RAS se většinou používají pro sladkovodní druhy, přičemž více než 95 % produkce probíhá ve sladkovodním prostředí (zbývající 5 % se vyskytuje v mořské a brakické vodě). Dánsko, Nizozemsko, Německo, Francie a Polsko jsou vedoucími členskými státy s více než 90 % produkce RAS v EU. Pokud jde o druhy ryb, tak samotný pstruh duhový z RAS představoval přibližně 62 % (16,4 tis. tun) produkce EU (EUMOFA 2020b; EUMOFA 2021).

Dánská produkce ryb z RAS v roce 2018 byla na úrovni 11,8 tis. tun, Nizozemská na úrovni 4,9 tis. tun, Francie 3,7 tis. tun, Německo 2,3 tis. tun a Polsko 2 tis. tun (EUMOFA 2021).

3.5.4. Klecové chovy

Klecové chovy pro intenzivní chov ryb byly v ČR využívány výlučně pro chov lososovitých ryb ve vhodných údolních nádržích. Kulminaci v našich podmínkách zaznamenaly v devadesátých letech 20. století. Od této doby až do současnosti došlo k jejich značnému omezení (Kouřil 2008; Kouřil 2015b).

3.5.5. Akvaponie

Je zvláštní formou recirkulačních akvakulturních systémů, kde se využívají v cirkulující vodě se vyskytující živiny původem z chovu ryb k výživě kultivovaných rostlin. Tato v řadě zemí často využívaná technologie spojuje produkci ryb (případně jiných vodních živočichů) s pěstováním rostlin. Rostliny využívají živiny obsažené ve vodě jako stavební látku pro tvorbu nové biomasy a současně jejich kořenové systémy poskytují substrát pro uchycení nitrifikačních bakterií. Voda cirkuluje mezi nádržemi s chovem ryb a částí systému, kde jsou kultivovány rostliny. Finanční příjem z rostlinné produkce tvoří významnou položku celkové ekonomiky provozu. V klimatických podmínkách mírného pásma např. ČR, je komplikací celoročního provozu fluktuace teplot (zimní teplota) a výrazně kratší světelný den (Kouřil 2015b; Mráz 2015). Akvaponické systémy jsou nejvíce propracovány a využívány v USA a Austrálii (Rakocy et al. 2006; Timmons et al. 2013).

V Evropě začíná vznikat mnoho nových společností v oblasti akvaponie, jen několik z nich v současné době dosahuje ekonomicky životaschopné velikosti produkce. Země EU, které již vyvinuly akvaponické farmy (komerční i jiné), jsou Francie, Maďarsko, Belgie, Německo, Irsko, Itálie, Slovinsko, Španělsko, Nizozemsko, Velká Británie, Česko, Dánsko, Finsko, Rumunsko a Švédsko (EUMOFA 2021).

První výsledky s experimentálním ověřením akvaponie v ČR představil Dovalil (2014).

3.5.6. Biofloc

Biofloc představuje další možnost intenzivního chovu ryb. Jeho podstatou je chov ryb v nádrži s paralelní kultivací biomasy heterotrofních bakterií, které konzumují v odchovném systému vznikající odpadní látky a přeměňují obsažený dusík na bílkoviny. Vločky (floc) agregovaných bakterií zabezpečují čištění vody a zároveň se podílí na snížení krmných nákladů (v případě býložravých druhů ryb, např. tilapie) (Crab et al. 2009; Kouřil 2015b; Avnimelech 2015). První výsledky experimentálního ověření systému biofloc v ČR prezentoval Lunda (2015).

3.6. Welfare ryb

Pojem welfare lze obtížně definovat, používá se různými způsoby v různém prostředí a objevuje se v mnoha různých kontextech: primárně ve vědecké literatuře, v různých člancích, v předpisech pro udržitelnou akvakulturu a také na internetových stránkách (Branson 2008). Welfare ryb je v současné době aktuálním tématem a pro akademické pracovníky je z globálního pohledu poměrně složitým, jelikož vyžaduje odborné znalosti z různých oborů

(Huntingford et al. 2006). Pojem welfare je charakterizovaný jako životní pohoda a pohodlí. Spočívá v zajišťování nerušeného přirozeného druhového chování přizpůsobeného průběhu životních pochodů. Přitom bolest a utrpení ryb je považována za extrémní reakce na určité negativní vnější vlivy, které zcela nežádoucím způsobem ovlivňují jejich životní pohodu a pohodlí (Mellor & Stafford 2001; Voříšková 2001; Huntingford et al. 2006; Branson 2008).

Obecně lze říci, že lidská činnost má vliv na pohodu zvířat. S tímto úzce souvisí problematika ochrany zvířat a dále schopnost vydefinovat kritéria včetně hodnot splňujících a umožňujících pohodu zvířat a jejich přirozeného druhového chování (Branson 2008). Mohou ryby cítit bolest a mohou trpět? Toto jsou zásadní otázky při stanovování dobrých životních podmínek ryb. Obecně se ví, že ryby mají neurologické, fyziologické a kognitivní schopnosti nezbytné pro pocit bolesti (Huntingford et al. 2006).

Když shrneme a zjednodušíme rozsáhlou literaturu včetně definic, je podmínka welfare dodržena, pokud je splněna jedna ze tří následujících podmínek (Branson 2008). Každá z těchto definic pracuje s jiným aspektem:

1. Ryby se mohou přizpůsobit jeho prostředí, jsou v dobrém zdravotním stavu, včetně správného fungování biologických systémů.
2. Ryby jsou schopny vést přirozený život se stejným chováním jako v přírodě. Tato definice pracuje s tvrzením, že co je přirozené, to je dobré a ryby trpí, pokud jsou omezeny na svém přirozeném chování.
3. Ryby jsou bez negativních zkušeností, jako je bolest, strach, hlad a mají přístup k pozitivním zkušenostem, jako je sociální společnost.

Každá z těchto definic zachycuje jiný důležitý aspekt dobrých životních podmínek ryb, avšak pravděpodobně nezachytí všechno. Z tohoto důvodu byl také vyvinut odlišný přístup k otázce rozlišování mezi špatným a dobrým welfare. Byl zahrnut do slavných pěti svobod (Mellor & Stafford 2001). Tento přístup uznává pět oblastí, ve kterých by mohla být ohrožena pohoda zvířat. Tak, aby byl zaručen blahobyt a dobrý welfare, nesmí být zvířata vystaveny: 1) hladu a žízni, 2) zatížením v oblasti životního prostředí, 3) nemocí a zranění, 4) omezení v chování (včetně nedostatku prostoru), 5) duševnímu utrpení. Tento přístup je velmi uznávaný, tvoří široký teoretický rámec a je základem pro legislativu v oblasti welfare farmových ptáků, savců a stále více ryb (Branson 2008).

V ČR je odpovědným orgánem v otázkách ochrany zvířat a jejich péče o dobré životní podmínky Ministerstvo zemědělství, které zároveň organizačně podporuje činnost Ústřední komise pro ochranu zvířat (ÚKOZ). Praxe v dobrých životních podmínkách zvířat je založen

na zákoně č. 246/1992 Sb., o ochraně zvířat proti týrání. Na dodržování a uplatnění zákonných povinností dohlíží Státní veterinární správa (Bušová et al. 2014).

3.6.1. Moderní metody měření welfare

Existuje zřetelný vztah mezi zavedenými postupy v akvakulturě a dobrými životními podmínkami ryb. Zlepšení podmínek chovu ryb má za následek výrobu ryb prvotřídní kvality ryb, ale také posiluje důvěru spotřebitelů (Branson 2008).

Při stanovení dobrých životních podmínek zvířat se spoléhá na výběr, shromažďování a interpretaci různých parametrů. Takové systémy musí být citlivé, praktické, komplexní a smysluplné. Ačkoliv v současnosti neexistuje shoda ohledně nejvhodnějších způsobů hodnocení welfare ryb, systémy věnující se zdraví a kondičnímu profilu (Goede & Barton 1990) mohou poskytnout údaje a postupy jak posuzovat welfare u ryb. Jedním z hlavních problémů spojených s posuzováním welfare ryb ve srovnání se suchozemskými živočichy je obtížné pozorování ryb pod vodou (Juell & Fosseidengen 2004). Ve výzkumu dobrých životních podmínek zvířat proběhl odklon od složité a drahé analýzy různých parametrů. Jedna jednoduchá a zároveň inovativní metoda spoléhá na tento systém dvou otázek: Je zvíře zdravé? Má to, co chce? (Dawkins 2004). Pokud jde o ryby, máme v současné době omezenou znalost, co ryby chtějí, nebo např. co představuje dobré životní podmínky ryb v recirkulačních zařízeních.

Spoolder et al. (2004) navrhl ukazatele dobrých životních podmínek, které by mohly být prakticky použity pro měření různých typů porušení dobrých životních podmínek. V tabulce 1 jsou uvedené běžně naměřené parametry, které jsou rozděleny do různých oblastí porušení dobrých životních podmínek na základě pěti svobod dobrých životních podmínek zvířat.

Tab. 1: Výběr vhodných ukazatelů dobrých životních podmínek.

Typ zhoršení welfare	Navržené ukazatele
Hlad, žízeň a podvýživa	Příjem krmiva a výkonnostní ukazatele: krmný koeficient, kondice a růst
Bolest, zranění a nemoci	Fyzické poškození: stav ploutví, povrch těla. Imunitní odpovědi

Nepohodlí	Monitorování životního prostředí: monitoring kvality vody (rozpuštěný kyslík, oxid uhličitý, pH, nerozpuštěné látky) Cílený odběr vzorků ryb: např. kontrola na parazity
Projevy, normální chování	Abnormální chování: neobvyklé plavání a chování, shlukování ryb v rámci systému (např. shlukování kolem vtoku vody), reakce ryb na blížící se nebezpečí
Stres	Měření primární a sekundární reakce na stres: plasma, kortizol, glukózu, laktát

Avšak panuje všeobecná shoda, že žádný jednotlivý parametr nemůže přesně posoudit welfare ryb (Huntingford et al. 2006).

Například problematika stresu je hlavním bodem většiny diskusí o welfare domestikovaných nebo intenzivně chovaných ryb (Conte 2004). Vzhledem k tomu, že existuje zřetelný vztah mezi stresem a welfare, byl stres použit jako nástroj při posuzování dobrých životních podmínek zvířat včetně ryb. Zvýšené hladiny katecholaminů a kortizolu v krvi představují primární reakce na stresor. Bezprostředně dochází ke změnám v různých tkáních, které zvyšují šance na přežití zvířat, překonávání zhoršených podmínek. Stresová reakce má dvě hlavní neuroendokrinní složky. Prvním z nich je rychlá aktivace nervového systému, která uvolňuje katecholaminy do krve z chromafinní tkáně (kostnatý homolog dřeně nadledvin: Reid et al. 1998; Gallo & Civinini 2003). Ten je spojen s pomalejší endokrinní kaskádou, která zahrnuje tři úrovně: hypotalamus, hypofýzu a interregální tkáň (homologní tkáň kůry nadledvinek: Gallo & Civinini 2003). Tento mechanismus reakce je často označován jako „hypothalamus-pituitary-interregal (HPI) axis“, prostřednictvím kterého se uvolňuje (u kostnatých ryb) steroidní hormon kortizol do krevního oběhu (Barton 2002).

Stresové reakce jsou ovlivněny neurotransmitery zejména těmi, které obsahují serotonergní systém. Ty mohou být měřeny přímo ve specifických oblastech mozku pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC: Øverli et al. 2001), zatímco změny prvků v endokrinní HPI kaskádě mohou být hodnoceny na úrovni genové exprese měřením změn v úsecích konkrétních mRNA přítomných v místě syntézy (kortikotropin uvolňující faktor (CRF): Doyon et al. 2005), nebo přímým měřením samotných peptidů v krvi (adrenokortikotropní hormon (ACTH): Sumpter et al. 1986) s použitím vysoce specifických

radioimunoanalýz. I hladiny ostatních hormonů hypofýzy, jejichž sekrece se mění při stresu, se může také stanovit tímto způsobem (např. Prolaktin (PRL): Pottinger et al. 1992; somatolactin (SL): Rand-Weaver et al. 1993). Nejpoužívanějším indikátorem aktivace HPI ve studiích týkajících se stresu u ryb je hladina steroidního hormonu kortizolu. Kortizol může být měřen mnoha analytickými technikami. Nejrozšířenější metoda byla radioimunoanalýza RIA (např. Pottinger & Carrick 2000) a ELISA (např. Tintos et al. 2006).

Další technika použitá v několika studiích, které se snaží posoudit welfare ryb je analýza hlavních komponent (PCA). PCA je vícerozměrná statistická metoda, která využívá datové modely jako nástroj k syntéze hlavních komponent (PCs), které jsou provázány se současně měřenými parametry. Naměřené parametry a komponenty PCs jsou vloženy a porovnávány prostřednictvím statistických modelů. Tato technika je robustní a generované indexy odráží biologicky smysluplné vztahy mezi různými parametry (Turnbull et al. 2005; North et al. 2006).

Je třeba říci, že biologické parametry charakteristické pro stresované ryby mají mnoho společného se suchozemskými obratlovci (Branson 2008). Například výzkum savců ukázal, že citlivost trávicího traktu k široké škále stresorů je podobná. Z nejčastějších příznaků je degenerace střevní sliznice, kdy dochází k rozrušení její funkce a trávicích mechanismů. Podobná pozorování byla také hlášena u kapra obecného, tradiční sladkovodní ryby. Stres spojený s výlovem a přepravou způsobuje ztrátu střevního hlenu produkujících buněk a následně jejich odtržení od cylindrických absorpčních epiteliálních buněk (Szakolczai 1997). Několik studií dokumentuje vliv krmení na stresovou reakci spojenou se změnami hladin kortizolu, glukózy a volných mastných kyselin. Příznaky byly výraznější u dobře krmených ryb ve srovnání s těmi spíše hladovějícími (Raune et al. 2002). Tyto výsledky naznačují, že krmení může mít vliv na akutní stresovou reakci.

Bylo prokázáno, že existuje mnoho faktorů, které mají potenciál pro stimulaci adrenokortikotropního uvolňování hormonu a následné zvýšení hladin cirkulujícího kortizolu u zvířat. Základními spouštěči je trauma jakéhokoliv typu, infekce a omezování v pohybu. V některých studiích bylo prokázáno přechodné zvýšení plazmatického kortizolu u sádkovaných ryb (Raune et al. 2003). I když, jak bylo uvedeno výše, zvýšení hladiny glukózy, laktátu a kortizolu jsou obvykle sledovány jako stresové ukazatele v rybách, skutečné koncentrace těchto látek v plazmě se velmi liší v závislosti na druhu, věku, stavu výživy a dalších faktorech. Fyziologická rovnováha hormonálních a nervových látek obvykle podílejících se na stresové odezvě organismu (hormony mozku, endorfiny, neurotransmitery atd.) může být zhodnocena na základě komplexního vyšetření krevní plazmy a tkání (Huntingford et al.

2006). Klasický přístup (bio)analytické chemie spočívající ve stanovení jednotlivých indikátorových látek je však značně pracný, ekonomicky nákladný a časově náročný.

Ačkoliv se pro tyto účely aplikuje řada různých analytických metod, žádná z nich neposkytuje úplný obraz metabolomu (profil nízkomolekulárních metabolitů), který by mohl celkově welfare organismu výstižně dokumentovat. Mezi různými bioindikátory mají v metabolomu zvláštní význam lipidy, jejichž koncentrace, složení a relativní zastoupení je závislé jak na stresových faktorech, tak na složení a formě krmiva (Villas-Boas 2007). Využití krmiv ve výživě je intenzifikační faktor přinášející přírůstek rybního masa jejich vlastní spotřebou. V podmínkách rybníčního chovu je využívána pro tvorbu přírůstku co nejvíce přirozená potrava rybníka (plankton, bentos atd.) a je doplňována příkrmováním (Hartman 2015).

4. HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE

Předmětem této disertační práce je testování tří hypotéz. Hypotézy jsou provázané s cíli, které uvádím níže.

4.1. Hypotézy:

- H_0 : Trend v ziskovosti odvětví vykazuje konstantní růst.
- H_1 : Trend v ziskovosti odvětví nevykazuje konstantní růst.

- H_0 : Uvádění akvakulturní produkce na trh a zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb se nemění v čase.
- H_1 : Uvádění akvakulturní produkce na trh a zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb se mění v čase.

- H_0 : Rybářské subjekty nemají povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR a již neexistují žádné možné metody použitelné pro měření welfare ryb.
- H_1 : Rybářské subjekty mají povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR a lze navrhnout možné nové metody pro měření welfare ryb.

4.2. Cíle:

- Zhodnotit současných chov ryb v ČR a současnou ekonomickou situaci podniků a celého odvětví.
- Analyzovat rovnoměrnost uvádění akvakulturní produkce na trh v ČR, vyhodnotit zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb a výrobky z ryb. Dále navrhnout směry vývoje akvakultury pro zvýšení její konkurenceschopnosti a zvýšení spotřeby sladkovodních ryb.
- Zhodnotit povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR a navrhnout možné nové metody měření welfare ryb.

5. METODIKA A MATERIÁL

A) Vyhodnocení ekonomické situace podniků a odvětví v ČR

Pro vyhodnocení ekonomické situace podniků a odvětví v ČR byly použity kvantitativní analytické metody. K těmto kvantitativním metodám patří finanční analýza, srovnávací analýza a analýza vývojových trendů (Engel 2010; Guillen et al. 2015). Finanční a srovnávací analýza vychází z hodnot vykazovaných podnikem v účetních výkazech a příp. daňovém přiznání. Tato finanční a srovnávací analýza využívá ukazatele jako příjmy podniku, roční obrat, zisk podniku (Olaoye et al. 2014; Yakubu et al. 2014; Yuan et al. 2017). Srovnávací analýza byla provedena pro srovnávání mezi podniky u vybraných ukazatelů a srovnávání ukazatelů v závislosti na velikosti podniků. Vzorkem pro tyto analýzy bylo 9 mikropodniků, 7 malých podniků a 4 podniky střední. Veškeré údaje ve výsledcích těchto analýz byly z uzavřeného účetního období roku 2015. Analýza vývojových trendů byla použita při hodnocení změn sledovaného ukazatele v desetiletém intervalu od roku 2005 do roku 2015. Pro analýzu vývojových trendů byl vybrán ukazatel dosažený zisk podniků a průměrná ziskovost odvětví. Vzorkem pro tuto analýzu byly 4 mikropodniky, 4 malé podniky a 4 střední podniky. Použité metody byly běžně používány v sektorových analytických modelech zpracovávaných v ČR.

Pro výběr podniků do výzkumného vzorku byla stanovena následující kritéria. Do vzorku byly zařazeny pouze podniky mající vyšší než 65% podíl tržeb/příjmů z rybářství na čistém obratu subjektu. Prostřednictvím tohoto kritéria byly vybrány do vzorku pouze podniky, které jsou klasickými produkčními podniky v rybářství v podmínkách ČR. Podíl tržeb/příjmů z rybářství (RF) na čistém obratu subjektu byl vypočítán jako součet tržeb/příjmů za prodej živých ryb (RLF), tržeb/příjmů za prodej zpracovaných ryb (RPF), tržeb/příjmů za prodej povolenek k lovu na udici (RFA), zúčtovaných/přijatých náhrad a dotací za mimoprodukční funkce rybníků (NPF) vztažený na celkové (veškeré) tržby/příjmy podniku (TR) a to dle vzorce:

$$\frac{RLF + RPF + RFA + NPF}{TR} \times 100$$

Dalším kritériem pro výběr bylo územní hledisko, prostřednictvím kterého byl vybrán reprezentativní vzorek podniků ležících po celém území ČR. Vybrané podniky ve vzorcích jsou zaměřeny na tradiční chov ryb v rybnících, případně dále provozují rybí líhně a sádky

(tabulka 2). Ve vzorku nejsou zahrnuty organizační jednotky (pobočné spolky) Českého rybářského svazu.

Tab. 2: Charakteristika podniků ve vzorku dle velikosti podniku

Ukazatel	Velikost podniků		
	Mikro	Malý	Střední
Obhospodařovaná vodní plocha (ha)	2 - 130	260 - 1 540	1 250 - 1 600
Produkce kapra (t)	1 - 40	140 - 640	500 - 1 100

Podnikem se rozumí subjekt vykazující ekonomickou činnost, bez ohledu na jeho právní formu. V hodnoceném vzorku byly zastoupeny fyzické i právnické osoby. Vzhledem k potřebě kategorizace podniků pro jednotlivé analýzy, byly podniky rozřazeny do skupiny mikropodniků, malých a středních podniků. Velký podnik v odvětví rybářství se na území ČR nenachází. Pro rozdělení podniků do těchto kategorií byly použity ukazatele počet zaměstnanců a roční obrat podniků dle doporučení Komise 2003/361/ES ze dne 6. května 2003 o definici mikropodniků, malých a středních podniků. Kategorie mikropodniků, malých a středních podniků (MSP) je složena z podniků, které zaměstnávají méně než 250 osob a které vykazují roční obrat do 50 mil. EUR. V rámci kategorie MSP jsou malé podniky definovány jako podniky, které zaměstnávají méně než 50 osob a jejichž roční obrat nepřevyšuje 10 mil. EUR. Mikropodniky jsou definovány jako podniky, které zaměstnávají méně než 10 osob a jejichž roční obrat nepřevyšuje 2 mil. EUR. Pro přepočtení národní měny na EUR byl použit platný kurz ČNB k prvnímu pracovnímu dni roku 2017 (pro rok 2017 se jednalo o kurz 27,020 Kč k 2. 1. 2017).

Zdrojem dat byl informační systém Státního zemědělského intervenčního fondu (IS SZIF). Prostřednictvím IS SZIF je zajišťován sběr informací o projektech, žadatelích/příjemcích a to ve všech fázích na úrovni Operačního programu Rybářství (OP Rybářství). Prostřednictvím tohoto IS probíhá veškerá administrace žádostí OP Rybářství. IS SZIF umožňuje získávání spolehlivých finančních a statistických informací pro účely monitorování a hodnocení.

Dalším zdrojem údajů byl registr Státní veterinární správy (SVS). Tento registr vede v ČR schválené produkční podniky akvakultury. Počet podniků v registru SVS byl použit pro hodnocení významných regionů soudržnosti (NUTS II) a krajů (NUTS III) v akvakultuře v ČR. Počet podniků byl sledován v letech 2015 až 2018. První měření proběhlo 31. 12. 2015

a poslední 31. 5. 2018. Dvě měření se uskutečnila v roce 2016 dne 12. 9. 2016 a 15. 11. 2016 a dvě měření v roce 2017 dne 16. 5. 2017 a 10. 12. 2017. Organizační složky rybářských svazů nebyly zahrnuty do měření.

Výsledky byly zpracovány v programech Microsoft Excel 2010 a STATISTICA. Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA) s 95% hladinou významnosti. Byl použit Scheffeho test.

B) Uvádění akvakulturní produkce na trh a zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb a výrobky z ryb

Pro monitoring uvádění produkce tuzemských živých sladkovodních ryb v průběhu jednotlivých měsíců roku 2015 a 2016 na český trh proběhl sběr dat z informačního systému Státního zemědělského intervenčního fondu (IS SZIF) od jednotlivých podniků zabývajících se rybářstvím. Prostřednictvím IS SZIF je zajišťován sběr informací o projektech, žadatelích/příjemcích a to ve všech fázích na úrovni OP Rybářství. IS SZIF umožňuje získávání spolehlivých finančních a statistických informací pro účely monitorování a hodnocení. Data byla kontrolována u podniků na jejich účetnictví. Byly analyzovány údaje o prodeji živých ryb v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016, které byly uváděny na český trh v objemovém vyjádření (v tunách) a dále v hodnotě přepočtené na EUR. Pro přepočet na EUR byl použit platný kurz ČNB k prvnímu pracovnímu dni roku 2018. Jednalo o kurz 25,494 Kč ke dni 2. 1. 2018. Takto použitý kurz byl neměnný.

Do vzorku byly zahrnuty podniky, které jsou klasickými produkčními podniky v rybářství v podmínkách ČR a dále i podniky zabývající se intenzivním chovem ryb. Do vzorku s klasickými produkčními podniky byly zahrnuty pouze podniky s produkcí větší než 50 tun ročně. Cílem této hranice bylo vybrat do vzorku podniky, které mají chov ryb jako hlavní činnost podniku. Vzhledem k postupnému zavádění intenzivních chovů zejména recirkulačních zařízení v rámci ČR a jejich malému počtu, nebyla u podniků s intenzivním chovem stanovena žádná hranice minimální produkce ryb jako u klasických produkčních podniků. Celkový počet podniků zahrnutých do vzorku včetně jednotlivých skupin rozdělený dle způsobu chovu ryb je uveden v tabulce 3.

Tab. 3: Podniky zahrnuté do vzorku rozdělené dle způsobu chovu

Skupina	Počet projektů zahrnutých do vzorku
Klasické produkční podniky s rybníčním chovem	31
Podniky s intenzivním chovem ryb	4

V registru Státní veterinární správy bylo k 15. 2. 2018 vedeno celkem 307 produkčních podniků akvakultury bez rybářských svazů. V tomto registru jsou vedeny podniky bez uvedení způsobu chovu. Celkem bylo vybráno do vzorku 35 podniků a jedná se o 11% vzorek schválených podniků v ČR Státní veterinární správou.

Výsledky byly zpracovány v programech Microsoft Excel 2010, v rámci kterého byly použity matematické metody, jako jsou aritmetický průměr a směrodatná odchylka od průměru. Výsledky byly dále zpracovány v programu STATISTICA. Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA) s 95% hladinou významnosti. Byl použit LSD test.

Pro vyhodnocení zájmu spotřebitelů o vybrané druhy ryb byla využita data z Google Trends (internet search volume - ISV) pro ČR u vybraných druhů ryb (Google 2013). Jedná se o nástroj, který poskytuje nové možnosti pro analýzu rozličných sektorů lidské společnosti (Amichai-Hamburger & Ben-Artzi 2000; Askitas & Zimmermann 2009; Amichai-Hamburger & Hayat 2011). Velkou výhodou této analýzy je její robustnost, analýza ISV pracuje s nepoměrně větším datovým základem než dotazníkové šetření. Google Trends umožňuje porovnat frekvenci slov a frází používaných ve vyhledávání v Google v rámci geografických regionů, obvykle států, provincií, krajů a měst. Generované výsledky Google Trends ukazují relativní, nikoli absolutní objem vyhledávání vztážený k celkovému objemu vyhledávání ve stejném regionu a čase. Analyzované objemy (relativní počty) vyhledávání jednotlivých ryb reflektují především zájem lidí o jednotlivé druhy ryb prostřednictvím zvolených termínů použitých pro vyhledávání. Nejčastěji jsou vyhledávány recepty, kuchyňské úpravy, ceny, prodejny apod. Ačkoliv se nejedná o průzkum trhu (prodej, nabídka), výsledky provedené analýzy věrně zachycují zájem o jednotlivé druhy, který je do značné míry korelován s reálným prodejem (Goel et al. 2010). Z uvedeného vyplývá, že grafy nelze chápat jako vzestup spotřeby, ale pouze jako vzestup vyhledávání, tedy zvýšeného zájmu ze strany potenciálních spotřebitelů.

Jako analyzované termíny byly zvoleny „kapr“ (*Cyprinus carpio* L.), „losos“ (*Salmo salar*, Linnaeus, 1758), „pstruh“ (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792), „pangasius“ (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878). Analýza uvedených termínů v Google Trends byla zobrazena dne 22. října 2013. Analyzovaná časová řada byla zvolena od května 2007 do 30. září 2013 a data byla hodnocena v měsíčních intervalech. Získaná data byla analyzována v programu Microsoft Excel 2010, ve kterém byly graficky znázorněny trendy.

Pro ověření zájmu a návyku spotřebitelů o výrobky z ryb byl vyhodnocen průzkum spotřebitelských návyků týkajících se rybolovu a produktů akvakultury realizovaný Evropskou komisí (EK). Numerická data byla zpracována, porovnána a prezentována v nových souvislostech.

