

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybnářství a ochrany vod
Ústav akvakultury

Diplomová práce

Vliv výživy kapra obecného (*Cyprinus carpio* *L.*) na změnu kvality masa

Autor: Bc. Petr Janoušek

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. František Vácha, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybnářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 2.

České Budějovice, 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Petr JANOUŠEK
Osobní číslo: V10N008P
Studijní program: N4103 Zootechnika
Studijní obor: Rybářství
Název tématu: Vliv výživy kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) na změnu kvality masa.
Zadávající katedra: Ústav akvakultury

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

Cílem práce je, na základě laboratorních rozborů jednotlivých parametrů, provést zhodnocení chovatelských zásahů, současných způsobů a metod používaných v rybářských podnicích.

V návaznosti na zpracovanou bakalářskou práci pojednávající o faktorech různých potravních zdrojů ovlivňujících kvalitativní vlastnosti masa kapra rozšířit hodnocení o více diverzifikované potravní spektrum. Pro práci využít rozborů ryb pocházejících i z okolních zemí - Polsko, Maďarsko, Rumunsko, Srbsko..

Na základě různých druhů krmiv (přikrmovaných obilovin) používaných při odchovu tržního kapra budou stanoveny hodnoty textury masa a zastoupení polynenasycených mastných kyselin ve svalovině ryb.

Kvalitativní hodnoty budou doplněny o senzorecké hodnocení se záměrem vyhodnotit vlivy na které mohou pozitivně nebo negativně reagovat spotřebitelé při konzumaci ryb.

Výsledky práce budou vyhodnoceny statistickými testy průkaznosti rozdílů.

Práce by měla přispět k bližšímu poznání postupů produkce a zejména přinést poznání k zabezpečení dobré a vyrovnané kvality masa tržního kapra.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 tabulek a grafů
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

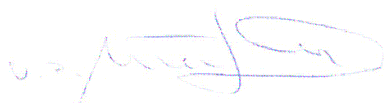
Seznam odborné literatury:

- Tacon, A.G. J.: European Aquaculture. Trends and Outlook; FAO/GLOBEFISH Research Programme, Vol. 46, 1996, Rome, FAO, 205 s.
- Svennevig, N., Krogdahl, A.: Quality in Aquaculture; European Aquaculture Society, 1995, 420 s.
- Rudiger, J.: The Markets for Freshwater Fish in Europe. FAO/GLOBEFISH Research Programme, Vol. 49, 1998, Rome, FAO, 56 s.
- Purdom, C. E.: Genetics and fish breeding. Chapman and Hall, London. Rep.edition, 1995, London, 277 s.
- Vácha, F.: Zpracování ryb, skriptum JU ZF Č. Budějovice 2000, 104 s.
- Velíšek, J.: Chemie potravin. OSSIS Tábor, 2002, soubor 3 knih.
- Roerbaek, K., Jensen, B. Mathiasen K. (1993). Oxidation and aroma in fish oil. In: G. Lambertsen (ed.) Proceedings of the 17 Nordic symposium on lipids, Imatra, Sf. Lipidforum, Bergen, Norway, 175.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. František Vácha, CSc.
Ústav akvakultury

Datum zadání diplomové práce: 30. listopadu 2010

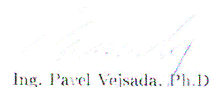
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012



prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.

děkan

UNIVERSITÁ PRAHA
VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
FAKULTA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
PRAHA
602 00 Věžeň (3)



Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 4. 5. 2012

Podpis

Poděkování

Především bych rád poděkoval doc. Ing. Františku Váchovi, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Vejsadovi, Ph.D. a Ing. Janu Másílkovi za odbornou pomoc při provádění pokusů a za veškerý věnovaný čas. Také bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při studiu a tvorbu potřebného zázemí.

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Literární přehled.....	2
2.1. Výživa ryb.....	2
2.2. Složení rybí svaloviny.....	4
2.2.1. Obsah bílkovin.....	5
2.2.2. Obsah tuku.....	6
2.2.3. Obsah sacharidů.....	9
2.2.4. Obsah minerálních látek.....	9
2.2.5. Obsah vitaminů.....	9
2.2.6. Obsah vody.....	10
2.3. Úpravy krmiv.....	10
2.3.1 Mechanické úpravy.....	10
2.3.1.1 Šrotování.....	10
2.3.1.2 Mačkání.....	11
2.3.2 Tepelné úpravy.....	11
2.4 Textura masa.....	12
2.4.1 Senzorická a instrumentální analýza.....	12
2.4.2 Měření profilu textury analyzátozem TA.XT Plus.....	16
2.4.3 Typy sond.....	17
3. Materiál a metodika.....	19
3.1 Rybníky.....	19
3.2 Sádky.....	19
3.3 Kapři z vybraných zemí Evropy.....	20

3.4 Příprava vzorků svaloviny a měření.....	20
3.5 Senzorické hodnocení.....	22
3.6 Hodnocení výsledků.....	22
4. Výsledky.....	23
4.1 Rybníky.....	23
4.1.1 Vliv krmeného triticales na texturní vlastnosti.....	24
4.2 Sádky.....	28
4.2.1 Texturní vlastnosti vzorků ryb ze sádek.....	29
4.2.2 Senzorické hodnocení.....	33
4.3 Vzorky ryb ze zahraničí.....	34
4.4 Obsah polynenasycených mastných kyselin.....	38
4.5 Texturní vlastnosti v jednotlivých státech.....	39
5. Diskuze.....	40
6. Závěr.....	42
7. Použitá literatura.....	43

1.Úvod

Je jasné, že kapr si nepodrobuje většinu evropského trhu, ale má význam pouze v tradičních regionech. Uvnitř těchto regionů však nachází stabilní pozici, která je pevná v důsledku dlouhodobého vývoje. Produkce kapra v ČR si v Evropě svojí odlišností od evropské akvakultury udržuje svoji dobrou tvář a dlouhodobou tradici. Díky těmto rozdílům je považován chov kapra za vysoce významnou část akvakultury (Adámek et al., 2009).

Odborníci na lidskou výživu doporučují pro dospělého člověka dvě porce ryb či rybích výrobků týdně jako zdroj specifických, výživově potřebných mastných kyselin, které jsou složkami tuků a dalších lipidů. Tyto mastné kyseliny se podílejí zejména na prevenci onemocnění oběhového systému (Engler a Engler, 2006), ale mají i řadu dalších zdravotně příznivých účinků (Narayan et al., 2006).

Doporučuje se konzumace zvláště tučných ryb, narozdíl od nežádoucí spotřeby tuku jatečných zvířat. Dalším důvodem pro spotřebu ryb je vysoký obsah hodnotných a dobře stravitelných bílkovin. Tato výživová doporučení spotřebitelé spojují především s konzumací ryb mořských, zatímco složení lipidů sladkovodních ryb je přehlíženo (Ackman, 2000).

2. Literární přehled

2.1 Výživa ryb

Potrava zajišťuje všechny energetické potřeby organismu ryb, včetně růstu a rozmnožování. Zdroje a organismy, které mohou ryby využívat jako potravu, jsou velmi různorodé – rostlinného i živočišného původu, vodní i suchozemské, velmi malé až mikroskopické, i velké několik desítek až stovek milimetrů. Potravní zdroje ryb rozdělujeme na základě jejich původu, určitých společných vlastností a znaků do několik skupin. Rasy a rozsivky označujeme jako fytoplankton, prvoky, vířníky, buchanky jako zooplankton. Organismy žijící ve dně nebo na dně jako bentos. Hlavní součástí pentosu jsou různé larvy hmyzu – pakomáři, jepice, pošvatky, vážky, vodní měkkýši, červi aj. Rostliny mohou být využívány některými druhy ryb rovněž jako potrava. Jako nálet označujeme většinou potravu suchozemského původu – úlomky rostlin a hlavně suchozemský hmyz, který spadl na vodní hladinu a je rybami sbírán. Ale i samotné ryby a jejich produkty (jikry), raci a někteří vodní i suchozemští obratlovci mohou sloužit jako potrava dravým druhům ryb (Jeroch et al., 2006).

Nutriční požadavky, trávení a růst jsou značně odlišné ve srovnání s vyššími obratlovci. Ryby středních a severních zeměpisných šířek se živí převážně lehce stravitelnou bílkovinnou potravou, rostlinná potrava je většinou nouzová a vede ke snížení růstové rychlosti (Spurný, 2000).

Ryby vyžadují stejné živiny jako teplokrevná zvířata, ale liší se nižší spotřebou energie. Při stanovení potřeby živin u chovatelsky významných druhů ryb je třeba vycházet z jejich biologických a potravních zvláštností. Nutriční požadavky se po stránce kvantitativní potřeby živin odlišují u studenomilných karnivorních (lososovitých) ryb a teplomilných omnivorních (kaprovitých) ryb. Požadavky na úroveň výživy a kvalitu krmiv stoupají se zvyšující se intenzitou chovu a s klesající dostupností přirozené potravy. Potřeba živin a energie závisí u ryb na řadě abiotických a biotických faktorů, především na teplotě vody, úrovni nasycení vody kyslíkem, věku a hmotnosti. Juvenilní ryby (plůdek, roček) mají kvalitativně stejné, ale kvantitativně odlišné nutriční požadavky, než starší (adultní) ryby. Vyznačují se vyšší intenzitou metabolismu, což vyžaduje relativně vyšší množství živin na jednotku hmotnosti (Jirásek et al., 2005).

Využívání kompletních krmných směsí při chovu kapra jako hlavní produkované ryby v ČR, je minimální. Tato skutečnost je dána převážně tradičně nízkou intenzitou jeho chovu v rybnících a relativně vysokou cenou nabízených směsí. V rybnících, kde základem produkce je přirozená potrava a přírůstek z krmení je založen na příkrmování obilovinami, nenajde kompletní krmná směs uplatnění. Svou roli hraje i nízká cena obilovin na našem trhu. Přes tyto skutečnosti je v technologii chovu kapra několik možností oprávněného použití krmných směsí. (Mareš et al., 1998).

Přirozená potrava představuje pro kapra poměrně levné, ale přitom vysoce hodnotné krmivo, obsahující všechny živiny a specificky účinné látky ve správném poměru a lehce resorbovatelné formě. V poslední době se však prokázalo, že za optimálních potravních a životních podmínek lze kapry chovat i bez přítomnosti přirozené potravy. Vyžaduje to však použití krmiv vysoké biologické hodnoty a důsledné dodržování stanovené technologie krmení. Na těchto zásadách je založen intenzivní chov kapra v objektech nerybnického typu. V souvislosti s rozdílnou intenzitou chovu kapra rozlišujeme dva pojmy – příkrmování a krmení. V podmínkách rybnického chovu kapra je hospodářsky i ekonomicky výhodné využívat na tvorbu přírůstků co nejvíce přirozenou potravu rybníka a doplňovat ji příkrmováním. Kapr je tedy v rybnících odchováván na bázi přirozené potravy. V závislosti na výši přirozené produkce a stupni použité intenzifikace, zvláště hustotě obsádky, je příkrmován. Příkrmuje se především obilninami, které vysokým obsahem glycidů kryjí energetické požadavky kaprů. Bílkoviny obsažené v přirozené potravě se přitom mohou lépe využít na přírůstek (Čítek et al., 1998).

V chovu kapra používáme převážně jadrná krmiva. Význam mají zejména taková, která jsou k dispozici v potřebném množství a jsou ekonomicky výhodná. Používají se především obilniny nebo krmné směsi, složené z obilných šrotů, pokrutin, extrahovaných šrotů, luštěnin, úsušků píce, zčásti z krmiv živočišného původu a z různých doplňků. Při současné intenzitě příkrmování se podílejí na celkové spotřebě krmiv asi ze 60 – 70 % obilniny v čisté formě, zbytek tvoří krmné směsi. Malý podíl tvoří krmiva z výskytu, tj. krmiva získávaná z místních zdrojů, např. různé odpady po čištění obilí, jetelovin apod (Čítek et al., 1998).

2.2 Složení rybí svaloviny

Rybí maso je lehké a snadno stravitelné, obsahuje bílkoviny s celým spektrem aminokyselin, včetně esenciálních, které jsou nutné k řadě elementárních procesů např. k růstu a obnově buněk. V rybím mase je velmi příznivé složení jednotlivých mastných kyselin, dále vitamin D, vitamin A, vitamin B₁₂ a řada důležitých prvků : vápník, fosfor, jód a železo (Ingr I., 1996).

Na chemické složení rybí svaloviny má vliv mnoho intravitálně působících faktorů, z nichž nejvýznamnější je druh ryby, její výživa, věk, pohlaví, stadium pohlavního cyklu, dále pak prostředí, ve kterém ryba žije a další (Vácha a Buchtová, 2005).

Zejména u mořských ryb jsou rozdíly v chemickém složení velmi těsně spojeny s příjmem potravy, způsobem potravy a pohlavních změnách v závislosti na výtěru. Podle vlivu podmínek vnějšího prostředí (nedostatek dostupné potravy) nebo z fyziologických důvodů (migrace a výtěr) mohou ryby procházet obdobím hladovění. Výtěr vyžaduje vysoké zásoby energie. Tyto energetické zásoby jsou obvykle ve formě lipidů. Některé druhy ryb, které mají dlouhé období migrace před dosažením místa k výtěru v řekách mohou, vedle využívání lipidů také využívat bílkoviny. To pak ale vede k celkovému vyčerpání biologických rezerv organismu. Během období migrace navíc většina druhů ryb nepřijímá potravu a tak není schopna doplňovat energii. U některých druhů ryb se po výtěru obnovuje příjem potravy a ryby cestují do míst s dostatečnými potravními zdroji. Během období bohatého příjmu potravy se nejprve obnovují zásoby proteinů ve svalové tkáni v závislosti na stupni vyčerpání během migrace. Potom se rychle obnovuje obsah lipidů. (Vácha, 2000).

Nejpodstatnější vliv na chemické složení těla má složení krmiva. Chovatel ryb má zájem na tom, aby ryba rostla co nejrychleji při minimálních nákladech na krmivo, protože krmivo představuje největší část nákladů (až 65%) při odchovu ryb v akvakultuře. Růstový potenciál je nejvyšší, jsou-li ryby odkrmovány dietou s vysokým obsahem proteinů obsahujících dobře balancované zastoupení aminokyselin a vysokým obsahem lipidů ke krytí energetických nároků. Základní metabolická úvaha je odvozena od hranice kolik lipidů může být metabolizováno ve vztahu k proteinům. Protože proteiny jsou daleko dražším krmným komplementem

než lipidy, je vynakládáno velké úsilí na poznání toho, kolik proteinů může být lipidy zastoupeno (Vácha, 2000).

2.2.1 Obsah bílkovin

Bílkoviny rybího masa jsou považovány za plnohodnotné, neboť obsahují všechny esenciální aminokyseliny, a to ve velmi vyváženém příznivém poměru. Obsah bílkovin kolísá v rybí svalovině nejčastěji v rozmezí 15 – 20 %. U některých druhů ryb jsou však zjišťovány obsahy bílkovin ve svalovině nižší, a to i pod 15 % (úhoř říční) nebo vyšší než 20 % (tuňák obecný). Rybí maso obsahuje jen velmi málo pojivových bílkovin a bílkovina elastin v něm není obsažena vůbec. Tato skutečnost je příčinou snadné a rychlé kulinární úpravy masa. Bílkoviny rybího masa jsou navíc lidským organismem velmi dobře stravitelné a využitelné (Vácha a Buchtová, 2005).

Vácha (2000) rozděluje proteiny do tří skupin :

1. Strukturální proteiny – (aktin, myozin, tropomyozin a aktomyozin), které tvoří 70 – 80 % celkového obsahu proteinů. U savců je tento podíl 40 %. Tyto proteiny jsou rozpustné v neutrálních roztocích solí s vysokou iontovou silou ($\geq 0,5$ M).