Na podnět EK byl zrealizován průzkum spotřebitelských návyků týkajících se rybolovu a produktů akvakultury „EU consumer habits regarding fishery and aquaculture products“ (EC 2018). Tento průzkum byl proveden ve 28 členských státech Evropské unie na přelomu června a července roku 2018. Celkem proběhlo šetření s 27 734 občany EU z různých sociálních skupin (od věku 15 let a výše) prostřednictvím dotazníku a to vždy v daném státě a v jejich rodném jazyce. V ČR bylo vyhodnoceno 1 023 dotazníků. Předmětem šetření bylo zjistit návyky spotřebitelů produktů rybolovu a akvakultury v členských státech EU. Jednalo se zejména o informace, jak často kupují ryby a produkty akvakultury, v jaké podobě (stupni zpracování), jaké produkty preferují a kde (včetně původu). Tento průzkum byl zrealizován Evropskou komisí i v roce 2016. K dopracování o ověření některých závěrů v rámci ČR byla využita Marketingová studie odvětví akvakultury (2016) Ministerstva zemědělství ČR. Dalšími zdroji byly dokumenty vydané FAO (The State of World Fisheries and Aquaculture 2018). Výsledky byly popsány ve vztahu k současné situaci na trhu s rybami v ČR a dále spotřebitelské zvyky byly porovnány se státy EU.

Pro ověření dostupnosti ryb a rybích výrobků byl proveden průzkum ve 4 náhodně vybraných prodejnách (supermarketech), které se nachází na území Hlavního města Prahy. Měření v supermarketech proběhlo začátkem prosince roku 2012. V těchto prodejnách byl hodnocen sortiment v sekci ryby. Předmětem hodnocení byly ryby v živém i zpracovaném stavu, ve formě rybích výrobků (polotovary chlazené i hluboce zmražené). Důraz byl kladen na druh výrobku, jeho cenu a zastoupení nabízeného produktu v poměru k počtu navštívených prodejen.

C) Welfare ryb České republiky

Pro zhodnocení povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR bylo využito dotazníkové šetření. Dotazník byl koncipován dle metody Dillmana (2007) pro maximalizaci výsledků a výstupů z dotazníkového šetření.

Dotazníky byly rozdány účastníkům konference Chov ryb a kvalita vody II pořádané Rybářským sdružením České republiky ve dnech 21. – 22. 2. 2013. Účastníci konference byli zástupci produkčních rybářských podniků, rybářského svazu a zaměstnanců rybářských škol (VŠ i SŠ) a i např. zaměstnanců státní správy zabývající se rybářstvím. Dotazníky byly cíleně rozdány zástupcům produkčních podniků. Celkem na konferenci bylo rozdáno 80 dotazníků. Návratnost dotazníku byla 40 %, k vyhodnocení bylo použito 32 dotazníků. V dotazníku bylo 8 otázek, kdy u některých odpovědí mohla být vybrána pouze jedna odpověď a u některých odpovědí více. Dotazníky byly koncipovány tak, aby se nejen kroužkovala odpověď, ale aby dotázaný vždy zdůvodnil svou odpověď. Byla získána velká sada komentářů a názorů ke každé otázce. Vyhodnocení je uvedeno ve výsledcích. Dotazník je přílohou této práce. Získaná data byla analyzována v programu Microsoft Excel 2010, ve kterém byly graficky znázorněny výsledky šetření.

Pro navržení nové metody měření welfare ryb bylo použito metabolomické profilování. Tato technika je zcela nová. Metabolomické profilování pomocí techniky DART bylo realizováno na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (VŠCHT).

V roce 2009 byly připraveny a převezeny na VŠCHT následující vzorky svalové a mozkové tkáně kapra obecného k metabolomickému profilování. Vzorky byly odebrány přímo na rybnících nebo na sádkách ve třech po sobě časově jdoucích etapách. Usmrcení ryb bylo vždy provedeno v souladu s § 5, odstavcem 2 zákona č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů. Všechny vzorky byly šokově zmrazeny v tekutém dusíku a poté přechovávány při teplotě -24 °C. Místo odběru vzorku svalové tkáně je uvedeno na obr. 1.

První etapa odběru vzorků svalové tkáně kapra obecného proběhla 7. 5. 2009. Vzorky pocházely z ryb z běžných chovatelských podmínek rybničního chovu Rybářství Třeboň a.s. Ryby před vlastním odběrem nebyly zatíženy působením stresových faktorů. Vzorky byly odebírány z již zmíněného kapra o průměrné kusové hmotnosti 750 g a věku 718 dní. Obsah tuku v těle byl 3,1 – 5,4 % (měřeno přístrojem FatMeter na živé ryby). Tyto první vzorky ryb sloužili k optimalizaci, validaci a implementaci vhodných analytických technik a postupů pro stanovení metabolomu (profilu nízkomolekulárních sloučenin) kapra obecného.

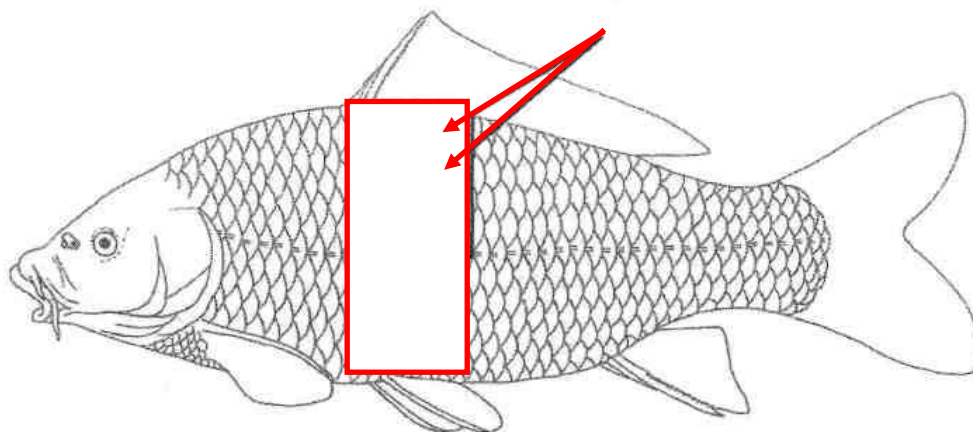
Druhá etapa odběru vzorků svalové tkáně byla provedena 16. 7. 2009 a navazuje na jarní odběry. Ryby opět pocházely z běžných chovatelských podmínek rybníčního chovu Rybářství Třeboň a.s. Odchov probíhal na rybnících Horák, Fišmistr, Baštýř, Pěšák. Hustota obsádky byla přepočítána vždy na 363 ks/ha. U tohoto odběru vzorků bylo zohledněno příkrmování ryb obilovinami (triticale – hrubě šrotované). Ryby byly odchovávány ve dvou skupinách. První skupina byla odchovávána pouze na přirozené potravě (plankton, bentos) a to ve dvou rybnících. Z prvního rybníka této skupiny bylo odebráno 6 vzorků svalové tkáně kapra obecného o průměrné živé hmotnosti 1946 g. Z druhého rybníka této skupiny bylo odebráno také 6 vzorků svalové tkáně kapra obecného o průměrné živé hmotnosti 1222 g. Ve druhé skupině docházelo k pravidelnému příkrmování obilovinami (triticale – hrubě šrotované). Tato druhá skupina byla též realizována ve dvou rybnících. V prvním rybníce této skupiny (ryba odchovávána s příkrmem triticale – hrubě šrotované) bylo odebráno 6 vzorků svalové tkáně kapra obecného o průměrné živé hmotnosti 1884 g. Ve druhém rybníku této skupiny byl odebrán stejný počet vzorků svalové tkáně kapra obecného o průměrné živé hmotnosti 2043 g.

Třetí etapa odběru vzorků proběhla v září roku 2009 (16. 9., 17. 9., 21. 9. 2009), kde opět bylo zohledněno příkrmování ryb obilovinami. Při těchto odběrech vzorků byla odebírána jak svalová tak i mozková tkáň kapra obecného. První den odběru vzorků (16. 9. 2009) byly odebírány vzorky svalové a mozkové tkáně na sádkách Rybářství Třeboň a.s. V těchto sádkách byl chován kapr po dobu 120 dní a obsádka kapra byla přepočítána na 363 ks/ha. V den odběru vzorků byly změřeny základní vlastnosti vody s následujícími hodnotami: teplota 18,2 °C, pH 7,3 a kyslík 5,2 mg/l. Vzorky pocházely ze dvou skupin a byly odebírány přímo na sádkách. První skupina byla odchovávána pouze na přirozené potravě a z této skupiny ryb bylo odebráno 8 ks vzorků svalové tkáně a 8 ks vzorků mozkové tkáně. Průměrná hmotnost ryb při odběru vzorků odchovávaných na přirozené potravě byla 1771 g. Ve druhé skupině docházelo k pravidelnému příkrmování obilovinami (triticale – bez úprav). Z této skupiny ryb bylo odebráno také 8 ks vzorků svalové tkáně a 8 ks vzorků mozkové tkáně. Průměrná hmotnost příkrmovaného (triticale – bez úprav) kapra obecného při odběru vzorků byla 2390 g. Další dva dny (17. 9., 21. 9. 2009) byly odebírány vzorky ze čtyř rybníků (Horák, Baštýř, Pěšák, Fišmistr), na kterých hospodaří Rybářství Třeboň a.s. První den byly odebrány vzorky z rybníka Horák, kde byly ryby chovány pouze na přirozené potravě a z rybníka Baštýř, kde bylo rybám pravidelně předkládáno hrubě šrotované triticale o velikosti částic 1,3 mm. Z rybníka Horák, kde byly ryby chovány pouze na přirozené potravě, bylo odebráno 8 ks vzorků svalové a 8 ks mozkové tkáně z kapra obecného o průměrné kusové

hmotnosti 2023 g. Při tomto odběru vzorků byly naměřeny následující základní fyzikálně-chemické vlastnosti vody: 17,6 °C, pH 7,7 a kyslík 4,8 mg/l. Z rybníka Baštýř, kde docházelo k pravidelnému příkrmování hrubě šrotovaným triticales, byl odebrán stejný počet vzorků z kapra obecného a průměrné živé hmotnosti 2539 g. Na rybníku Baštýř v době odběru vzorků byla teplota vody 17,1 °C, pH 7,0 a kyslík 5,3 mg/l. Druhý den 21. 9. 2009 na dalším výše uvedeném rybníku Pěšák bylo při teplotě vody 16,1 °C, pH 7,2 a kyslíku 6,1 mg/l odebráno také 8 ks vzorků svalové tkáně a 8 ks vzorků mozkové tkáně z ryb o průměrné živé hmotnosti 2963 g. Na tomto rybníku bylo příkrmováno neupravené triticales. Na dalším rybníku jménem Fišmistr bylo rybám v pravidelných intervalech předkládáno hrubě šrotované a tepelně upravené triticales. Opět z tohoto rybníka bylo odebráno 8 ks vzorků svalové a 8 ks vzorků mozkové tkáně z kapra o průměrné živé hmotnosti 2685 g. Při tomto odběru vzorků byly naměřeny základní fyzikálně-chemické vlastnosti vody jako je teplota 17,6 °C, pH 7,7 a kyslík 4,8 mg/l.

Obr. 1: Místo odběru vzorků svalové tkáně.

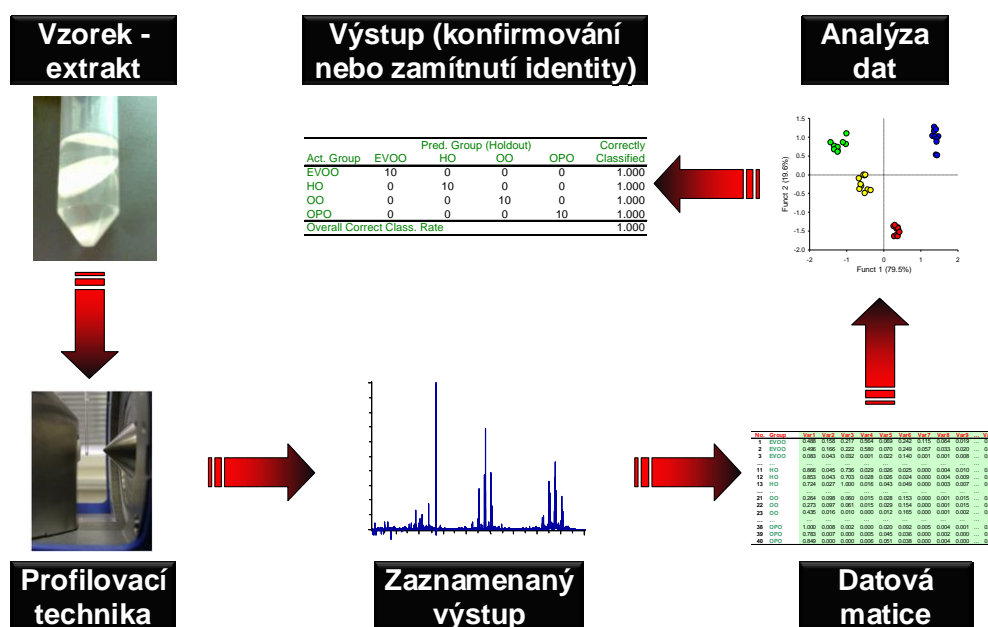
Vzorky svalové tkáně jsou odebrané v místě pod hřbetní ploutví (*pinna dorsalis*), přičemž šířka svaloviny bývá 50 mm.



Na základě těchto vzorků došlo na VŠCHT v Praze k popsání a zhodnocení možnosti analytické indikace stresu u ryb pomocí nové techniky DART, která umožňuje profilování metabolomu ryb a může být využívána jak pro indikaci stresových stavů v akvakultuře, tak i pro posuzování zdravotního stavu a nutriční hodnoty ryb obecně. Dále byla vyvinuta nová metoda využívající desorpční ionizační techniky přímé analýzy v reálném čase (direct

analysis in real time, DART) ve spojení s hmotnostní spektrometrií s analyzátořem doby letu iontů (TOFMS). Pro izolaci nízkomolekulárních látek (metabolomu) svaloviny ryb byla vyvinuta extrakční metoda umožňující izolaci širokého spektra analytů (aminokyselin, dusíkaté báze, mastné kyseliny, triacylglyceroly, cholesterol). Jelikož je během analýz získáno značné množství informací (proměnných) pro velký počet vzorků (objektů), je využíváno matematických a statistických postupů (multivariační analýza) umožňujících získat maximum užitečných informací z daných dat. Schéma metabolomického profilování ilustruje obrázek 2.

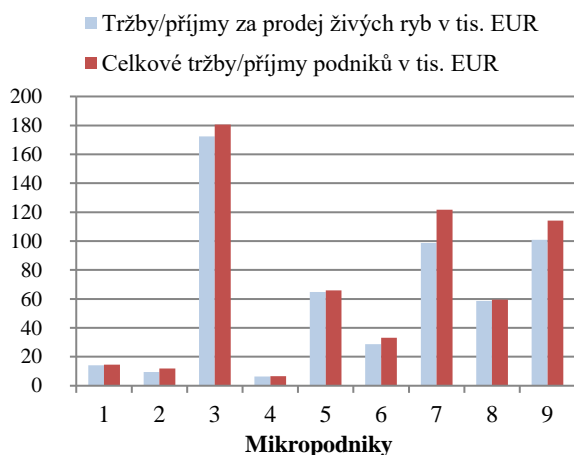
Obr. 2: Schéma metabolomického profilování.



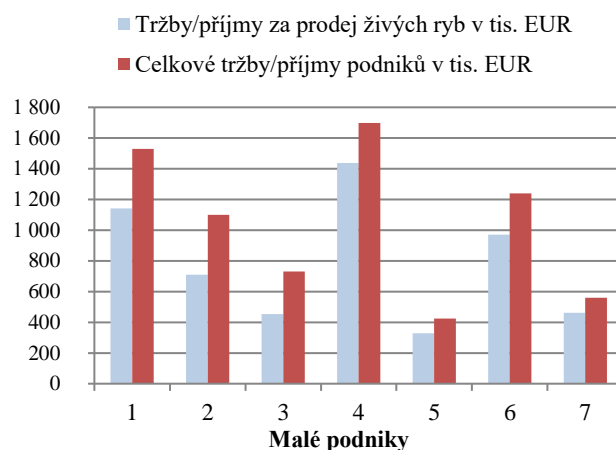
6. VÝSLEDKY

A) Vyhodnocení ekonomické situace podniků a odvětví v ČR

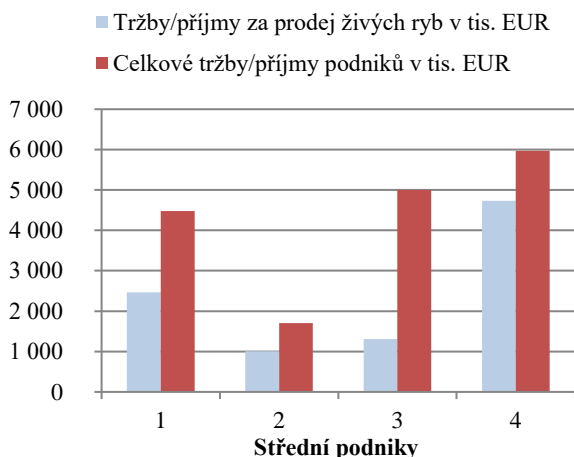
U mikropodniků tržby/příjmy za prodej živých ryb tvoří minimálně 80% podíl celkových tržeb/příjmů (obr. 3). U malých podniků tržby/příjmy za prodej živých ryb tvoří již minimálně 62% podíl celkových tržeb/příjmů (obr. 4) a u středních podniků je tento podíl na minimální úrovni 26 % (obr. 5).



Obr. 3: Mikropodniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR



Obr. 4: Malé podniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR



Obr. 5: Střední podniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR

Některé malé a střední podniky diverzifikují svoji činnost o zpracování ryb a nabídku sportovního rybolovu a doplňují tržby/příjmy za prodej živých ryb, tržbami/příjmy za prodej zpracovaných ryb, tržbami/příjmy za prodej povolenek k lovu na udici. Malé a střední

podniky, které diverzifikují svoji činnost, jsou stabilnější, konkurenceschopnější a jsou schopny se lépe vyrovnat s neočekávanými událostmi. Mikropodniky, které mají tržby/příjmy založené převážně na tradičním chovu ryb v rybnících a u kterých tržby/příjmy za prodej živých ryb tvoří minimálně 80% podíl celkových tržeb/příjmů, mohou vykazovat vyšší citlivost na působení vnějších vlivů (klimatických podmínek), než podniky malé a střední velikosti.

Velikosti podniků je úměrná výše tržeb/příjmů za prodej živých ryb, výše celkových tržeb/příjmů podniků a rozdělení je uvedeno v tabulce 4. Tabulka 4 ukazuje také dosažený zisk podniků v EUR podle jejich velikosti. Rozdíl u tržeb/příjmů z prodeje živých ryb, celkových tržeb/příjmů z podnikání a dosaženého zisku podniků byl u středních podniků statisticky prokazatelný.

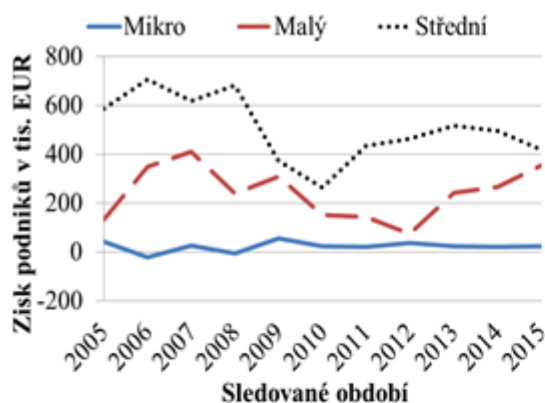
Tab. 4: Tržby/příjmy a dosažený zisk podniků v tis. EUR v závislosti na jejich velikosti

Ukazatel	Velikost podniku		
	Mikro	Malý	Střední
Tržby/příjmy za prodej živých ryb (v tis. EUR)	61,58 ± 51,95 ^a	786,6 ± 381,14 ^a	2 376,02 ± 1 464,82 ^b
Celkové tržby/příjmy podniků (v tis. EUR)	67,57 ± 56,52 ^a	1 039,99 ± 450,83 ^a	4 286,31 ± 1 583,41 ^b
Dosažený zisk podniků (v tis. EUR) - EBIT	15,04 ± 11,15 ^a	82,76 ± 78,06 ^a	500,2 ± 342,81 ^b

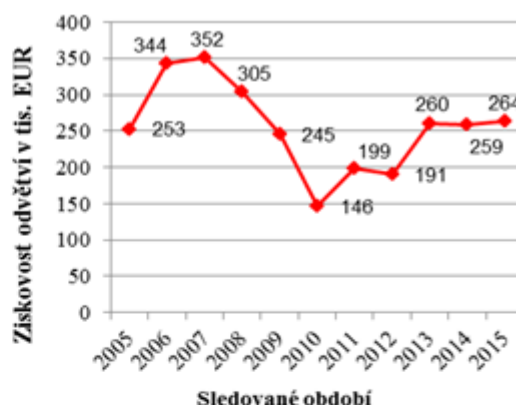
Odlišná písmena v horním indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA) pro každou skupinu ukazatele zvlášť Scheffeho testem.

Z porovnání vývojových křivek dosažených zisků mikro, malých, středních podniků (obr. 6) je zřejmé, že podniky vykazují značné meziroční výkyvy dosažených zisků. Ze značně kolísavé časové posloupnosti dosažených zisků jednotlivých podniků vyplývá, že nelze dopředu jasně predikovat dosažený zisk podniku v nadcházejících letech. Jak dosažené zisky jednotlivých podniků (obr. 6), tak ziskovost celého odvětví (obr. 7) vykazují od roku 2009 výraznější pokles zisků na nejnižší hodnoty a od roku 2012 ziskovost mírně stoupá. Meziroční vývoj ziskovosti za odvětví zaznamenal v roce 2010 oproti roku 2007 téměř 59% pokles, nicméně od následujícího roku dochází k jejímu mírnému vzestupu. Ziskovost odvětví je v roce 2015 zhruba na stejné úrovni jako v roce 2005.

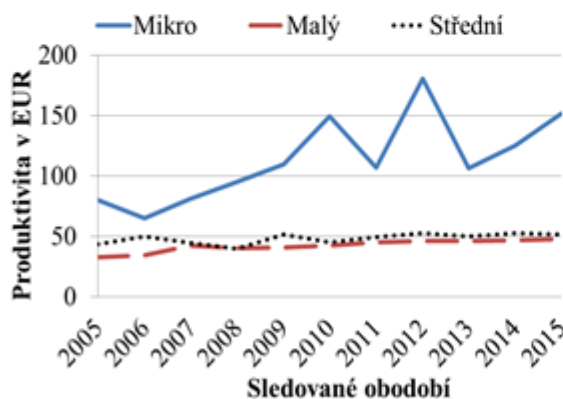
Produktivita práce byla také hodnocena v desetiletém intervalu jak za jednotlivé skupiny podniků, tak i za celý sektor. Produktivita práce byla nejvyšší u mikropodniků (obr. 8) a to i z dlouhodobého hlediska. Mikropodniky měly největší podíl na tržbách ve vztahu k počtu zaměstnanců. Tyto podniky pracovaly efektivněji. Obr. 9 s produktivitou práce za odvětví akvakultury ukazuje, že produktivita práce se od roku 2005 do roku 2015 mírně zvyšuje. Zvýšení produktivity práce bylo způsobeno především zvýšením produktivity mikropodniků. Meziroční tempo růstu produktivity práce v odvětví zaznamenalo v roce 2015 nárůst (přibližně) o 38% oproti roku 2005.



Obr. 6: Zisk podniků v tis. EUR



Obr. 7: Ziskovost odvětví



Obr. 8: Produktivita práce podniků v EUR



Obr. 9: Produktivita práce za odvětví v EUR

V dlouhodobém měřítku (mezi lety 2015 a 2018) působí v ČR 285 ± 18 podniků akvakultury (tabulka 5). Organizační jednotky Českého rybářského svazu nejsou zahrnuty do měření. Většina z nich je soustředěna v Jihočeském kraji (89 ± 12), Středočeském kraji (34 ± 3), kraji Vysočina (29 ± 6), Plzeňském kraji (19 ± 1) a Moravskoslezském kraji (18 ± 1).

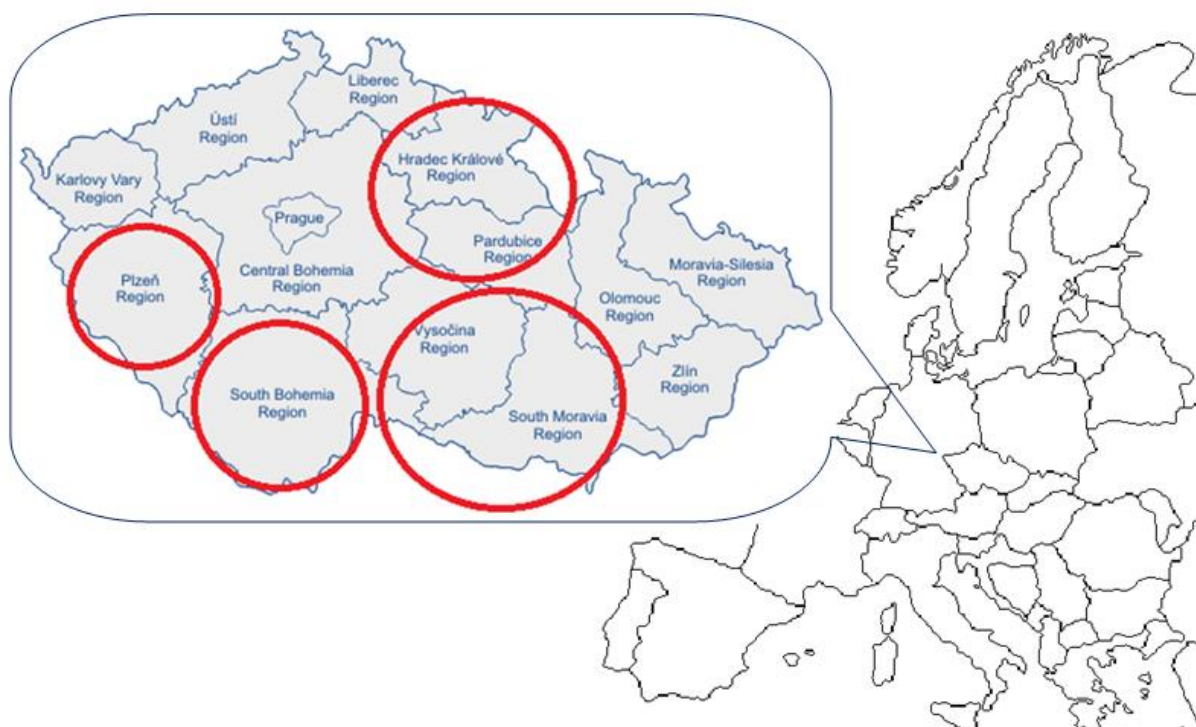
Rozdíly mezi kraji (NUTS III) byly statisticky prokazatelné. V Jihočeském kraji je statisticky prokazatelně nejvíce podniků akvakultury. Hlavní oblasti v akvakultuře na úrovni krajů (NUTS III) ukazuje obr. 10.

Tab. 5: Počet podniků akvakultury v regionech soudržnosti (NUTS II) a krajích (NUTS III) v období 2015 – 2018

Regiony soudržnosti NUTS II	Počet podniků	Kraje NUTS III	Počet podniků
Praha	13 ± 2	Hlavní město Praha	13 ± 2 ^c
Střední Čechy	34 ± 3	Středočeský kraj	34 ± 3 ^a
Jihozápad	108 ± 13	Jihočeský kraj	89 ± 12 ^e
		Plzeňský kraj	19 ± 1 ^{a,b,c}
Severozápad	17 ± 2	Karlovarský kraj	13 ± 1 ^c
		Ústecký kraj	4 ± 1 ^c
Severovýchod	36 ± 4	Liberecký kraj	4 ± 1 ^c
		Královéhradecký kraj	18 ± 2 ^{a,b,c}
		Pardubický kraj	14 ± 1 ^{b,c}
Jihovýchod	41 ± 7	Kraj Vysočina	29 ± 6 ^{a,b}
		Jihomoravský kraj	12 ± 1 ^{c,d}
Střední Morava	20 ± 3	Olomoucký kraj	15 ± 2 ^{b,c,d}
		Zlínský kraj	5 ± 1 ^c
Moravskoslezsko	18 ± 1	Moravskoslezský kraj	18 ± 1 ^{a,b,c}
Česká republika			285 ± 18

Odlišná písmena v horním indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA) Scheffeho testem.