Strukturální proteiny tvoří kompaktní aparát umožňující svalový pohyb. Aminokyselinové složení je přibližně stejné jako v odpovídajících proteinech svaloviny savců, ačkoli fyzikální vlastnosti se mohou lišit.

2. Sarkoplazmatické proteiny – (myoalbumin, globulin a enzymy), které jsou rozpustné v neutrálních roztocích solí nízké iontové síly ($\square 0,15$ M). Jejich podíl tvoří 25 – 30 % z celkového obsahu proteinů.

Většina sarkoplazmatických proteinů jsou enzymy účastňující se buněčného metabolismu jako je anaerobní energetická konverze od glykogenu k adenosin trifosfátu (ATP). Pokud jsou orgány uvnitř svalových buněk narušeny mohou tyto proteinové frakce také obsahovat metabolické enzymy lokalizované uvnitř endoplazmatického retikula, mitochondrií a lysozomů.

3. Proteiny pojivých tkání (kolagen) tvoří přibližně 3 % proteinů u kostnatých ryb a kolem 10 % u chrupavčitých ryb. U savců tvoří 17 %.

Chemické a fyzikální vlastnosti proteinů pojivových tkání jsou v různých tkáních (kůže, vzduchový měchýř a svalové povázky ve svalovině) různé. Obecně fibrily

kolagenu tvoří jemnou síťovou strukturu s odlišným uspořádáním v různých pojivových tkáních a připomínají uspořádání vyskytující se u savců. Kolagen u ryb je mnohem termolabilnější a obsahuje méně vazebných míst než kolagen teplokrevných obratlovců.

2.2.2 Obsah tuku

Rybí tuky patří co do obsahu k nejproměnlivějším složkám rybí svaloviny. Na jejich přítomnost v tělních tkáních má vliv řada výše uvedených intravitálně působících faktorů. U většiny druhů ryb je tuk přítomný v různém množství ve svalové tkáni a také lokálně uložený pod kůží a ve vnitřnostech. Některé druhy ryb mají tuk soustředěn v játrech, která jsou velká a slouží jako zásobárna energie. K takovým druhům ryb patří například treskovité ryby, jejichž játra obsahují 40 – 65 % tuku, zatímco jejich svalová tkáň je na tuk poměrně chudá (Buchtová, 2001).

Obsah tuku v těle i ve svalovině se zvětšováním tělesné hmotnosti zvyšuje a je spojen s poklesem obsahu vody. To je obecně platným pravidlem u živých organismů a je to přímým důsledkem zvyšujících se možností tvorby tukových depozit stoupajícím věkem. Existuje rovněž vliv vztahu velikost/růst při němž je různý obsah tuku u ryb stejného věku a různé velikosti. Platí, že jestliže je stimulován růst v určitém stádiu vývoje, jak u mladých, tak u tržních ryb, je doprovodným efektem zvýšení obsahu tuku v těle i ve svalovině. Krmivo je hlavním faktorem ovlivňujícím obsah tuku v těle (Vácha, 2000).

Kalač a Špička (2006) rozdělují lipidy ryb na neutrální (tvořené jednoduchými lipidy, především triacylglyceroly a vosky) a polární (tvořené složenými lipidy, především fosfolipidy).

Vácha a Buchtová (2005) uvádějí, že rybí tuky patří mezi vysoce specifické výživové složky ryb. Tato specifická spočívá v tom, že na rozdíl od tuků teplokrevných zvířat mají charakteristické uspořádání uhlíkových řetězců mastných kyselin. Tyto mastné kyseliny jsou označovány jako kyseliny řady n-3 (dříve se označovaly jako omega-3), a to podle umístění první dvojné vazby, která se nachází na třetím uhlíkovém atomu od methylového konce kyseliny. Základní kyselinou řady n-3 je kyselina alfa-linolenová, kterou si dokáží syntetizovat pouze rostliny. Pro člověka, podobně jako i pro ostatní živočichy, je kyselina alfa-linolenová nepostradatelnou exogenní, tj. esenciální složkou potravy. Tato základní kyselina řady n-3 se v organismu postupně enzymově metabolizuje (elongace a denaturace

uhlíkového řetězce) ve vyšší a výše nenasycené mastné kyseliny, které mají ve svých řetězcích rostoucí počet dvojných vazeb a uhlíkových atomů. Biologicky zvláště cenné jsou zejména: kyselina eikosapentaenová-EPA (20:5) a kyselina dokosaheptaenová-DHA (22:6).

Lipidy u ryb se liší od lipidů savců. Hlavní rozdíl je v tom, že lipidy ryb obsahují až 40% mastných kyselin s dlouhým řetězcem o 14 až 22 atomech uhlíku, které jsou vysoce nenasycené. Tuk savců zřídka obsahuje více než dvě dvojně vazby v jedné molekule tuku, zatímco depotní tuk ryb obsahuje několik mastných kyselin s pěti nebo šesti dvojnými vazbami. Procento polynenasycených mastných kyselin (PUFA) se čtyřmi, pěti nebo šesti dvojnými vazbami je u sladkovodních ryb nižší (kolem 70 % z polynenasycených mastných kyselin lipidů) než u ryb mořských, které vykazují až 88 % podíl těchto kyselin z polynenasycených mastných kyselin lipidů. Složení lipidů však není fixní, ale mění se v závislosti na kvalitě potravy a ročním období. Krmivo a krmné přídavky zvyšují míru růstu a jsou obecně spojovány se zvyšováním obsahu tuku. Velmi důležitý je poznatek, že vysoce kvalitní krmivo stimuluje růst, zkracuje dobu odchovu a zvyšuje obsah tuku. Pro výživu člověka jsou mastné kyseliny, zejména linolenová (α -linolenová) (ALNA) a linolová (LA) považovány za esenciální. To znamená, že nejsou syntetizovány v organismu. U mořských ryb tyto mastné kyseliny tvoří kolem 2 % celkových lipidů. V porovnání s rostlinnými tuky je to procento malé, avšak rybí tuk obsahuje jiné polynenasycené mastné kyseliny. Tyto mastné kyseliny jsou důležité ve vztahu k zabránění onemocnění koronárního systému (Vejsada, 2008).

Tyto polynenasycené mastné kyseliny mají významnou roli především v prevenci srdečních a cévních onemocnění. Zlepšují srdeční akci a snižují riziko vzniku arytmií, které jsou závažné zejména ve vztahu k onemocnění věnčitých cév srdce. Výrazně snižují riziko vzniku trombů a rozvoj aterosklerotických plátů v cévách. Zlepšují metabolismus lipidů a lipoproteinů a snižují hladinu cholesterolu a triacylglycerolů, a to zejména u osob, u kterých je jejich hladina zvýšena. Snižují riziko zvýšení krevního tlaku a mají značný vliv v prevenci diabetu. Podmínkou dosažení tohoto protektivního efektu polynenasycených mastných kyselin je zařazení 2 - 3 rybích jídel za týden (tj. asi 200 – 300 g ryb/týdně) nebo požití 2 – 3 g rybího oleje za den (Buchtová, 2001).

Tab. č. 1 : Spektrum mastných kyselin v rybím tuku mořských a sladkovodních ryb v procentech (Pokorný, 1996; Velíšek, 1999; Dlouhý a Marhol, 2000)

Mastné kyseliny	Tresčí tuk jaterní	Tuňák	Makrela	Kapr
Myristová	3-5	2,6	7,0	1,7
Palmitová	10-14	19,2	16,2	14,3
Stearová	1-4	4,9	5,7	3,3
Palmitoolejová	6-12	4,3	6,9	12,5
Olejová	19-27	17,2	12,9	30,8
Eikosanová	7-15	3,0	8,0	2,2
Dokosanová	4-13	1,7	11,3	1,7
Linoleová	0,2-1,0	1,8	2,1	3,0
Stearidonová	0,4-2,0	1,5	1,4	-
Linolová	1-2	1,7	1,4	8,5
Eikosapentaenová	8-14	7,0	5,3	4,5
Arachidonová	-	1,8	1,4	4,0
Dokosapentaenová	1,1-3,8	1,2	1,1	1,5
Dokosahexaenová	6-17	14,8	9,4	1,7

Vácha a Buchtová (2005) podle obsahu tuku ryby dělí na:

1. málo tučné (libové) s obsahem tuku ve svalovině do 2 % - ze sladkovodních ryb sem patří např. štika obecná, candát obecný, okoun říční, z mořských ryb pak většina ryb treskovitých
2. středně tučné s obsahem tuku ve svalovině 2 - 10 % - ze sladkovodních ryb to je např. kapr obecný, pstruh, z mořských ryby platýsovitě
3. tučné s obsahem tuku ve svalovině více než 10 % - typickou tučnou sladkovodní rybou je úhoř říční, mezi tučné mořské ryby patří makrely, sledi, sardinky, šproti a také tuňák

2.2.3 Obsah sacharidů

V rybí svalovině je obsaženo nepatrné množství sacharidů. Podle Váchy (2000) 100 g rybí svaloviny obsahuje méně než 0,5 g sacharidů. Buchtová a Vorlová (2001) uvádějí obsah 0,55 g ve 100 g rybí svaloviny.

2.2.4 Obsah minerálních látek

Obsah minerálních látek v požitelném podílu činí asi 1 – 2 %. Jsou obsaženy zejména v kostech a v nich jsou zastoupeny hlavně vápníkem a fosforem. Drobné svalové kůstky jsou v průběhu některých technologických procesů (zejména marinování nebo konzervaci v plechovkových obalech) změkčovány a konzumovány jako součást rybího masa. Stávají se tak pro lidský organismus cenným zdrojem těchto minerálních látek. Mezi polotovary umožňující zvýšit stravu příjem vápníku a fosforu a patří také filety z kaprů s prořezanými svalovými kůstkami, které jsou v dnešní době spotřebitelům běžně nabízeny (Vácha a Buchtová, 2005).

Mořské ryby jsou nejbohatším zdrojem jódu v lidské výživě. Jód je nezbytným mikroelementem pro zdravý vývoj a reprodukci lidí. Při jeho nedostatečném chronickém příjmu se vyvíjí struma, což je zánětlivé hyperplastické zvětšení štítné žlázy (Buchtová, 2001).

2.2.5 Obsah vitaminů

Ryby jsou významným zdrojem lipofilních vitaminů A a D a také některých hydrofilních vitaminů B komplexu. Obsah vitaminu A v rybách a také vodních savcích je mnohem vyšší než v tělech jatečných zvířat a závisí především na výživě ryb a jejich pohlavním cyklu. Bylo prokázáno, že nejvyšší obsah vitaminu A se nachází v rybách v době tření. Vitamin A se ukládá především v játrech. Vitamin D se ukládá především v lipidech svaloviny a jeho hlavním zdrojem jsou tučné mořské ryby jako jsou sledi, makrely a tuňáci. Libová svalovina obsahuje vitaminu D jen velice málo. Z vitaminů skupiny B je v rybách obsažen především vitamin B12, a to zejména ve svalovině sledů a makrel. Tmavě zbarvené maso obsahuje tohoto vitaminu několikanásobně více než bílá svalovina. Tyto dvě mořské ryby a také tuňák a ze sladkovodních ryb pstruh jsou bohatým zdrojem vitaminu B6. Vitamin B2 - riboflavin - je obsažen zejména v tmavé svalovině sledů a makrel. Kyselina pantotenová je obsažena v poměrně značných množstvích ve svalovině sledů a

pstruhů. Tmavá svalovina přitom obsahuje 2 - 3x více tohoto vitamínu než svalovina bílá. V tučných rybách se také nachází značné množství kyseliny nikotinové (Vácha a Buchtová, 2005).

2.2.6 Obsah vody

Rybí maso obecně obsahuje více vody než maso teplokrevných hospodářských zvířat. Obsah vody v rybě kolísá v rozmezí 60 – 80 % a je závislý na obsahu tuku, stadiu pohlavního cyklu a také na anatomickém uložení jednotlivých partií svaloviny v téže rybě. Ryby s libovou svalovinou jako jsou např. ryby treskovité (treska obecná, štikozubec) obsahují ve svalovině až 80 % vody, zatímco ryby tučné jako je např. tuňák obecný nebo náš úhoř říční obsahují ve svalovině jen okolo 65 % vody. Obsah vody v těle se za života ryb obvykle zvyšuje s přibližující se dobou tření (Buchtová, 2001).

2.3 Úpravy krmiv

Úpravou krmiv rozumíme souhrn technologických postupů, jimiž se zvyšuje nutriční hodnota, chutnost a přijatelnost krmiv, zvyšuje se stravitelnost živin a odstraňují se škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti krmiv (Zeman, 2002).

2.3.1 Mechanické úpravy

2.3.1.1 Šrotování

Šrotování krmiv umožňuje zvířatům lepší příjem krmiva, zvyšuje chutnost krmiv a jeho stravitelnost. Stupeň šrotování se řídí druhem krmiva a druhem a stářím zvířat, pro které je krmivo šrotováno. Šrotováním se upravují obilniny, luštěniny, zbytky průmyslu potravinářského, zbytky průmyslu olejnářského (pokrutiny a extrahované šroty) a minerální krmiva. Některá šrotovaná krmiva podléhají rychleji kvalitativním změnám, proto není možné šrotovat do zásoby, např. krmiva s vyšším obsahem tuku. Šrotování krmiv patří k základním operacím při výrobě krmných směsí a provádí se podle technologických zařízení buď před smícháním, nebo po smíchání jednotlivých surovin (Kudrna, 2004).

Účelem je upravit vhodnou velikost soust podle velikosti příkrmovaných ryb. Pro nejmladší plůdek je třeba krmiva jemně šrotovat a podle potřeby prosévát na hustých sítích. Pro odrostlejší ryby můžeme použít již hrubší šrotování. Odrostlým rybám

zkrmujeme zrniny celé. Jemným mletím nebo šrotováním se zlepší stravitelnost, ale neúměrně vzrostou ztráty rozplavením (až na 30 % i více) a vyluhováním (až na 50 %). Rozplavené částice pak také rozkladem zhoršují kvalitu vody. Rozšiřuje se také pouhé mačkání obilovin (Čítek et al., 1998).

2.3.1.2 Mačkání

V současné době se rozšiřuje pouhé mačkání obilovin, kdy je zrno rozmělněno mačkadlem. Principem metody je zmačknutí zrna a narušení jeho povrchové struktury tak, aby se mikroorganismy snadno dostaly do zrna a pomocí svých enzymů obsah zrna natrávily a využily (Zeman, 2002). Mačkadla zrní se skládají ze dvou hladkých válců, otáčející se protichůdně stejnou rychlostí, mezi nimiž se zrno, padající z násypky, rozmačkává (Urbánek, 2009).

2.3.2 Tepelné úpravy

Význam termické úpravy krmiv (Urbánek, 2009):

- omezení obsahu negativního působení škodlivých látek na minimum
- zlepšené využití živin jednotlivých krmiv a snížení ztrát stravitelných živin
- snížení, příp. omezení výskytu nežádoucích mikroorganismů v krmivu
- uplatnění netradičních krmiv

Postupy tepelných úprav (Doležal et al., 2006):

- a) suchý proces – sušení, extruze, mikronizace, expandace, mikrovlnný ohřev, ozařování, toastování, granulace a další;
- b) mokrá proces – extruze, granulace, napařování (paření), vločkování apod.

Pokud použijeme tepelnou úpravu, je třeba si uvědomit, že v krmivech se snižuje přirozený obsah využitelných živin o následující procenta: Ca o 3 %, N látky o 10 %, vitamín A o 20 %, vitamín B1 o 31 %, riboflavin (vitamin B2) o 26 %, kyselina L-askorbová o 56 %, atd. (Zeman, 2002).

Škrob obsažený v obilovinách se po tepelné úpravě (sušením, či expandací) zmazuje a jeho stravitelnost dosahuje až hodnoty 90 % (Mazurkiewicz a Przybyl, 2004).

Urbánek (2009) popisuje suchou extruzi jako proces mačkání materiálu, který je následně protlačován při určité teplotě a působením vysokých tlaků. Nejvhodnější

teplotou při zpracování jadrných krmiv je kolem 120 – 125 °C. Při této teplotě dochází k nejvyšší želatinizaci škrobu.

Zeman (2002) popisuje mokrou extruzi jako protlačování celého nebo šrotovaného zrna přes matrici o určité velikosti otvorů. V případě, že zrno nemá dostatek vlastních tukových složek, je potřeba vyvinout k protlačení přes matrici velký tlak a to je energeticky velmi náročné. Z tohoto důvodu bývá do pracovního válce (se šnekem) zavedeno několik trysek, kterými se dovnitř pod tlakem (asi 200 kPa) vhání „ostrá“ pára. Samozřejmou povinností je provádět kontrolu kvality prováděné extruze. Ovlhčení zrna se pohybuje v rozmezí 22 – 29 % (Doležal et al., 2006).

2.4 Textura masa

Textura masa je důležitý parametr pro sensorické hodnocení a technologické zpracování (Ingr, 2003). Studium textury zahrnuje hodnocení lidskými smysly nebo mechanickými a chemickými prostředky (Tornberg, 1996).

Pokud se při hodnocení textury vychází z několika fyzikálních vjemů, je vhodnější hovořit o „profilu textury“, což naznačuje skupinu souvisejících vlastností (Bourne, 2002).

Textura je velmi široký a obtížně definovatelný pojem. Při hodnocení potravin můžeme vycházet z následujících charakteristik (Cepák et al., 2009):

1. Je to skupina fyzikálních vlastností, které jsou odvozené od struktury potravin.
2. Patří pod mechanickou nebo reologickou skupinu fyzikálních vlastností.
3. Skládá se ze skupiny vlastností, nejen z jedné vlastnosti.
4. Smyslově je textura primárně vnímána pomocí stlačování, převážně v ústech.

Také další části těla se mohou podílet na jejím hodnocení.

5. Není spojená s chemickými smysly chuť a vůně.
6. Objektivní měření se provádí jen pomocí působení hmotnosti, síly, vzdálenosti a času.

2.4.1 Sensorická a instrumentální analýza

Texturu masných výrobků lze hodnotit jak sensoricky tak instrumentálně. Při sensorickém hodnocení se textura posuzuje pohledem, pohmatem a ochutnáváním v dutině ústní. Při ochutnávání v ústech lze rozlišit tři fáze: kousání, žvýkání a

polykání. Lze přitom pozorovat až 20 různých fyzikálních vlastností, které se dělí na mechanické, geometrické a povrchové. Úkolem hodnotitele je kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně vyhodnotit jejich intenzitu (Kvasnička, 2006).

Problémem sensorické analýzy je, že různí lidé mohou hodnotit tentýž vzorek odlišně. Závisí na zkušenostech hodnotitelů, je zdoluhavá a nákladná a proto se dává přednost instrumentálnímu hodnocení. Pro měření textury masných výrobků se běžně používají instrumentální metody, protože znamenají úsporu času, snižují náklady a přinášejí objektivnější výsledky. Každé instrumentální měření však musí korelovat se sensorickým hodnocením. Nejčastější příčinou špatné korelace sensorického a instrumentálního hodnocení bývá špatné provedení sensorického hodnocení, nedostatečná znalost toho, co instrumentální testy skutečně měří, chyba ve vzorkování, heterogenita vzorku. Také přítomnost vlastního tuku a šťávy mají větší vliv na sensorické vnímání než na objektivní hodnocení. To znamená, že šťavnatý výrobek může být sensoricky hodnocen jako měkčí než suchý výrobek, ačkoliv oba vzorky mohou vykazovat stejnou tvrdost měřenou mechanickým testem (Kvasnička, 2006).

Tab. č. 2 : Definice mechanických vlastností textury (Cepák et al., 2009)

Parametry	Fyzikální definice	Senzorická definice	Technika /ČSN ISO 11036/
Základní			
Tuhost	Síla potřebná pro dosažení dané deformace.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby (tuhé látky) nebo mezi jazykem a patrem (polotuhé látky).	Vzorek se vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro a rovnoměrně se skousne či stlačí. Posuzuje se síla potřebná ke stlačení potraviny.
Soudržnost	Míra, do jaké je materiál deformován předtím, než se rozruší. /Síla vnitřních vazeb/ Je-li soudržnost větší než přilnavost, výrobek drží dohromady a nepřilne na měřicí zařízení. Měří se jako podíl práce druhého a prvního stlačení.	Mechanická texturní vlastnost, vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne.	Vzorek se vloží mezi stoličky, stlačí a posuzuje se rozsah deformace před prasknutím.

Viskozita	Rychlost toku na jednotku síly.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k odporu vůči toku. Odpovídá síle potřebné ke stažení tekutiny ze lžice na jazyk nebo k rozetření na podklad.	Lžice obsahující vzorek se vloží těsně před ústa a tekutina se stáhne ze lžice na jazyk. Posuzuje se síla potřebná ke stažení tekutiny na jazyk rovnoměrným způsobem.
Pružnost	Míra, do jaké se deformovaný materiál vrací zpátky do stavu před jeho deformací poté, co byla deformující síla odejmuta. Je to vlastně elastický návrat po odnětí síly stlačení.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k rychlostem návratu stavu po deformujícím působením síly a k stupni, do něhož se deformovaný materiál vrací do původního stavu po zrušení deformující síly.	Vzorek se vloží buď mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně stlačí, zruší se síla a posuzuje stupeň a rychlost návratu do původního stavu.
Přilnavost	Práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potraviny a povrchem dalšího materiálu, se kterým potravina přichází do styku.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle, potřebné k odstranění látky, která lež k ústům nebo k podkladu.	Vzorek se umístí na jazyk, přitlačí na patro a posuzuje se síla potřebná k jeho odstranění jazykem.
Druhotné			
Lámavost (křehkost)	Síla, kterou se materiál láme; je to výsledek vysokého stupně tvrdosti a nízkého stupně soudržnosti.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k síle nezbytné k rozlámání výrobku na drobků nebo kousky.	Vzorek se vloží mezi stoličky a rovnoměrně skousne až se rozdrobí, zlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla, při níž se vzorek rozpadne.
Žvýkatelnost	Energie vynaložená ke žvýkání pevné potraviny na stav vhodný k polykání; je to výsledek tvrdosti, soudržnosti a pružnosti.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k době žvýkání nebo počtu žvýknutí potřebných k rozmělnění tuhého výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává jedním žvýknutím za 1 s silou srovnatelnou s tou, které je potřeba pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5 s. Posuzuje se energie nebo počet žvýknutí, potřebný k úpravě vzorku do stavu, vhodného pro polknutí.
Gumovitost	Energie potřebná k rozrušení polotuhých potravin na stav vhodný pro polknutí, výsledek nízkého stupně tvrdosti a vysokého stupně soudržnosti.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti měkkého výrobku. V ústech se vztahuje na úsilí, potřebné k rozmělnění výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává se jazykem proti patru. Posuzuje se rozsah manipulací, které jsou nezbytné k rozmělnění potraviny.

Pro hodnocení textury masa se nejčastěji používá metoda stříhu dle Warnera - Bratzlera, protože nejlépe koreluje se sensorickým hodnocením křehkosti. Toto zařízení měří sílu (nebo práci) ve stříhu masa definovaných rozměrů. Nejlepším predikátorem křehkosti je síla ve stříhu. Výsledky měření závisí na typu nože, který je buď ve tvaru trojúhelníku nebo čtverce, a na podmínkách analýzy, zejména směru působení síly na svalová vlákna a na rychlosti měření. Při nejpoužívanější konfiguraci je rovina stříhu vedena kolmo na svalová vlákna (Pearson a Dutson, 1999).

Nevýhodou měření dle Warnera - Bratzlera je, že zjištěné hodnoty nejsou výhradně odrazem křehkosti, ale výslednicí více veličin (síla řezání, síla potřebná ke stlačení vzorku při počátečním pronikání vzorkem, napětí v tahu při měření paralelně s vlákny, adheze při stříhání kolmo na svalová vlákna) (Berge *et al.*, 2001).

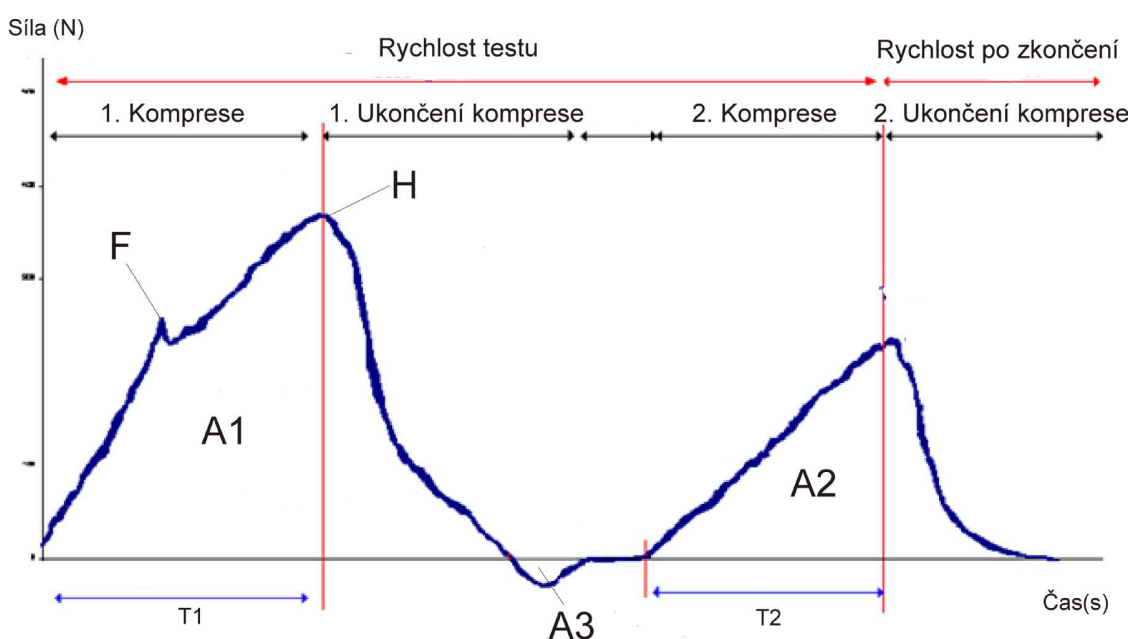
Metoda analýzy profilu textury (TPA - Texture profile analysis) nejlépe koreluje se sensorickým hodnocením (Tornberg, 1996). Data mohou být analyzována a dále zpracována, získá se tím profil textury potraviny. Začátek jejího vývoje spadá do počátku 60. let 20. století, kdy se skupina vědců ze společnosti General Foods pokusila o přesnější identifikaci jednotlivých texturních vlastností potravin. Pomocí této metody se dá získat široká škála konkrétních texturních vlastností, viz. tab. č.1. Některé z nich se však navzájem vylučují, konkrétně žvýkatelnost (definovaná jako energie potřebná na rozmělnění polopevné potraviny do stádia připravenosti na polknutí). Proto by se při publikování výsledků z TPA měla uvádět buď jedna nebo druhá zmíněná vlastnost, ale ne obě najednou (Bourne, 2002).

Analýza texturního profilu hodnotí texturu potravin, přičemž lépe odráží sensorické vlastnosti textury než způsoby hodnocení, které měří jeden vybraný znak. Technika zahrnuje stlačování vzorku v několika cyklech za přesně definovaných podmínek. Tento test stlačování napodobuje žvýkání potraviny a měří sílu vynaloženou na potravinu, napodobující první dvě skousnutí při žvýkání potraviny. Při analýze texturního profilu jsou vzorky stejných rozměrů stlačovány mezi deskami ve dvou cyklech na různou výšku vzorku (Jeleníková, 2003).

2.4.2 Měření profilu textury analyzátozem TA.XT Plus

Přístroj kontinuálně zaznamenává sílu, dráhu a čas za současné deformace materiálu v tahu nebo tlaku. Deformaci vzorku umístěného na základně přístroje provádí pohyblivé rameno s tenzometrem, který zaznamenává působící síly. Do tenzometru v rameni se upevňují sondy a nástavce, stejně tak i na základnu. Průběh měření se zaznamenává prostřednictvím počítačového programu ve formě deformační křivky. Propracovaný počítačový program dovoluje další zpracování, jako je statistické hodnocení záznamů (stanovení maximální, minimální a průměrné hodnoty, směrodatné odchylky, variačního koeficientu sledovaného parametru, atd.), matematické výpočty (označení maxima, minima parametru na křivce, výpočet plochy pod křivkou, stanovení maximální, minimální a průměrné křivky a porovnání ostatních křivek vůči nim, atd.), ukládání záznamů k dalšímu zpracování, a jiné. Tím je uživateli umožněno sledovat měřený materiál za delší časový úsek (Cepák et al., 2009).

Obrázek č. 1: Výsledná křivka TPA (Cepák et al., 2009)



Primární parametry

Křehkost (fracturability) – F, je znázorněna jako první vrchol křivek

Tuhost (hardness) – H, je znázorněna jako nejvyšší vrchol křivek

Soudržnost (cohesiveness) – je to podíl ploch jednotlivých křivek - A_2 / A_1

Přilnavost (adhesiveness) – obsah křivky pod osou - A_3

Elasticita (springiness) – je to podíl jednotlivých časů měření při jednotlivých cyklech - T_2 / T_1

Sekundární parametry

Gumovitost (gumminess) – součin tvrdosti a soudržnosti (pro polotuhé vzorky)

Žvýkatelnost (chewiness) – součin tvrdosti , soudržnosti a elasticity (u tuhých vzorků)

2.4.3 Typy sond

Cepák et al. (2009) dělí typy sond na:

Sondy válcové

Skupina válcových sond s plochým zakončením se vyrábí o průměru od 2 do 75 mm. Válcové sondy se používají k testům masa ryb a jiných hospodářských zvířat, ke zjištění jejich indexu pevnosti a meze tečení, dále i k testování perforace a penetrace gelů, pektinů, jogurtů, margarínu. Penetrační testy měří jak sílu v tlaku, tak ve smyku. Zjišťovány mohou být též vlastnosti jako viskoelastický tok, poddajnost, tlaková relaxace, plasticita či viskozita. Po porovnávání vhodnosti jednotlivých typů sond jsme došli k závěru, že pro měření texturních vlastností u kapra obecného je nejvhodnější sonda typu P 75 při velikosti vzorku 3cm x 3cm. Při této studii jsme si museli uvědomit, že jednotlivé vzorky masa kapra obecného jsou ve stavu nehomogenním (svalové kousky, tzv. ypsilonky). Tento typ sondy působí silou na celý povrch vzorku a tím eliminuje možnou chybu při měření texturních vlastností a případném naražení (zatlačení) do mezisvalových kůstek.

Čepele a nože

Nejčastěji používaným typem těchto sond je Warner - Bratzlerův nůž. Tyto sondy slouží k měření síly ve stříhu u homogenních typů vzorků: sýr, margarín a maso. Pro dobrou publikovatelnost výsledků jsou tyto sondy velmi využívány. Tento typ není možno používat u měření texturních vlastností masa kaprovitých ryb kvůli nehomogennímu stavu masa.

Kramerova cela

V Kramerově cele se simuluje jediné kousnutí, poskytují se informace o vlastnostech potravin, jako jsou křupavost a pevnost. Používá se pro maso, výrobky z ryb a pro malé i velké druhy ovoce a zeleniny. Sonda o 5 nebo 10 čepelích se posouvá při konstantní rychlosti přes vzorek materiálu. Stříhání a extrudování se provádí prostřednictvím štěrbinové základny. Test je proveden na vzorku o definovaném množství. Násobek čepelí poskytuje měření na více místech současně tak, aby místní odchylky textury byly kompenzovány s touto metodou.