Z hlediska regionů soudržnosti (NUTS II) se většina podniků nachází na jihozápadě (108 ± 13), poté na jihovýchodě (41 ± 7), na severovýchodě (36 ± 4) a ve středních Čechách (34 ± 3). Počet podniků v regionech soudržnosti (NUTS II) byl vytvořen pouze součtem podniků v krajích, které spadají pod daný region.



Obr. 10: Kraje NUTS III ČR a hlavní oblasti v akvakultuře

B) Uvádění akvakulturní produkce na trh a zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb

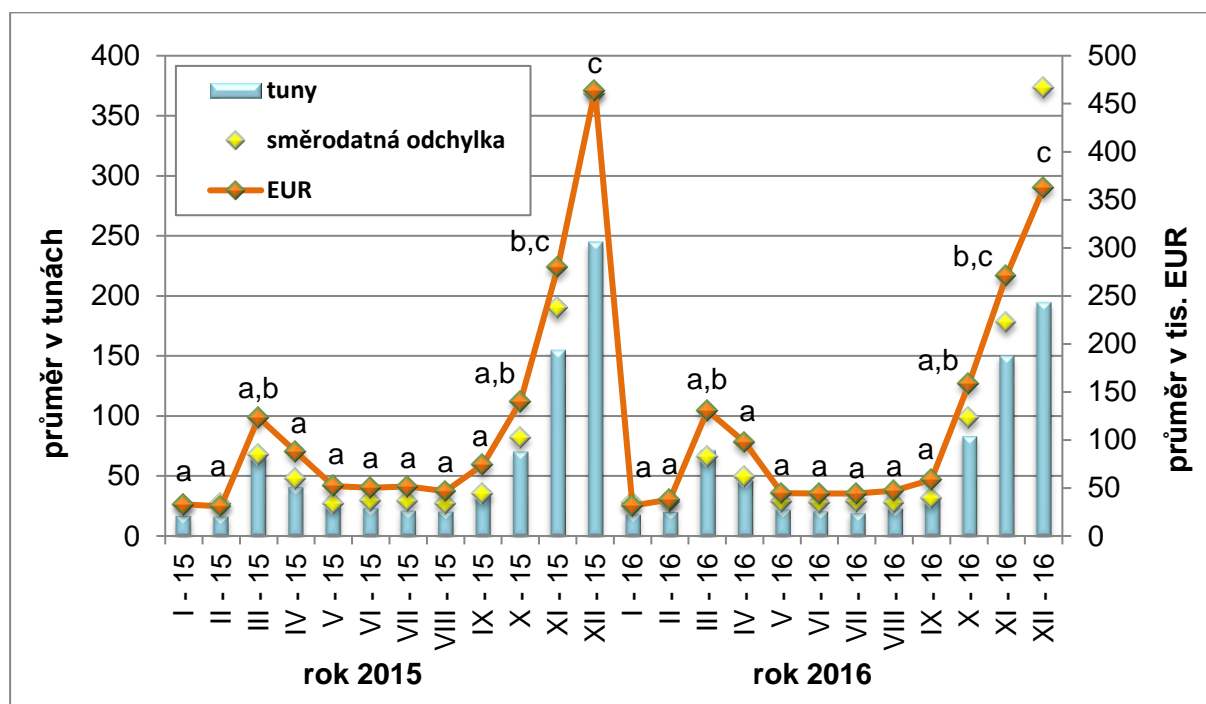
V rámci monitoringu uvádění produkce tuzemských živých sladkovodních ryb na český trh bylo zjištěno, že nejvýznamnější objemy sladkovodních ryb jsou rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících na českém trhu obchodovány koncem roku, tj. ve čtvrtém čtvrtletí a z toho především dominuje nabídka v posledním měsíci roku. V prosinci roku 2015 bylo prodáno celkem téměř 33 % z celoroční akvakulturní produkce. I v roce 2016 bylo prodáno celkem téměř 28 % z celoroční akvakulturní produkce (obr. 11). Rozdíl byl statisticky prokazatelný. Vezmeme-li pouze objemy prodaného kapra ve vztahu k celoročnímu prodanému objemu kapra rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících, bylo v prosinci roku 2015 prodáno téměř 37 % a v prosinci roku 2016 bylo prodáno 30 % (obr. 12). Rozdíl byl statisticky prokazatelný.

Významný byl rovněž u podniků s klasickým chovem ryb v rybnících v rámci celoroční nabídky obchod v měsíci listopadu a říjnu, kdy některé podniky uváděly prodej veškeré produkce právě v těchto dvou měsících. Jedná se spíše o menší produkční rybářství s roční produkcí ryb do 100 tun, které svou produkci prodají ihned po výlovu. Z výsledku šetření

všech obchodujících 31 podniků vyplynulo, že žádný podnik ve vzorku nedodává na trh méně než 9 měsíců v roce.

U ostatních druhů ryb jsou také nejvýznamnější objemy sladkovodních ryb rybářskými podniky s klasickým chovem ryb obchodovány koncem roku, tj. ve čtvrtém čtvrtletí avšak z toho dominuje listopad a následuje říjen. Rozdíl byl statisticky prokazatelný. V prosinci roku 2015 bylo prodáno pouze 11 % z celoroční akvakulturní produkce. Podíl dosáhl v listopadu až na 23 % a v říjnu 16 % z celoroční akvakulturní produkce. I v roce 2016 byl nejsilnějším měsícem také listopad s podílem 29 % a následoval říjen s 18 % a prosinec s 10 % podílem z celoroční akvakulturní produkce (obr. 13).

Na obr. 12 je vidět, že hodnota v tis. EUR, za kterou byl uveden živý kapr na trh, kopíruje objemové množství. Kdežto u ostatních druhů ryb uvedených na obr. 13 není hodnota prodaných ryb v tis. EUR závislá na prodaném objemu a množství. Cena kapra I. hmotnostní skupiny, za kterou uvádí produkční podniky ryby na trh, se pohybuje dlouhodobě na úrovni 50 Kč/kg (MZe 2017). Z tohoto důvodu hodnota v tis. EUR kopíruje objemové množství. Cena u ostatních druhů ryb se liší v závislosti na druhu ryby a to se projevilo i na obr. 13.

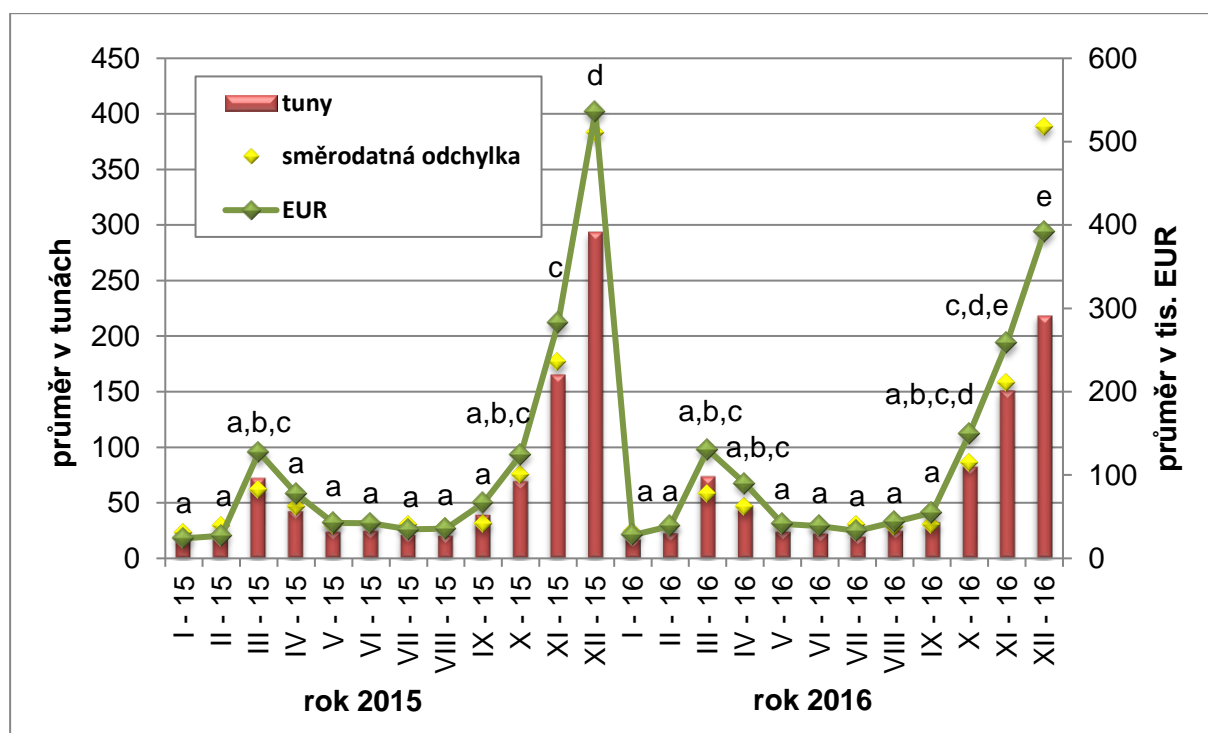


Odlišná písmena v horním indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA). Statistické rozdíly byly testovány pro každý rok zvlášť LSD testem.

Obr. 11: Prodej všech živých ryb v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybníčním chovem ryb

Dalším významnějším obdobím, kdy se v roce 2015 a 2016 mírně zvyšovala dodávka živých ryb na vnitřní trh, byl měsíc březen a dále ještě duben, tj. před Velikonocemi. V tomto období probíhají také jarní výlovy. V březnu a dubnu roku 2015 bylo dohromady prodáno celkem 18 % z celoroční akvakulturní produkce. I v roce 2016 bylo prodáno celkem téměř 17 % z celoroční akvakulturní produkce (obr. 11). Vezmeme-li pouze objemy prodaného kapra ve vztahu k celoročnímu prodanému objemu kapra rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících, bylo v březnu a dubnu dohromady v roce 2015 prodáno téměř 14 % a v roce 2016 okolo 16 % (obr. 12).

Podobná byla i situace u ostatních druhů ryb, kdy v období března a dubna byla zvýšena dodávka ostatních druhů živých ryb na vnitřní trh (obr. 13). Prodej ostatních druhů ryb je srovnatelný s prodejem kapra. V březnu a dubnu roku 2015 bylo dohromady prodáno celkem 16 % z celoroční akvakulturní produkce. I v roce 2016 bylo prodáno celkem téměř 20 % z celoroční akvakulturní produkce (obr. 13).



Odlišná písmena v horním indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA). Statistické rozdíly byly testovány pro každý rok zvlášť LSD testem.

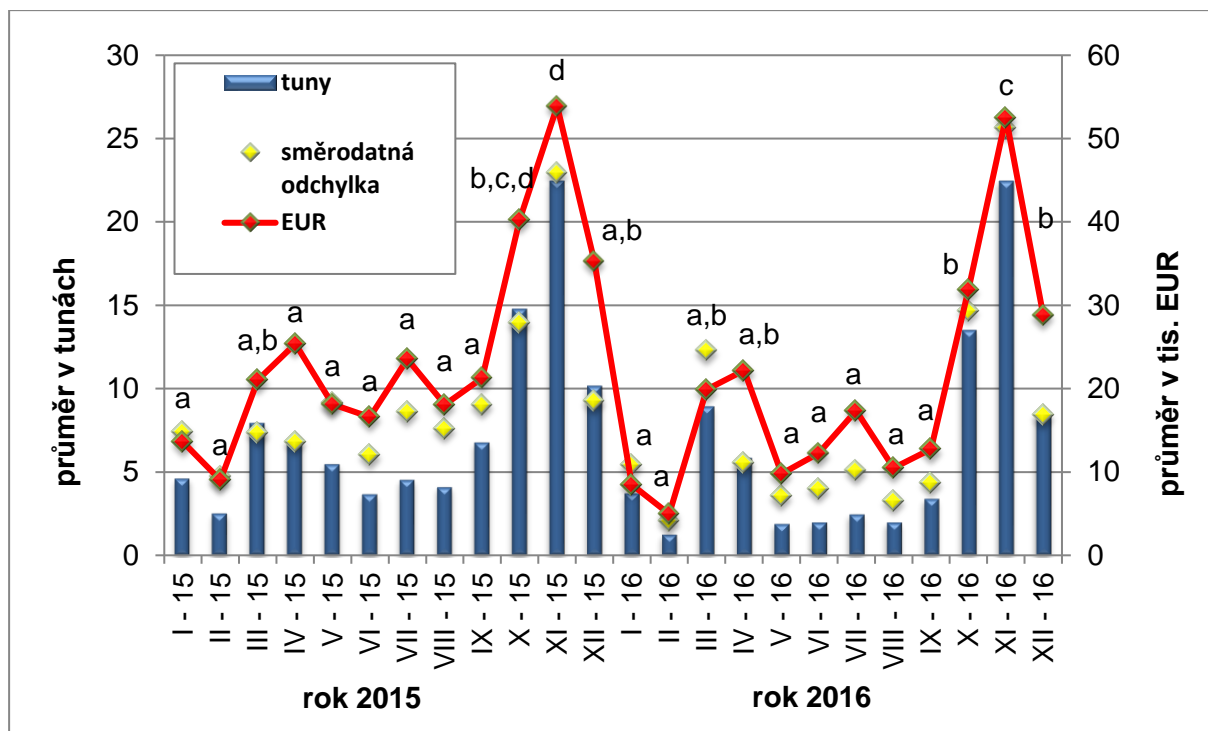
Obr. 12: Prodej živého kapra obecného v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybničním chovem ryb

Nejslabším obdobím z hlediska uvádění domácí produkce ryb na trh bylo naopak období v prvních dvou měsících (leden a únor) v obou letech 2015 i 2016. V obou uvedených měsících nedosáhl průměrný podíl v součtu za oba měsíce z celkového ročního prodeje v roce 2015 ani 4 % a v roce 2016 ani 5 % (obr. 11). Rovněž směrodatná odchylka ukazuje, že většina podniků se od průměru odchylovala jen nepatrně, což značí, že většina podniků v tomto období prodeje silně omezila. Vezmeme-li pouze objemy prodaného kapra ve vztahu k celoročnímu prodanému objemu kapra rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících, bylo v lednu a únoru v součtu za oba měsíce roku 2015 prodáno také téměř 4 % a v roce 2016 bylo prodáno 5 % (obr. 12).

Situace u ostatních druhů ryb byla jiná, kdy v prvních dvou měsících (leden a únor) byl proti kaprovi prodej vyšší a to v roce 2015 o 5 % a v roce 2016 o 2 %. Tedy objemy prodaných ostatních druhů ryb ve vztahu k celoročnímu prodanému objemu těchto ryb rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících, byly v lednu a únoru v součtu za oba měsíce roku 2015 prodány téměř na úrovni 9 % a v roce 2016 bylo prodáno 7 % (obr. 13).

Dalším slabším obdobím z hlediska uvádění domácí produkce ryb na trh bylo období května až září. Prodeje rybářských podniků s klasickým chovem ryb v rybnících v období května až září 2015 i 2016 byly z hlediska průměru velmi nízké a v rámci podílu z celoroční výroby celkem vyrovnané. Podíl obchodovaných ryb z roční produkce se pohyboval v roce 2015 v intervalu 2,3 - 5,9 % s tím, že docházelo v meziměsíčním srovnání od května k mírnému poklesu do srpna. Září bylo měsícem, kdy již docházelo ke zvýšení prodeje a v tomto období již začínají u větších firem podzimní výlovy rybníků. Tento podíl se v roce 2016 pohyboval v intervalu 2,7 - 4,4 % s tím, že docházelo v meziměsíčním srovnání od května k mírnému poklesu do července. V srpnu se již prodej mírně zvýšil a září došlo opět k dalšímu navýšení (obr. 11). Vezmeme-li pouze podíl prodaného kapra ve vztahu k celoročnímu prodanému objemu kapra rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících v období května až září, podíl se v roce 2015 pohyboval v intervalu 2,4 - 4,8 % a v roce 2016 v intervalu 2,7 - 4,3 % (obr. 12).

Jak ukazuje obr. 13, situace u ostatních druhů ryb byla v roce 2015 jiná, kdy v období května až září 2015 se pohyboval podíl obchodovaných ryb z roční produkce v intervalu 5,3 - 7,4 %. Oproti prodanému kaprovi byl prodej ostatních druhů v roce 2015 dvojnásobně vyšší. Avšak rok 2016 nepotvrdil tuto skutečnost, že ostatní druhy ryb se v období května až září uvádějí na trh více. Tento podíl se v roce 2016 pohyboval v intervalu 2,6 - 3,9 %.

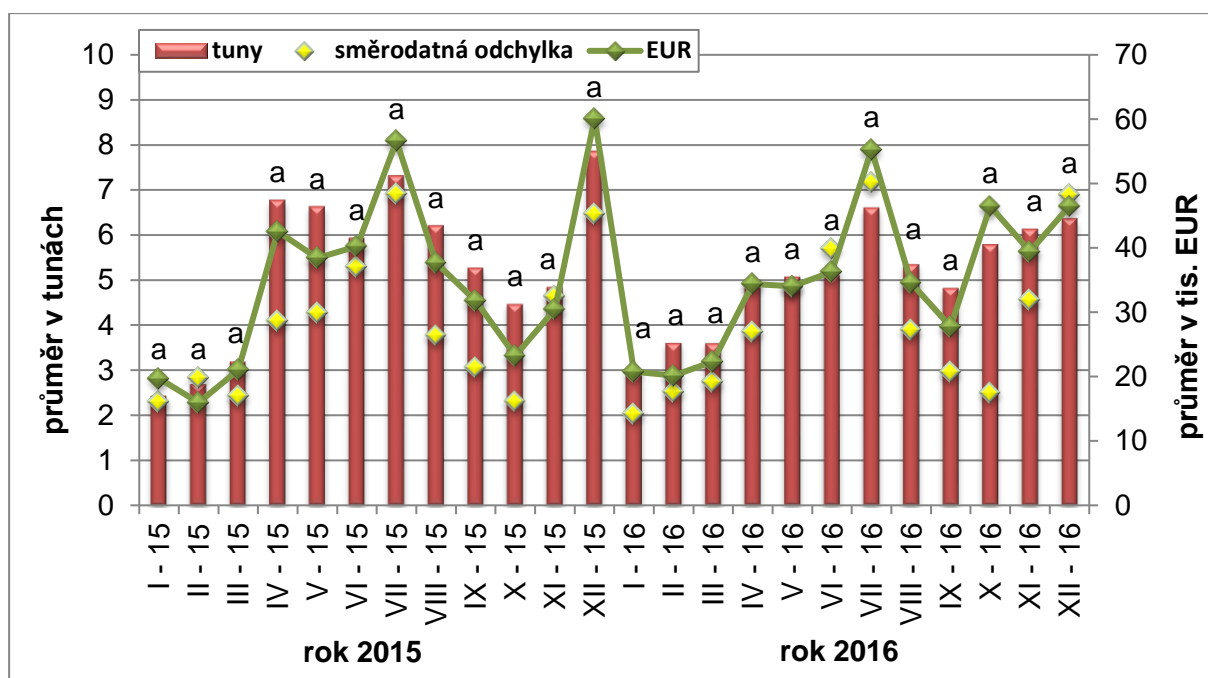


Odlišná písmena v horním indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA). Statistické rozdíly byly testovány pro každý rok zvlášť LSD testem.

Obr. 13: Prodej živých ostatních druhů ryb mimo kapra obecného v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybničním chovem ryb

Do analýz byly zahrnuty podniky s intenzivním chovem ryb a to buď v recirkulačních systémech v halách tak i podniky s nezastřešeným intenzivním chovem. Tyto podniky nechovají kapra, ale ostatní druhy ryb. Prodej všech živých ryb v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 podniky s intenzivním chovem ryb uvádí obr. 14.

Obr. 14 ukazuje, že významnější objemy sladkovodních ryb byly rybářskými podniky s intenzivním chovem na českém trhu obchodovány v období dubna až srpna a pak v listopadu a prosinci daného roku. V roce 2016 i v říjnu. Objem prodaných ryb není striktně soustředěn do jednoho období, jako tomu je u podniků s tradičním chovem ryb v rybnících a objemy ryb uvedených na trh jsou rozprostřeny v průběhu celého roku. Rozdíl mezi jednotlivými měsíci není statisticky prokazatelný.

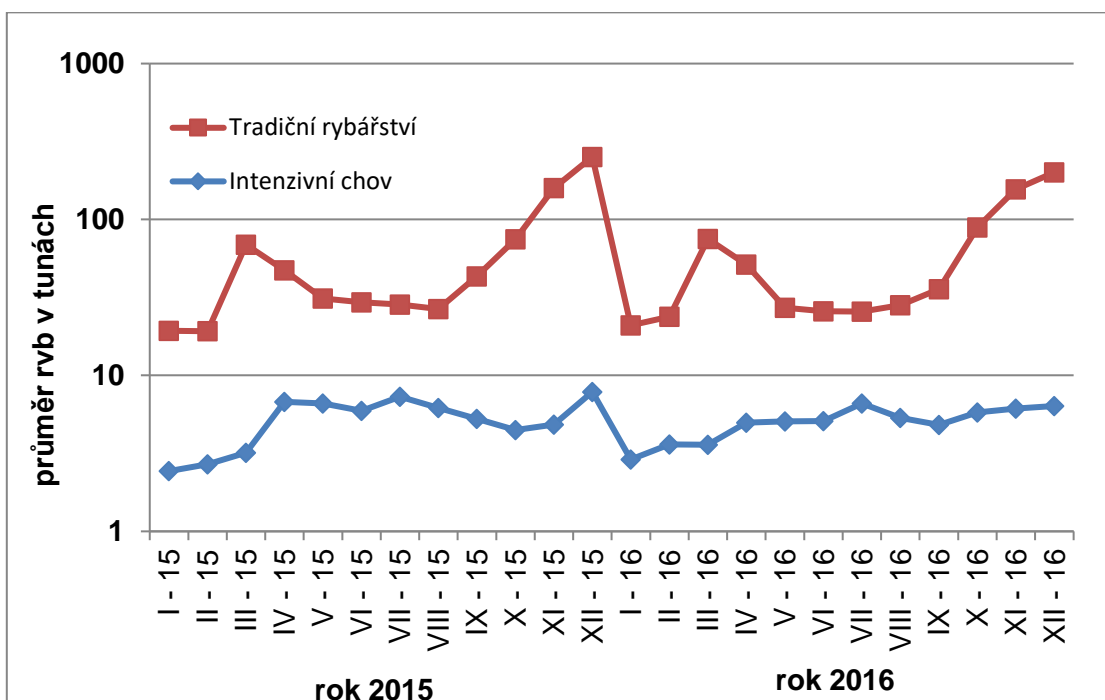


Stejné písmeno v horním indexu značí statisticky neprůkazný rozdíl ($P < 0,05$). Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami byl testován analýzou rozptylu (ANOVA). Statistické rozdíly byly testovány pro každý rok zvlášť LSD testem.

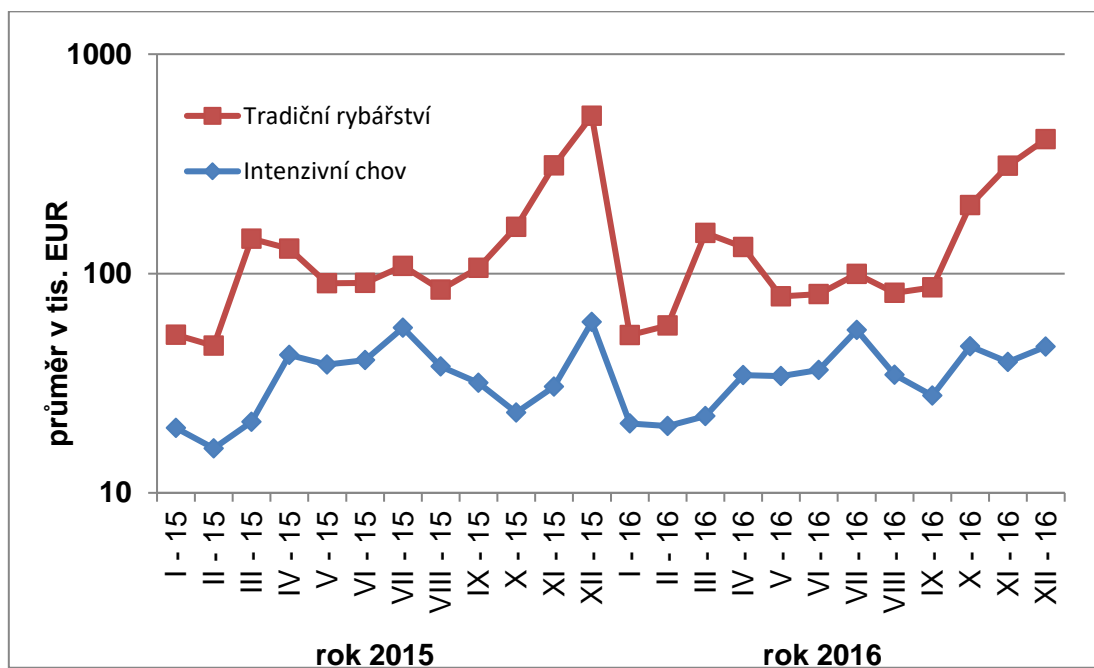
Obr. 14: Prodej všech živých ryb v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – podniky s intenzivním chovem ryb

V prosinci roku 2015 bylo uvedeno nejvíce a to 12 % na trh z celkové produkce. V roce 2016 bylo uvedeno nejvíce na trh v červenci a to 11,7 %. V roce 2016 následovaly měsíce říjen, listopad a prosinec s 10 %. Významné období také bylo od dubna do září, kdy byla produkce uvedena na trh téměř stejná (výjimkou je červenec 2016). V roce 2015 bylo uvedeno v dubnu, květnu a červenci na trh kolem 11 % produkce, v červnu a srpnu 9 % a v září 8 % produkce. V roce 2016 s výjimkou července bylo uvedeno na trh od dubna do září každý měsíc okolo 8 % produkce. Nejslabšími měsíci byly leden, únor a březen, kdy se podíl v roce 2015 pohyboval v intervalu 3,1 - 4,6 % a v roce 2016 v intervalu 4,9 - 6,7 %.

Obr. 15 ukazuje porovnání uvedené produkce ryb v tunách podniky s tradičním chovem ryb v rybnících a podniky s intenzivním chovem ryb. Obr. 16 ukazuje vyjádření v hodnotě v tisících EUR, v jaké byly uvedeny na trh. Tyto obrázky dokládají skutečnost, že prostřednictvím produkce ryb z intenzivních chovů lze dosáhnout zrovnomnění uvádění produkce na trh a zmenšit tak sezónnost sektoru při uvádění produkce na trh.



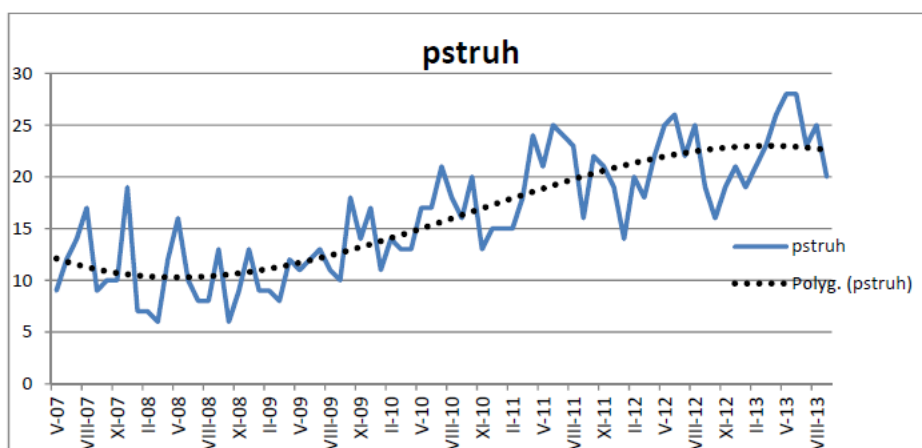
Obr. 15: Prodej živých ryb v tunách v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 - porovnání podniků s chovem ryb v rybnících a s intenzivním chovem



Obr. 16: Prodej živých ryb v tisících EUR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 - porovnání podniků s chovem ryb v rybnících a s intenzivním chovem

Pro vyhodnocení zájmu spotřebitelů o vybrané druhy ryb byla využita data z Google Trends (internet search volume) pro ČR u vybraných druhů ryb (Google 2013): kapr, losos, pstruh, pangasius. Na obr. 17 až 20 je vidět 5 kompletních sezón (2008 až 2012) a dvě nekompletní (květen 2007 do prosince 2007 a leden 2013 do září 2013). Obr. 17 až 20 zobrazují relativní objem vyhledávání pro daný termín. Tečkovaně je trend zájmu o daný druh zobrazen pomocí polynomické regrese třetího stupně.