3. Materiál a metodika

Cílem práce bylo, na základě laboratorních rozborů jednotlivých parametrů, provést zhodnocení chovatelských zásahů, současných způsobů a metod používaných v rybářských podnicích.

Ryby pro mé měření byly chovány v Nadějské soustavě rybníků patřící pod středisko Lomnice nad Lužnicí a na sádkách pod rybníkem Svět. Oba objekty vlastní Rybářství Třeboň a.s. Rybníky i sádky byly nasazeny množstvím 363 ks K_3 /ha (linie Třeboňský kapr šupinatý, značení TŠ).

Pro měření texturního profilu svaloviny a obsahu polynenasycených mastných kyselin byly použity vzorky kaprů z Polska, Rumunska, Maďarska a Srbska.

3.1 Rybníky

Pro chov kaprů byly použity rybníky Horák (2,2 ha), Baštýř (1,7 ha), Fišmistr (2,8 ha) a Pěšák (2,7 ha). Rybníky jsou napájeny jednotným přítokem vody z výše položeného rybníka Rod (36,1 ha). Použitá krmiva, včetně jejich úprav, jsou uvedena v tabulce (tabulka č. 3). Rybník Horák sloužil jako kontrola. V tomto rybníku měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu.

Tabulka č. 3 : Použitá krmiva na rybnících v Nadějské soustavě

Rybník	Krmivo
Horák	Kontrola - bez příkrmu
Fišmistr	Triticale celé
Baštýř	Triticale celé a tepelná úprava 100°C
Pěšák	Triticale mačkané a tepelná úprava 100°C

3.2 Sádky

V areálu sádek bylo použito pro pokusy 5 sádek. Ve čtyřech sádkách se přikrmovalo triticale, ječmen, žito a pšenice. Všechny obiloviny byly tepelně upravené teplotou 100 °C. V poslední sádce se nepřikrmovalo, protože tato sádka sloužila jako kontrola.

3.3 Kapři z vybraných zemí Evropy

Kapři byli dovezeni z Polska, Rumunska, Maďarska a Srbska. Ryby pocházely z rybníků, kde se přikrmovalo. V následující tabulce (tabulka č. 4) jsou uvedena krmiva, která se používala pro přikrmování.

Tabulka č. 4 : Používaná krmiva v zahraničí

Země	Intenzita chovu	Krmivo	Produkce kg/ha
Polsko	Polointenzivní	Směs obilí (pšenice, ječmen)	800
Rumunsko	Polointenzivní	Pšenice 60 %, kukuřice 40 %	1600
Maďarsko	Polointenzivní	Směs obilí s převahou kukuřice	1000
Srbsko	Polointenzivní	Kukuřice 50 %, pšenice 40 %, ječmen 10 %	1500

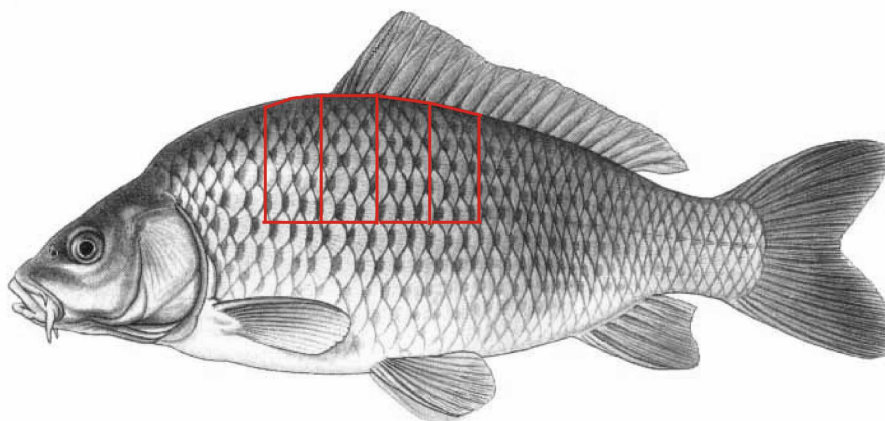
3.4 Příprava vzorků svaloviny a měření

Z každé sledované skupiny bylo pro pokus použito 7 kaprů. Ryby byly usmrceny při dodržování ustanovení zákona na ochranu zvířat proti týrání (č. 246/1992 Sb. ve znění zákona č. 77/2004 Sb.). Následovalo odstranění šupin ruční odšupinovačkou, vykuchání a filetování. U každé ryby byla stanovena výtěžnost (tabulka č. 6), byla zaznamenána teplota (tabulka č. 7) a hodnota pH (tabulka č. 8).

Měření probíhalo na analyzátoru textury TA.XT Plus. Textura byla měřena metodou analýzy texturního profilu (Texture profile analysis – TPA). Tato metoda analýzy texturního profilu patří dnes mezi jednu z nevyužívanějších metod mechanického stanovení texturních vlastností. Technika zahrnuje stlačování vzorku ve dvou cyklech za přesně definovaných podmínek. Tento test stlačování napodobuje žvýkání potraviny a měří sílu vynaloženou na potravinu, napodobují se první dvě skousnutí při žvýkání potraviny.

Použili jsme válcovou sondu typu P75 (75 mm). Z filetu odebereme vzorky z dorzální části před a pod hřbetní ploutví (obr.č. 1). Optimální velikost vzorku je 3cm x 3cm a výška filetu minimálně 0,8 cm. Vzorek vkládáme mezi sondu a pokusný stolek vždy stranou s kůží dolů.

Obrázek č. 2: Místa odběru vzorků (Cepák et al., 2009)



Přístroj pracuje na základě uživatelem zadaného nastavení. Obsluha postupuje podle zvoleného režimu (měření síly nebo dráhy v tahu nebo tlaku), podmínek měření a podle předem nastavených parametrů.

Nastavení a uložení testu (tabulka č. 5) slouží k vytvoření postupu, podle kterého bude prováděno měření určitých vlastností u daného materiálu. Podle typu materiálu je vždy třeba dané parametry testu nastavit tak, aby měření probíhalo bez nějakých výrazných odchylek či poruch.

Tabulka č. 5 : Příklad testu TPA používaného u masa kapra obecného (Cepák et al., 2009)

<i>TA.XT Plus Settings (nastavení)</i>	Value (hodnota)	Unit (jednotky)
<i>Pre-Test Speed (rychlost před stlačením)</i>	5	mm/sec
Test Speed (testovací rychlost při stlačování)	2	mm/sec
Post-Test Speed (rychlost po stlačení)	2	mm/sec
Target Mode (cílový režim)	Strain	
Strain (deformace)	50	%
Time (čas)	5	sec
Trigger Type (druh spouštěcí síly)	Auto (Force)	
Trigger Force (spouštěcí síla)	5	g

Hodnocené parametry analýzy texturního profilu TPA:

Primární parametry

Tuhost (hardness) – H, maximální síla během prvního cyklu komprese [N, kg]

Soudržnost (cohesiveness) – podíl ploch jednotlivých křivek při druhém a prvním stlačení

$$- A_2 / A_1$$

Elasticita (springiness) – je to podíl jednotlivých časů při druhé a první kompresi

$$- T_2 / T_1$$

Sekundární parametry

Žvýkatelnost (chewiness) – tuhost · soudržnost · elasticita

3.5 Senzorické hodnocení

Vzorkovnice se vzorky byly označeny kódovými čísly. Každá vzorkovnice musí obsahovat poměrnou část z trupu přední a střední části bez svaloviny ocasního násadce. Tepelná úprava vzorků v horkovzdušné troubě trvala 20 minut při teplotě 250°C. Organoleptické analýza byla hodnocena s použitím grafických stupnic. Používána byla nestrukturovaná grafická stupnice (hédonická stupnice). Organoleptické hodnocení bylo prováděno v panelu 10 osob v jednom opakování (v 8.30 a v 9.30 h). Pokus byl hodnocen v rozmezí 60 min. Hodnotitelé výsledky zaznamenali do předem připraveného protokolu. Na protokolu byly sledovány čtyři jakostní znaky: vůně, chuť, pachů, konzistence. Ke každému znaku byla předtištěna desetcentimetrová úsečka. Na levém konci byly vždy použity parametry jakosti kladné, na opačném konci záporné. Hodnotitelé označili na úsečce místo, které podle jejich smyslů odpovídá vjemům daných vzorků. Při získání výsledků jsme vycházeli z toho, že vzdálenost od začátku (žádoucí, kladná vlastnost) k označenému místu změříme v mm. Čím bude tato vzdálenost větší, tím bude hodnocení horší.

3.6 Hodnocení výsledků

Pro hodnocení výsledků byly použity programy Microsoft Office Word a Excel 2003 a Statistica 6.1. Hodnoty naměřené texturometrem byly vykresleny do křivek softwermem Texture Exponent. Z těchto křivek byly dopočítány jednotlivé texturní vlastnosti (tuhost, soudržnost, elasticita a žvýkatelnost). Pro zjištění průkaznosti rozdílů v texturních vlastnostech masa v závislosti na druhu předkládaného krmiva byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), $p < 0,05$.

4. Výsledky

4.1 Rybníky

Tabulka č. 5 : Teplota vzorků svaloviny

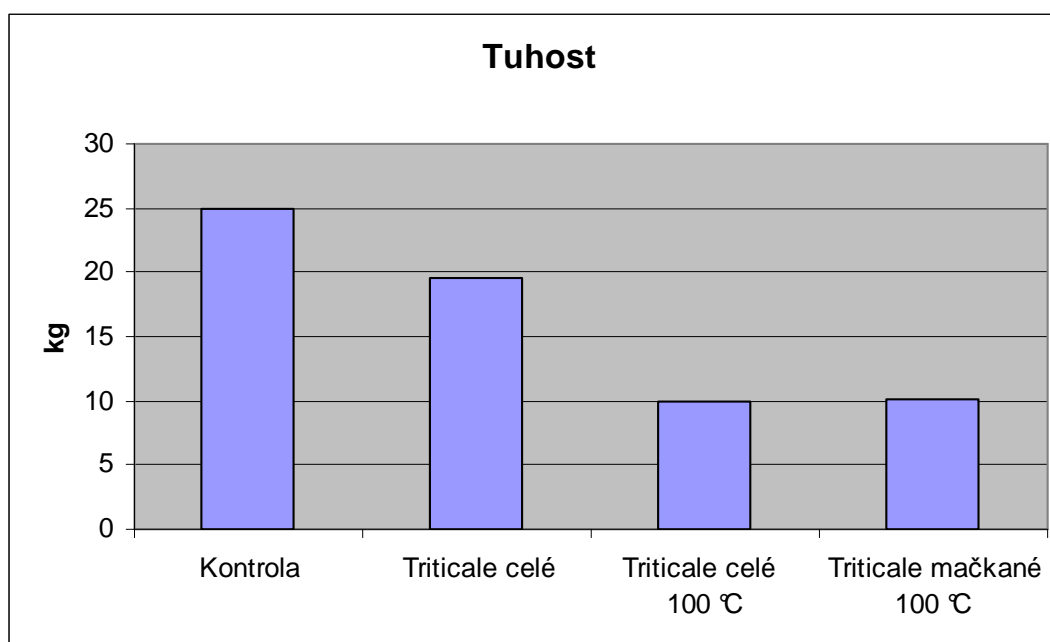
Vzorek	Teplota °C			
	Horák	Fišmistr	Baštýř	Pěšák
1	18,5	17,9	18,9	17,7
2	18,9	18,3	18,3	18,1
3	18,7	18,5	18,4	18,3
4	18,6	18,1	18,6	17,9
5	18,8	18,1	18,5	17,7
6	18,9	17,9	18,3	17,8
7	18,5	17,8	18,6	18,1
Průměr	18,70	18,09	18,51	17,94

Tabulka č. 6 : Hodnoty pH vzorků svaloviny

Vzorek	pH			
	Horák	Fišmistr	Baštýř	Pěšák
1	6,45	6,39	6,43	6,43
2	6,34	6,23	6,34	6,36
3	6,21	6,28	6,27	6,42
4	6,57	6,42	6,22	6,34
5	6,48	6,15	6,47	6,38
6	6,36	6,27	6,36	6,47
7	6,3	6,28	6,29	6,43
Průměr	6,39	6,29	6,34	6,40

4.1.1 Vliv krmeného triticales na texturní vlastnosti

Graf č. 1: Vliv krmeného triticales na tuhost



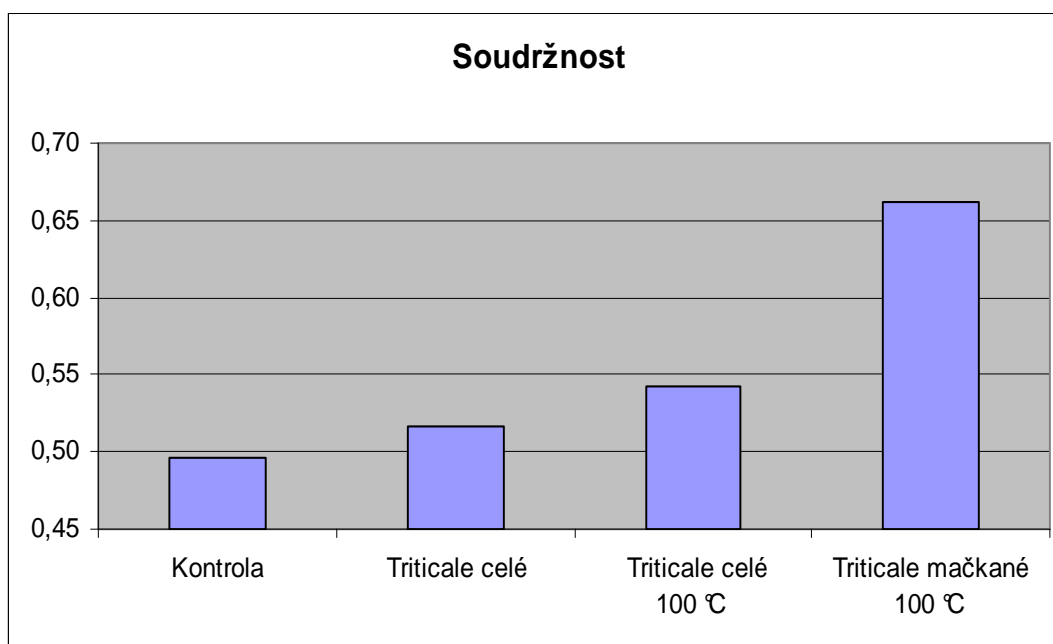
Nejvyšších průměrných hodnot tuhosti bylo naměřeno u kontrolních vzorků (25,008 ± 3,507 kg). Následovaly vzorky ryb, které byly přikrmovány neupraveným triticales (19,530 ± 2,842 kg). Ryby přikrmované tepelně upraveným celým triticales při 100 °C (9,990 ± 1,506 kg) a tepelně upraveným mačkaným triticales při 100 °C (10,031 ± 1,696 kg) vykazovaly podobné hodnoty tuhosti.

Statisticky se významně od kontrolních vzorků lišily všechny vzorky ryb. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi vzorky masa ryb přikrmovaných tepelně upraveným triticales při 100 °C (mačkané i celé) a triticales celé bez jakékoliv úpravy (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 7 : Statisticky průkazné rozdíly tuhosti

Úprava	Úprava	p-value
celé	kontrola	0,027
celé 100 °C	kontrola	0,000
mačkané 100 °C	kontrola	0,000
celé	celé 100 °C	0,000
celé	mačkané 100 °C	0,000
celé 100 °C	mačkané 100 °C	0,969

Graf č. 2: Vliv krmeného triticales na soudržnost



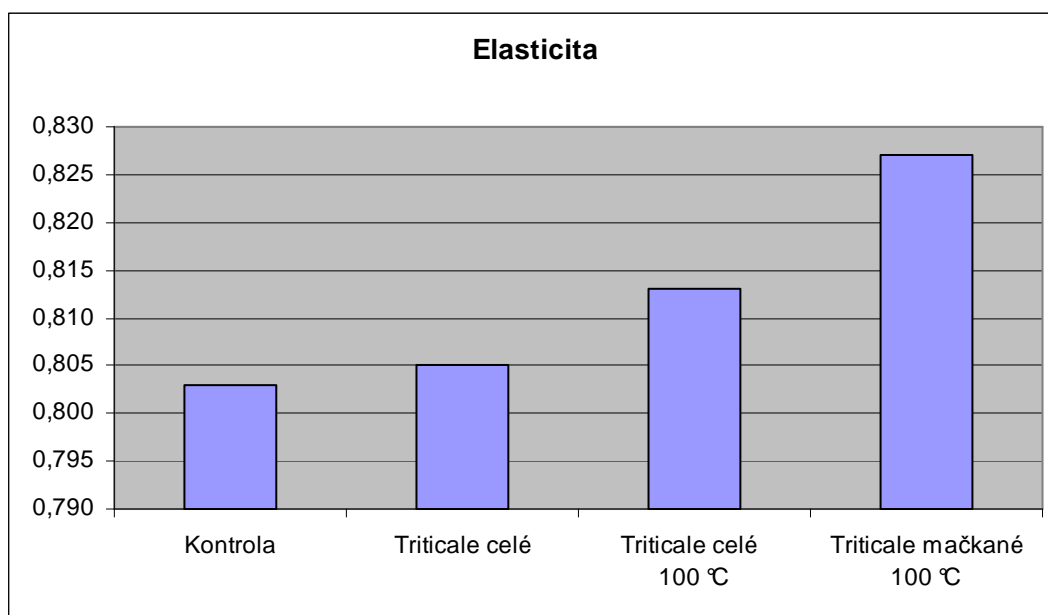
Nejvyšších průměrných hodnot soudržnosti bylo naměřeno u vzorků ryb, které byly přikrmovány mačkaným tepelně upraveným triticales při 100 °C ($0,661 \pm 0,124$). Dále sestupně následovaly vzorky svaloviny ryb, kterým bylo předkládáno tepelně upravené celé triticales při 100 °C ($0,543 \pm 0,079$) a celé ($0,517 \pm 0,048$). Nejnižší hodnoty byly naměřeny u kontrolních vzorků ($0,496 \pm 0,053$).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi kontrolními vzorky ryb a vzorky ryb přikrmovaných triticales mačkaným, tepelně upraveným při 100 °C a mezi triticales mačkaným, tepelně upraveným při 100°C a triticales celým (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 8 : Statisticky průkazné rozdíly soudržnosti

Úprava	Úprava	p-value
celé	Kontrola	0,525
celé 100 °C	Kontrola	0,303
mačkané 100 °C	Kontrola	0,025
celé	celé 100 °C	0,553
celé	mačkané 100 °C	0,041
celé 100 °C	mačkané 100 °C	0,108

Graf č. 3: Vliv krmeného triticales na elasticitu



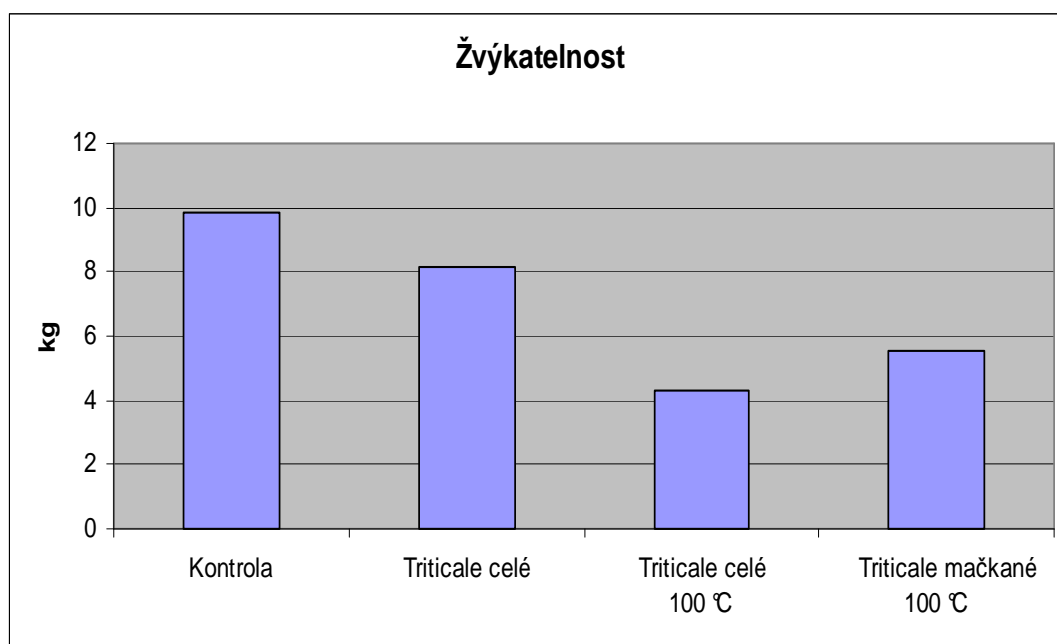
Nejvyšších průměrných hodnot elasticity bylo naměřeno u vzorků ryb příkrmovaných tepelně upraveným mačkaným triticales při 100 °C ($0,827 \pm 0,029$). Poté následovaly sestupnou řadou vzorky ryb, kterým bylo předkládáno tepelně upravené celé triticales při 100 °C ($0,813 \pm 0,028$), celé ($0,805 \pm 0,035$) a kontrolní vzorky ($0,803 \pm 0,045$).

U hodnot elasticity nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 9 : Statisticky průkazné rozdíly elasticity

Úprava	Úprava	p-value
celé	Kontrola	0,950
celé 100 °C	Kontrola	0,688
mačkané 100 °C	Kontrola	0,355
celé	celé 100 °C	0,689
celé	mačkané 100 °C	0,309
celé 100 °C	mačkané 100 °C	0,470

Graf č. 4: Vliv krmeného triticales na žvýkatelnost



Nejvyšších průměrných hodnot žvýkatelnosti bylo naměřeno u ryb, které nebyly přikrmovány (9,858 ± 0,877 kg). Následovaly sestupně vzorky ryb, které byly přikrmovány celým triticales (8,141 ± 1,512 kg) a tepelně upraveným mačkaným při 100 °C (5,564 ± 1,719 kg). Nejnižší hodnoty byly naměřeny u vzorků ryb přikrmovaných tepelně upraveným celým při 100 °C (4,336 ± 0,299 kg).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi kontrolními vzorky a vzorky masa ryb přikrmovaných tepelně upraveným triticales (celé i mačkané). Vzorky připravené z ryb, které byly přikrmovány tepelně upraveným mačkaným a celým triticales se statisticky lišily od vzorků ryb přikrmovaných triticales celým (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 10 : Statisticky průkazné rozdíly žvýkatelnosti

Úprava	Úprava	p-value
celé	kontrola	0,059
celé 100 °C	kontrola	0,000
mačkané 100 °C	kontrola	0,001
celé	celé 100 °C	0,001
celé	mačkané 100 °C	0,036
celé 100 °C	mačkané 100 °C	0,154

4.2 Sádky

Tabulka č. 11 : Teplota vzorků svaloviny

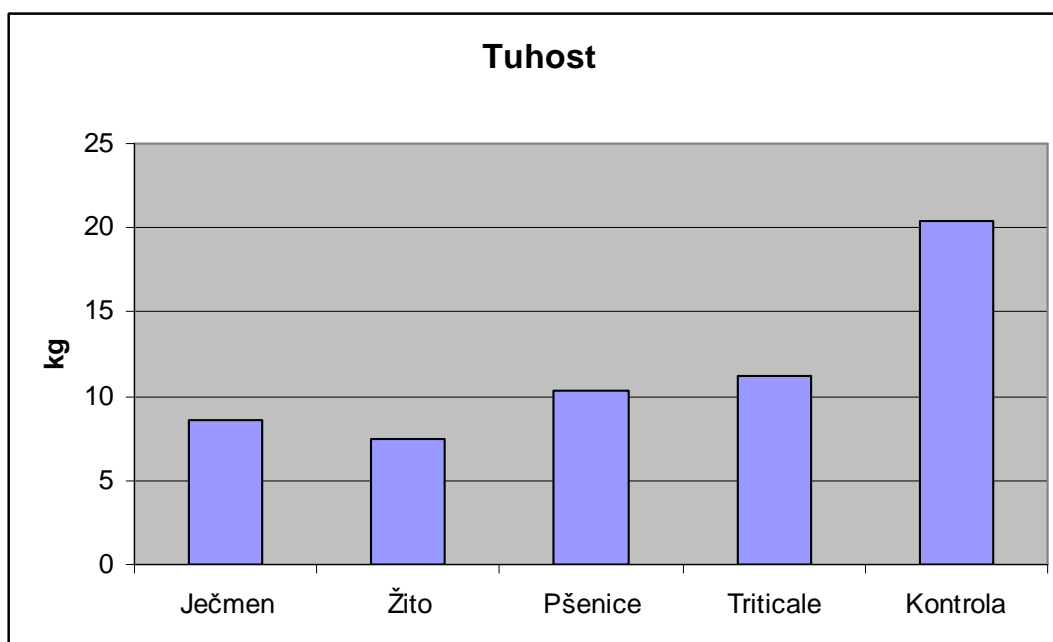
Vzorek	Teplota °C				
	Triticale	Ječmen	Žito	Pšenice	Kontrola
1	18,6	18,7	18,5	18,4	18,6
2	18,4	18,5	18,5	18,6	18,4
3	18,7	18,3	18,7	18,5	18,4
4	18,5	18,4	18,4	18,7	18,6
5	18,4	18,6	18,6	18,8	18,7
6	18,6	18,7	18,5	18,6	18,6
7	18,7	18,6	18,4	18,5	18,4
Průměr	18,56	18,54	18,51	18,59	18,53

Tabulka č. 12 : Hodnoty pH vzorků svaloviny

Vzorek	pH				
	Triticale	Ječmen	Žito	Pšenice	Kontrola
1	6,26	6,18	6,27	6,22	6,28
2	6,23	6,25	6,23	6,21	6,22
3	6,21	6,24	6,18	6,18	6,18
4	6,28	6,28	6,15	6,16	6,25
5	6,23	6,18	6,24	6,22	6,23
6	6,17	6,21	6,16	6,18	6,21
7	6,23	6,18	6,21	6,21	6,18
Průměr	6,23	6,22	6,21	6,20	6,22

4.2.1 Texturní vlastnosti vzorků ryb ze sádek

Graf č. 5: Vliv krmené obiloviny (tepelně upravená při 100 °C) na tuhost



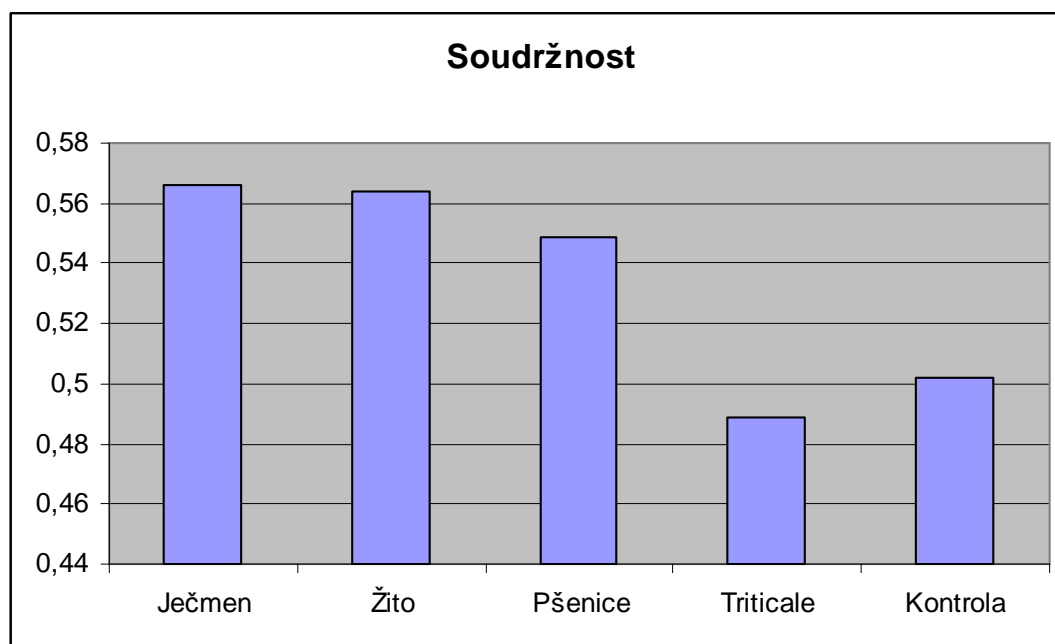
Nejvyšších průměrných hodnot tuhosti bylo naměřeno u vzorků ryb, které nebyly přikrmovány (20,420 ± 1,456 kg). Dále sestupně následovaly vzorky ryb, kterým se předkládalo tepelně upravené triticale při 100 °C (11,198 ± 3,334 kg), pšenice při 100 °C (10,286 ± 1,234 kg), ječmen (8,564 ± 1,532 kg) a žito (7,519 ± 1,993 kg).

Statisticky se významně od kontrolních vzorků lišily vzorky ryb přikrmovaných tepelně upraveným ječmenem, žitem, pšenicí a triticale. Tuhost vzorků ryb přikrmovaných žitem se statisticky lišily od ryb přikrmovaných pšenicí a triticale. Vzorky ryb přikrmovaných ječmenem se lišily od ryb přikrmovaných triticale.

Tabulka č. 13 : Statisticky průkazné rozdíly tuhosti

Úprava	Úprava	p-value
ječmen	kontrola	0,000
žito	kontrola	0,000
pšenice	kontrola	0,000
triticale	kontrola	0,000
ječmen	žito	0,380
ječmen	pšenice	0,086
ječmen	triticale	0,000
žito	pšenice	0,030
žito	triticale	0,000
pšenice	triticale	0,582

Graf č. 6: Vliv krmené obiloviny (tepelně upravená při 100 °C) na soudržnost



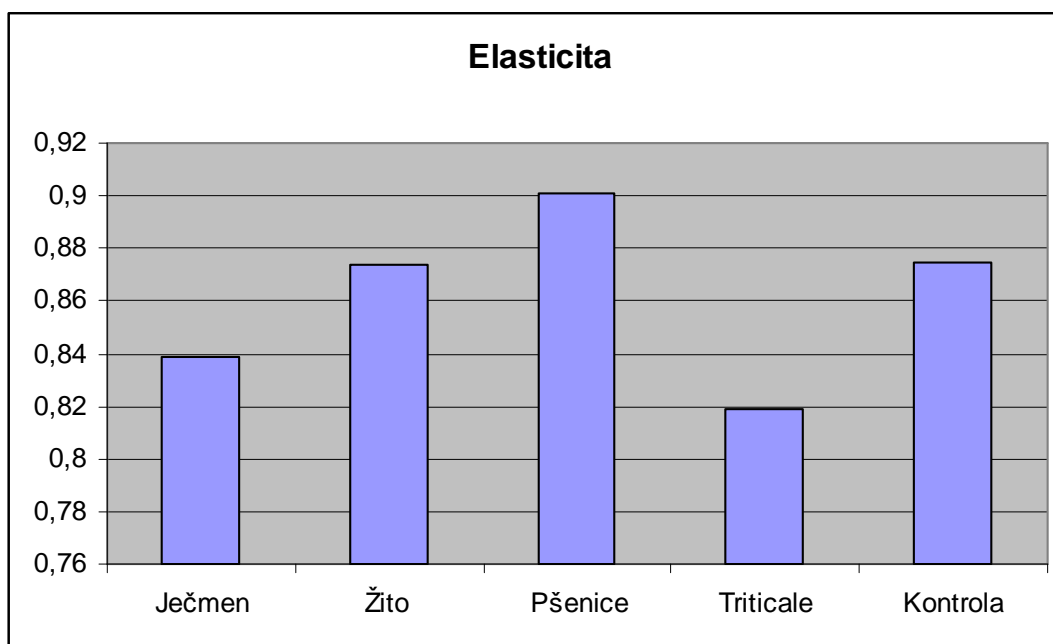
Nejvyšší průměrné hodnoty soudržnosti byly naměřeny u vzorků ryb, které byly přikrmovány tepelně upraveným ječmenem při 100 °C ($0,566 \pm 0,097$). Podobná hodnota bylo naměřena u vzorků ryb přikrmovaných tepelně upraveným žitem při 100 °C ($0,564 \pm 0,052$). Poté následovaly, sestupnou řadou, vzorky ryb přikrmovaných tepelně upravenou pšenicí ($0,549 \pm 0,033$), kontrolní vzorky ($0,502 \pm 0,065$) a tepelně upraveným triticale ($0,489 \pm 0,053$).

U hodnot soudržnosti nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 14 : Statisticky průkazné rozdíly soudržnosti

Úprava	Úprava	p-value
ječmen	kontrola	0,257
žito	kontrola	0,139
pšenice	kontrola	0,191
triticale	kontrola	0,739
ječmen	žito	0,964
ječmen	pšenice	0,719
ječmen	triticale	0,159
žito	pšenice	0,607
žito	triticale	0,056
pšenice	triticale	0,066

Graf č. 7: Vliv krmené obiloviny (tepelně upravená při 100 °C) na elasticitu



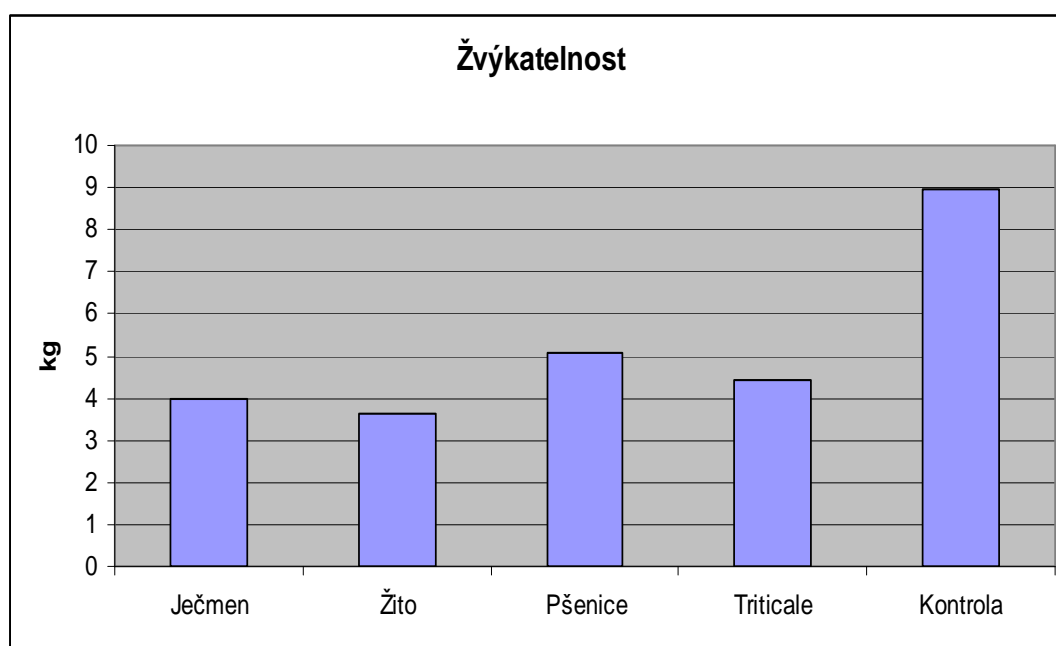
Nejvyšší průměrné hodnoty elasticity byly naměřeny u vzorků ryb, kterým byla předkládána tepelně upravená pšenice při 100 °C ($0,901 \pm 0,039$). Dále následovaly vzorky ryb bez příkrmování ($0,875 \pm 0,046$). Podobná hodnota byla zjištěna u tepelně upraveného žita ($0,874 \pm 0,027$). Nejnižší hodnoty byly naměřeny u tepelně upraveného ječmene ($0,839 \pm 0,029$) a triticale ($0,819 \pm 0,038$).

Statisticky se významně lišily vzorky ryb příkrmovaných tepelně upraveným žitem a pšenicí od vzorků ryb příkrmovaných obilovinou triticale. Elasticita vzorků ryb příkrmovaných ječmenem se statisticky lišila od ryb příkrmovaných pšenicí (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 15 : Statisticky průkazné rozdíly elasticity

Úprava	Úprava	p-value
ječmen	kontrola	0,183
žito	kontrola	0,977
pšenice	kontrola	0,362
triticale	kontrola	0,073
ječmen	žito	0,083
ječmen	pšenice	0,023
ječmen	triticale	0,389
žito	pšenice	0,241
žito	triticale	0,030
pšenice	triticale	0,011

Graf č. 8: Vliv krmené obiloviny (tepelně upravená při 100 °C) na žvýkatelnost



Nejvyšší průměrné hodnoty žvýkatelnosti byly naměřeny u vzorků ryb, které nebyly přikrmovány ($8,968 \pm 1,331$ kg). Poté následovaly sestupně hodnoty vzorků ryb přikrmované tepelně upravenou pšenicí ($5,090 \pm 0,702$ kg), triticale ($4,429 \pm 1,237$ kg) a ječmenem ($3,973 \pm 0,181$ kg). U vzorků ryb přikrmovaných tepelně upraveným žitem byla zjištěna nejnižší hodnota ($3,623 \pm 0,577$ kg).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi kontrolními vzorky ryb a vzorky ryb přikrmovaných tepelně upraveným ječmenem, žitem, pšenicí a triticale. Dále se statisticky lišily vzorky ryb přikrmovaných pšenicí od ryb přikrmovaných žitem a ječmenem (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 16 : Statisticky průkazné rozdíly žvýkatelnosti

Úprava	Úprava	p-value
ječmen	kontrola	0,000
žito	kontrola	0,000
pšenice	kontrola	0,000
triticale	kontrola	0,001
ječmen	žito	0,232
ječmen	pšenice	0,009
ječmen	triticale	0,437
žito	pšenice	0,007
žito	triticale	0,223
pšenice	triticale	0,330

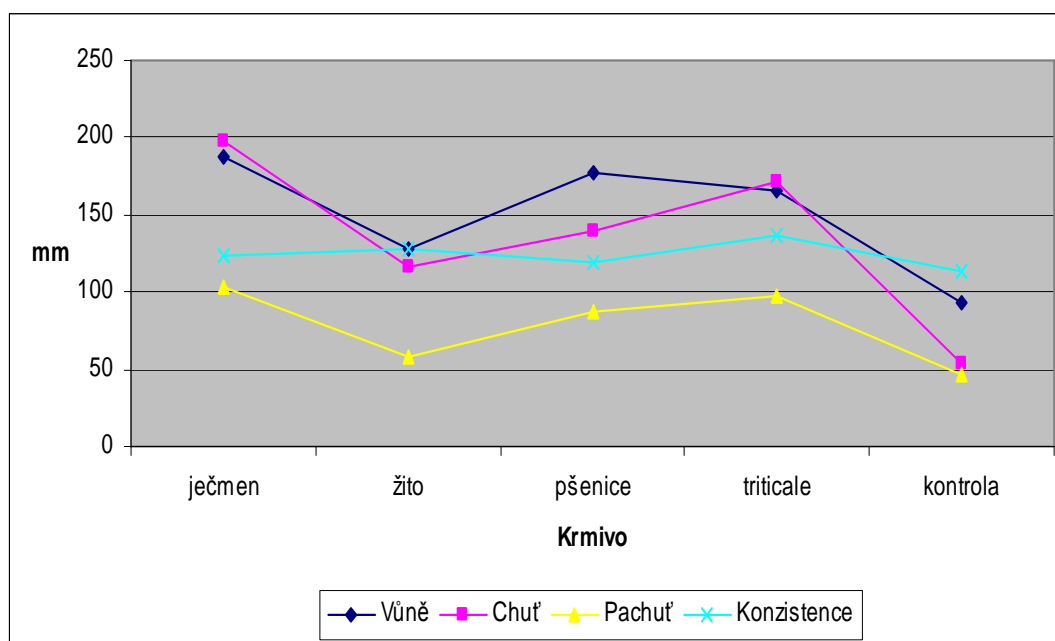
4.2.2 Senzorické hodnocení

Při senzorickém hodnocení byly sledovány čtyři jakostní znaky: vůně, chuť, pachů a konzistence. Nižší číselná hodnota měřeného parametru odpovídá příznivějšímu hodnocení.

Tabulka č. 17 : Senzorické hodnocení vzorků ryb příkrmovaných obilovinou (mm)

Znak	ječmen	žito	pšenice	triticale	kontrola
Vůně	187 ± 15,6	128 ± 17,4	178 ± 13,7	165 ± 14,2	93 ± 11,4
Chuť	198 ± 13,9	116 ± 10,3	139 ± 12,6	172 ± 11,8	54 ± 8,6
Pachuť	103 ± 8,4	58 ± 7,9	87 ± 11,7	97 ± 12,6	46 ± 4,8
Konzistence	124 ± 13,8	128 ± 11,6	119 ± 11,6	136 ± 15,7	114 ± 7,3

Graf č. 9: Senzorické hodnocení

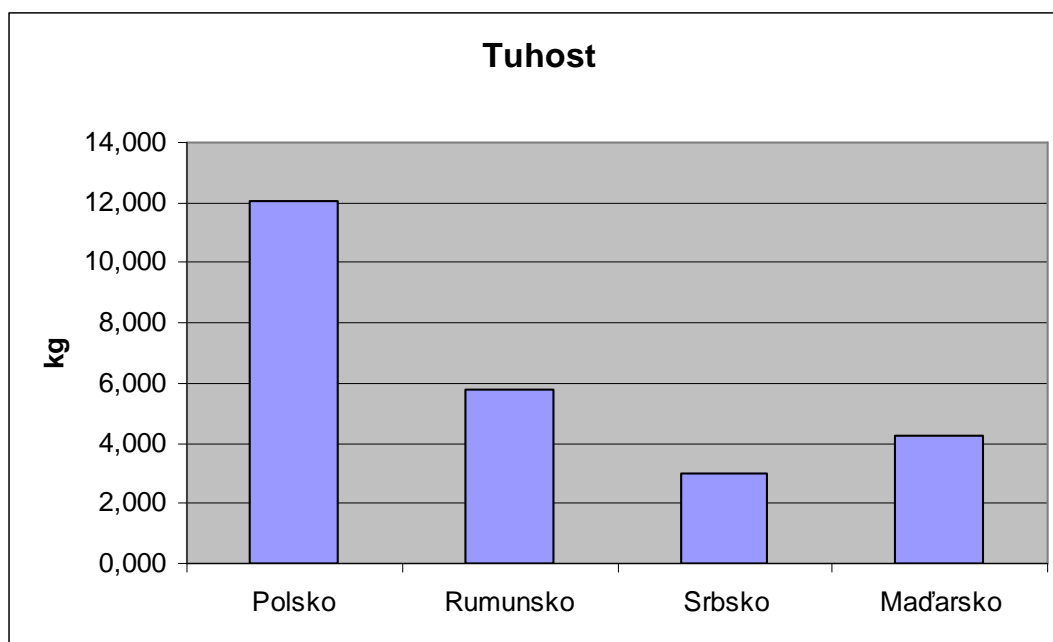


Vůně byla nejlépe hodnocena u kontroly. Následovaly ryby příkrmované žitem, triticale, pšenicí a ječmenem. V hodnocení chuti dopadla nejlépe kontrola. Dále pokračovaly vzorky ryb příkrmovaných žitem, pšenicí, triticale a ječmenem. V pachuti skončila nejlépe kontrola. Následovaly ryby příkrmované žitem, pšenicí, triticale a ječmenem. Konzistence byla nejlépe hodnocena u kontroly. Podobné hodnoty dosáhla pšenice. Následoval ječmen, žito a triticale.

V celkovém hodnocení se na prvním místě umístily kontrolní vzorky, na dalším ryby příkrmované žitem, pšenicí, triticale a na posledním místě byly ryby příkrmované ječmenem.

4.3 Vzorky ryb ze zahraničí

Graf č. 10: Tuhost



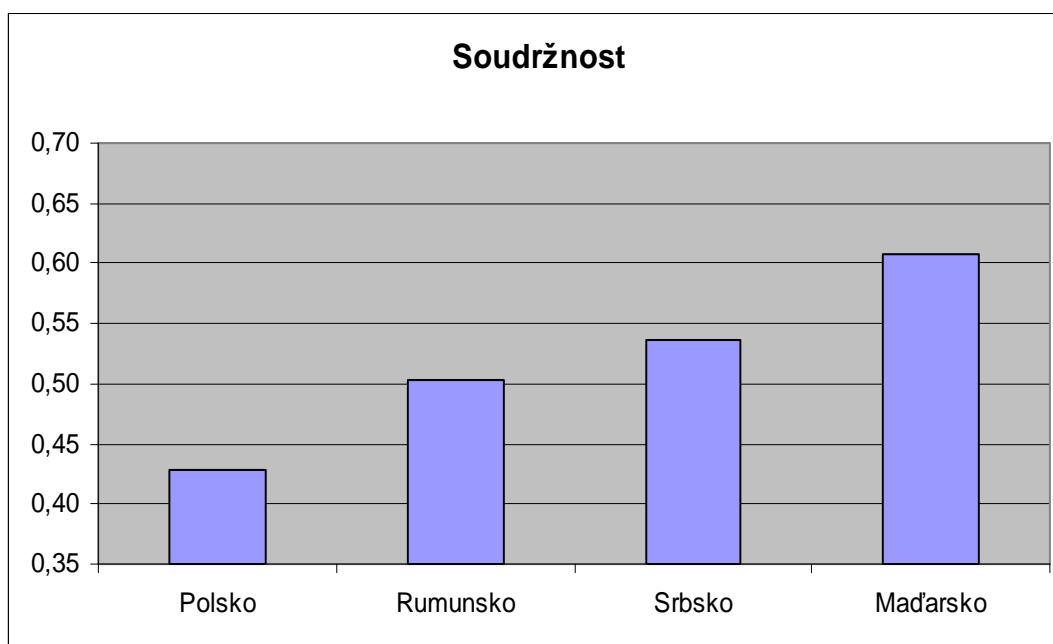
Nejvyšší průměrné hodnoty tuhosti byly naměřeny u vzorků ryb dovezených z Polska ($12,037 \pm 2,362$ kg). Dále následovaly sestupnou řadou vzorky ryb z Rumunska ($5,749 \pm 1,155$ kg), Maďarska ($4,234 \pm 1,193$ kg) a Srbska ($2,963 \pm 0,774$ kg).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi vzorky ryb z Polska a vzorky ryb ze Srbska, Rumunska a Maďarska (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 18 : Statisticky průkazné rozdíly tuhosti

Úprava	Úprava	p-value
Polsko	Rumunsko	0,034
Polsko	Srbsko	0,006
Polsko	Maďarsko	0,017
Rumunsko	Srbsko	0,091
Rumunsko	Maďarsko	0,404
Srbsko	Maďarsko	0,256

Graf č. 11: Soudržnost



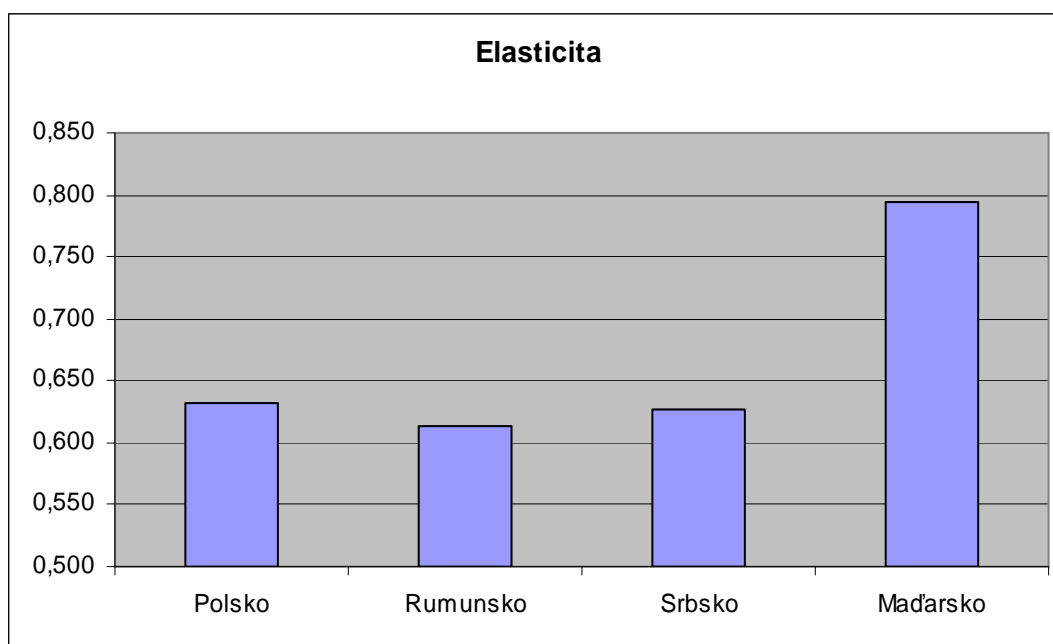
Nejvyšší průměrné hodnoty soudržnosti byly naměřeny u vzorků ryb dovezených z Maďarska ($0,608 \pm 0,066$). Poté následovaly sestupně vzorky ryb ze Srbska ($0,536 \pm 0,051$), Rumunska ($0,504 \pm 0,056$ kg) a Polska ($0,429 \pm 0,031$).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi vzorky ryb z Polska a vzorky ryb z Rumunska, Srbska a Maďarska. Dále se statisticky lišily vzorky ryb z Rumunska od vzorků ryb z Maďarska (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 19 : Statisticky průkazné rozdíly soudržnosti

Úprava	Úprava	p-value
Polsko	Rumunsko	0,033
Polsko	Srbsko	0,004
Polsko	Maďarsko	0,001
Rumunsko	Srbsko	0,359
Rumunsko	Maďarsko	0,027
Srbsko	Maďarsko	0,088

Graf č. 12: Elasticita



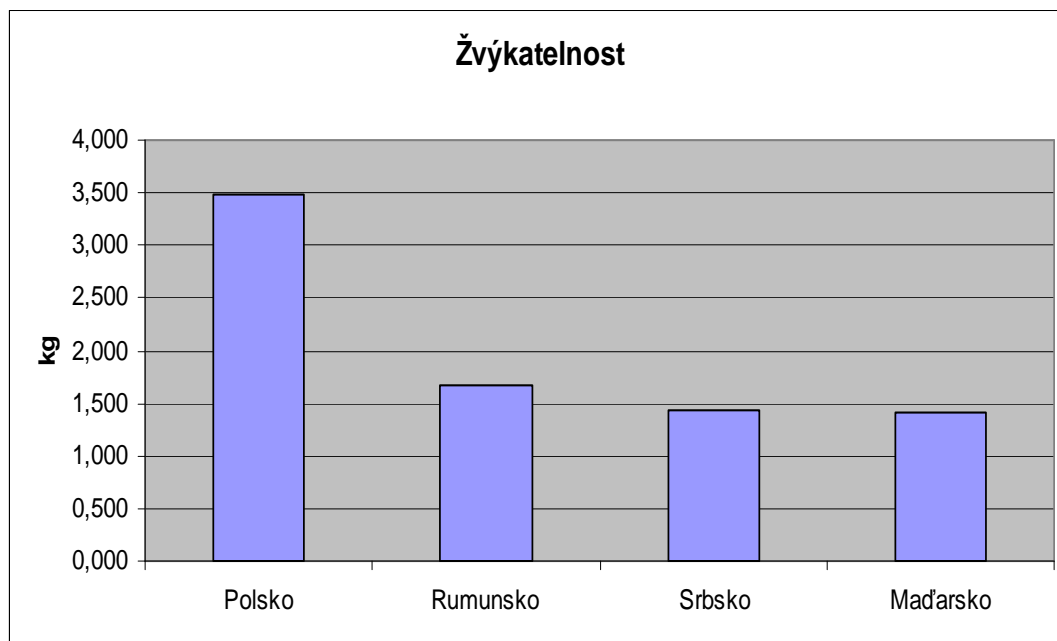
Nejvyšší průměrné hodnoty elasticity byly naměřeny u vzorků ryb dovezených z Maďarska ($0,795 \pm 0,097$). Poté následovaly sestupně vzorky ryb z Polska ($0,632 \pm 0,115$), Srbska ($0,626 \pm 0,053$) a Rumunska ($0,614 \pm 0,029$ kg).

Statisticky průkazný rozdíl u elasticity byl zjištěn mezi vzorky ryb z Maďarska a vzorky ryb z Rumunska, Polska a Srbska (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 20 : Statisticky průkazné rozdíly elasticity

Úprava	Úprava	p-value
Polsko	Rumunsko	0,743
Polsko	Srbsko	0,923
Polsko	Maďarsko	0,042
Rumunsko	Srbsko	0,659
Rumunsko	Maďarsko	0,004
Srbsko	Maďarsko	0,009

Graf č. 13: Žvýkatelnost



Nejvyšší průměrné hodnoty žvýkatelnosti byly naměřeny u vzorků ryb dovezených z Polska ($3,480 \pm 0,967$ kg). Dále následovaly sestupnou řadou vzorky ryb z Rumunska ($1,673 \pm 0,751$ kg), Srbska ($1,423 \pm 0,773$) a Maďarska ($1,413 \pm 0,351$ kg).

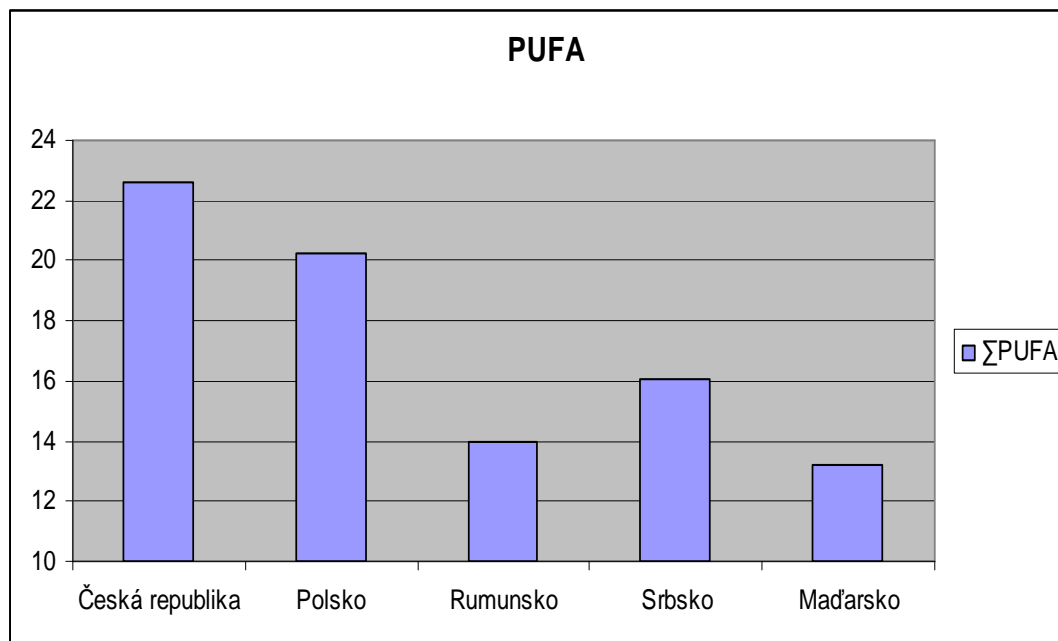
U žvýkatelnosti nebyl zjištěn mezi vzorky statisticky průkazný rozdíl (hladina významnosti $p < 0,05$).

Tabulka č. 21 : Statisticky průkazné rozdíly žvýkatelnosti

Úprava	Úprava	p-value
Polsko	Rumunsko	0,120
Polsko	Srbsko	0,084
Polsko	Maďarsko	0,072
Rumunsko	Srbsko	0,618
Rumunsko	Maďarsko	0,503
Srbsko	Maďarsko	0,981

4.4 Obsah polynenasycených mastných kyselin

Graf č. 14: Obsah polynenasycených mastných kyselin PUFA (v % celkových mastných kyselin)



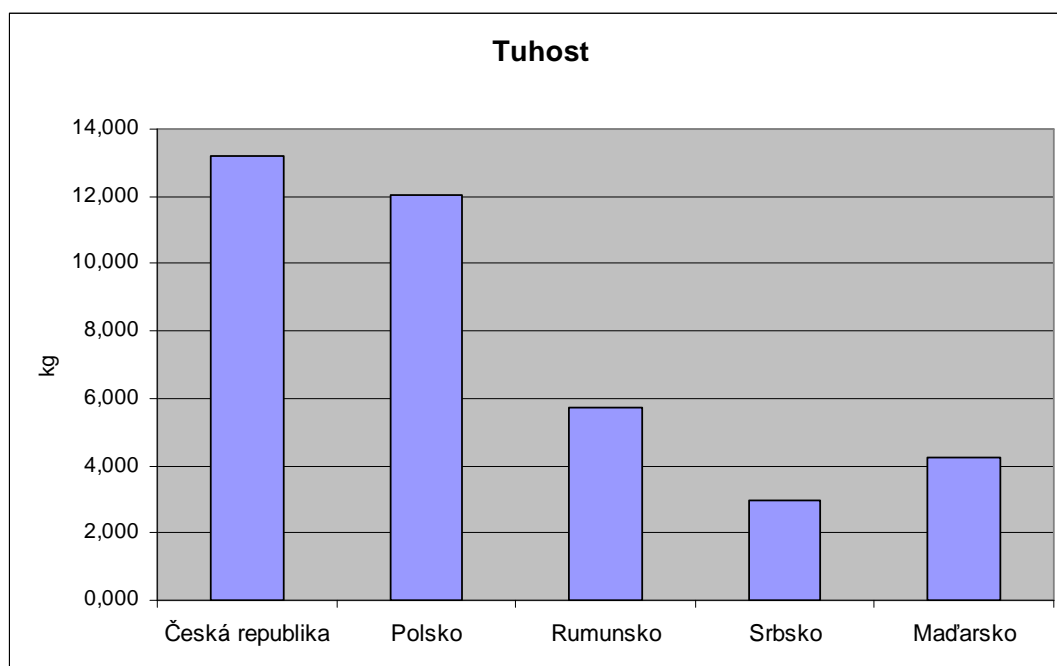
Zastoupení polynenasycených mastných kyselin ve vzorcích ryb z jednotlivých zemí je zobrazeno v grafu č. 13. Nejvyšší obsah polynenasycených mastných kyselin byl zjištěn u vzorků kapra z České republiky ($22,58 \pm 2,127$ %). Podobné množství obsahovaly vzorky kapra z Polska ($20,22 \pm 2,414$ %). Následovaly vzorky ze Srbska ($16,09 \pm 1,949$ %), Rumunska ($13,94 \pm 0,595$ %) a Maďarska ($13,17 \pm 0,407$ %).

Statisticky se nelišily vzorky ryb z Polska od vzorků ze Srbska a České republiky. Dále se nelišily vzorky z Maďarska od vzorků ryb z Rumunska. Statisticky průkazné rozdíly v zastoupení polynenasycených mastných kyselin jsou zobrazeny v tabulce č. 22.

Tabulka č. 22 : Statisticky průkazné rozdíly v zastoupení PUFA

Lokalita	Lokalita	p-value
Česká republika	Polsko	0,074
Česká republika	Rumunsko	0,001
Česká republika	Srbsko	0,009
Česká republika	Maďarsko	0,002
Polsko	Rumunsko	0,012
Polsko	Srbsko	0,056
Polsko	Maďarsko	0,011
Rumunsko	Srbsko	0,030
Rumunsko	Maďarsko	0,168
Srbsko	Maďarsko	0,027

4.5 Texturní vlastnosti v jednotlivých státech



U vzorků ryb z České republiky byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota tuhosti ($13,184 \pm 4,488$ kg). Následovaly vzorky z Polska ($12,037 \pm 2,362$ kg), Rumunska ($5,749 \pm 1,155$ kg), Maďarska ($4,234 \pm 1,193$ kg) a Srbska ($2,963 \pm 0,774$ kg).

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi vzorky ryb z České republiky a vzorky ryb ze Srbska, Rumunska a Maďarska. Dále byly zjištěny rozdíly mezi vzorky ryb z Polska a vzorky ryb ze Srbska a Maďarska (hladina významnosti $p < 0,05$).

Úprava	Úprava	p-value
Česká republika	Polsko	0,709
Česká republika	Rumunsko	0,011
Česká republika	Srbsko	0,002
Česká republika	Maďarsko	0,000
Polsko	Rumunsko	0,054
Polsko	Srbsko	0,006
Polsko	Maďarsko	0,017
Rumunsko	Srbsko	0,091
Rumunsko	Maďarsko	0,404
Srbsko	Maďarsko	0,256

5. Diskuze

V práci bylo zjištěno, že různé druhy obilovin, včetně jejich kombinací a mechanických a tepelných úprav, mají vliv na kvalitu masa. Především mají vliv na nejdůležitější texturní vlastnost, tuhost.

Nejvyšších průměrných hodnot tuhosti u vzorků z rybníků bylo naměřeno u kontrolních vzorků ($25,008 \pm 3,507$ kg). Podobné hodnoty uvádí Jafarpour a Gorczyca 2008 ($26,04 \pm 0,64$ kg). Následovaly vzorky ryb, které byly přikrmovány neupraveným triticales ($19,530 \pm 2,842$ kg). Ryby přikrmované tepelně upraveným celým triticales při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($9,990 \pm 1,506$ kg) a tepelně upraveným mačkaným triticales při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($10,031 \pm 1,696$ kg) vykazovaly podobné hodnoty tuhosti.

Nižší hodnoty tuhosti u kaprů přikrmovaných tepelně upravenými formami triticales mohly být způsobeny vyšším podílem tuku ve svalovině. Mareš et al. (1998) uvádí, že škrob začíná v obilovinách bobtnat při teplotě $50 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, optimální teplota pro vyšší stupeň zmazovatění je $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ při vlhkosti 20 %. Výsledkem je lepší stravitelnost krmiva, která se zvýší tepelnou úpravou ze 70 % na 90 % (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004). Zeman (2002) uvádí, že použitím tepelné úpravy se v krmivech může snižovat přirozený obsah využitelných živin o následující procenta: N-látky o 10 %, Ca o 3 %, vitamín A o 20 %, vitamín B₁ o 31 %, riboflavin (vitamín B₂) o 26 % a kyselina L-askorbová o 56 %.

Nejvyšších průměrných hodnot tuhosti u vzorků ze sádek bylo naměřeno u vzorků ryb, které nebyly přikrmovány ($20,420 \pm 1,456$ kg). Dále sestupně následovaly vzorky ryb, kterým bylo předkládáno tepelně upravené triticales při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($11,198 \pm 3,334$ kg), pšenice při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($10,286 \pm 1,234$ kg), ječmen při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($8,564 \pm 1,532$ kg) a tepelně upravené žito při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($7,519 \pm 1,993$ kg).

U vzorků ryb dovezených z Polska byly naměřeny nejvyšší průměrné hodnoty tuhosti ($12,037 \pm 2,362$ kg). Dále následovaly sestupnou řadou vzorky ryb z Rumunska ($5,749 \pm 1,155$ kg), Maďarska ($4,234 \pm 1,193$ kg) a Srbska ($2,963 \pm 0,774$ kg).

Celkové porovnání tuhosti vzorků ryb z jednotlivých zemí dopadlo následovně. U vzorků ryb z České republiky byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota tuhosti ($13,184 \pm 4,488$ kg). Následovaly vzorky z Polska ($12,037 \pm 2,362$ kg), Rumunska ($5,749 \pm 1,155$ kg), Maďarska ($4,234 \pm 1,193$ kg) a Srbska ($2,963 \pm 0,774$ kg).

Domnívám se, že tuhost byla ovlivněna skladbou předkládaného krmiva (množství kukuřice), biomasa a kvalita přirozené potravy.

Vůně byla nejlépe hodnocena u kontrolních vzorků ($93 \pm 11,4$ mm). Následovaly ryby příkrmované žitem ($128 \pm 17,4$ mm), triticales ($165 \pm 14,2$ mm), pšenicí ($178 \pm 13,7$ mm) a ječmenem ($187 \pm 15,6$ mm). V hodnocení chuti dopadly nejlépe kontrolní vzorky ($54 \pm 8,6$ mm). Dále pokračovaly ryby příkrmované žitem ($116 \pm 10,3$ mm), pšenicí ($139 \pm 12,6$ mm), triticales ($172 \pm 11,8$ mm) a ječmenem ($198 \pm 13,9$ mm). V pachuti skončily nejlépe kontrolní vzorky ($46 \pm 4,8$ mm). Následovaly ryby příkrmované žitem ($58 \pm 7,9$ mm), pšenicí ($87 \pm 11,7$ mm), triticales ($97 \pm 12,6$ mm) a ječmenem ($103 \pm 8,4$ mm). Konzistence byla nejlépe hodnocena u kontrolních vzorků ($114 \pm 7,3$ mm). Podobné hodnoty dosáhly ryby příkrmované pšenicí ($119 \pm 11,6$ mm). Následovaly ryby příkrmované ječmenem ($124 \pm 13,8$ mm), žitem ($128 \pm 11,6$ mm) a obilovinou triticales ($136 \pm 15,7$ mm).

Celkové pořadí sensorického hodnocení vlivu jednotlivých obilovin je následující: kontrola, žito, pšenice, triticales a ječmen. Vácha et Vejsada (2006) dosáhli na sádkách v roce 2005 podobného pořadí : kontrola, kukuřice, žito, pšenice, triticales a ječmen.

Zastoupení polynenasycených mastných kyselin v celkovém množství mastných kyselin ve vzorcích ryb z jednotlivých zemí je odlišné. Nejvyšší obsah polynenasycených mastných kyselin byl zjištěn u vzorků kapra z České republiky ($22,58 \pm 2,127$ %). Podobné množství obsahovaly vzorky kapra z Polska ($20,22 \pm 2,414$ %). Následovaly vzorky ze Srbska ($16,09 \pm 1,949$ %), Rumunska ($13,94 \pm 0,595$ %) a Maďarska ($13,17 \pm 0,407$ %).

Vzorky českého kapra se významně statisticky lišily v obsahu polynenasycených mastných kyselin (PUFA) od kaprů z Maďarska ($p = 0,002$), Rumunska ($p = 0,001$) a Srbska ($p = 0,009$). Odlišnost od polského kapra nebyla prokázána ($p = 0,074$). Domnívám se, že je to dáno podobnými klimatickými podmínkami a odchovnými technologiemi.

Specifickým rysem českého rybníkářství je regulace obsádek kapra s ohledem na užitnost rybníků a s ní související nabídkou přirozené potravy. Přirozená potrava je zdrojem plnohodnotného a lehce stravitelného proteinu, obsahující všechny esenciální aminokyseliny a důležité mikroživiny, jako jsou minerální látky a vitamíny (Hůda, 2009).

6. Závěr

Ve své diplomové práci „Vliv výživy kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) na změnu kvality masa“ jsem se pokusil charakterizovat danou problematiku. Bylo provedeno měření texturních vlastností svaloviny (tuhost, soudržnost, elasticita a žvýkatelnost) u ryb, které byly odchovány v rybnících i sádkách v České republice, a u ryb, které byly odchovány v Polsku, Rumunsku, Maďarsku a Srbsku. Dále bylo provedeno senzoričné hodnocení a stanovení obsahu polynenasycených mastných kyselin ve svalovině ryb.

Na tuhost svaloviny má prokazatelný vliv přijímaná přirozená potrava a druh doplňkové obiloviny a její úpravy, neboť v pokusu bylo naměřeno nejvyšších průměrných hodnot tuhosti u ryb bez příkrmování, které byly jen na přirozené potravě. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u tepelně upravených obilovin.

Kvalita svaloviny českého kapra je prokazatelně vyšší v porovnání s kapry z Rumunska, Maďarska a Srbska. Rozdíly kvalitativních hodnot svaloviny polských a českých kaprů nebyly statisticky prokazatelné.

Český kapr dosahuje vysoké kvality díky chovatelským zásahům a dobře zpracované technologii chovu, která je vhodná pro klimatické podmínky v České republice.

7. Použitá literatura

1. ACKMAN R.G., 2002. Freshwater fish lipids – an overlooked source of beneficial long-chain n-3 fatty acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104 : 253-254.
2. ADÁMEK, Z., BERKA R. a HŮDA J., 2009. Pond aquaculture production in the Czech Republic, *Aquaculture Research*, 40, 526–532.
3. BERGE P., ERTBJERG P., LARSE L. M., ASTRUC T., VIGNON X., MOLLER A. J., 2001. Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Science*. 57 : 347-367.
4. BOURNE M. C., 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2nd ed. Academic Press, An Elsevier Science Imprint. 427 p., ISBN 0-12-119062-5.
5. BUCHTOVÁ H., 2001. Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů. *Alimentární onemocnění z ryb. Mrazírenství Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Fakulta veterinární hygieny a ekologie. Ústav hygieny a technologie masa. Brno. 163 s.*
6. BUCHTOVÁ, H., VORLOVÁ, L., 2001. Jakostní a hygienické parametry požitelných částí kapra obecného (*Cyprinus carpio*, *Linnaeus 1758*). *Fakulta veterinární hygieny a ekologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brno. Veterinářství. 51: s. 472-476*
7. CEPÁK, M., VÁCHA F., VEJSADA P., 2009. Měření profilu textury masa kapra obecného. *FROV JU Vodňany, edice Metodik, č. 93. 22 s.*
8. ČÍTEK J., KRUPAUER V., KUBŮ F., 1998. *Rybníkářství. Informatorium, Praha. s. 232-249.*

9. DLOUHÝ P., MARHOL P., 2000. Přehled složení mastných kyselin v tucích a olejích živočišného původu. DMEV, 2; 4: 130-135
10. DOLEŽAL P., ZEMAN L., KOPŘIVA A., 2006. Konzervace a úpravy krmiv. Výživa a krmení hospodářských zvířat. 161-187 s.
11. ENDLER M.M., ENDLER M.B., 2006. Omega-3 fatty acids – role in cardiovascular health and disease. Journal of Cardiovascular Nursing, 21 : 17-24.
12. ČSN ISO 11 036, 1997. Sensorická analýza, Metodologie – Profil textury, Český normalizační institut.
13. HŮDA J., 2009. Produkční účinky obilovin v chovu kapra. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích. 60 s.
14. INGR I., 1994. Hodnocení a zpracování ryb. VŠZ v Brně. s. 42-47.
15. INGR I., 1996. Sladkovodní nebo mořské ryby? Výž. A Potr. 51 s, 1: 5-7.
16. INGR I., 2003. Produkce a zpracování masa. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 202 s. ISBN 80-7157-719-7.
17. JAFARPOUR A., GORCZYCA E. M., 2008. Alternative techniques for producing a quality surimi and kamaboko from common carp (*Cyprinus carpio*), J Food Sci. E: Food Engineering and Physical Properties (doi:10.1111/j. 1750-3841.2008.00937.x) Vol. 73 Nr. 9, Page: E 415-424
18. JELENÍKOVÁ J., 2003. Textura masa a masných výrobků. VŠCHT Praha. 141 s.
19. JEROCH H., ČERMÁK B., KROUPOVÁ V., 2006. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 290 s. ISBN 80-7040-873-1

20. JIRÁSEK, J., MAREŠ, J., ZEMAN L., 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 70 s. ISBN 80-7157-832-0.
21. KALÁČ P., ŠPIČKA J., 2006. Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 57.
22. KAUSHIK S.J., CORRAZE G., RADUNZ-NETO J., LARROQUET L., DUMAS J. , 2006. Fatty acid profile of wild brown trout and Atlantic salmon juveniles in the Nivelles basin. *Journal of Fish Biology*, 68: 1376-1387.
23. KUDRNA V., 2004. Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves. 56 s.
24. KVASNIČKA F., 2006. Měření textury potravinářských materiálů, měření textury masa. Ústav konzervace potravin a technologie masa. Vysoká škola chemicko-technologická Technická 3. 166 28 Praha 6.
25. MAREŠ J., JIRÁSEK J., KLADROBA D., 1998. Možnosti využití kompletních krmných směsí při intenzivní produkci násady kapra (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758).
26. MAZURKIEWICZ J., PRZYBYL A., 2004. Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.), Department of Inland Fisheries and Aquaculture, August Cieszkowski Agricultural University of Poznan, Poland.
27. MOUREK J., NEDBALOVÁ M., ŠMÍDOVÁ L., MYDLILOVÁ A., 2007. Mastné kyseliny omega-3- zdraví a vývoj. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 174 s.
28. NARAYAN B., MIYASHITA K., HOSAKAWA M., 2006. Physiological effects of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) – A review. *Food Reviews International*, 22: 291-307.

29. PEARSON A. M., DUTSON T. R., 1999. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Aspen Publishers, Inc. Gaithesburg, Maryland, 1.edition. 505 p.
30. POKORNÝ J., 1996. K současné diskusí u úloze trans-nenasycených mastných kyselin ve výživě. *Výž. A Potr.*, 51, 1: 35-36
31. SARGENT J.R., 1997. Fish oils and human diet. *British Journal of Nutrition*, 78: S5-S13
32. SPURNÝ P., 2000. *Ichtyologie*. Skriptum. MZLU Brno, 138 s.
33. ŠTUNDLOVÁ D., OŠANCOVÁ K., 1995. *Tabulky energetických hodnot potravin*. Národní centrum podpory zdraví, Praha.
34. TORNBERG E. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 1996. 43: 175-191.
35. URBÁNEK M., 2009. Influence of cereals feeding on produce parameters and quality of flesh in market carp farming. [in Czech]. Ph.D.Thesis. University of South Bohemia, 179 s
36. VÁCHA F., 1996. Kvalitativní parametry masa sladkovodních ryb. *Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH*. Ed. Flajšhans, M., Vodňany. s. 169-174.
37. VÁCHA F., 2000. *Zpracování ryb*. Skripta. JU Zemědělská fakulta, České Budějovice. 118 s. ISBN 80-7040-403-5.
38. VÁCHA F., BUCHTOVÁ H., 2005. *Komodity akvakultury*. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích. Skripta. 150 s. ISBN 80-70-40-758-1.
39. VÁCHA F., VEJSADA P., 2006. Stanovení senzorických vlastností masa kapra obecného. *Sádka 2005*. Zpracováno pro Rybářství Třeboň, a.s.

40. VEJSADA P., 2008. Vliv výživy na vybrané vlastnosti masa tržního kapra (*Cyprinus carpio L.*). Disertační práce. JČU České Budějovice, 128 s.
41. VELÍŠEK J., 1999. Chemie potravin. 1. vyd. Tábor Osis, 352 s.
42. ZEMAN L., 2002. Výživa a krmění hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 63-64 s.

The influence of carp nutrition (*Cyprinus carpio*) on changes of meat quality

Janoušek P.^a

^aUniversity of South Bohemia, Faculty of Fisheries & Protection of Waters, Institute of Aquaculture, Branišovská 1645/31a, 370 05 České Budějovice

Abstract

The aim of this study was based on laboratory analysis of each parameter, an assessment of livestock interventions, current methods and techniques used in fishing enterprises.

Experiments carried out on the market carp in ponds in the system Naděj and the hatcheries under the pond Svět where it was used mechanically and cooked cereals. After processing the fish fillets was done by measuring muscle textural profile.

The highest average value of the hardness of the fish ponds was measured in control samples ($25,008 \pm 3,507$ kg). Followed by samples of fish that were unprepared food whatsoever triticale ($19,530 \pm 2,842$ kg). Fish feeding whole triticale heat-treated at 100°C ($9,990 \pm 1,506$ kg) and heat-treated triticale mashed at 100°C ($10,031 \pm 1,696$ kg) showed similar values of stiffness.

The highest average value of the hardness of fish hatcheries was measured in samples of fish that were food whatsoever ($20,420 \pm 1,456$ kg). In addition, followed in descending order of fish samples, which posed a triticale cooked at 100°C ($11,198 \pm 3,334$ kg) of wheat at 100°C ($10,286 \pm 1,234$ kg), barley at 100°C ($8,564 \pm 1,532$ kg), and rye at 100°C ($7,519 \pm 1,993$ kg).

Key words: common carp, processed cereals, textural properties

Vliv výživy kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) na změnu kvality masa

Janoušek P.^a

^aJihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Ústav akvakultury, Branišovská 1645/31a, 370 05 České Budějovice

Abstrakt

Cílem práce bylo, na základě laboratorních rozborů jednotlivých parametrů, provést zhodnocení chovatelských zásahů, současných způsobů a metod používaných v rybářských podnicích.

Pokusy probíhaly s tržním kaprem na rybnících v soustavě Naděj a na sádkách pod rybníkem Svět, kde se používali mechanicky i tepelně upravené obiloviny. Po zpracování ryb na filety se provedlo měření texturního profilu svaloviny.

Nejvyšší průměrná hodnota tuhosti ryb z rybníků byla naměřena u kontrolních vzorků ($25,008 \pm 3,507$ kg). Následovaly vzorky ryb, které byly příkrmovány neupraveným triticales ($19,530 \pm 2,842$ kg). Ryby příkrmované tepelně upraveným celým triticales při 100 °C ($9,990 \pm 1,506$ kg) a tepelně upraveným mačkaným triticales při 100 °C ($10,031 \pm 1,696$ kg) vykazovaly podobné hodnoty tuhosti.

Nejvyšší průměrná hodnota tuhosti ryb ze sádek byla naměřena u vzorků ryb, které nebyly příkrmovány ($20,420 \pm 1,456$ kg). Dále sestupně následovaly vzorky ryb, kterým se předkládalo tepelně upravené triticales při 100 °C ($11,198 \pm 3,334$ kg), pšenice při 100 °C ($10,286 \pm 1,234$ kg), ječmen při 100 °C ($8,564 \pm 1,532$ kg) a žito při 100 °C ($7,519 \pm 1,993$ kg).

Klíčová slova: kapr obecný, úprava obilovin, texturní vlastnosti