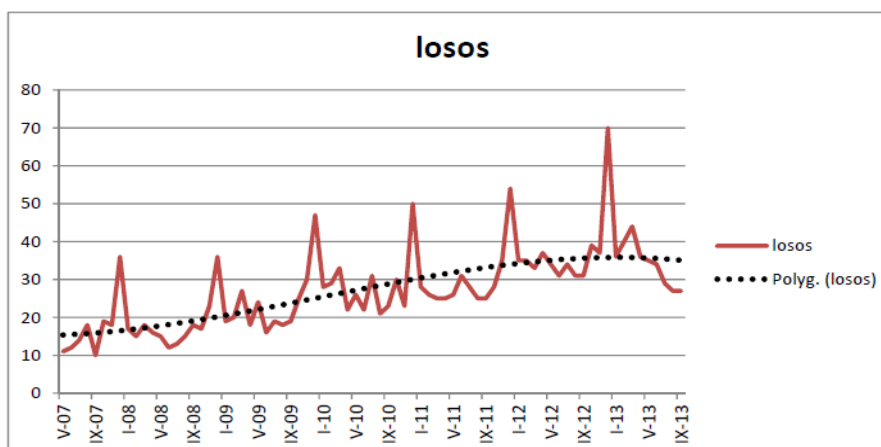
Je zcela zřejmé, že sezónní trend u pstruha se neustále opakuje v průběhu let. Z obr. 17 je patrné, že největší zájem spotřebitelů o pstruha je v období od května do srpna a pak v prosinci. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že pstruh je rozhodně rybí druh s rostoucí poptávkou v průběhu let. Z tohoto obr. je patrný zřetelný nárůst (více než 100%) od poloviny roku 2008. Tyto výsledky potvrzují i výše uvedená závěry, že ostatní druhy ryb, mezi které patří i pstruh duhový, jsou nejvíce uváděny podniky s intenzivním chovem ryb na trh v období od května do srpna či září a pak v prosinci (příp. říjnu a listopadu). Dále tyto závěry potvrzují fakt, že o pstruha je zájem v době, kdy je prodej kapra nejslabší.



Obr. 17: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o pstruha na území ČR

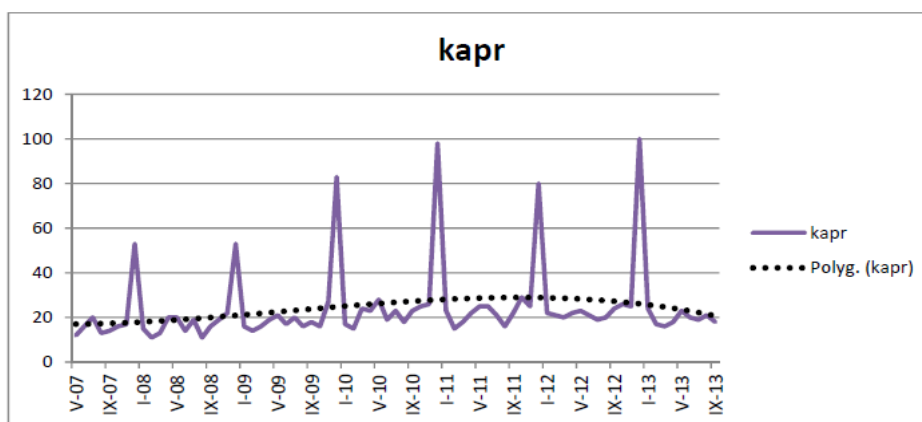
Zájem spotřebitelů o lososa je prezentován na obr. 18. Stejně jako u obr. č. 17 zobrazuje relativní objem vyhledávání pro daný termín. Tečkovaně je trend zájmu o daný druh zobrazen pomocí polynomické regrese třetího stupně. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že losos je rozhodně rybí druh s rostoucí poptávkou v průběhu let a sezónní trend u lososa se neustále opakuje v průběhu let. Losos je konzumenty sladkovodních ryb vnímán jako ryba luxusní. Cena chlazeného filetu lososa byla dle níže uvedených výsledků 422 Kč/kg. Z obr. 18 je patrné, že největší zájem spotřebitelů o lososa je v prosinci, kdy v některých

domácnostech nahrazuje tradičního kapra při štědrovečerní večeři. Nárůst zájmu, jak vyplývá polynomické regrese mezi roky 2007 – 2013, přesáhl 100%.



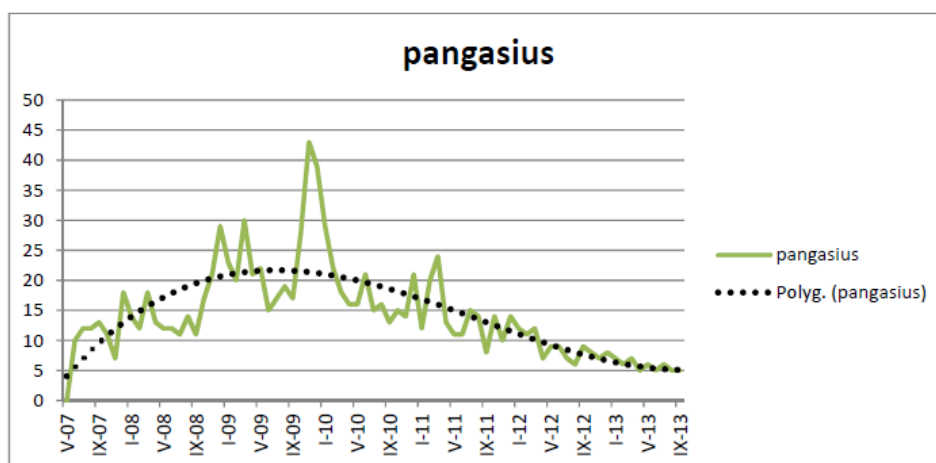
Obr. 18: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o lososa na území ČR

Zájem spotřebitelů o kapra je prezentován na obr. 19. Stejně jako u předchozích obr. zobrazuje relativní objem vyhledávání pro daný termín. Tečkovaně je trend zájmu o daný druh zobrazen pomocí polynomické regrese třetího stupně. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že maximální poptávka po kaprovi je plněna v současné době (měření bylo ukončeno v září 2013). Kapr je nejstabilnějším zástupcem sledovaných konzumních ryb s mírným nárůstem a silným sezónním charakterem zájmu. Z obr. 19 je patrné, že největší zájem spotřebitelů o kapra je v prosinci jako tradičního vánočního pokrmu. Tyto výsledky potvrzují i výše uvedená závěry, že v prosinci uváděly podniky na trh cca. 1/3 své produkce. Dalším významnějším obdobím, kdy se mírně zvyšoval zájem spotřebitelů, byl měsíc březen a duben, tj. před Velikonocemi, což je opět v souladu s výše uvedenými výsledky.



Obr. 19: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o kapra na území ČR

Zájem spotřebitelů o „pangasia“ je prezentován na obr. 20. Stejně jako u předchozích obr. zobrazuje relativní objem vyhledávání pro daný termín. Tečkovaně je trend zájmu o daný druh zobrazen pomocí polynomicke regrese třetího stupně. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že poptávka o „pangasia“ má sestupnou tendenci. Největší zájem spotřebitelů o „pangasia“ byl v letech 2009 až 2011. „Pangasius“ je jediným zkoumaným druhem, u kterého byl zaznamenán pokles. Tuto skutečnost potvrzuje i fakt, že v letech 2009 až 2011 poklesla ziskovost podniků v ČR a rybářské podniky uvádějí, že důvodem byla mimo jiné i masivní dovoz ryb ze třetích zemí. Z obr. 20. je patrné, že největší zájem spotřebitelů o „pangasia“ je v prosinci jako náhražka kapra při štedrovečerní večeři. Významným obdobím, kdy byl také zájem spotřebitelů o „pangasia“ je v březnu a dubnu v období velikonoce.



Obr. 20: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o „pangasia“ na území ČR

Pro ověření zájmu a návyku spotřebitelů o výrobky z ryb byl vyhodnocen průzkum spotřebitelských návyků týkajících se rybolovu a produktů akvakultury realizovaný Evropskou komisí (EK). Numerická data byla zpracována, porovnána a prezentována v nových souvislostech.

Většina Evropanů pravidelně konzumuje produkty rybolovu a akvakultury v domácnosti. 70 % Evropanů uvedlo, že produkty rybolovu a akvakultury konzumují v domácnosti alespoň jednou měsíčně, přičemž velký podíl 41 % uvedl, že tak činí alespoň jednou týdně. Méně Evropanů již pravidelně konzumuje produkty rybolovu a akvakultury v restauracích, přičemž téměř třetina z nich (32 %) je konzumuje alespoň jednou měsíčně. Respondenti z přímořských států a s dostupnějšími zdroji ryb s větší pravděpodobností uvedou, že jedí produkty rybolovu a akvakultury alespoň jednou měsíčně a to ve srovnání s těmi, kteří pocházejí z

vnitrozemských zemí. Například u respondentů z Maďarska (28 %) je mnohem méně pravděpodobné než u respondentů ze Španělska (92 %), že tyto výrobky budou jíst alespoň jednou měsíčně (EC 2018). Toto tvrzení dokládá i skutečnost, že ve Španělsku utratily domácnosti (částka vynaložená na nákup ryb) 2krát tolik více za maso než za ryby a v Maďarsku spotřebitelé utratili 20krát více za maso než za ryby (EUMOFA 2018). V ČR 48 % populace utratí měsíčně alespoň 300 Kč za ryby. Více než 700 Kč v průměru za měsíc utratí za ryby 8 % populace. Nejčastěji konzumovanými sladkovodními rybami jsou kapr a pstruh a mezi mořské ryby patří makrela (*Scomber sp.*), tuňák (*Thunnus sp.*, *Katsuwonus sp.*) a treska (*Gadus sp.*) (MZe 2016b). Zvláštní postavení má losos (*Salmo sp.*), který je pro konzumenty ryb vnímán jako ryba luxusní a cena za filet lososa se pohybuje na úrovni 400 Kč/kg. Cena filetů kapra obecně začíná na úrovni 200 Kč/kg. Pro většinu populace by optimální cena za filety kapra měla být na úrovni cca 92 Kč/kg, maximálně však 120 Kč/kg (MZe 2011). Z pohledu nákladů na chov kapra a jeho následného zpracování není ani horní cena 120 Kč/kg reálná. Ale je možné snížit hmotnost výrobku tak, aby porce filety kapra ve výsledku dosáhly této ceny a byly pro spotřebitele zajímavé. V ČR 34 % populace lze označit za častější konzumenty sladkovodních ryb (konzumují alespoň nějakou sladkovodní rybu nejméně 2–3x měsíčně) a 44 % populace konzumuje alespoň 2–3x měsíčně některou mořskou rybu (MZe 2016b). Při porovnání s údaji průměrného Evropana a místem konzumace ryb zjistíme, že v ČR se konzumují ryby méně. Doma konzumuje rybu alespoň několikrát za měsíc 51 % dotázaných celkem, v restauraci konzumuje rybu alespoň několikrát za měsíc 5 % dotázaných a v dalších stravovacích zařízeních 11 % (MZe 2016b). Tyto hodnoty odpovídají i závěrům z průzkumu EK (doma 47 %, restaurace a další stravovací zařízení 15 %). Mezi státy které nejvíce konzumují ryby produkty rybolovu a akvakultury (nejméně jednou měsíčně) patří Španělsko (92 %), Portugalsko a Švédsko (obě 87 %).

Průměrný Evropan nakupuje nejvíce produkty rybolovu a akvakultury v obchodech s potravinami nebo supermarketech (77 %). 42 % respondentů kupuje od rybáře, na stánku na trhu nebo ve specializovaném obchodu. 8 % nakupuje tyto produkty na rybí farmě nebo přímo od rybáře. V rámci ČR nakupují konzumenti z 89 % ryby nejčastěji v obchodech s potravinami a hypermarketech/supermarketech. V tomto ohledu patří ČR mezi země, které nejvíce kupují produkty rybolovu a akvakultury v obchodech s potravinami a hypermarketech/supermarketech. ČR je v tomto za Finskem (97 %), Slovenskem (93 %) a Švédskem (91 %). Naopak nejméně kupují v obchodech konzumenti z Malty (4 %), Řecka (52 %) a Itálie (60 %) (EC 2018). To je dáno tím, že tyto země kupují nejvíce ze všech zemí EU produkty rybolovu a akvakultury u rybářů nebo na stánku v tržnici přímo u moře. Druhé

místo pak zaujímají malé specializované prodejny a rybí stánky na tržnicích, do kterých si pro rybu nejčastěji zajde 30 % dotázaných (ČR oproti průměru EU lehce zaostává). Jako třetí nejčastější místo nákupu ryb je místo výlovu, sádky, na prodejně na podniku (9 %), což odpovídá i evropskému průměru. Pořadí nejčastějšího nákupu potvrzuje i Marketingová studie odvětví akvakultury (2016b).

Nejčastější úpravou, ve které jsou ryby v ČR nakupovány, jsou ryby mražené (70 %), následují ryby chlazené/čerstvé a živé (47 %). Při porovnání s ostatními členskými státy EU je ČR v první třetině zemí, kde kupují nejvíce produkty rybolovu a akvakultury v mražené podobě. Nejvíce nakupují mražené produkty v Portugalsku (87 %) a v Rakousku (84 %). Naopak nejméně v Řecku (54 %), Finsku a Slovinsku (obě 55 %) a tyto země vynikají v nákupu chlazených/čerstvých a živých ryb (EC 2018). V ČR je tento trend dán hlavně skutečností, že se produkty rybolovu a akvakultury kupují nejvíce v obchodech s potravinami a hypermarketech/supermarketech. Mražené ryby i přes přiznávanou nevýhodu nižší čerstvosti či případně i nižší kvality výrobku přitahují svými nespornými výhodami. Mražené ryby jsou kupovány hlavně do zásoby a za hlavní výhodu je považován fakt, že není rybu nutné neodkladně zpracovat. Jejich cena je nižší oproti chlazeným rybám a vyžadují od řetězce pouze vybavenost mrazicími zařízeními. Daná forma je pro obchod nejpohodlnější, nejtrvanlivější a nejméně pracná. Jako hlavní problém byla shledána u mražených ryb nemožnost si rybu důkladně prohlédnout (neprůhledné obaly), přemražené ryby (obalené ledem), což vyvolává pochybnosti o čerstvosti ryby. V případě nákupu chlazených/čerstvých a živých ryb je ČR (47 %) na konci v porovnání s ostatními členskými státy. Ještě méně nakupují chlazené/čerstvé a živé ryby na Slovensku (43 %) a Německu (40 %). Naopak nejvíce nakupují chlazené/čerstvé a živé ryby v Řecku (96 %) a Španělsku (91 %). V ČR je mimo jiné dán nízký prodej i s ohledem na to, že živé ryby rovněž kladou na prodejce vysoké nároky týkající se uskladnění. Prodej chlazených a živých ryb vyžaduje kvalifikovaný personál, kterého nemusí mít řetězec vždy dostatek. Jsou preferované z důvodu čerstvosti, avšak určeny k okamžité spotřebě.

Z pohledu zpracování průměrný Evropan dává přednost filetovaným výrobkům (50 %) a vykuchaným či očištěným produktům rybolovu a akvakultury (40 %). Méně již preferuje celé produkty (27 %). Jedná se např. pouze o usmrcené ryby. Při porovnání s ostatními členskými státy EU je ČR s 57 % v první třetině zemí, které preferují filety a je i nad průměrem EU. Nejvíce preferují filety v Polsku (68 %) a Slovensku (63 %). Naopak např. v Portugalsku je to nejméně oblíbená forma zpracování při nákupu. Zde jsou preferovány vykuchané či očištěné produkty rybolovu a akvakultury. U vykuchaných či očištěných a celých produktů rybolovu a

akvakultury patří ČR mezi země s nejnižší preferencí. Zde naopak vyniká Řecko a Rumunsko (oba 68 %) (EC 2018).

Při nakupování produktu rybolovu a akvakultury je nejvíce důležitý pro průměrného Evropana vzhled produktu (59 %) a náklady na produkt – cena (52 %). Pro konzumenta z ČR je důležitý vzhled ze 70 % a náklady na produkt (cena) z 64 %. Cena produktu rozhoduje nejvíce na Slovensku (73 %) a nejméně v Německu (41 %) a Švédsku (39 %).

Zajímavé je vyhodnocení preferencí původu produktu rybolovu a akvakultury. Průměrný Evropan dává přednost produktům ze svých zemí (37 %), následují produkty z jejich regionu (28 %). Konzument z ČR dává přednost produktům ze svých zemí pouze z 19 % a produktům z jejich regionu 13 %. Naopak spotřebitelé v ČR (31 %) vynikají v tom, že nemají preference ohledně původu produktu rybolovu a akvakultury při nakupování. Průměr EU je 24 % (EC 2018). Tato skutečnost neplatí při nákupu živých sladkovodních ryb, kdy je z důvodu logistiky, dávána přednost tuzemským příp. regionálním dodavatelům.

Pro ověření dostupnosti ryb a rybích výrobků byl proveden průzkum ve 4 náhodně vybraných prodejnách (supermarketech), které se nachází na území Hlavního města Prahy. V těchto prodejnách byl hodnocen sortiment v sekci ryby. Předmětem hodnocení byly ryby v živém i zpracovaném stavu, ve formě rybích výrobků (polotovary chlazené i hluboce zmražené). Důraz byl kladen na druh výrobku, jeho cenu a zastoupení nabízeného produktu v poměru k počtu navštívených prodejen. V tabulce 6 je uveden přehled vybraných nabízených zejména sladkovodních ryb a rybích výrobků a to v různé formě zpracování.

Zájem o ryby nebyl obecně příliš velký. Při porovnání z pohledu ceny, způsobu uchování a jejich prodeje, jsou finančně nejnáročnější chlazené ryby (tabulka 6). Jsou preferované z důvodu čerstvosti, avšak určeny k okamžité spotřebě. Cena výrobku ze zpracovaných ryb je vyšší.

Tab. 6: Nabídka ryb a sortimentu z ryb v navštívených prodejnách (supermarketech)

Druh ryby	Hluboce mražený			Chlazený			Živý			Země původu
	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	
Losos obecný (<i>Salmo salar</i>)	filet	384	3	filet	422	2				Chile, Norsko
„pangasius“ (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	filety bez kůže	136	4	filety bez kůže	260	1				Vietnam
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	filet	299	1	filet	299	1				ČR
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	půlený	139	1	půlený	187	2	živý, volný	109	1	
Pstruh duhový (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	kuchaný s hlavou	172	4	kuchaný s hlavou	210	2	živý, volný*	80	1	Turecko**, ČR
Sumec velký (<i>Silurus glanis</i>)				porce	320	1	živý, volný*	329	1	ČR
Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)				porce	179	1	živý, volný*	140	1	ČR
Tolstolobik bílý (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)				porce	110	1	živý, volný*	69	1	ČR
Štika obecná (<i>Esox lucius</i>)							živý, volný*	356	1	ČR
Lín obecný (<i>Tinca tinca</i>)							živý, volný*	166	1	ČR

*Ryby byly pouze v nabídce

**Všechny ryby hluboce mražené pochází z farmových chovů Turecka

Nižší cenu oproti chlazeným rybám mají výrobky hluboce mražené (tabulka 6). Mražené ryby i přes přiznávanou nevýhodu nižší čerstvosti či případně i nižší kvalitu výrobku přitahují svými nespornými výhodami. Mražené ryby jsou kupovány hlavně do zásoby a za hlavní výhodu je považován fakt, že není rybu nutné neodkladně zpracovat. Zmražené ryby vyžadují od řetězce pouze vybavenost mrazicími zařízeními. Daná forma je pro obchod nejpohodlnější, nejtrvanlivější a nejméně pracná. Jako hlavní problém byla shledána u mražených ryb nemožnost si rybu důkladně prohlédnout (neprůhledné obaly), přemražené ryby (obalené ledem) - což vyvolává pochybnosti o čerstvosti ryby. Obalené ledem byly všechny výrobky hluboce mraženého „pangasia“. Svalovina „pangasia“ obsahuje více vody a další voda se do masa dostává při glazování, které se provádí za účelem ochrany proti vysychání při skladování. Z 1 kg hluboce mraženého „pangasia“ (filet bez kůže) po jeho rozmrazení a okapání o přebytečnou vodu bylo získáno 0,8 kg svaloviny k přípravě pokrmu. Tato skutečnost (přítomnost zmražené vody) je deklarována i přímo výrobcem na obalu daného výrobku, na kterém uvádí že, čistá hmotnost masa je 0,9 kg, což je o 0,1 kg více, než bylo zjištěno v testovém výrobku.

Živé ryby jsou, ač se jedná o nejčerstvější formu ryby, považovány z hlediska zpracování za nepraktické. Spotřebitele odrazuje pracnost a zdlouhavost přípravy, nutnost zabití a kuchání. Jejich cena je nicméně hodnocena příznivě. Živé ryby rovněž kladou na prodejce vysoké nároky týkající se uskladnění. Jak chlazené tak živé ryby dále vyžadují kvalifikovaný personál, kterého nemusí mít řetězec vždy dostatek. Jak vyplývá z tabulky, při odběru živých sladkovodních ryb, je v rámci možností z důvodu logistiky, dávana přednost tuzemským dodavatelům.

Při porovnání jednotlivých druhů ryb a jejich dostupnosti v obchodních řetězcích nejlépe vychází „pangasius“, avšak pouze v hluboce mražené formě a dále pstruh duhový. Měření v supermarketech proběhlo začátkem prosince roku 2012, což je dle výše uvedených výsledků expanzní období „pangasia“ na domácí trh. Hluboce zmražené filety „pangasia“ bez kůže byly v sortimentu ve všech navštívených prodejnách. Vzhledem k velké vzdálenosti přepravy do cílové země, je „pangasius“ převážně prodáván v hluboce mražené formě, což potvrzuje i tabulka 6, kde chlazený „pangasius“ byl v sortimentu pouze jedné prodejny a to za dvojnásobnou cenu.

Pstruh duhový stejně jako „pangasius“ byl v hluboce mražené formě zastoupen ve všech navštívených prodejnách. Všechny hluboce mražené produkty pstruha duhového pocházely z farmových chovů Turecka. Právě u hluboce mraženého pstruha duhového byla na etiketě

těžko dohledatelná země původu. K dalším hojně zastoupeným produktům patří losos zpracovaný jako filety chlazené a hluboce zmražené. Země původu těchto výrobků bylo Chile a Norsko.

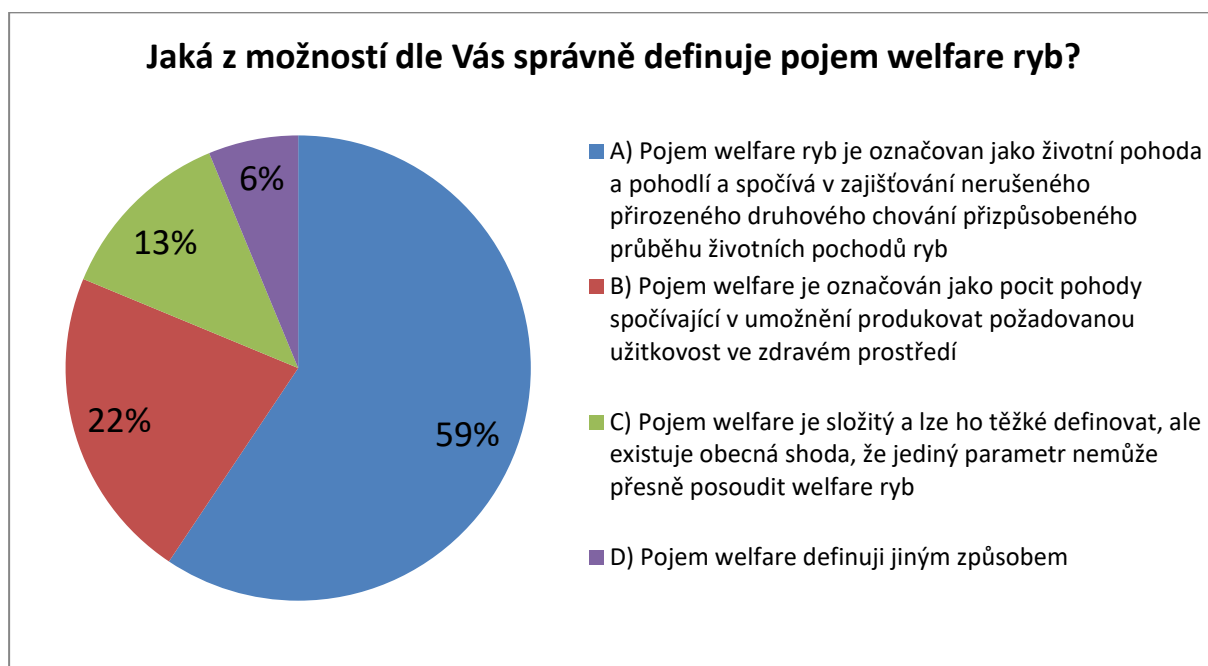
Méně dostupný v porovnání s výše uvedenými rybami byl kapr obecný, avšak byl zastoupen v sortimentu jak filety a půlky, tak i jako hluboce mražený, chlazený a i živý. Sumec, tolstolobik a amur patří pro spotřebitele mezi méně známé ryby a byly prodávány v chlazené formě vakuované po balení 0,2 až 0,4 kg (2 až 3 porce). Vzhledem k tomu, že jsou tyto ryby méně známé a byly baleny po 2 až 3 porcích za dostupnou cenu (v tabulce 6 je cena uvedená za 1kg), byl o tyto výrobky zájem. Jednalo se např. o 2 porce sumce chlazeného vakuovaného o hmotnosti 0,246 g za 78,7 Kč, 2 porce amura o hmotnosti 0,298 g za 53 Kč, 2 porce tolstolobika o hmotnosti 0,336 g za 40 Kč. Navíc se jedná o české výrobky, které spotřebitelé často preferují.

Porovnání z pohledu ceny mezi jednotlivými druhy ryb a jejich technologickým zpracováním nejlépe vychází „pangasius“ s kaprem (tabulka č. 6), a však z technologického hlediska vidíme, že kapr v tomto ohledu není favoritem. Za velmi podobnou cenu lze koupit hluboce mraženého „pangasia“ a kapra s rozdílem v tom, že „pangasius“ je prodáván jako fileta bez kůže a kapr je prodáván jako půlka. Mraženou či chlazenou filetu kapra nelze s filetou „pangasia“ bez kůže srovnávat, kdy cena filetu kapra je cca. dvojnásobně dražší. Cena filetů kapra obecně začíná na úrovni 200 Kč/kg. Nejdražší je obecně filet lososa, který je pro konzumenty sladkovodních ryb vnímán jako ryba luxusní.

C) Welfare ryb České republiky

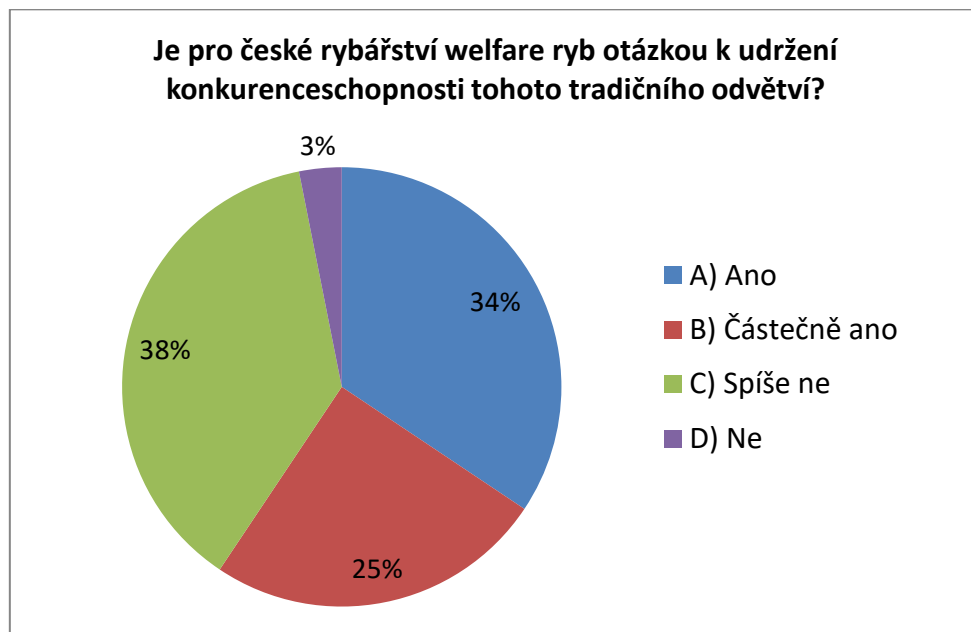
Pro zhodnocení povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR bylo využito dotazníkové šetření. Dotazník byl koncipován dle metody Dillmana (2007) pro maximalizaci výsledků a výstupů z dotazníkového šetření. Vyhodnocení odpovědí je vždy uvedeno v grafické podobě a ke každé otázce jsou uvedeny i komentáře respondentů.

Obr. 21: Vyhodnocení otázky č. 1



Mezi odborníky neexistuje v současné době obecná shoda jak přistupovat k životní pohodě (welfare) ryb a jak jej přesně definovat. Dlouho se zastával názor, že pokud rybám poskytneme zdravé prostředí, které umožní produkovat požadovanou užitkovost (přírústek), je zároveň zajištěn rybám i pocit pohody. Z grafu výše je patrné, že většina dotazovaných chovatelů ryb (produkčních rybářů) s touto definicí welfare není ztotožněna. Tato definice je odmítána i biology a etology, kteří se opírají o moderní poznatky vědních disciplín a vnášejí pod pojem životní pohoda ryb (welfare) i biologická měřítka přirozeného způsobu chování zvířat. Jednoznačně nejvíce dotázaných označilo pojem welfare jako životní pohodu a pohodlí spočívající v zajišťování nerušeného přirozeného druhového chování přizpůsobeného průběhu životních pochodů ryb. V této definici je již zakomponován přirozený způsob chování ryb. V literatuře najdeme více definic tohoto pojmu. Někteří dotázaní nenašli správné vydefinování pojmu welfare v odpovědi A ani B a tak zvolili neutrální postoj k této definici. Zvolili odpověď C, která poukazuje na složitost a obtížnost vydefinování pojmu welfare s tím, že existuje obecná shoda, že jediný parametr nemůže přesně posoudit welfare ryb. Téměř všichni autoři se shodují na tom, že pomocí jednoho ukazatele nelze spolehlivě posoudit kvalitu welfare. Z tohoto grafu vyplývá, že chovatelé ryb (produkční rybáři) mají správnou představu o pojmu welfare a jeho základním vydefinování.

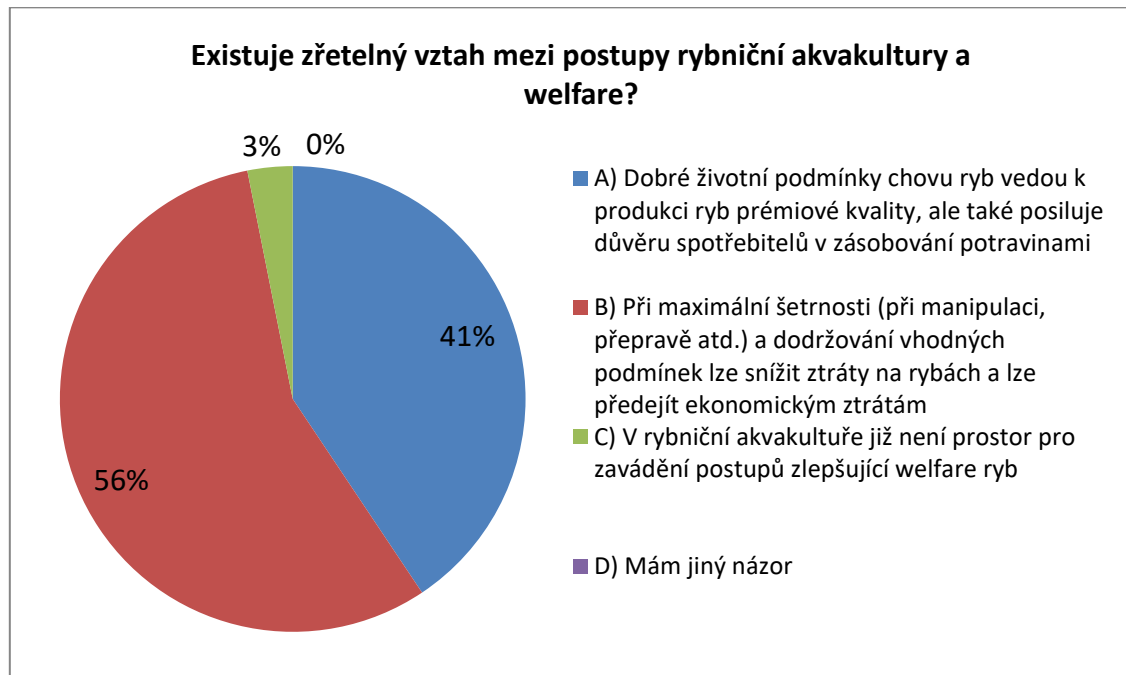
Obr. 22: Vyhodnocení otázky č. 2



Na otázku "je pro české rybářství welfare ryb otázkou k udržení konkurenceschopnosti tohoto tradičního odvětví" většina odpověděla "spíše ne" či "Ano". Ti co odpověděli spíše ne, poukazují na to, že v ČR je chov ryb realizován zejména v rybnících, což je k přírodě velmi blízký způsob chovu a welfare je v tomto případě zabezpečený přirozeným prostředím. Dále poukazují na to, že nárůst produkce v rybnících může negativně korelovat s welfare obsádek.

Odpovědi "Ano" a "Částečně ano" a jejich komentáře jsou vztaženy k biologickým funkcím ryb a jeho vlivu na celkovou užitkovost. Dotázaní poukazují na to, že pohoda ryb má vliv na růst a kvalitu masa a tím na celkovou užitkovost. S tímto komentářem blízce souvisí následující vyjádření "méně stresujících podmínek umožňuje lepší výsledky chovu".

Obr. 23: Vyhodnocení otázky č. 3

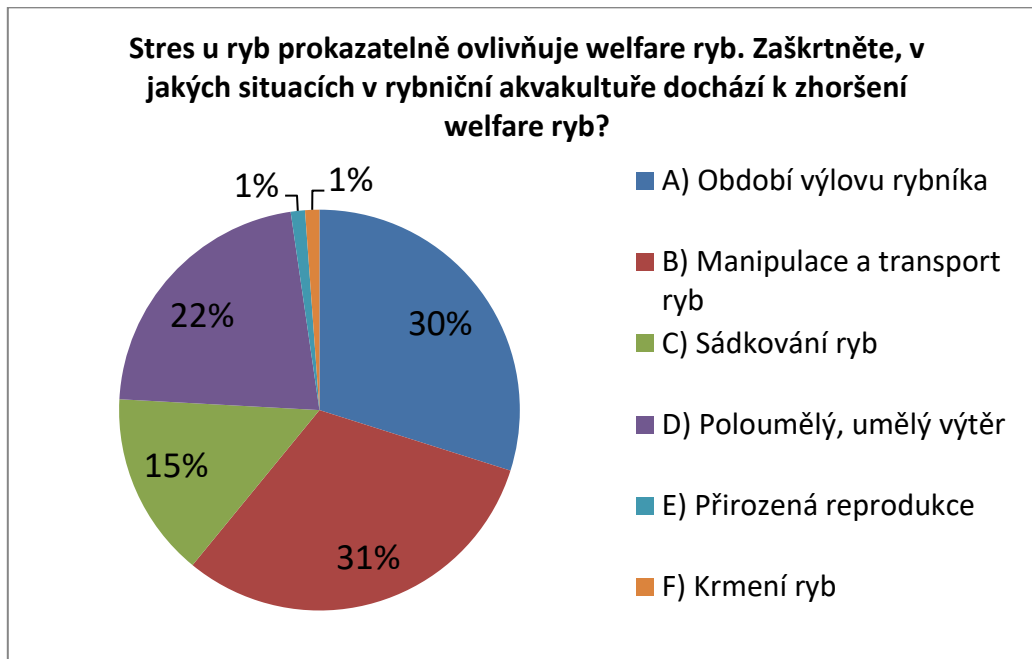


V posledních letech se zvyšuje tlak ze strany spotřebitelů, kteří se stále častěji zajímají o to, v jakých podmínkách byla potravina, kterou kupují, zda ryba během produkce neustrádala a netrpěla. Právě na tuto otázku odpovídali produkční rybáři s cílem zjistit, zda si jsou vědomi existence zřetelného vztahu mezi postupy rybníční akvakultury a welfare.

Z výsledků je jasné, že rybáři si uvědomují důležitost welfare ryb v rybníční akvakultuře. Je zcela zřejmé, že dobré životní podmínky chovu vedou k produkci ryb vysoké kvality a při maximální šetrnosti (při manipulaci, přepravě ryb atd.) a dodržováním vhodných podmínek lze předejít a snížit ztráty na rybách v průběhu chovatelského cyklu. Jedná se hlavně o situace, které skutečně ohrožují welfare ryb. Mezi tyto situace v rybníční akvakultuře patří zejména, veškerá manipulace s rybami včetně výlovů, dopravy a dále např. zvolení nevhodné hustoty obsádky a také zhoršenou kvalitou vody. Sami rybáři doplňují a konstatují v dotazníku, že šetrný přístup k rybám by měl být samozřejmostí a že při maximální šetrnosti lze předejít nejen ekonomickým ztrátám, ale bez dalších nákladů zvýšit produkci kvalitních ryb.

Konkrétní situace zhoršení welfare a jak jim předcházet je uvedeno rybářskými odborníky u další otázky dotazníku.

Obr. 24: Vyhodnocení otázky č. 4



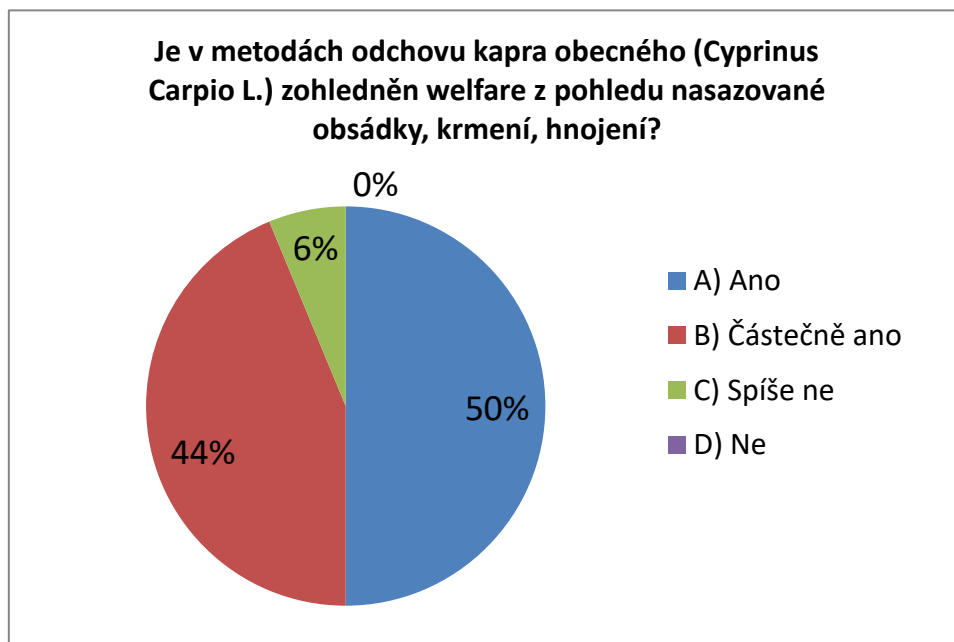
Stres u ryb prokazatelně ovlivňuje welfare ryb a stresory jsou v rybníční akvakultuře nevyhnutelné. Snížení stresu a jeho škodlivých účinků je základním cílem pro úspěšný růst a produkci stejně jako pro dosažení dobré životní pohody chovaných ryb, uvádějí produkční rybáři. Dotázaní dále v komentářích uvádí, že veškerá manipulace s rybami se musí provádět velmi šetrně se snahou zabránit jakémukoliv poškození nebo vyvolání stresových stavů. Mezi hlavní postupy v rybníční akvakultuře zhoršující welfare ryb označili manipulaci a transport ryb a uvádějí, že každá manipulace s rybami vyvolává stres. V případech, kdy je nutná manipulace s rybami, je třeba dbát na to, aby se zabránilo oděrkám a setření slizového povlaku.

Jako druhou nejvíce stresující situaci v rybníční akvakultuře označili produkční rybáři výlov, kde uvádějí nutnost šetrné manipulace, aby nedošlo k narušení slizového povlaku, ale i např. použití sítí bez uzlíků a zvolení správné velikosti ok.

Jako třetí nejvíce stresující situaci označili produkční rybáři poloumělý a umělý výtěr ryb s konstatováním, že situací zhoršující welfare je zejména u umělého výtěru a poloumělý výtěr považují za proces zachovávající pohodu a pohodlí ryb.

Jako další stresující situaci označili produkční rybáři sádkování ryb. Přirozenou reprodukci a krmení ryb nepovažují produkční rybáři za situace v rybníční akvakultuře zhoršující welfare ryb.

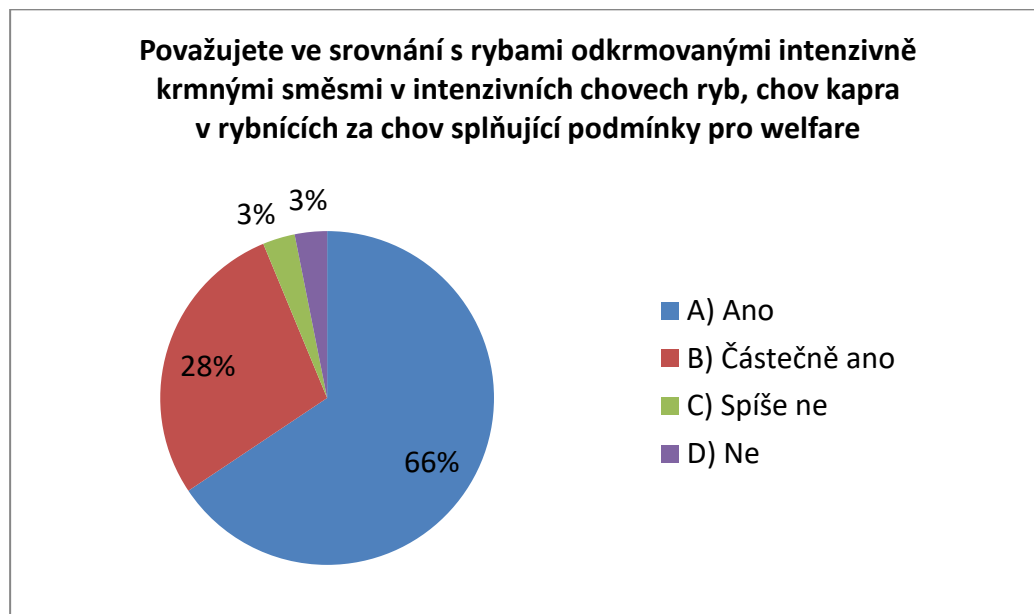
Obr. 25: Vyhodnocení otázky č. 5



Prostřednictvím dotazníku byli produkční rybáři dotazováni, zda je v metodách odchovu kapra obecného zohledněn welfare z pohledu nasazované obsádky, krmení, hnojení aj. Jednoznačně bylo dosaženo jednotného názoru, že v těchto postupech hospodaření je zohledněn a kladen důraz na welfare. Rybáři poukazují v dotazníku na to, že těmito použitými technologiemi se snaží vytvořit co nejlepší podmínky pro pohodu ryb. Poukazují na to, že pokud jsou splněny podmínky pro welfare, pohodu ryb a ryba se v této situaci cítí nejlépe, je automaticky i zajištěn nejlepší přírůstek a růst ryb. Dále je rybáři poukazováno na to, že se jedná o postupy, které jsou fungující a dlouhodobě ověřeny praxí. V rámci dotazníku rybáři poukazují také na to, že "z ničeho nic není". V dotazníku bylo uvedeno, že při využívání krmiva v rybnících je dobré ryby držet v mírném nedostatku potravy, poté dojde k maximálnímu a efektivnímu využití potravinového zdroje.

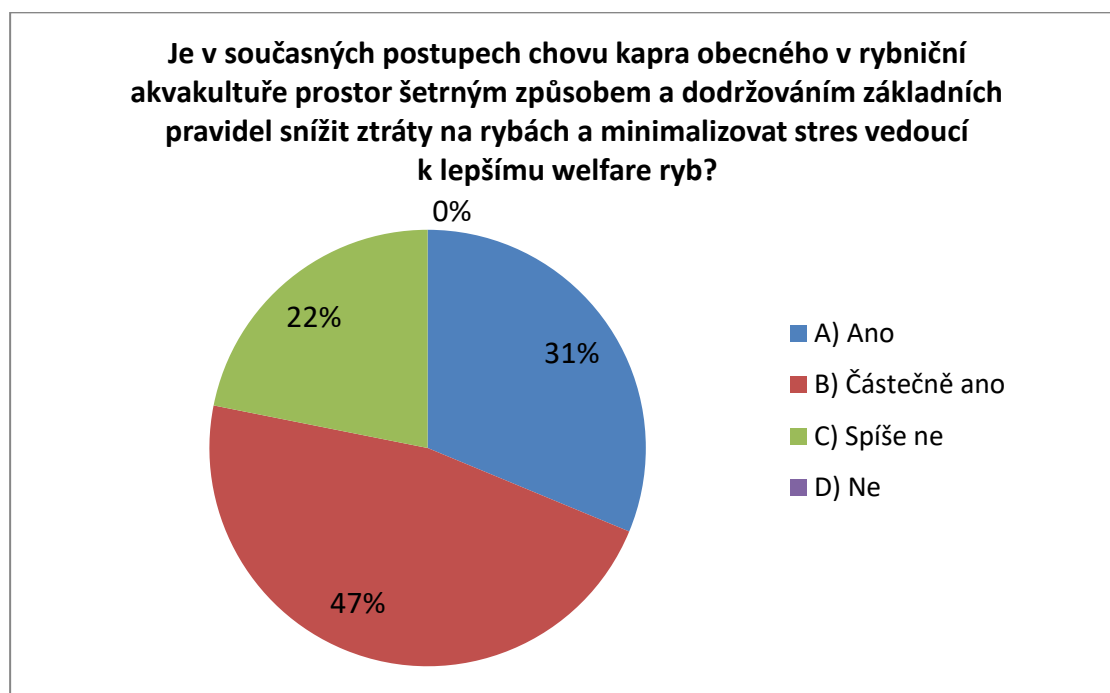
Na otázku, zdali je v metodách odchovu kapra obecného zohledněn welfare z pohledu nasazované obsádky, krmení, hnojení aj., nikdo neodpověděl ne.

Obr. 26: Vyhodnocení otázky č. 6



Produkční rybáři jednoznačně vidí chov ryb v rybnících jako způsob přírodě velmi blízký splňující podmínky welfare pro chované ryby. Při otázce, zdali považují ve srovnání s rybami vychovanými v intenzivních chovech ryb, chov kapra v rybnících za chov splňující podmínky pro welfare, byl častý komentář, že tyto dva systémy chovu nelze srovnávat, protože je každý úplně odlišný. Někteří rybáři uvádějí, že za předpokladu dodržení odpovídající technologie splňují podmínky welfare i recirkulační systémy a poukazují na intenzivní krmení ryb v rybnících se snahou získat co nejvyšší přírůstek. V tomto případě uvádějí, že lze těžko hovořit o welfare ryb i v rybnících. Někteří rybáři se obecně shodují, že rozhodující je dodržení fyzikálně-chemických parametrů prostředí zajišťující pohodu ryb bez závislosti na systému chovu.

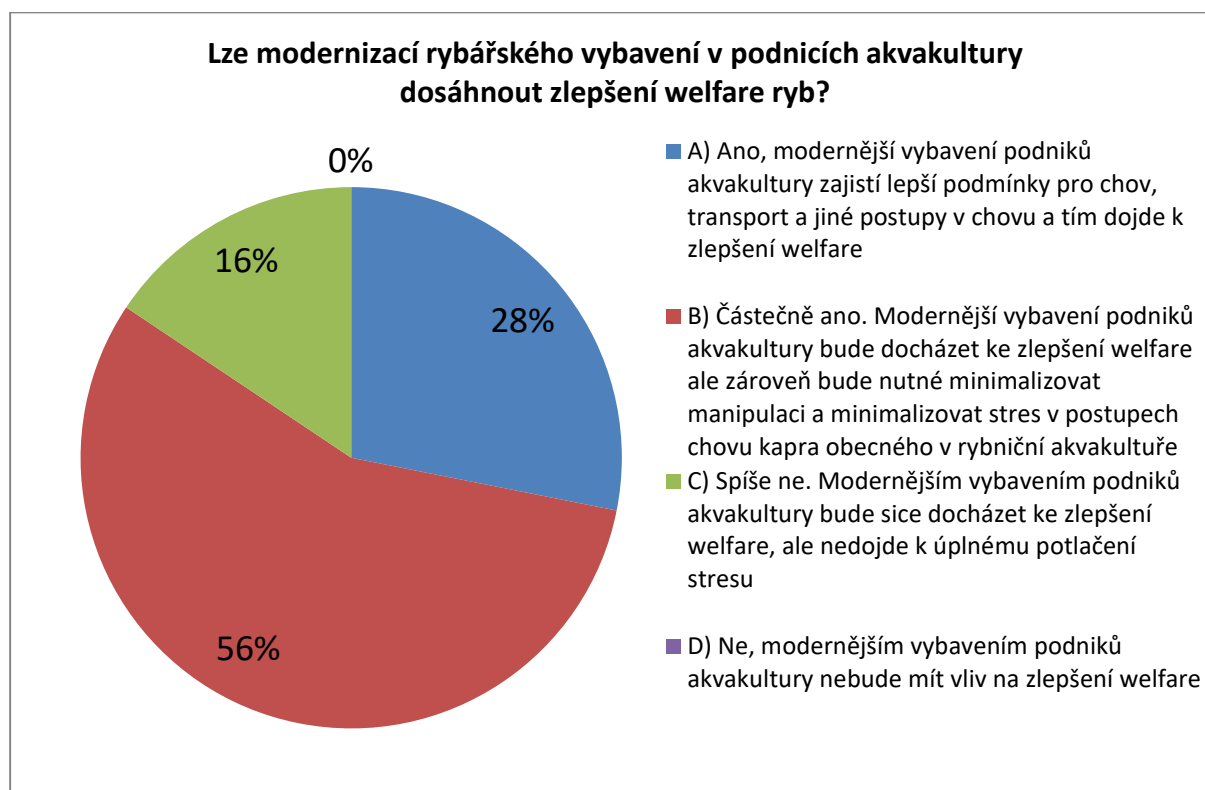
Obr. 27: Vyhodnocení otázky č. 7



V předchozích otázkách jsme vydefinovali potencionální situace, které skutečně ohrožují welfare ryb. Na otázku, zdali je v současných postupech chovu kapra obecného v rybniční akvakultuře prostor šetrným způsobem a dodržováním základních pravidel snížit ztráty na rybách a minimalizovat stres vedoucí k lepšímu welfare ryb, byla nejčastější odpověď spíše ano, či ano. Uvádí, že minimalizace ztrát je možná, ale úplná eliminace stresu možná není. Rybáři poukazují na to, že již většina opatření ke snížení ztrát se dělá a že při situacích, kdy dochází ke zhoršení pohodlí ryb se snaží co nejvíce chovat k rybám šetrně tak, aby se stres vyvolaný situací minimalizoval. Upozorňují na neřešitelný stres vyvolaný volně žijícími predátory, mezi které patří např. kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*) a vydra říční (*Lutra lutra*), ale také volavka (*Ardea cinerea*). Tito predátoři působí na rybích obsádkách velké škody. Kormoráni loví ve větších skupinách a kromě toho, že chytají ryby, značnou část rybích obsádek při lovu poškodí, což má pro ryby často smrtelné následky, uvádějí rybáři v dotazníku. Dalším částečným řešením minimalice stresu je dle rybářů modernizace technického vybavení a inovace v zaběhnutých postupech, jako je např. použití O₂ v lovišti a kádišti. Modernizací technického vybavení se zabývá další otázka dotazníku.

Rybáři sami potvrzují, že vždy je co zlepšovat. Zejména při manipulaci, výtěrech, výlovech, přepravě, sádkování a v neposlední řadě prodeji živých ryb nepovolanými lidmi o vánocích.

Obr. 28: Vyhodnocení otázky č. 8



V dotazníku na tuto otázku v drtivé převaze produkční rybáři odpověděli částečně ano. Modernějším vybavením podniků akvakultury bude docházet ke zlepšení welfare ale zároveň bude nutné minimalizovat manipulaci a minimalizovat stres. Avšak zároveň upozorňují na maximalistické požadavky a přecenění moderního vybavení jako zásadního předpokladu pro welfare ryb. Moderní vybavení přispěje ke zlepšení podmínek pro welfare, ale pokud chov a péči o ryby nebudou provádět pracovníci produkčního rybářství s dostatečnou šetrností a "láskou", nebude mít samotné moderní vybavení na welfare vliv. S lidmi přístupujícími k chovu ryb s šetrností a i pouze se základním vybavením se dá welfare velice dobře dodržovat.

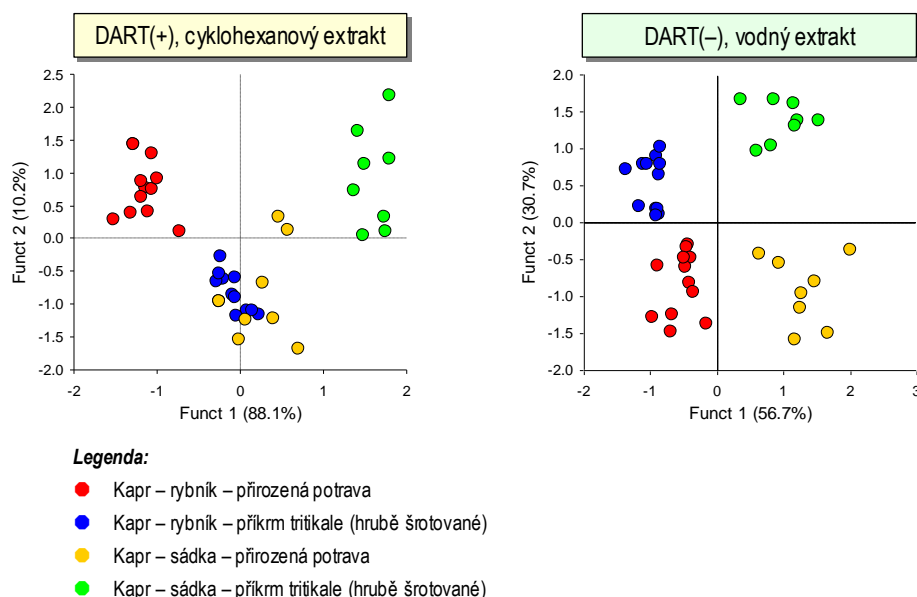
Jako druhou nejčastější odpovědí bylo ano, modernější vybavení podniků akvakultury zajistí lepší podmínky pro chov, transport a jiné postupy v chovu a tím dojde k zlepšení welfare. Při této odpovědi nebyl zohledněn lidský přístup k chovu ryb a rybáři poukazovali pouze na modernější vybavení, které ve svém výsledku zajistí lepší podmínky pro chov, transport a jiné postupy v chovu. Některé odpovědi uváděly, že zajišťují produkci ryb pomocí zastaralého technického vybavení, které pro svou vysokou poruchovost, nízkou spolehlivost a morální i fyzickou zastaralost nesplňuje požadavky pro danou technologii. Pořízením nového lepšího technického vybavení očekávají rybářské podniky odstranění organizačních problémů se zajištěním řady technických opatření při produkci ryb. S ohledem na příslušné parametry

nového zařízení lze předpokládat pozitivní vliv na životní prostředí. Dále uvádějí, že zakoupením nové, modernější techniky a rybářských pomůcek dojde v první řadě k minimalizaci stresu a předejití možným ztrátám na rybách a zefektivní se i pracovní podmínky pracovníků v akvakultuře.

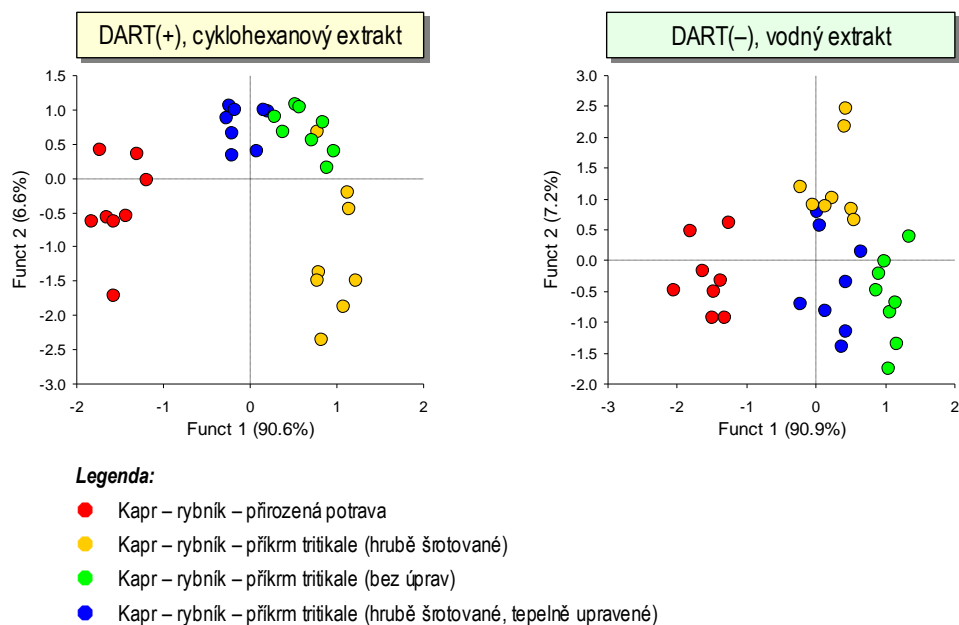
U odpovědi spíše ne uvádějí, že modernějším vybavením podniků akvakultury bude sice docházet ke zlepšení welfare, ale nedojde k úplnému potlačení stresu. Uvádějí, že stres při výloveh, sádkování a jiných postupech v rybniční akvakultuře lze minimalizovat, ale nelze úplně odstranit. Lze novým moderním vybavením optimalizovat fyzikálně-chemické parametry vody, což do určité míry může ovlivnit i welfare ryb.

Pro navržení nové metody měření welfare ryb bylo použito metabolomické profilování. Tato technika je zcela nová. Metabolomické profilování pomocí techniky DART bylo realizováno na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (VŠCHT).

Získané metabolomické profily extraktů svalovin ryb získané technikou DART–TOFMS jak v pozitivním, tak negativním módu ionizace poskytly dostatečné množství vhodných markerů. Následná chemometrická analýza umožnila s relativně vysokou klasifikační účinností rozlišit analyzované ryby ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci (obr. 29 a 30).



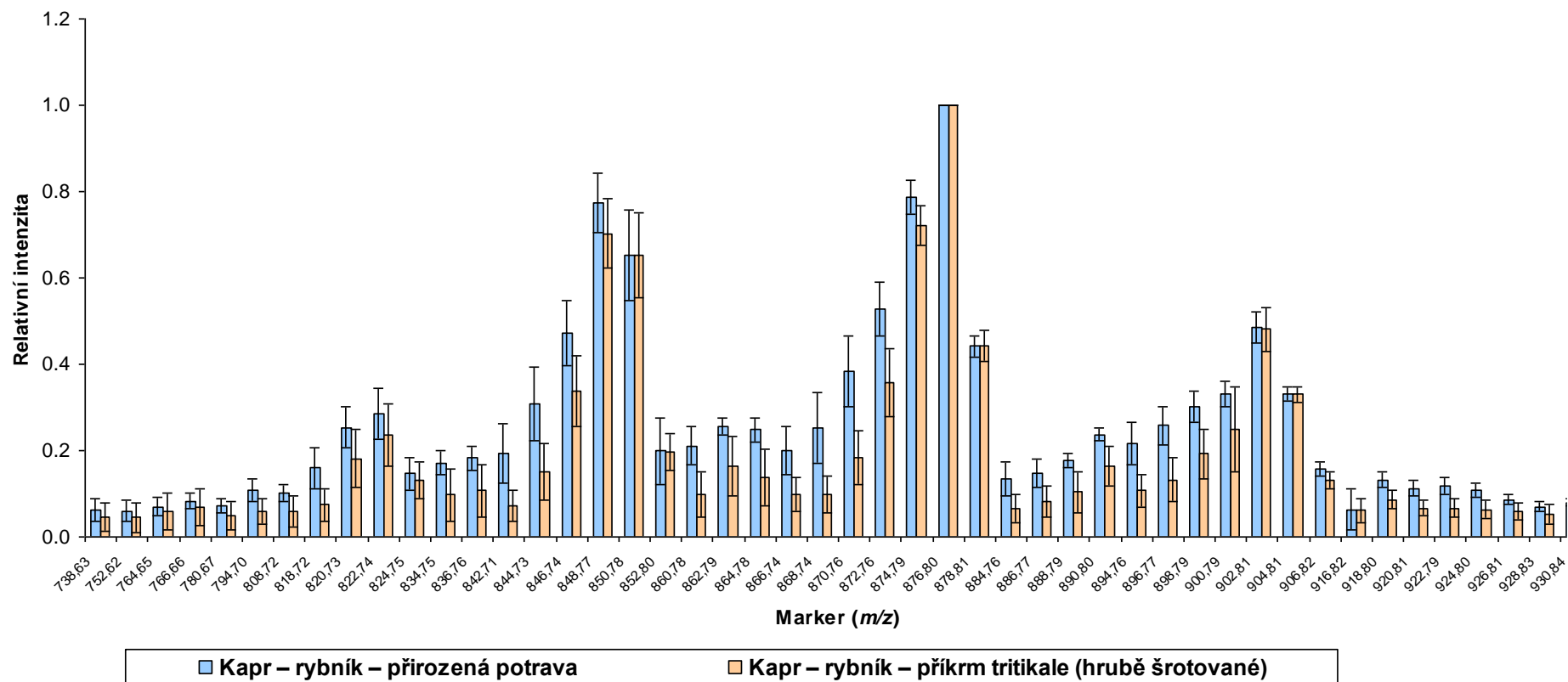
Obr. 29: Grafy dvou diskriminačních funkcí (LDA) s vyznačenými skupinami ilustrujícími shlukování analyzovaných kaprů ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci (rybník/sádka; přirozená potrava/příkrm tritikale).



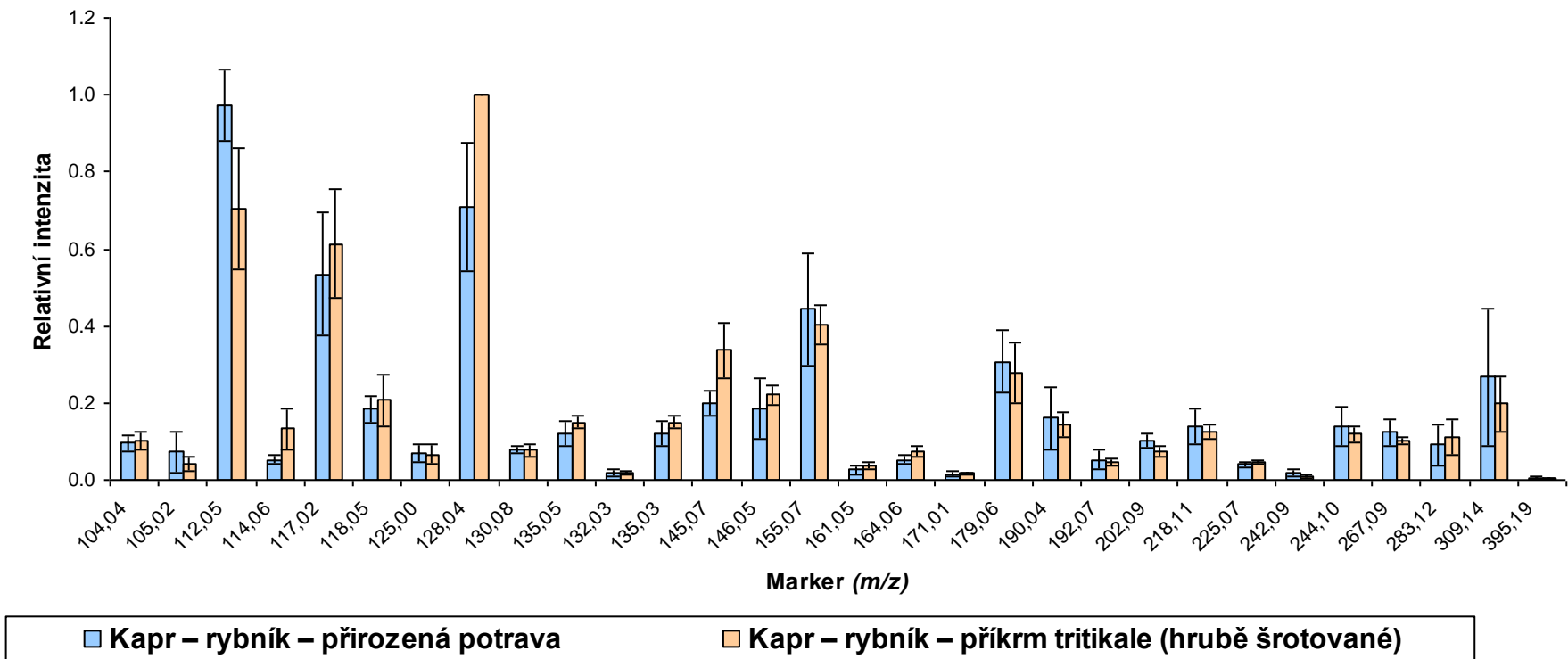
Obr. 30: Grafy dvou diskriminačních funkcí (LDA) s vyznačenými skupinami ilustrujícími shlukování analyzovaných kaprů ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci (rybník; přirozená potrava/příkrm tritikale).

Obrázky 31 a 32 ilustrují změnu profilů lipidů a polárních látek kaprů chovaných v rybníku, ale krměných odlišným způsobem (přirozená potrava vs. hrubě šrotované tritikale). V obou souborech marker m/z 876,8 — příslušející možným kombinacím triacylglycerolů PoOS/PLS/OOP^{*)} — představuje nejintenzivnější ion a rovněž spektrum dalších triacylglycerolů je velmi podobné, ale lišící se vzájemnými poměry. V případě extraktu polárních látek bylo spektrum detekovaných iontů opět podobné, ale lišící se u některých markerů svými poměry.

^{*)} Po ... palmitolejová kyselina, O ... olejová kyselina, S ... stearová kyselina, L... linolová kyselina, P ... palmitová kyselina



Obr. 31: Změna profilu lipidů (DART(+)) analýza) kaprů chovaných v rybníku, ale krmených odlišným způsobem (přirozená potrava vs. hrubě šrotované tritikale). Data prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka



Obr. 32: Změna profilu polárních látek (DART(-) analýza) kaprů chovaných v rybníku, ale krmených odlišným způsobem (přirozená potrava vs. hrubě šrotované tritikale). Data prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka

Za účelem zhodnocení metabolomických profilů tkání ryb ve vztahu k vnějším faktorům při produkci ryb (kapra) byla použita metoda využívající desorpční ionizační techniky přímé analýzy v reálném čase (*Direct Analysis in Real Time*, DART) ve spojení s hmotnostní spektrometrií s analyzátorem doby letu iontů (TOFMS).

Pro izolaci nízkomolekulárních látek (metabolomu) svaloviny ryb byla použita jednoduchá extrakční metoda umožňující izolaci širokého spektra analytů (aminokyseliny, dusíkaté báze, mastné kyseliny, triacylglyceroly, cholesterol).

Na základě provedené chemometrické analýzy bylo možné rozlišit dle profilu metabolomu svaloviny s relativně vysokou klasifikační účinností analyzované ryby ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci.

Nicméně na predikci výsledků z pohledu splnění či nesplnění podmínek welfare bude muset proběhnout další výzkum a to zejména s ohledem na vytvoření standardů na základě těchto výsledků, které by byly univerzálně použitelné pro stanovení splnění či nesplnění welfare ryb.

7. DISKUZE

Počet podniků v odvětví je jedním z ukazatelů charakterizující činnost akvakultury na daném území. V dlouhodobém měřítku působí v ČR 285 podniků akvakultury. Když počet podniků akvakultury porovnáme s ostatními zeměmi EU, podobných čísel dosahuje Maďarsko s přibližně 260 registrovanými podniky s mírně nižší produkcí kapra obecného (EUMOFA 2016b). Nejvyšší počet podniků v odvětví akvakultury je v Polsku, kde působí cca 1250 podniků, v nichž dominují malé podniky s méně než 5 zaměstnanci (70% z celkového počtu) (STECF 2016). Tradiční rybníkářská akvakultura se také nachází v Německé v sousední oblasti s Českem, zejména v Bavorsku a Sasku (BMEL 2014). V Bavorsku převládají menší rodinné rybníkářské farmy a v Sasku působí větší rybníkářské podniky (Centenera 2014). Celkově méně než 10% podniků produkuje více než 5 t ročně (STECF 2016). V Rakousku je situace podobná Bavorsku, kde se rybníkářské oblasti nacházejí převážně v Horním Rakousku a Štýrsku (Matzinger 2014).

Dle našich výsledků je většina podniků akvakultury v ČR soustředěna v Jihočeském kraji (89 podniků). V tomto kraji má akvakultura svůj význam z hlediska historie (Pánek & Tůma 2018), v počtu rybníků (Pokorný 2015b) a také je přínosem pro ekonomiku v tomto kraji (MZe 2014). V Jihočeském kraji se nachází více než 7 000 rybníků a malých vodních nádrží o celkové výměře téměř 23 000 ha. Představuje polovinu celkové rozlohy rybníků v celé ČR (MZe 2014). Jihočeský kraj je také charakteristický přítomností velkých rybníků (z 10 největších rybníků je 8 v jižních Čechách) (Adámek et al. 2012; Pokorný 2015b). Počet podniků dle našich výsledků podporuje dominantní postavení Jihočeského kraje v odvětví akvakultury v rámci ČR. Naopak v Jihomoravském kraji, který je také obecně spojován s rybníční akvakulturou (Křivánek et al. 2012), působí 12 podniků. Zajímavé je, že druhý nejvyšší počet podniků (34) je ve Středočeském kraji. Tyto nesrovnalosti lze připsat rozdílu mezi kraji (v prostorové struktuře podniků), které nejsou vždy v souladu s produkcí nebo počtem rybníků. Některé větší podniky navíc působí ve více krajích, ale jejich sídla jsou vždy umístěna pouze v jednom. Tento předpoklad je také podpořen skutečností, že v kraji Hlavní město Praha se nachází 13 podniků akvakultury, ale je nepravděpodobné, že by jejich produkce ryb byla lokalizována pouze na území Prahy.

Kromě prostorového rozložení podniků bylo naším hlavním cílem vyhodnocení ekonomické situace odvětví akvakultury v ČR. Zisky podniků a ziskovost odvětví akvakultury vykazují výraznější pokles od roku 2007 na nejnižší hodnotu v roce 2010 a poté se ziskovost mírně zvyšuje. Finanční / ekonomická krize patřila mezi vlivy, které měly výrazný vliv na snižování zisků v letech 2009 až 2012 na národní úrovni (Terazi & Šenel

2011). Na základě dopadu finanční / ekonomické krize se zvýšily ceny vstupů v odvětví (krmiva, elektřina, palivo, voda, plyn atd.), ale ceny produktů akvakultury (ryb) stagnovaly (MZe 2014). Mezi povinnosti podniků akvakultury v tomto období patřilo také splňovat požadavky náročné legislativy, zejména v oblasti ochrany životního prostředí (ochrana kormorána (*Phalacrocorax carbo*) nebo povinnost sledovat kvalitu vody). To jsou důvody, které mohly mít výrazný vliv na snížení zisku v letech 2009 až 2012. Kromě toho byly na domácí trh dováženy další náhražky sladkovodních ryb a dovoz sladkovodních ryb ze třetích zemí probíhal i v ČR (Berka 2015). V tomto období došlo také k posílení české měny (CZK), což snížilo přímý zisk z exportu v důsledku nepříznivých směnných kurzů (Nebeský et al. 2016).

Od této doby se ziskovost odvětví v ČR zvyšuje, jak dokládají naše výsledky. Z pohledu zemí EU se v roce 2016 umístila EU na pátém místě ve světové produkci rybolovu a akvakultury. Dále byl zaznamenán i výrazný růst v cenách a výdajích domácností na nákup ryb a produktů rybolovu v rámci EU. Od roku 2014 začaly ceny ryb výrazně růst a do roku 2017 se zvýšily o 10 %. Ve stejném období se ceny masa a potravin obecně pohybovaly rovným směrem. Výdaje domácností EU na produkty rybolovu a akvakultury v roce 2017 vzrostly na 56,6 miliardy EUR, což je o 2,9 % více než v roce 2016, a dosáhly historického maxima. Částka vynaložená na nákup ryb v roce 2017, tj. 56,6 miliard EUR, činila přibližně čtvrtinu z 221,3 miliard EUR vynaložených na nákup masa (EUMOFA 2018).

Na tento příznivý vývoj má jednoznačně dopad výskyt onemocnění COVID-19, kde docházelo postupně od začátku roku 2020 ve většině zemí světa k zavádění opatření, která měla zabránit šíření tohoto vysoce infekčního onemocnění. Dopady onemocnění COVID-19 na malajský sektor akvakultury popisuje Waiho et al. (2020) a věnuje se dvěma klíčovými problémům, tj. snížení domácího prodeje a exportu a dále přerušení dodavatelských řetězců mořských plodů. Dopady na vysoce diverzifikované americké odvětví akvakultury popisuje Senten et al. (2020). Uvádí problémy při získávání nezbytných výrobních vstupů, jako je např. krmivo, dále nedostatky v důležitých službách, jako jsou opravy a údržba infrastruktury a zařízení, držení neprodaných produktů akvakultury a ztrátě zaměstnání. Dopady onemocnění COVID-19 na zdraví a dobré životní podmínky ryb ve skotské akvakultuře popisuje Murray et al. (2021) a to z pohledu výskytu onemocnění v době pandemie.

Šíření onemocnění COVID-19 mělo dopad i na sektor akvakultury v ČR. V ČR vláda v souladu s čl. 5 a 6 ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, vyhlásila dne 12. 3. 2020 nouzový stav pro území České republiky z důvodu ohrožení zdraví v souvislosti s prokázáním výskytu COVID-19 a spolu s ním řadu přísných omezení, mezi něž

patřil zejména (např. zákaz volného pohybu osob na území ČR, dočasné uzavření restaurací a většiny obchodů a dočasné uzavření školních zařízení).

Sektor akvakultury v ČR, stejně jako ostatní odvětví, byl těmito omezeními negativně ovlivněn, a to zejména v oblasti vývozu živých ryb do sousedních zemí. Jednalo se o snížení a posléze úplné zastavení exportu tržní ryby na zahraniční trhy (především se jednalo o Polsko, Německo, Slovensko a Francii) a dále o propad tržeb v důsledku výrazného omezení či zcela uzavřeného segmentu HoReCa (hotely, restaurace, catering) v těchto zemích, částečně i vinou technických problémů na hraničních přechodech. Opatření zasáhla do období Velikonoc, které představují pro rybáře druhou hlavní sezónu prodeje ryb. O něco příznivější byla situace na tuzemském trhu, kde sice byl prodej ryb jako takový vyňat z vládních nařízení zakazujících prodej, nicméně i zde došlo k propadu maloobchodního prodeje vlivem dalších nepřímých faktorů (nižší ochota obyvatelstva utrácet za kvalitnější potraviny, omezený pohyb, uzavření pultového prodeje v obchodních řetězcích apod.). Další ztráty byly zaznamenány v propadu cen, dalšími vícenáklady na transport, skladování a zpracování ryb, z důvodů vylehčení, úhynu ryb, likvidace ryb v asanačních podnicích (Rybářské sdružení ČR 2020). Obdobné dopady popisuje z evropského pohledu EUMOFA (2020a).

Další nouzový stav byl vládou ČR vyhlášen dne 5. 10. 2020. Ačkoli žádný významný producent neukončil svou činnost přímo na základě krize v souvislosti s COVID-19, je pro některé podniky produkčního rybářství tato ztráta velmi citelná a ohrožuje jejich udržitelnost a konkurenceschopnost.

Největší ekonomickou nejistotu byly ohroženy nově založené mikropodniky, protože období od první investice do výrobního zařízení do prvního výlovu či prodeje ryb je značně kapitálově náročné. Nově založené mikropodniky začínají od nuly a společnosti bez silné kapitálové základny jsou závislé na externím financování. Banky obvykle hledají obchodní příležitosti s nízkým rizikem a obvykle se zdráhají zapojit do akvakulturních aktivit nových mikropodniků (EUMOFA 2019). Podniky, které realizují financování větších investic z bankovních úvěrů, vykazují relativně vysokou úroveň zadluženosti (Holečková 2009).

Dlouhodobou strategií akvakultury v ČR je udržení nebo mírné zvýšení produkce (MZe 2014). Rybníkářství založené na tradiční produkci ryb v rybnících má značné limity s ohledem na ochranu životního prostředí (MZe 2014). Vzhledem k velmi vysokým investičním nákladům jsou nové rybníky bez dotací budovány jen ve velmi omezené míře, protože návratnost investic je na velmi nízké úrovni kolem 25 a více let (Pokorný 2015c). Na základě našich zkušeností se náklady na výstavbu 1 ha rybníka pohybují od 80 000 do 110 000 EUR a náklady na odstranění sedimentu z 1 ha od 44 000 do 62 000 EUR (při kurzu 27,020 Kč). Při

absenci bankovního financování spoléhá řada podniků, které chtějí rozšířit nebo využít nové technologie, na dotace z EU nebo národní dotace (EUMOFA 2019).

Akvakultura v ČR a zejména rybniční akvakultura je silně spjata s historií, kulturou a sociálními aspekty (Adámek & Kouřil 2000). Malé a střední podniky, které diverzifikují své činnosti, se zdají být stabilnější, konkurenceschopnější a lépe se vyrovnávají s neočekávanými environmentálními situacemi (např. sucha, povodně). Tyto závěry jsou v souladu s Berkou (2015), který zmínil, že je nutná diverzifikace ekonomických aktivit akvakulturních podniků v ČR. Tato diverzifikace, kromě zvýšení příjmu z jiných aktivit, může mít pozitivní dopad také na místní zaměstnanost (Martín 2011). Budoucnost tradiční české akvakultury se jeví jak v produkci vysoce kvalitních produktů, tak v ekosystémech a sociálních službách. Udržitelnost současného modelu tradiční akvakultury bude vyžadovat nepřetržitou dotační podporu pro plnění mimoprodukčních aktivit rybníků v krajině. Je také zřejmé, že rybníky bez produkce ryb by vedly ke zmizení typické rybniční krajiny.

Při srovnání situace s uváděním produkce na trh a zejména s konzumací čerstvých ryb v okolních zemích jsme zjistili, že prodej a spotřeba ryb v okolních zemích je oproti ČR méně sezónní (EUMOFA 2017). Například v Německu byla spotřeba sladkovodních ryb méně sezónní než v ČR. Podobně jako u nás se spotřeba ryb zvýšila na podzim a o Vánocích (BMEL 2014), ryby se však konzumují také v jiných obdobích roku - na jaře a v létě. Zvýšená spotřeba čerstvých ryb je také spojena s výrazně vyšší spotřebou lososovitých ryb, která je rovnoměrná po celý rok. Jedná se zejména o celoroční konzumaci pstruhů v domácnostech i restauracích (Centenera 2014). Pro srovnání jsou zajímavé polské akvakulturní podniky, které mají vlastní závody na zpracování ryb, obchody prodávající ryby a rybí výrobky a dokonce i rybí restaurace (Martín 2011). Na rozdíl od situace v ČR je také spotřeba sladkovodních ryb méně sezónní v Rakousku. Stejně jako u nás se spotřeba ryb zvýšila na podzim a o Vánocích. Na zvýšenou spotřebu sladkovodních ryb má velký vliv také spotřeba lososovitých ryb v průběhu roku. Rakousko má výhodu spojenou s relativně vysokou produkcí tržního pstruha v kombinaci s jeho stálou spotřebou (Matzinger 2014).

Při odhadu budoucích údajů o produkci ryb v EU bude roční nárůst lososovitých (zejména pstruhů duhových) o 1,5 %, podle předpovědí se produkce do roku 2030 zvýší o 70 tisíc tun (Lane et al. 2014). Ze zemí mimo EU je významným producentem Turecko, kde akvakultura lososovitých ryb v roce 2015 překročila 100 tisíc tun (MZe 2017). Podle odhadů v rámci ČR se očekává roční růst produkce ryb o 0,75 %, a to prostřednictvím intenzivní akvakultury, zejména recirkulačních systémů, kde se očekává nárůst o 1300 tun. Současně se předpokládá rozšíření sortimentu ryb a zajištění toku dodávek ryb na český trh v průběhu roku, což může

vést k postupnému zvyšování spotřeby sladkovodních ryb (MZe 2014). V rámci EU mají recirkulační systémy vzestupný trend s ohledem k inovacím ve výrobních technologiích (Lane et al. 2014).

8. ZÁVĚRY

A) Vyhodnocení ekonomické situace podniků a odvětví v ČR

ČR je typickým vnitrozemským státem a produkce ryb je zajišťována prostřednictvím sladkovodní akvakultury. Závěry ukázaly, že další rozvoj tohoto odvětví by se měl zaměřit na diverzifikaci. U mikropodniků tržby/příjmy za prodej živých ryb tvoří minimálně 80% podíl celkových tržeb/příjmů. U malých podniků tržby/příjmy za prodej živých ryb tvoří již minimálně 62% podíl celkových tržeb/příjmů a u středních podniků je tento podíl na minimální úrovni 26 %. Produkční funkce rybníků by mohly být doplněny o činnosti, které by neměly vliv na fungování rybníka, ale naopak by přitahovaly turisty a potenciální zákazníky.

Z desetiletého sledovaného období u dosažených zisků podniků a ziskovosti odvětví vyplývá, že nelze dopředu jasně predikovat dosažený zisk podniku v nadcházejících letech. Jak dosažené zisky jednotlivých podniků, tak ziskovost celého odvětví vykazují od roku 2009 výraznější pokles zisků na nejnižší hodnoty a od roku 2012 ziskovost mírně stoupá. Meziroční vývoj ziskovosti za odvětví zaznamenal v roce 2010 oproti roku 2007 téměř 59 % pokles, nicméně od následujícího roku dochází k jejímu mírnému vzestupu. Ziskovost odvětví je v roce 2015 zhruba na stejné úrovni jako v roce 2005.

Produktivita práce byla také hodnocena v desetiletém intervalu jak za jednotlivé skupiny podniků, tak i za celý sektor. Produktivita práce byla nejvyšší u mikropodniků a to i z dlouhodobého hlediska. Mikropodniky měly největší podíl na tržbách ve vztahu k počtu zaměstnanců. Tyto podniky pracovaly efektivněji. Produktivita práce se od roku 2005 do roku 2015 mírně zvyšuje. Zvýšení produktivity práce bylo způsobeno především zvýšením produktivity mikropodniků. Meziroční tempo růstu produktivity práce v odvětví zaznamenalo v roce 2015 nárůst (přibližně) o 38 % oproti roku 2005.

Vezmeme-li v úvahu rozložení podniků v rámci ČR, byla potvrzena skutečnost, že největší rybářskou oblastí jsou jižní Čechy. V dlouhodobém měřítku (mezi lety 2015 a 2018) působí v České republice 285 ± 18 podniků akvakultury. Většina z nich je soustředěna v Jihočeském kraji (89 ± 12), Středočeském kraji (34 ± 3), kraji Vysočina (29 ± 6), Plzeňském kraji (19 ± 1) a Moravskoslezském kraji (18 ± 1).

B) Uvádění akvakulturní produkce na trh a zájem spotřebitelů o vybrané druhy ryb

V rámci monitoringu uvádění produkce tuzemských živých sladkovodních ryb na český trh bylo potvrzeno, že v ČR je z dlouhodobého hlediska sezónní uvádění produkce rybářskými podniky na trh. Nejvýznamnější objemy sladkovodních ryb jsou rybářskými

podniky s klasickým chovem ryb v rybnících na českém trhu obchodovány koncem roku, tj. ve čtvrtém čtvrtletí a z toho především dominuje nabídka v posledním měsíci roku. V prosinci uváděli podniky na trh cca. 1/3 své produkce. Dalším významnějším obdobím, kdy se mírně zvyšovala dodávka živých ryb na vnitřní trh, byl měsíc březen a dále ještě duben, tj. před Velikonocemi. V březnu a dubnu byla dohromady prodáno skoro až 1/5 z celoroční akvakulturní produkce. Nejslabším obdobím z hlediska uvádění domácí produkce ryb na trh byl naopak začátek roku (leden a únor). Dále bylo období května až září z hlediska průměru velmi nízké a v rámci podílu z celoroční výroby celkem vyrovnané.

Situace u podniků s intenzivním chovem ryb a uvádění jejich produkce ryb byla jiná. Jedná se o podniky s intenzivním chovem ryb a to buď v recirkulačních systémech v halách tak i o podniky s nezastřešeným intenzivním chovem. Tyto podniky nechovají kapra ale ostatní druhy ryb. Tyto podniky nejvýznamnější objemy sladkovodních ryb obchodovaly v období dubna až srpna a pak v listopadu a prosinci daného roku. V roce 2016 i v říjnu. Objem prodaných ryb není striktně soustředěn do jednoho období, jako tomu je u podniků s tradičním chovem ryb v rybnících a objemy ryb uvedených na trh jsou rozprostřeny v průběhu celého roku. V prosinci roku 2015 bylo uvedeno nejvíce a to 12 % na trh z celkové produkce. V roce 2016 bylo uvedeno nejvíce na trh v červenci a to 11,7 %. V roce 2016 následovaly měsíce říjen, listopad a prosinec s 10 %. Významné období také bylo od dubna do září, kdy byla produkce uvedená na trh téměř stejná (výjimkou je červenec 2016). V roce 2015 bylo uvedeno v dubnu, květnu a červenci na trh kolem 11 % produkce, v červnu a srpnu 9 % a v září 8 % produkce. V roce 2016 s výjimkou července bylo uvedeno na trh od dubna do září každý měsíc okolo 8 % produkce. Nejslabšími měsíci byly leden, únor a březen, kdy se podíl v roce 2015 pohyboval v intervalu 3,1 - 4,6 % a v roce 2016 v intervalu 4,9 - 6,7 %.

Tyto výsledky ukazují, že prostřednictvím chovu ryb v intenzivních chovech lze dosáhnout uvádění produkce živých ryb na trh v době, kdy prodej kapra a prodej ryb od podniků s tradičním chovem ryb je nejslabší (období květen až září) a tyto dva směry chovu ryb se vzájemně doplňují. Zároveň chov ryb v intenzivních chovech umožní rozšíření druhového spektra chovaných ryb (zejména o nedostatkové a dražší druhy ryb). Rozšíření sortimentu ryb a zajištění plynulosti dodávek ryb na trh ČR v průběhu roku dává předpoklad postupného navyšování spotřeby sladkovodních ryb.

Pro vyhodnocení zájmu spotřebitelů o vybrané druhy ryb pomocí dat z Google Trends (internet search volume) pro Českou republiku bylo zjištěno, že sezónní trend u pstruha se neustále opakuje v průběhu let a nejvyšší zájem o tento druh ryby je přes letní měsíce roku a

pak na vánoce. Z dlouhodobého pohledu obliba a zájem o pstruha neustále roste a lze přepokládat, že tento sedmiletý trend bude dále pokračovat.

Sezónní trend se u lososa také neustále opakuje v průběhu let a nejvyšší zájem o tento druh ryby je v období vánoce, kdy v mnoha domácnostech nahrazuje kapra při štědrovečerní večeři. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že pstruh a losos jsou rozhodně rybí druhy s rostoucí poptávkou v průběhu let.

Sezónní trend se u kapra také neustále opakuje v průběhu let a nejvyšší zájem o tento druh ryby je v období vánoce, a pak také přes velikonoce v jarních měsících. Tyto výsledky potvrzují i závěry z uvádění akvakulturní produkce rybářskými podniky na trh. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že maximální poptávka po kaprovi je plněna v současné době (měření bylo ukončeno v září 2013).

Sezónní trend u „pangasia“ se neustále opakuje v průběhu let a nejvyšší zájem o tento druh ryby je přes vánoce. Významným obdobím, kdy byl také zájem spotřebitelů o „pangasia“ je v období velikonoce. Ohledně dlouhodobých trendů lze konstatovat, že poptávka o „pangasia“ má sestupnou tendenci. Největší zájem spotřebitelů o „pangasia“ byl v letech 2009 až 2011. Tuto skutečnost potvrzuje i fakt, že v letech 2009 až 2011 poklesla ziskovost podniků v ČR a rybářské podniky uvádějí, že důvodem byl mimo jiné i masivní dovoz ryb ze třetích zemí.

Pro ověření zájmu a návyku spotřebitelů o výrobky z ryb byl vyhodnocen průzkum spotřebitelských návyků týkajících se rybolovu a produktů akvakultury realizovaný Evropskou komisí (EK). Numerická data byla zpracována, porovnána a prezentována v nových souvislostech. Bylo zjištěno, že ČR patří mezi země, kde spotřebitelé nejvíce kupují produkty rybolovu a akvakultury v obchodech s potravinami a hypermarketech /supermarketech a je v první třetině zemí, kde spotřebitelé kupují nejvíce produkty rybolovu a akvakultury v mražené podobě. Při porovnání s ostatními členskými státy EU je ČR v první třetině zemí, které ve způsobu zpracování preferují filety. Dále ČR vyniká v tom, že konzumenti nemají preference ohledně původu při nakupování (země, region). Tato skutečnost neplatí při nákupu živých sladkovodních ryb.

Pro ověření dostupnosti ryb a rybích výrobků bylo zjištěno, že na trhu je dostatečná kapacita ke zvýšení sortimentu živých a zpracovaných sladkovodních ryb. V současné době se jedná hlavně o prodej výrobků o menší kusové hmotnosti (2 až 3 porce), které mají přijatelnější cenu. Jak doporučuje evaluační studie (MZe 2011), pro většinu populace by

optimální cena za filety kapra měla být na úrovni cca 92,60 Kč/ kg, maximálně však 120 Kč. Z pohledu nákladů na chov kapra a jeho následného zpracování není ani horní cena 120 Kč/kg reálná. Ale je možné snížit hmotnost výrobku tak, aby porce filety kapra ve výsledku dosáhly této ceny a byly pro spotřebitele zajímavé. Jen málokdo si však při nákupu kapra uvědomuje tuto důležitou hodnotu pro zdravou výživu člověka (Adámek et al. 2015).

C) Welfare ryb České republiky

Pro zhodnocení povědomí o welfare ryb s ohledem na současný chov ryb v ČR bylo využito dotazníkové šetření. Produkční rybáři mají správnou představu o pojmu welfare a jeho základním vydefinování. Jednoznačně nejvíce dotázaných označilo pojem welfare jako životní pohodu a pohodlí spočívající v zajišťování nerušeného přirozeného druhového chování přizpůsobeného průběhu životních pochodů ryb. V této definici je již zakomponován přirozený způsob chování ryb. V ČR je chov ryb realizován zejména v rybnících, což je k přírodě velmi blízký způsob chovu a welfare je v tomto případě zabezpečený přirozeným prostředím za podmínky udržení optimálních fyzikálně-chemických vlastností vody, což souvisí se správným způsobem hospodaření (krmení, hnojení atd.). Produkční rybáři si jsou vědomi existence zřetelného vztahu mezi postupy rybniční akvakultury a welfare. Veškerá manipulace s rybami se musí provádět velmi šetrně se snahou zabránit jakémukoliv poškození nebo vyvolání stresových stavů. Někteří rybáři uvádějí, že za předpokladu dodržení odpovídající technologie splňují podmínky welfare i recirkulační systémy.

Produkční rybáři uvádějí, že minimalizace ztrát je možná, ale úplná eliminace stresu možná není. Rybáři poukazují na to, že již většina opatření ke snížení ztrát se dělá a že při situacích, kdy dochází ke zhoršení pohodlí ryb, se snaží co nejvíce chovat k rybám šetrně tak, aby se stres vyvolaný situací minimalizovali. Upozorňují na neřešitelný stres vyvolaný volně žijícími predátory, mezi které patří např. kormorán velký a vydra říční, ale také volavka.

Modernější vybavení podniků akvakultury bude docházet ke zlepšení welfare ale zároveň bude nutné minimalizovat manipulaci a minimalizovat stres. Avšak zároveň upozorňují na maximalistické požadavky a přecenění moderního vybavení jako zásadního předpokladu pro welfare ryb. Moderní vybavení přispěje ke zlepšení podmínek pro welfare, ale pokud chov a péči o ryby nebudou provádět pracovníci produkčního rybářství s dostatečnou šetrností a "láskou", nebude mít samotné moderní vybavení na welfare vliv. S lidmi přistupujícími k chovu ryb s šetrností a i pouze se základním vybavením se dá welfare velice dobře dodržovat.

Pro navržení nové metody měření welfare ryb bylo použito metabolomické profilování. Tato technika je zcela nová. Metabolomické profilování pomocí techniky DART bylo realizováno na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (VŠCHT).

Za účelem zhodnocení metabolomických profilů tkání ryb ve vztahu k vnějším faktorům při produkci ryb (kapra) byla použita metoda využívající desorpční ionizační techniky přímé analýzy v reálném čase (*Direct Analysis in Real Time*, DART) ve spojení s hmotnostní spektrometrií s analyzátozem doby letu iontů (TOFMS).

Pro izolaci nízkomolekulární látek (metabolomu) svaloviny ryb byla použita jednoduchá extrakční metoda umožňující izolaci širokého spektra analytů (aminokyseliny, dusíkaté báze, mastné kyseliny, triacylglyceroly, cholesterol).

Na základě provedené chemometrické analýzy bylo možné rozlišit dle profilu metabolomu svaloviny s relativně vysokou klasifikační účinností analyzované ryby ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci.

Nicméně na predikci výsledků z pohledu splnění či nesplnění podmínek welfare bude muset proběhnout další výzkum a to zejména s ohledem na vytvoření standardů na základě těchto výsledků, které by byly univerzálně použitelné pro stanovení splnění či nesplnění welfare ryb.

9. DOPORUČENÍ PRO VYUŽITÍ POZNATKŮ V PRAXI PRO DALŠÍ ROZVOJ OBORU

9.1. Souhrnné poznatky

- Jak dosažené zisky jednotlivých podniků, tak ziskovost celého odvětví vykazovaly od roku 2009 výraznější pokles zisků na nejnižší hodnoty a od roku 2012 ziskovost mírně stoupala. Největší zájem spotřebitelů o „pangasia“ byl právě v letech 2009 až 2011. Byla potvrzena skutečnost, že důvodem mohl být mimo celoevropské ekonomické krize i masivní dovoz ryb ze třetích zemí.
- Mikropodniky a malé podniky méně diverzifikovaly svoji činnost než podniky střední. U Mikropodniků, které měly tržby/příjmy založené převážně na tradičním chovu ryb v rybnících, tvořil prodej živých ryb minimálně 80% podíl z celkových tržeb/příjmů a tím mohly vykazovat vyšší citlivost na působení vnější vlivů (klimatických podmínek). Některé malé a střední podniky diverzifikovaly svoji činnost o zpracování ryb a nabídku sportovního rybolovu.
- Z desetiletého sledovaného období u dosažených zisků podniků a ziskovosti odvětví vyplynulo, že nelze dopředu jasně predikovat dosažený zisk podniku v nadcházejících letech.
- Produktivita práce byla nejvyšší u mikropodniků a to i z dlouhodobého hlediska. Mikropodniky měly největší podíl na tržbách ve vztahu k počtu zaměstnanců. Tyto podniky pracovaly efektivněji.
- Nejvýznamnější objemy kapra byly rybářskými podniky s klasickým chovem ryb v rybnících na českém trhu obchodovány koncem roku, kdy v prosinci uváděly podniky na trh cca. 1/3 své produkce a dále v období velikonoce v měsíci březnu a dubnu, kdy byla prodána skoro až 1/5 z celoroční akvakulturní produkce kapra. Tento fakt potvrzoval i zájem spotřebitelů o kapra vyhodnocený pomocí dat z Google Trends (internet search volume) pro ČR. Bylo potvrzeno, že nejvyšší zájem spotřebitelů o kapra je v období vánoc, a pak také přes velikonoce v jarních měsících.
- Podniky s intenzivním chovem ryb nechovají kapra, ale ostatní druhy ryb (jako je např. pstruh). Tyto podniky nejvýznamnější objemy sladkovodních ryb obchodovaly v období dubna až září, dále listopadu a prosince daného roku (příp. října). Tento fakt potvrzuje i zájem spotřebitelů o pstruha vyhodnocený pomocí dat

z Google Trends (internet search volume) pro ČR. Bylo potvrzeno, že nejvyšší zájem o pstruha je přes letní měsíce roku a pak na vánoce. Z dlouhodobého pohledu obliba a zájem o pstruha neustále roste a lze přepokládat, že tento sedmiletý trend bude dále pokračovat.

- Prostřednictvím chovu ryb v intenzivních chovech lze dosáhnout uvádění produkce živých ryb na trh v době, kdy prodej kapra a prodej ryb od podniků s tradičním chovem ryb je nejslabší (období květen až září) a tyto dva směry chovu ryb se vzájemně doplňují. Zároveň chov ryb v intenzivních chovech umožní rozšíření druhového spektra chovaných ryb.
- Vnitrozemský stát nedosáhne spotřeby ryb jako stát přímořský. ČR patří mezi země, kde spotřebitelé nejvíce kupují produkty rybolovu a akvakultury v obchodech s potravinami a hypermarketech /supermarketech a je v první třetině zemí, kde spotřebitelé kupují nejvíce produkty rybolovu a akvakultury v mražené podobě. Při porovnání s ostatními členskými státy EU je ČR v první třetině zemí, které ve způsobu zpracování preferují filety.
- Na trhu je dostatečná kapacita ke zvýšení sortimentu živých a zpracovaných sladkovodních ryb. V současné době se jedná hlavně o prodej výrobků o menší kusové hmotnosti (2 až 3 porce), které mají přijatelnější cenu.
- V posledních letech se zvyšuje tlak ze strany spotřebitelů, kteří se stále častěji zajímají o to, v jakých podmínkách byla potravina, kterou kupují, zda ryba během produkce nestrádala a netrpěla. Produkční rybáři si jsou vědomi existence zřetelného vztahu mezi postupy rybníční akvakultury a welfare. Upozorňují na neřešitelný stres vyvolaný volně žijícími predátory, mezi které patří např. kormorán velký a vydra říční, ale také volavka. Dále upozorňují na maximalistické požadavky a přecenění moderního vybavení jako zásadního předpokladu pro welfare ryb. Moderní vybavení přispěje ke zlepšení podmínek pro welfare, ale pokud chov a péči o ryby nebudou provádět pracovníci produkčního rybářství s dostatečnou šetrností a "láskou", nebude mít samotné moderní vybavení na welfare vliv.
- Pro navržení nové metody měření welfare ryb bylo použito metabolomické profilování. Tato technika je zcela nová. Na základě provedené chemometrické analýzy bylo možné rozlišit dle profilu metabolomu svaloviny s relativně vysokou klasifikační účinností analyzované ryby ve vztahu k vnějším faktorům při jejich

produkci. Nicméně na predikci výsledků z pohledu splnění či nesplnění podmínek welfare bude muset proběhnout další výzkum a to zejména s ohledem na vytvoření standardů na základě těchto výsledků, které by byly univerzálně použitelné pro stanovení splnění či nesplnění welfare ryb.

9.2. Doporučení pro další rozvoj oboru

Doporučení pro podniky akvakultury

- **Diverzifikace akvakultury:**
Diverzifikovat svoji činnost zejména u mikropodniků a malých podniků o další aktivity, mezi které patří malé vlastní provozy na zpracování ryb, obchody prodávající ryby a rybí výrobky a rybí restaurace. Mezi další aktivity patří sportovní rybolov včetně možnosti pronájmu požadovaného vybavení, případně možnosti ubytování.
- **Finanční rezervy podniků pro další roky:**
Zvažovat investice do podniku tak, aby byly zachovány finanční rezervy pro nečekané snížení chovu a hospodářského výsledku. Nelze dopředu jasně predikovat dosažený zisk podniku v nadcházejících letech.
- **Uvádění produkce a produktů v průběhu celého roku:**
Vzhledem k velké sezónnosti uvádění produkce podniky na trh, snažit se svou produkci uvádět na domácí trh více v období od května do září a to ve zpracovaném stavu.
- **Uvádění produktů o menší kusové hmotnosti (porce) za dostupnou cenu:**
Vyrábět a prodávat zpracované ryby v chlazené formě vakuované po balení 0,2 až 0,4 kg (2 až 3 porce). O zpracované ryby v chlazené formě vakuované po 2 až 3 porcích za dostupnou cenu je zájem.
- **Dodržovat etiku při chovu ryb a věnovat se welfare :**
V posledních letech se zvyšuje tlak ze strany spotřebitelů, kteří se stále častěji zajímají o to, v jakých podmínkách byla potravina, kterou kupují. Zda ryba během produkce nestrádala a netrpěla. Produkční rybáři si jsou vědomi existence zřetelného vztahu mezi postupy rybniční akvakultury a welfare.

Doporučení pro celý sektor

- Budováním intenzivních chovů (recirkulačních zařízení) lze dosáhnout uvádění produkce živých či zpracovaných ryb na trh v době, kdy prodej kapra je nejslabší (období květen až září). Tyto dva směry chovu ryb (chov ryb v rybnících a chov ryb v intenzivních chovech) se vzájemně doplňují. Zároveň chov ryb v intenzivních chovech umožní rozšíření druhového spektra chovaných ryb (zejména o nedostatkové a dražší druhy ryb).
- Uvádění produktů o menší kusové hmotnosti zpracované ryby (2 až 3 porce) na trh v období květen až září za přijatelnou cenu. Tím dojde i k úpravě zájmu spotřebitelů, pokud bude nabídka výrobků na trhu.
- Zachovat vysokou přidanou hodnotu chovu ryb v rybnících s důrazem na přírodě velmi blízký způsob chovu, splňující všechny podmínky welfare a vysoké kvality ryb z rybníků.

Doporučení pro státní správu

- V rámci EU i národní legislativy se více soustředit na dovozy expanzních druhů ryb z třetích zemí, u kterých není kontrolován způsob chovu, používání chemikálií oproti EU, kde jsou všechny normy poměrně přísně nastaveny.

10. CELKOVÝ PUBLIKAČNÍ SEZNAM AUTORA

Rok vydání	Forma	Citace
2020	Vědecký časopis	Vavrečka A , Šánová P, Kalous L. 2020. Insight into the economy of aquaculture production in Czechia: assessment of aquaculture enterprises. <i>Aquaculture International</i> 28: 199 – 209. https://doi.org/10.1007/s10499-019-00453-8
2019	Vědecký časopis	Vavrečka A , Kalous L. 2019. Differences in Live Fish Marketing of Traditional Pond Aquaculture and Intensive Aquaculture in Czechia. <i>Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis</i> 67: 189 – 196. https://doi.org/10.11118/actaun201967010189
	Sborník referátů z konference	Vavrečka A . 2019. Komparace spotřebitelů produktů rybolovu a akvakultury v ČR a zemích EU. Strana 30 – 35 v Kopp R, Grmela J, editoři. <i>Konference 70 let výuky oboru rybářství na Mendelově univerzitě v Brně</i> . Mendelova univerzita v Brně. (ISBN: 978-80-7509-667-7. s. 30 – 35)
	Sborník referátů z konference	Vavrečka A , Kalous L. 2019. Pohled do ekonomiky akvakulturní produkce v České republice. Strana 79 – 86 v Urbánek M, editor. <i>5. ročníku odborné konference. Rybářské sdružení ČR</i> . (ISBN: 978-80-87699-10-2)
	Sborník referátů z konference	Vavrečka A . 2019. Možnosti podpory na odstranění sedimentů z Operačního programu Rybářství. Strana 50 – 54 v Bláha V, editor. <i>14. ročníku odborné konference Sedimenty z vodních toků a nádrží</i> . EMPLA spol. s.r.o. (ISBN: 978-80-906306-7-3. s. 50 – 54)
2017	Sborník referátů z konference	Vavrečka A . 2017. Operační program Rybářství 2014 – 2020 a podpora zaměřená na odstranění sedimentů. Strana 77 – 81 v Bláha V, editor. <i>12. ročníku odborné konference Sedimenty z vodních toků a nádrží</i> . EMPLA spol. s.r.o. (ISBN: 978-80-906306-3-5).
2016	Sborník referátů z konference	Vavrečka A . 2016. Operační program Rybářství 2014 – 2020 a produkční podniky v rybářství. Strana 51 – 58 v Bláha V, editor. <i>11. ročníku odborné konference Sedimenty z vodních toků a nádrží</i> . EMPLA spol. s.r.o. (ISBN: 978-80-906306-1-1)
2014	Sborník referátů z konference	Vavrečka A , Kalous L. 2014. Připravenost podniků a sektoru rybářství na čerpání podpory z Operačního programu Rybářství 2014 – 2020. Strana 49 – 56 v Kopp R, editor. <i>Konference 65 let výuky rybářství na Mendelově univerzitě v Brně</i> . Mendelova univerzita v Brně. (ISBN: 978-80-7509-153-6)

2013	Vědecký časopis	Čajka T, Daňhelová H, Vavrečka A , Riddellová K, Kocourek V, Vácha F, Hajšlová J. 2013. Evaluation of direct analysis in real time ionization–mass spectrometry (DART–MS) in fish metabolomics aimed to assess the response to dietary supplementation. <i>Talanta</i> 11: 263 – 270. doi: 10.1016/j.talanta.2013.04.25.
	Sborník referátů z konference	Vavrečka A. , Kalous L. 2013. Funkční analýza sektoru akvakultury v rámci České republiky. Strana 61 – 66 v Urbánek M, editor. Konference Chov ryb a kvality vody II. Rybářské sdružení ČR. (ISBN: 978-80-87699-02-7)
2011	Certifikovaná metodika	Vavrečka A , Vácha F. 2011. Zpracování a podání Žádosti o dotaci v rámci Operačního programu Rybářství. Edice Metodik (certifikovaná metodika). JU v Českých Budějovicích. FROV (VÚRH) Vodňany. č. 108: 45.
2010	Vědecký časopis	Vavrečka A , Polícar T, Kouřil J, Vaniš J. 2010. Reprodukce parmy obecné (<i>Barbus barbus</i> L.) v kontrolovaných podmínkách. Bulletin VÚRH Vodňany. 46 (3): 21 – 36.
2009	Certifikovaná metodika	Polícar T, Drozd B, Kouřil J, Hamáčková J, Alavi SHM, Vavrečka A , Kozák P. 2009. Současný stav, umělá reprodukce a odchov násadového materiálu parmy obecné (<i>Barbus barbus</i> L.). Edice Metodik (technologická řada). JU v Českých Budějovicích. FROV (VÚRH) Vodňany. č. 95: 43.
	Odborný časopis (měsíčník)	Vavrečka A. 2009. Reprodukce parmy obecné (<i>Barbus barbus</i> L.). <i>Rybářství</i> 1/2009: 40 – 42.
2008	Diplomová práce	Vavrečka, A. 2008. Reprodukce parmy obecné (<i>Barbus barbus</i> L.) v kontrolovaných podmínkách [Diplomová práce]. JU v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. s. 50.

11. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

- Tab. 1: Výběr vhodných ukazatelů dobrých životních podmínek – str. 18
- Tab. 2: Charakteristika podniků ve vzorku dle velikosti podniku – str. 24
- Tab. 3: Podniky zahrnuté do vzorku rozdělené dle způsobu chovu – str. 26
- Tab. 4: Tržby/příjmy a dosažený zisk podniků v tis. EUR v závislosti na velikosti – str. 33
- Tab. 5: Počet podniků v regionech soudržnosti (NUTS II) a krajích (NUTS III) – str. 35
- Tab. 6: Nabídka ryb a sortimentu z ryb v navštívených prodejnách (supermarketech) – str. 49
- Obr. 1: Místo odběru vzorků svalové tkáně – str. 30
- Obr. 2: Schéma metabolického profilování. – str. 31
- Obr. 3: Mikropodniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR – str. 32
- Obr. 4: Malé podniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR – str. 32
- Obr. 5: Střední podniky a jejich tržby/příjmy v tis. EUR – str. 32
- Obr. 6: Zisk podniků v tis. EUR – str. 34
- Obr. 7: Ziskovost odvětví – str. 34
- Obr. 8: Produktivita práce podniků v EUR – str. 34
- Obr. 9: Produktivita práce za odvětví v EUR – str. 34
- Obr. 10: Kraje NUTS III ČR a hlavní oblasti v akvakultuře – str. 36
- Obr. 11: Prodej všech živých ryb v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybničním chovem ryb - str. 37
- Obr. 12: Prodej živého kapra obecného v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybničním chovem ryb – str. 38
- Obr. 13: Prodej živých ostatních druhů ryb mimo kapra obecného v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – produkční podniky s rybničním chovem ryb – str. 40
- Obr. 14: Prodej všech živých ryb v ČR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – prodej v tunách a tisících EUR – podniky s intenzivním chovem ryb – str. 41
- Obr. 15: Prodej živých ryb v tunách v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 - porovnání podniků s chovem ryb v rybnících a s intenzivním chovem – str. 42
- Obr. 16: Prodej živých ryb v tisících EUR v jednotlivých měsících roku 2015 a 2016 – porovnání podniků s chovem ryb v rybnících a s intenzivním chovem – str. 42
- Obr. 17: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o pstruha na území ČR – str. 43
- Obr. 18: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o lososa na území ČR – str. 44
- Obr. 19: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o kapra na území ČR – str. 44
- Obr. 20: Vyhodnocení zájmu spotřebitelů o „pangasia“ na území ČR – str. 45

- Obr. 21: Vyhodnocení otázky č. 1 – str. 52
- Obr. 22: Vyhodnocení otázky č. 2 – str. 53
- Obr. 23: Vyhodnocení otázky č. 3 – str. 54
- Obr. 24: Vyhodnocení otázky č. 4 – str. 55
- Obr. 25: Vyhodnocení otázky č. 5 – str. 56
- Obr. 26: Vyhodnocení otázky č. 6 – str. 57
- Obr. 27: Vyhodnocení otázky č. 7 – str. 58
- Obr. 28: Vyhodnocení otázky č. 8 – str. 59
- Obr. 29: Grafy prvních dvou diskriminačních funkcí (LDA) s vyznačenými skupinami ilustrujícími shlukování analyzovaných kaprů ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci (rybník/sádka; přirozená potrava/příkrm tritikale) – str. 60
- Obr. 30: Grafy prvních dvou diskriminačních funkcí (LDA) s vyznačenými skupinami ilustrujícími shlukování analyzovaných kaprů ve vztahu k vnějším faktorům při jejich produkci (rybník; přirozená potrava/příkrm tritikale) – str. 61
- Obr. 31: Změna profilu lipidů (DART(+)) kaprů chovaných v rybníku, ale krmených odlišným způsobem (přirozená potrava vs. hrubě šrotované tritikale). Data prezentována jako průměr \pm směrodatná odchylka – str. 62
- Obr. 32: Změna profilu polárních látek (DART(-)) kaprů chovaných v rybníku, ale krmených odlišným způsobem (přirozená potrava vs. hrubě šrotované tritikale). Data prezentována jako průměr \pm směrodatná odchylka – str. 63

12. SEZNAM CITOVANÝCH LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ

Evropská komise. 2003. Doporučení Komise 2003/361/ES ze dne 6. května 2003 o definici mikropodniků, malých a středních podniků. Brusel.

Evropská komise. 2006. Nařízení Rady (ES) č. 1198/2006 ze dne 27. července 2006 o Evropském rybářském fondu (nařízení o ERF). Brusel.

Česká národní rada. 1992. Zákon České národní rady č. 246/1992 Sb., ze dne 15. dubna 1992 na ochranu zvířat proti týrání (zákon na ochranu zvířat proti týrání). Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2004. Zákon č. 99/2004 Sb., ze dne 10. února 2004 o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství). Praha.

Parlament České republiky. 1998. Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., ze dne 22. dubna 1998 o bezpečnosti České republiky. Praha.

13. LITERATURA

Adámek Z, Kouřil J. 2000. A long aquaculture tradition in the Czech Republic. European Aquaculture Society. Magazine Aquaculture Europe 25: 20 – 23.

Adámek Z, Linhart O, Kratochvíl M, Flajšhans M, Randák T, Polícar T, Masojídek J, Kozák P. 2012. Aquaculture in the Czech Republic in 2012: modern European prosperous sector based on thousandyear history of pond culture. European Aquaculture Society. Magazine Aquaculture Europe 37: 5 –17.

Adámek Z, Gracík J, Hlaváč D, Anton Pardo M, Mössmer M, Bauer C. 2015. Current issues and principles of common carp (*Cyprinus carpio*) organic pond farming – the prospects for the Czech Republic. Pages 13 - 16 in Polícar T, editor. 3rd Carp Conference, Vodňany: 13–16.

- Amichai-Hamburger Y, Ben-Artzi E. 2000. The relationship between extraversion and neuroticism and the different users of the Internet. *Computers in Human Behavior* 16: 441 – 449.
- Amichai-Hamburger Y, Hayat Z. 2011. The impact of the Internet on the social lives of users: a representative sample from 13 countries. *Computers in Human Behavior* 27: 585 – 589.
- Anvimelech, Y. 2015. *Biofloc technology: a practical guide book*. Third edition. The World Aquaculture Society. Louisiana.
- Askitas N, Zimmermann KF. 2009. Google econometrics and unemployment forecasting. *Applied Economics Quarterly* 55: 107 – 120.
- Barton BA. 2002. Stress in fishes: a diversity of response with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology* 42: 517 – 525.
- Berka R. 2015. Udržení současné úrovně produkce chovaných ryb a zlepšení trhu s rybami. Strana 121 – 141 v Urbánek M, editor. *Naše rybníctví*. Rybníkářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- BMEL - Federal Ministry of Food and Agriculture. 2014. Germany - Multiannual national plan for the development of sustainable aquaculture. Berlin.
- Bostock J, Lane A, Hough C, Yamamoto K. 2016. An assessment of the economic contribution of EU aquaculture production and the influence of policies for its sustainable development. *Aquaculture International* 24: 699 – 733.
- Branson JE. 2008. *Fish welfare*. Blackwell Publishing. Monmouthshire.
- Bregnballe J. 2015. *A Guide to Recirculation Aquaculture*. Eurofish. Copenhagen.

- Bušova M, Špičák V, Osička R. 2014. Fish Welfare Status in Czech Republic. *Int. J. Aqu. Sci* 5(2): 208 – 214.
- Burič M, Bláhovec J, Kouřil J. 2013. Provoz recirkulačního systému dánského typu v podmínkách ČR: možnosti, výhody, omezení. Strana 6 – 13 v Mareš J, Lang Š, editoři. *Konference Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Centenera R. 2014. Fisheries in Germany. Directorate – General for Internal Policies. Policy department B. Structural and cohesion policies – Fisheries. Brussels.
- CFFA – Czech Fish farmers Association. 2015. Aquaculture in the Czech Republic. The information brochure of Czech aquaculture. Nakladatelství Typ. České Budějovice.
- Conte FS. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science* 86: 205 - 223.
- Crab R, Kochva M, Verstraete W, Avnimelech Y. 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering* 40: 105 – 112.
- Dawkins MS. 2004 Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare* 13: 363 – 373.
- Dillman DA. 2007. Mail and internet surveys: The tailored design method 2007 update with new internet, visual and mixed-mode guide. John Wiley and Sons. New Jersey (Hoboken).
- Dovalil B. 2014. Chov ryb v akvaponickém systému [Bakalářská práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Doyon C, Trudeau VL, Moon TW. 2005. Stress elevates corticotrophin-releasing factor (CRF) and CRF-binding protein mRNA levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Endocrinology* 186: 123 – 130.

- Dubský K. 2015. Hospodaření na rybářských revírech. Strana 303 – 353 v Líčko B, Mrňa D, Podlesný M, editoři. Příručka pro rybářské hospodáře. Český rybářský svaz, z.s. Praha.
- EC - European Commission. 2018. EU consumer habits regarding fishery and aquaculture products. Special Eurobarometer 475. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.
- Engel RC. 2010. Aquaculture economics and financing: management and analysis. Blackwell Publications. Iowa.
- EUMOFA. 2016a. The EU fish market. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.
- EUMOFA. 2016b. Case study - Price structure in the supply chain for fresh carp in Central Europe. European Market Observatory for fisheries and aquaculture products. European Commission. Brussels.
- EUMOFA. 2017. EU CONSUMER HABITS REGARDING FISHERY AND AQUACULTURE PRODUCTS. European Market Observatory for fisheries and aquaculture products, European Commission, Brussels.
- EUMOFA. 2018. The EU fish market. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.
- EUMOFA. 2019. Factors affecting cross-border investments in EU aquaculture. European Market Observatory for fisheries and aquaculture products, European Commission, Brussels.
- EUMOFA. 2020a. The EU fish market. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.
- EUMOFA. 2020b. Recirculating aquaculture systems. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.

- EUMOFA. 2021. FRESHWATER AQUACULTURE IN THE EU. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission. European Commission. Brussels.
- FAME SU. 2016. Summary of the Multiannual National Aquaculture Strategic Plans – final draft. European commission – Directorate - General for Maritime Affairs and Fisheries. Brussels.
- FAO/FISHSTAT. 2012. Fishstat a tool for fishery statistical analysis. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome.
- FAO. 2016. Aquaculture Big Numbers. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 601. Rome.
- FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Fiala J, Jirásek J, Mareš J. 1996. Ověření produkční účinnosti různých krmiv při odchovu ročka sumce velkého (*Silurus glanis* L.) v recirkulačním systému. Strana 107 – 112 v Kubečka J, editor. II. ročník české ichtyologické konference. Vodňany.
- Gallo VP, Civinini A. 2003. Survey of the adrenal homolog in teleosts. International Review of Cytology 230: 89 – 187.
- Goede RW, Barton BA. 1990. Organismic indices and an autopsy-based assessment of indicators of health and condition of fish. American Fisheries Society Symposium 8: 93 - 108.
- Goel S, Hofman JM, Lahaie S, Pennock DM, Watts DJ. 2010. Predicting consumer behavior with Web search. Proceedings of the National Academy of Sciences 107 (41): 17486 - 17490.
- Google. 2013. Google trends help. Dostupné z <https://support.google.com/trends> [cit. 2013-10-22].

- Guillen J, Natale F, Polanco JMF. 2015. Estimating the economic performance of the EU aquaculture sector. *Aquaculture International* 23: 1387 - 1399.
- Hartman P. 2012. Management rybniční akvakultury a současná legislativa. Strana 93 – 105 v Hartman P, Bednářová D, Mikl R, editoři. *Management akvakultury*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Hartman P, Regenda J. 2014. *Praktika v rybníkářství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Hartman P. 2015. Technologie používané při chovu ryb v rybnících. Strana 57 – 93 v Urbánek M, editor. *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Holečková J. 2009. Financial analysis of debt influence on profitability and value of enterprise, *Czech Financial and Accounting Magazine*, University of Economics 3: 37–48.
- Hule M. 2015. Mimoprodukční funkce rybníků. Strana 35 – 41 v Urbánek M, editor. *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Huntingford FA, Adams C, Braithwaite VA, Kadri S, Pottinger TG, Sandøe P, Turnbull JF. 2006. Current understanding on fish welfare: a broad overview. *Journal of Fish Biology* 68: 332 - 372.
- Hůda J. 2009. Produkční účinky obilovin v chovu kapra [Disertační práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. České Budějovice.
- Juell JE, Fosseidengen JE. 2004. Use of artificial light to control swimming depth in and fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in production cages. *Aquaculture* 233: 269 - 282.

- Kašparů M, Jakobartl J. 2015. Zkušenosti s pilotním recirkulačním akvakulturním systémem ve firmě AGRICO s.r.o. Strana 21 – 29 v Kouřil J, Polícar T, editoři. Konference Potenciál recirkulačních akvakulturních systémů (RAS) pro české produkční rybnářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod. Vodňany.
- Kopp R, Lang Š, Brabec T, Mareš J. 2014. Stanovení základních fyzikálně-chemických parametrů v akvakulturních chovech ryb. metodika R06/2013. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Kouřil J, Mareš J, Pokorný J, Adámek Z, Randák T, Kolářová J, Palíková M. 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod. VÚRH Vodňany.
- Kouřil J, Hamáčková J, Stejskal V. 2012. Recirkulační akvakulturní systém pro chov ryb. Edice Metodik č 85 (2. vydání). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod. Vodňany.
- Kouřil J. 2013. Recirkulační akvakulturní systémy. Strana 14 – 19 v Mareš J, Lang Š, editoři. Konference Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Kouřil J. 2015a. Chov lososovitých ryb v podmínkách ČR. Strana 95 – 105 v Urbánek M, editor. Naše rybnářství. Rybnářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Kouřil J, 2015b. Úvod do intenzivního chovu ryb včetně přehledu RAS v České republice. Strana 95 – 105 v Kouřil J, Polícar T, editoři. Konference Potenciál recirkulačních akvakulturních systémů (RAS) pro české produkční rybnářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod. Vodňany.
- Křivánek J, Němec J, Kopp J. 2012. Rybníky v České republice. Ministerstvo zemědělství. Praha.

- Lane A, Hough C, Bostock J. 2014. The long-term economic and ecologic impact of larger sustainable aquaculture. Directorate-General for Internal Policies, Policy Department B, Structural and cohesion policies – Fisheries, Brussels.
- Lang Š, Kopp R, Brabec T, Vitek T, Mareš J. 2011. Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb. Metodika R02/2011. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Lunda R. 2015. Chov ryb v biofloc systému [Diplomová práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Lynch AJ, Cooke SJ, Deines AM, Bower SD, Bunnell DB, Cowx IG, Nguyen VM, Nohner J, Phouthavong K, Riley B, Rogers MW, Taylor WW, Woelmer W, Youn S, Beard TD. 2016. The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environmental Reviews* 24 (2): 115 - 121.
- Matzinger T. 2014. Ponds in the landscape - meaning, function and threat. A series of publications by the Federal Bureau of Water Management 36: 34.
- Mareš J, Kopp R, Lang Š. 2013. Recirkulační systémy „dánského typu“ – systém a konstrukce. Strana 6 – 13 v Mareš J, Lang Š, editoři. Konference Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Martín IJ. 2011. Fisheries in Poland. Directorate – General for Internal Policies. Policy department B. Structural and cohesion policies – Fisheries. Brussels.
- Mellor DJ, Stafford KJ. 2001. Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing farm animal welfare. *Australian Veterinary Journal* 79: 762 - 768.
- Mráz J. 2014. Statistiky a trendy v produkci a využití ryb. Strana 19 – 32 v Sampels S, Levý E, Mráz J, Vejsada P, Zajíc T, editoři. Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.

- Mráz J. 2015. Akvaponické systémy – intenzivní chov ryb spojený s pěstováním rostlin. Strana 97 – 105 v Kouřil J, Polícar T, editoři. Konference Potenciál recirkulačních akvakulturních systémů (RAS) pro české produkční rybnářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod. Vodňany.
- Murray AG, Ives SC, Smith RJ, Moriarty M. 2021. A preliminary assessment of indirect impacts on aquaculture species health and welfare in Scotland during COVID-19 lockdown. *Veterinary and Animal Science* 11.
- MZe. 2011. Opakovaná evaluace komunikační kampaně na podporu spotřeby sladkovodních ryb a výrobků z nich v ČR - RYBA DOMÁCÍ a zajištění šetření postojů a informovanosti cílových skupin formou výzkumu veřejného mínění. Ipsos Tambor pro Ministerstvo zemědělství. Praha.
- MZe. 2013. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu na období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2024. Ministerstvo zemědělství. Praha. verze duben 2013. Dostupné http://eagri.cz/public/web/file/225271/AKV_VICELETY_STRATEGICKY_PLAN_schvaleno_PM_20130430.pdf
- MZe. 2014. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu na období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2024. Ministerstvo zemědělství. Praha. verze září 2014. Dostupné http://eagri.cz/public/web/file/342863/VICELETY_STRATEGICKY_PLAN_PRO_AKVAKULTURU_20141027.pdf
- MZe. 2016a. Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030. Ministerstvo zemědělství. Praha. Dostupné http://portal.mze.cz/public/web/file/460683/460659_683669_Strategie_resortu_ministerstva_zemedelstvi_s_vyhledem_do_2030.pdf
- MZe. 2016b. Marketingová studie odvětví akvakultury. Ministerstvo zemědělství. Praha Dostupné http://eagri.cz/public/web/file/484960/Marketingova_studie_odvetvi_akvakultury_final_1.pdf

- MZe. 2017. Situační a výhledové zprávy – Ryby. Ministerstvo zemědělství. Praha. Dostupné <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/rybarstvi/situacni-a-vyhledove-zpravy-ryby/>.
- MZe. 2018. Situační a výhledové zprávy – Ryby. Ministerstvo zemědělství. Praha. Dostupné <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/rybarstvi/situacni-a-vyhledove-zpravy-ryby/>.
- MZe. 2019. Situační a výhledové zprávy – Ryby. Ministerstvo zemědělství. Praha. Dostupné <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/rybarstvi/situacni-a-vyhledove-zpravy-ryby/>.
- MZe. 2020. Situační a výhledové zprávy – Ryby. Ministerstvo zemědělství. Praha. Dostupné <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/rybarstvi/situacni-a-vyhledove-zpravy-ryby/>.
- MZe. 2021. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu pro léta 2021 až 2030 - verze duben 2021. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Nebeský V, Polícar T, Blecha M, Křišťan J, Svačina P. 2016. Trends in import and export of fishery products in the Czech Republic during 2010 – 2015. *Aquaculture International* 24: 1657 - 1663.
- Nekovář D, Jirásek J, Mareš J. 1998. Intenzivní odchov ročka sumce velkého (*Silurus glanis* L.) v recirkulačním systému. Strana 253 – 259 v Kubečka J, editor. III. Ročník České ichtyologické konference. Vodňany.
- North BP, Turnbull JF, Ellis T, Porter MJ, Migaud H, Bron J, Bromage NR. 2006. The impact of stocking density on the welfare of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255: 466 - 479.
- Oberle M. 2015. Studie a činnosti zaměřené na zlepšení marketingu kapra obecného v Bavorsku. Strana 68 – 72 v Polícar T, editor. 3 ročník konference Kapr. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.

- Olaoye OJ, Adegbite DA, Oluwalana EO, Vaughan IO, Odebiyi CO, Adediji AP. 2014. Comparative evaluation of economic benefits of earthen fish ponds and concrete tanks in aquaculture enterprises in Oyo State. *Croatian Journal of Fisheries* 72: 107 – 117.
- Øverli Ø, Pottinger TG, Carrick TR, Øverli E, Winberg S. 2001. Brain monoaminergic activity in rainbow trout selected for high and low stress responsiveness. *Brain. Behaviour and Evolution* 57: 214 - 224.
- Pánek J, Tůma O. 2018. History of the Czech lands. Charles University in Prague, Karolinum Press. Praha.
- Pokorný J, Adámek Z, Dvořák J, Šrámek V. 1998. Pstruhařství. Informatorium. Praha.
- Pokorný J. 2015a. Perspektiva rybníků a malých vodních nádrží v 21. Století. Strana 307 – 309 v Urbánek M, editor. České rybníky a rybářství ve 20. století. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Pokorný J. 2015b. Rybníky v době druhého milénia a jejich exploatace. Strana 25 – 35 v Urbánek M, editor. České rybníky a rybářství ve 20. století. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Pokorný J. 2015c. Výstavba, meliorace, rekultivace a revitalizace rybníků. Strana 166 – 173 v Urbánek M, editor. České rybníky a rybářství ve 20. století. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Polícar T, Stejskal V, Blaha M, Alavi SHM, Kouřil J. 2009a. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). Edice Metodik č. 89. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Polícar T, Drozd B, Kouřil J, Hamáčková J, Alavi SHM, Vavrečka A, Kozák P. 2009b. Současný stav, umělá reprodukce a odchov násadového materiálu parmy obecné

- (*Barbus barbus* L.). Edice Metodik č. 95. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Policar T, Křišťan J, Blecha M, Vaniš J. 2014. Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). Edice Metodik č 141. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Policar T. 2015. Metody a postupy využívané v intenzivní akvakultuře. Strana 62 – 77 v Kouřil J, Policar T, editoři. Konference Potenciál recirkulačních akvakulturních systémů (RAS) pro české produkční rybářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Pottinger TG, Prunet P, Pickering AD. 1992. The effects of confinement stress on circulating prolactin levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in fresh water. *General and Comparative Endocrinology* 88: 454 – 460.
- Pottinger TG, Carrick TR. 2000. Contrasting seasonal modulation of the stress response in male and female rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 56: 667 – 675.
- Randák T, Slavík O. 2015. Úvod. Strana 7 v Randák T, Kouba A, editoři. *Rybářství ve volných vodách*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Rand-Weaver M, Pottinger TG, Sumpter JP. 1993. Plasma somatolactin concentrations in fish are elevated by stress. *Journal of Endocrinology* 138: 509 – 515.
- Regenda J, Matoušková M. 2014. Ekonomická hodnota zahraničního obchodu s rybami v ČR, strana 57 – 62 v Kopp R, editor. *Konference 65 let výuky rybářství na Mendelově univerzitě v Brně*. Brno.
- Reid SG, Bernier NJ, Perry SF. 1998. The adrenergic stress response in fish: control of catecholamine storage and release. *Comparative Biochemistry and Physiology C – Toxicology & Pharmacology* 120: 1 – 27.

- Rokacy JE, Massem MP, Losordo TM. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics – Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center publication 454: 15.
- Ruane NM, Huisman EA, Komen J. 2002. The influence of feeding history on the acute stress response of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 210: 245 – 257.
- Ruane NM, Komen H. 2003. Measuring cortisol in the water as an indicator of stress caused by increased loading density in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 218: 685 – 693.
- Rybářské sdružení ČR. 2020. Dopis na ministra zemědělství ze dne 23. 6. 2020 „Nepříznivé dopady na české produkční rybníkářství v souvislosti s přijetím vládních opatření k nemoci covid-19 v České republice i v zahraničí“. České Budějovice.
- Salz P. 2009. Definition of data collection needs for aquaculture. Reference No. FISH/2006/15 – Lot 6. Part 1. Review of the EU aquaculture sector. Czech Republic. 33 – 37.
- Sampels, S., Levý, E., Mráz, J., Vejsada, P., Zajíc, T. 2014. Předmluva. Strana 15 – 16
Sampels S, Levý E, Mráz J, Vejsada P, Zajíc T, editoři. Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybníkářství a ochrany vod. Vodňany.
- Senten JV, Smith MA, Engle CR. 2020. Impacts of COVID-19 on U.S. aquaculture, aquaponics, and allied businesses. *Journal World Aquaculture Society* 51: 574–577.
- Spooler H, De Rosa G, Hörning B, Wailblinger S, Wemelsfelder F. 2004. Integrating parameters to assess on-farm welfare. *Animal Welfare* 12: 529 - 534.
- Spurný P, Mareš J, Kopp R, Grmela J, Mareš L, Malý O. 2017. Socioekonomická studie sportovního rybníkářství v České republice 2017. Mendelova univerzita v Brně. Brno.

- STECF. 2016. Economic report of the EU aquaculture sector (EWG-16-12). Publications Office of the European Union, Luxembourg, European Commission.
- Stejskal V, Matoušek J, Kouřil J. 2013. Možnosti chovu jiných než lososovitých druhů ryb v recirkulačních systémech využívajících dánskou technologii. Strana 85 – 95 v Mareš J, Lang Š, editoři. Konference Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Stickney RR. 2000. Encyclopedia of Aquaculture. Wiley & Sons, Inc. Texas.
- Strnad Z, Vytečková V, Horáček Z, Nietzscheová J, Sobotka M, Kliková A. 2015. Vodní právo. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Vodňany.
- Subasinghe R, Soto D, Jia J. 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. Reviews in Aquaculture 1: 2 – 9.
- Sumpter JP, Dye HM, Benfey TJ. 1986. The effects of stress on plasma ACTH, ALPHA-MSH, and cortisol levels in salmonid fishes. General and Comparative Endocrinology 62: 377 – 385.
- SVS - Státní veterinární správa. 2020. Databáze – schválené produkční podniky akvakultury. [cit. 2020-10-17]. Dostupné <https://www.svscr.cz/registrovane-subjekty-svs/>.
- Szakolczai J. 1997. Histopathological changes induced by environmental stress in common carp, Japanese coloured carp, European eel, and African catfish. Acta Vet. Hung. 45: 1 – 10.
- Šíma A. 2015. Právo v rybářství. Strana 451 – 485 v Líčko B, Mrňa D, Podlesný M, editoři. Příručka pro rybářské hospodáře. Český rybářský svaz, z.s. Praha.
- Terazi E, Şenel S. 2011. The effects of the global financial crisis on the central and eastern European Union countries. International Journal of Business and Social Science 2(17):186–192.

- Tidwel JH. 2013. Aquaculture Production Systems. Wiley-Blackwell. Ames. Iowa.
- Tintos A, Miguez JM, Mancera JM, Soengas JL. 2006. Development of a microtitre plate indirect ELISA for measuring cortisol in teleosts, and evaluation of stress responses in rainbow trout and gilthead sea bream. *Journal of Fish Biology* 68: 251 – 263.
- Timmons MB, Ebeling JM. 2013: Recirculating Aquaculture. Third Edition, Aquacultural Engineering Society.
- Turnbull JF, Bell A, Adams C, Bron J, Huntingford F. 2005. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture* 243: 121 - 132.
- Urbánek M. 2009. Vliv přikrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů [Autoreferát k doktorské disertační práci]. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, Zemědělská fakulta. České Budějovice.
- Vachta R. 2015. Ekonomika provozu a návratnost investic recirkulačních objektů. Strana 83 – 90 v Urbánek M, editor. Konference Chov ryb a kvalita vody III. Rybářské sdružení České republiky. České Budějovice.
- Vavrečka A. 2008. Reprodukce parmy obecné (*Barbus barbus* L.) v kontrolovaných podmínkách [Diplomová práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Vavrečka A. 2009. Reprodukce parmy obecné (*Barbus barbus* L.). *Rybářství* 1/2009: 40 – 42.
- Vavrečka A, Polícar T, Kouřil J, Vaniš J. 2010. Reprodukce parmy obecné (*Barbus barbus* L.) v kontrolovaných podmínkách. *Bulletin VÚRH Vodňany. Vodňany*. 46 (3): 21 – 36.

- Villas-Boas SG, Roessner U, Hansen MAE, Semedsgaard J, Nielsen J. 2007. Metabolome Analysis: An Introduction. John Wiley & Sons. Oxford. Dostupné http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9780470105504_sample_379129.pdf.
- Vítek T, Kopp R, Lang Š, Brabec T, Mareš J. 2011. Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízení pro intenzivní chov ryb dánského typu. metodika R01/2011. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Voříšková J. 2001. Etologie hospodářských zvířat. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice.
- Waiho K, Fazhan H, Ishak SD, Kasan NA, Liew HJ, Norainy MH, Ikhwanuddin M. 2020. Potential impacts of COVID-19 on the aquaculture sector of Malaysia and its coping strategies. Aquaculture Reports 18.
- Yakubu AF, Nwogu NA, Apochi JO, Olaji ED, Adams TE. 2014. Economic Profitability of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757) in Semi Flow through Culture System. Journal of Aquatic Science 1 (2): 1 - 4.
- Yuan Y, Dai Y, Gong Y. 2017. Economic profitability of tilapia farming in China. Aquaculture International 25: 1253 - 1265.

Dotazníkové šetření

Welfare ryb v rybniční akvakultuře.

U každého dotazu zvolte vždy jednu či více odpovědí z předložených možností a to zaškrtnutím (zakroužkováním) příslušného písmene. Ke každé otázce podejte ke své volbě slovní vysvětlení. Žádáme o zodpovězení všech dotazů v dotazníku.

1. Jaká z možností dle Vás správně definuje pojem welfare ryb:

- a) Pojem welfare ryb je označován jako životní pohoda a pohodlí a spočívá v zajišťování nerušeného přirozeného druhového chování přizpůsobeného průběhu životních pochodů ryb.
- b) Pojem welfare ryb je označován jako pocit pohody spočívající v umožnění produkovat požadovanou užítkovost ve zdravém prostředí.
- c) Pojem welfare je složitý a lze ho těžké definovat, ale existuje obecná shoda, že jediný parametr nemůže přesně posoudit welfare ryb.
- d) Pojem welfare definuji jiným způsobem: *(uvedte jak)*

Komentář (vysvětlení):

2. Je pro české rybářství welfare ryb otázkou k udržení konkurenceschopnosti tohoto tradičního odvětví:

- a) Ano
- b) Částečně ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

Vysvětlení zvolené odpovědi:

3. Existuje zřetelný vztah mezi postupy rybniční akvakultury a welfare:

- a) Dobré životní podmínky chovu ryb vedou k produkci ryb prémiové kvality, ale také posiluje důvěru spotřebitelů v zásobování potravinami.
- b) Při maximální šetrnosti (při manipulaci, přepravě atd.) a dodržování vhodných podmínek lze snížit ztráty na rybách a lze předejít ekonomickým ztrátám.
- c) V rybniční akvakultuře již není prostor pro zavádění postupů zlepšující welfare ryb.
- d) Mám jiný názor: *(uvedte jaký)*

Komentář (vysvětlení):

4. Stres u ryb prokazatelně ovlivňuje welfare ryb. Zaškrtněte, v jakých situacích v rybníční akvakultuře dochází k zhoršení welfare ryb:

- a) Období výlovu rybníka.
- b) Manipulace a transport ryb.
- c) Sádkování ryb.
- d) Poloumělý, umělý výtěr.
- e) Přirozená reprodukce.
- f) Krmení ryb.

Komentář (vysvětlení):

5. Je v metodách odchovu kapra obecného (*Cyprinus Carpio* L.) zohledněn welfare z pohledu nasazované obsádky, krmení hnojení aj.:

- a) Ano
- b) Částečně ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

Vysvětlení zvolené odpovědi:

6. Produkce kapra je v rybnících založená na přirozené potravě (zooplankton, bentos) doplňované jen obilovinami jako energetickým zdrojem. Považujete ve srovnání s rybami odkrmovanými intenzivně krmnými směsmi v intenzivních chovech ryb, chov kapra v rybnících za chov splňující podmínky pro welfare:

- a) Ano
- b) Částečně ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

Vysvětlení zvolené odpovědi:

7. Je v současných postupech chovu kapra obecného v rybniční akvakultuře prostor šetrným způsobem a dodržováním základních pravidel snížit ztráty na rybách a minimalizovat stres vedoucí k lepšímu welfare ryb:

- a) Ano
- b) Částečně ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

Vysvětlení zvolené odpovědi:

8. Lze modernizací rybářského vybavení v podnicích akvakultury dosáhnout zlepšení welfare ryb:

- a) Ano, modernější vybavení podniků akvakultury zajistí lepší podmínky pro chov, transport a jiné postupy v chovu a tím dojde k zlepšení welfare.
- b) Částečně ano. Modernějším vybavením podniků akvakultury bude docházet ke zlepšení welfare ale zároveň bude nutné minimalizovat manipulaci a minimalizovat stres v postupech chovu kapra obecného v rybniční akvakultuře.
- c) Spíše ne. Modernějším vybavením podniků akvakultury bude sice docházet ke zlepšení welfare, ale nedojde k úplnému potlačení stresu.
- d) Ne, modernější vybavení podniků akvakultury nebude mít vliv na zlepšení welfare.

Vysvětlení zvolené odpovědi: