

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program : M 4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor : Rybářství
Katedra : Rybářství a myslivosti

Diplomová práce

**Posouzení vlivu výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra
obecného (*Cyprinus carpio* L.) a sumce velkého (*Silurus glanis* L.)**

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

Autor:
Tomáš Zajíc

2009

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Posouzení vlivu výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a sumce velkého (*Silurus glanis* L.) jsem vypracoval na základě svých zjištění a za použití materiálů, které jsem uvedl v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích dne 20. dubna 2009

.....

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Františku Váchovi, CSc. za odborné vedení při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl vřele poděkovat Ing. Pavlu Vejsadovi, Ph.D. za odbornou pomoc a veškerý věnovaný čas.

Abstrakt

Cílem mé diplomové práce bylo posoudit vliv výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a sumce velkého (*Silurus glanis* L.). Pro pokus s kaprem bylo použito šest skupin ryb. Pro pět z těchto skupin byly použity jako krmivo obiloviny (kukuřice, pšenice, tritikale, žito a ječmen), šestá skupina byla ponechána na přirozené potravě jako kontrola. Pro pokus se sumcem byly použity dvě skupiny těchto ryb. První skupina byla chována klasickou technologií v rybnících s využíváním přirozené potravy (potravní ryby)-kontrolní skupina. Druhá skupina byla chována intenzivně na oteplené vodě v řízených podmínkách a s použitím kompletní krmné směsi. U obou skupin byly stanoveny následující ukazatele: výtěžnost, sensorická analýza, obsah dusíkatých látek, obsah tuku, spektrum mastných kyselin v tuku. Bylo zjištěno, že technologie chovu ovlivňuje výsledky ve všech sledovaných ukazatelích. Největší pozornost byla věnována výsledkům spektra mastných kyselin. Zatímco u kapra byl prokázán vyšší podíl PUFA (včetně EPA a DHA) v kontrolní skupině, u sumce byl tento podíl vyšší u skupiny intenzivně chované.

Klíčová slova: *Cyprinus carpio*, obilovina, *Silurus glanis*, technologie, PUFA,

Abstract

The work is focused on the nutrition and farming technology influences on the changes of the quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and european catfish (*Silurus glanis* L.) meat. For the first experiment were used 6 groups of fish (common carp). Five of those were fed on cereals (maize, wheat, triticale, rye and barley), the sixth group was left on natural food by way of the control group. For the second experiment were used two groups of fish (european catfish). The first group was bred by the classical technology in fresh water ponds using natural food (dietary fish) by way of the control group. The second group was bred intensively in warm water in controlled conditions using feed compounded. In both of groups were defined following characteristics: weight yield, sensoric analysis, content of nitrogen compounds, fat content and spectrum of fatty acids in fat. It was ascertained that the rearing technology affects the results in all monitored characteristics. The biggest attention was payed to

the results of fatty acids spectrum. While in the test using common carp was proved a higher proportion of PUFA (inclusive EPA and DHA) in the control group, in the test using catfish was this proportion higher in intensively reared group.

Keywords: *Cyprinus carpio*, cereal, *Silurus glanis*, technology, PUFA

OBSAH:

1. ÚVOD:.....	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1. Výživa ryb.....	11
2.2. Výživa kapra	13
2.2.1. Potrava kapra:	16
2.2.2. Složky potravy kapra	18
2.3. Výživa sumce velkého	20
2.4. Vliv krmiva na složení mastných kyselin v rybím tuku	23
2.4.1. Přirozená potrava	23
2.4.2. Doplnková krmiva	24
2.5. Mastné kyseliny a kardiovaskulární prevence	26
2.6. Trávení ryb.....	27
2.7. Metabolismus ryb	29
2.7.1. Metabolismus dusíkatých látek.....	29
2.7.2. Metabolismus lipidů	29
2.7.3. Metabolismus sacharidů	31
2.8. Lipidy ryb	32
3. MATERIÁL A METODIKA.....	34
3.1. Sumec velký (<i>Silurus glanis</i> L.)	34
3.2. Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	36
3.3. Stanovení jednotlivých posuzovaných ukazatelů	36
3.3.1. Výtěžnost sladkovodní tržní ryby	36
3.3.2. Senzorická analýza masa.	37
3.4. Chemické rozbory	38
3.4.1. Stanovení obsahu sušiny	38
3.4.2. Stanovení celkového obsahu tuku Soxhletovou extrakcí	38
3.4.3. Stanovení dusíkatých látek podle Kjeldahla:.....	39
3.4.4. Stanovení složení mastných kyselin.	39
4. VÝSLEDKY:.....	40
4.1. Sumec velký.....	40
4.1.1. Stanovení výtěžnosti sumce velkého.	40
4.1.2. Senzorická analýza svaloviny sumce velkého	43
4.1.3. Stanovení obsahu proteinů ve svalovině sumce velkého.....	44
4.1.4. Stanovení obsahu tuku ve svalovině sumce velkého	45
4.1.5. Stanovení obsahu mastných kyselin ve svalovém tuku sumce.....	46
4.2. Kapr obecný	52
4.2.1. Stanovení výtěžnosti kapra obecného	52
4.2.2. Stanovení obsahu proteinů.....	53
4.2.3. Stanovení obsahu tuku ve svalovině kapra	54
4.2.4. Stanovení obsahu mastných kyselin v tuku kapra obecného	55
5. DISKUZE:	57

5.1. Sumec velký (<i>Silurus glanis</i> L.)	57
5.1.1. Stanovení výtěžnosti	57
5.1.2. Senzorická analýza	58
5.1.3. Stanovení obsahu proteinů.....	58
5.1.4. Stanovení obsahu tuku	59
5.1.5. Stanovení složení mastných kyselin	60
5.2. Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	61
5.2.1. Stanovení výtěžnosti	61
5.2.2. Stanovení obsahu proteinů.....	61
5.2.3. Stanovení obsahu tuku	62
5.2.4. Stanovení složení mastných kyselin	63
6. ZÁVĚR:	65
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	67
8. PŘÍLOHY:	75

1. ÚVOD:

Tématem mé diplomové práce je „Posouzení vlivu výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) a sumce velkého (*Silurus glanis L.*).

Rybníkářství v Čechách má tradici dlouhou stovky let. Po generace je rozvíjena technologie chovu ryb v rybnících, kde je hlavní chovanou rybou kapr obecný. V posledních letech získává stále větší význam i chov tzv. doplňkových druhů ryb. Jedním z těchto druhů je i sumec velký. V Evropě bylo v roce 1993 vyprodukováno cca 600 tun sumce, v roce 2002 to bylo již přes 2000 tun. Produkce kapra v Čechách se pohybuje kolem 18 000 tun ročně, produkce sumce je „pouhých“ 63 tun. Většina sumců produkovaných v českých rybnících je chována extenzivním způsobem, tzn. pouze na přirozené potravě. Jen minimální množství je chováno intenzivně v recirkulačních systémech nebo v zařízeních s oteplenou vodou.

Výhoda extenzivního chovu sumce je menší ekonomická nákladnost na jednotku produkce a také tlumení rozvoje druhů ryb, které potravně konkurují kaprovi. Tyto druhy jsou přitom součástí potravy právě sumce velkého (a dalších dravých druhů). Při intenzivním způsobu odchovu musíme počítat s vyššími náklady na produkci (cena krmiv, energie na ohřev a čerpání vody apod.), ale na rozdíl od extenzivního způsobu zkrátíme dobu odchovu do tržní velikosti téměř na polovinu, čímž lze dosahovat vyšší produkce a tedy doplnění potřeb trhu.

Produkce ryb v rybnících České republiky je z podstatné části ovlivňována přirozenou potravou. V chovu kapra obecného se uvádí podíl přirozené potravy na přírůstku až 65 %. Přírůstek kapra v rybnících můžeme ovlivnit příkrmováním obilovinami. Každá z obilovin má charakteristické složení. V běžné rybářské praxi se nejvíce uplatňují pšenice a ječmen, některé další (jako např. žito) jsou opomíjeny.

Složení PUFA v rybím tuku je prokazatelně závislé na složení tuku v přijímaném krmivu (Steffens a Wirth, 2005). Bylo také prokázáno, že změny ve složení PUFA ve stejných tkáních během roku závisí především na druhu předkládaného krmiva. V chovu kapra se jako doplňkového krmiva využívá především

jadrných krmiv – obilovin. Tato energeticky bohatá krmiva se navzájem liší složením mastných kyselin a ovlivňují obsah těchto kyselin v rybím mase.

. Cílem této práce je porovnat vlastnosti masa sumců velkých, odchovávaných extenzivní a intenzivní technologií. Práce se zabývá složením svaloviny sumce velkého. Budou porovnávány vlastnosti jako je výtěžnost, obsah tuku nebo složení mastných kyselin ve svalovém tuku. Součástí této práce je posoudit vliv příkrmované obiloviny na složení masa kapra obecného. Podobně jako u sumce bude brán zřetel především na obsah tuku a mastných kyselin. Předpoklad je takový, že tyto vlastnosti se budou lišit podle příkrmovaných druhů obilovin.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Výživa ryb

Využití krmiv ve výživě ryb označujeme jako přímý intenzifikační faktor, protože přinášejí přírůstek rybího masa jejich vlastní spotřebou. Krmení ryb je vlastně předkládání krmiv rybám za účelem dosažení vysoké produkce. Krmiva se využívají hlavně v chovu kapra.(Čítek aj.,1998)

V přirozených ekosystémech konzumují ryby přirozenou potravu. Jde o potravní zdroje, které se vytvářejí v povrchových vodách přirozeným vývojem. Ryby jsou pouhou součástí potravního řetězce. Nedravé ryby patří mezi konzumenty I. A II. řádu. Živí se drobnými vodními bezobratlými, méně rostlinnými zbytky a detritem. Dravé ryby (predátoři, konzumenti II. řádu) v dospělosti přijímají drobné potravní druhy ryb a získávají tak již přímo v potravě bílkoviny tělu vlastní (Dubský et al., 2003).

K zajištění základních životních funkcí potřebují ryby určitý podíl živin z přijaté potravy, který se označuje jako záchovná dávka. Má-li ryba k dispozici jen potravu ke krytí záchovné dávky, její hmotnost se nemění. Je-li potravy tak málo, že nestačí krýt potřebu živin pro záchovnou dávku, spotřebovávají ryby zásobní látky a hmotnost se zmenšuje. V prostředí chudém na přirozenou potravu ryby spotřebují při hledání potravy více energie a nároky na záchovnou dávku se zvětšují. Je-li množství přijaté potravy větší než záchovná dávka, využívají se vstřebané živiny ke tvorbě svalové tkáně (maso), ukládá se tuk, glykogen a zvětšuje se také kostra – ryba roste. Takto spotřebovaný podíl potravy označujeme jako dávku produkční. (Egert aj.,1984)

Růst ryb je závislý nejen na energetické hodnotě přijaté potravy, ale také na plemenné hodnotě ryb a na jejich schopnosti přijatou potravu dobře zhodnocovat, dále na druhu, stáří i zdravotním stavu ryb, na klimatických podmínkách a poměrech životního prostředí, zejména na množství, kvalitě a dostupnosti přirozené potravy během růstového (vegetačního) období. (Egert aj.,1984)

Krmiva předkládaná rybám představují náhradní zdroj výživy. V zásadě lze rozlišit dva základní principy při uplatnění krmiv v chovatelské praxi:

Přikrmování ryb se praktikuje při polointenzivním až extenzivním chovu ryb v rybnících. Základem krmné dávky je přirozená potrava, která je hlavním zdrojem bílkovin. Jako krmiva se uplatňují méně hodnotná krmiva rostlinného původu, hlavně obiloviny, a doplňkové krmné směsi s nízkým obsahem bílkovin živočišného původu. Krmiva jsou především zdrojem energie (glycidů, tuků, neplnohodnotných bílkovin) a krmnou dávku vyvažují. Na výsledném přírůstku se přirozená potrava a přikrmování podílí zhruba v poměru 1:1.

Krmení ryb je prováděno v podmínkách intenzivních chovů lososovitých ryb nebo v intenzivních chovech ryb v řízeném prostředí (v oteplené vodě). Význam přirozené potravy zde není žádný nebo zanedbatelný. Ke krmení se používají plnohodnotné krmné směsi, které obsahují všechny důležité živiny, včetně esenciálních AMK, potřebné ke zdárnému vývoji a růstu ryb. Zdrojem plnohodnotných bílkovin jsou komponenty živočišného původu. Obsah bílkovin živočišného původu ve směsích se pohybuje kolem 40 %. Složení granulovaných krmiv a jejich velikost odpovídá fyziologickým potřebám různých druhů a velikostních kategorií chovaných ryb (Dubský et al., 2003).

Krmný koeficient udává, kolik kilogramů potravy (krmiva) musí organismus přijmout na dosažení 1 kg přírůstku své tělesné hmotnosti. Při krmení se používá krmný koeficient jako údaj vyjadřující konverzi krmiva, to znamená jeho využití.

Absolutní krmný koeficient vyjadřuje kvalitu krmiva, tento údaj nevyjadřuje skutečnou spotřebu krmiva.

Relativní krmný koeficient vyjadřuje skutečnou spotřebu krmiva. Je ukazatelem efektivity krmení. Při chovu ryb v rybnících je příznivě ovlivněn podílem přirozené potravy na přírůstku, takže např. při chovu tržního kapra může činit u obilovin hodnot kolem 2. V intenzivních chovech prakticky není mezi absolutním a relativním krmným koeficientem žádný rozdíl.

Při používání krmných koeficientů a porovnávání dosažených hodnot je nutné zohlednit obsah sušiny a vody v potravě (krmivu). Z tohoto pohledu například nelze relevantně porovnávat krmivo a potravní ryby.

Dosažený krmný koeficient závisí na kvalitě krmiv, dodržování optimálních krmných dávek v závislosti na kvalitě vody, zdravotním stavu ryb, jejich genetickém založení a stáří ryb. Je všeobecně známo, že se zvyšujícím se věkem ryb se zvyšuje potřeba živin na pokrytí záchovné dávky a dosažený krmný koeficient se zvyšuje (Dubský et al., 2003)

2.2. Výživa kapra

Krmením ovlivňujeme bezprostředně tvorbu a kvalitu masa, a tím celkovou užitkovou hodnotu kapra. Pozornost zasluhuje vztah příkrmování k jiným intenzifikačním prostředkům. Všechny faktory ovlivňující technologii chovu kapra jsou těsně spjaty a jejich výsledný efekt závisí na jejich souhrnném působení. Proto je třeba brát v úvahu velmi úzký vztah, který existuje mezi intenzitou příkrmování, hustotou obsádky a stavem přirozené potravy. Efektivnost příkrmování záleží do značné míry i na ekologických faktorech rybničního prostředí a správném poměru mezi přirozenou produkcí rybníka, množstvím a kvalitou použitých krmiv. Příkrmování kapra vycházelo vždy ze zásady, že podíl přirozené potravy musí činit alespoň 50% kaprem přijaté potravy, má-li být použité krmivo dobře využito na přírůstek. (Čítek aj.,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 chovat kapra 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 nerybničního typu. V souvislosti s rozdílnou intenzitou chovu kapra rozlišujeme dva pojmy – příkrmování a krmení.

V podmínkách rybničního chovu kapra je hospodářsky i ekonomicky výhodné využívat na tvorbu přírůstku co nejvíce přirozenou potravu rybníka a doplňovat ji

přikrmováním. Kapr je tedy v rybnících odchováván na bázi přirozené potravy. V závislosti na výši přirozené produkce a stupni použité intenzifikace, zvláště hustotě obsádky, je přikrmován. Přikrmuje se především obilninami, které vysokým obsahem glycidů kryjí energetické požadavky kapra. Bílkoviny obsažené v přirozené potravě se přitom mohou lépe využít na přírůstek.

Při intenzivních způsobech chovu dochází k podstatnému omezení nebo i vyloučení přirozené potravy z výživy kapra. Proto je za těchto podmínek nezbytné zajistit přísun potřebných živin pro růst hodnotnými krmivy. (Čítek aj.,1998)

Jestliže se kapři v rybníku přikrmují, pak je nezbytné zvýšit přiměřeně hustotu obsádky, což se projeví v dokonalejším využití zásob přirozené potravy i krmiv. Intenzivně přikrmované obsádky vylučují značné množství exkrementů, které působí jako organické hnojivo. Je samozřejmé, že dobrý hospodářský stav rybníka a optimální kyslíkové poměry jsou základní podmínkou pro dosažení vysokého účinku použitých krmiv.

Racionální a ekonomicky výhodné krmení předpokládá znalost základních poznatků o nutričních potřebách kapra ve vztahu k jeho věku, podmínkám odchovu a fyziologickému zatížení organismu. K růstu a rozmnožování potřebuje kapr stejné živiny jako teplokrevní obratlovci. Ryby se však od nich liší látkovou přeměnou a odlišným vztahem k podmínkám prostředí. Jednotlivé druhy ryb mají proto odlišnou nutriční potřebu a přijaté živiny rozdílně využívají. (Čítek aj.,1998)

Přírůstek produkce kapra krmeného pouze přirozenou potravou, kde hlavní složky tvořil dafniový (*Daphnia longispina*) a buchankový (*Eudiaptomus vulgaris*) zooplankton a dále bentos s převahou pakomářích larev (*Chironomus plumosus*), dosahoval 250kg/ha. Pokus probíhal v rybníce po celé vegetační období. Nasazeny byly ryby dvouleté (K₂), které byly následně loveny jako tříleté (K₃). Obsah tuku ve hřbetní svalovině činil 1,8% u skupiny ryb chovaných na přirozené potravě a 3,4% u ryb přikrmovaných pšenicí. U ryb krmených pouze přirozenou potravou byl následně zaznamenán větší procentický podíl n-3 a n-6 mastných kyselin v tuku, než u ryb přikrmovaných obilninami (Tab.1). Nejvyšší procentické zastoupení n-3 a n-6 mastných kyselin vykazoval tuk skupiny ryb krmených peletami, které byly obohaceny o

slunečnicový, řepkový, kukuřičný olej a rybí tuk, kdy krmná dieta obsahovala vždy 10% dané složky (Tab.2). U této skupiny byl vyšší obsah zejména kyseliny linoleové. (Steffens a Wirth, 2005)

Tabulka 1: Zastoupení mastných kyselin v tuku hřbetní svaloviny kapra (Steffens a Wirth 2005)

mastná kyselina	ryby krmené přirozenou potravou (n=12) [%]	ryby krmené pšenicí (n=12) [%]
Obsah tuku	1,8	3,4
18:3n-3	8,7	5,8
20:5 n-3	3,3	1,9
22:6 n-3	1	0,4
18:2 n-6	15,2	10,3
20:4 n-6	2,2	0,9
Σ n-3	15,1	9,3
Σ n-6	19,5	12
n-3/n-6	0,8	0,8

Tabulka 2: Zastoupení mastných kyselin v tuku hřbetní svaloviny kapra-pokračování (Steffens a Wirth 2005)

mastná kyselina	pelety s 10% kukuřičného oleje [%]	pelety s 10% slunečnicového oleje [%]	pelety s 10% rybího tuku [%]	pelety s 10% řepkového oleje [%]
Obsah tuku	2,3	2	2,2	2,5
18:3n-3	3,1	3	8,5	9,8
20:5 n-3	1,3	1	7,1	1,2
22:6 n-3	2,9	3	13,7	2,7
18:2 n-6	51,6	51	12,8	25
20:4 n-6	0,7	1	0,2	1,3
Σ n-3	7,9	8	34,7	14,4
Σ n-6	53,9	54	14,3	27,4
n-3/n-6	0,1	0,1	2,4	0,5

Tabulka 3: Zastoupení mastných kyselin ve svalovině kapra podle různých autorů

Mastné kyseliny	Kinsella aj., 1987	Sýkora a Valenta, 1978		Fajmonová, 2003	Kim a Lee, 1986	Vácha a Tvrzická, 1995
		bílá svalovina	červená svalovina			
k. linolová	5	2,97	4,54		3,9	7,68
k. α -linoleová	5,5	6,16	6,18		6	2,73
k. arachidonová	4,5	5,27	5,61		3,5	0,73
EPA	5	9,19	8,09	1,05	6	2,38
DHA	2,7	14,84	9,15	1,07	5,1	2,48
Σ SFA	24,1	31,17	28,97		36,3	26,98
Σ MUFA	44,3	22,53	29,83		35,6	53,76
Σ PUFA	28,4	46,3	41,2	12,33	27,9	19,26
Σ (n- 6)	11,8	11,51	12,98	8,21	9,4	9,09
Σ (n-3)	16,6	34,79	28,22	4,12	18,5	10,17
(n-3)/ (n-6)	1,41	3,02	2,17	0,5	1,97	1,12

2.2.1. Potrava kapra:

Postavení úst nedovoluje kaprovi lovit rychle se pohybující živočichy, zato mu však umožňuje přijímat a vybírat potravu jak ze dna, z hloubky až 15 cm (bentos), tak i z listů ponořených rostlin (fytos), tak i drobné živočichy vznášející se mezi hladinou a dnem (zooplankton). Intenzita přijímání potravy a trávení závisí hlavně na teplotě, obsahu kyslíku a na zdravotním stavu ryby. Při teplotě vody 10°C projde potrava zažívacím ústrojím za 17 hodin, při 26°C za 3,5 hodiny (Maltzan in Schäperclaus 1961). Zastoupení bezobratlých živočichů v potravě kapra závisí především na dostupnosti a početnosti jednotlivých složek v rybníku a na sezónních vývojových cyklech přirozené potravy (Baruš, Oliva aj., 1995).

K příkrmování kapra se do roku 1939 používalo u nás zejména lupiny. Od padesátých let se s problematikou příkrmování a krmení zabýval u nás zejména Janeček st., který vypracoval podrobnou metodiku v roce 1963 a v roce 1976 publikoval tabulky pro stanovení denních krmných dávek v rozmezí 2-5% hmotnosti obsádky v závislosti na obsahu kyslíku a teplotě vody. Janeček ml. et Příkryl (1979) upravili stanovení denní krmné dávky i složení krmiv podle výskytu a složení zooplanktonu a pH vody.

Rozhodujícími složkami v přirozené potravě jsou především larvy pakomárů, zooplankton i máloštětinatci, zejména nitěnkovití (*Tubificidae*). Ze zooplanktonu jsou to především pelagičtí zástupci. Na složení zooplanktonu i zoobentosu v rybnících a tím i na složení potravy ryb má vliv vyžírání činnost kapra a jiných ryb. V potravě kapra byli též nalezeni měkkýši, larvy jepic, střechatek, chrostíků, vodních brouků, vodní plošnice (zejména klešťankovití), beruška vodní, u větších jedinců i plůdek ryb, dále se vyskytuje detritu, části rostlin a řasy (Kurfürst, 1971).

V přirozené potravě (fytoplanktonu, potažmo zooplanktonu) byl zjištěn procenticky vyšší podíl n-3 a n-6 mastných kyselin, než v obilninách, kterými se u nás kapr v rybnících běžně příkrmuje. Hodnoty navíc kolísají poměrně výrazně během roku. Z těchto údajů je tedy možné vycházet při propočtu příkrmování kapra v rybnících v jednotlivých měsících (Guo a Dong 2007).

Tabulka 4: Procentické zastoupení vybraných MK zooplanktonu rybníků v různých měsících (Ganlin Guo et al. 2007)

Kyseliny	Rybník 1		Rybník 2		Rybník 3		Rybník 4	
	květen	červen	srpen	září	červen	červenec	listopad	prosinec
C20:5n-3(EPA)	8,34	7,42	18,87	19,22	16,44	16,07	15,17	16,14
C22:6n-3(DHA)	2,38	-	1,22	2,39	-	-	12,62	17,68
C18:2n-6(LA)	7,45	8,09	5,21	4,39	6,91	5,75	1,97	2,2
Σ n-3	23,37	13,75	32,71	44,56	23,93	22,27	40,56	48,25
Σ n-6	10,69	8,09	8,76	6,88	10,67	10,58	4,12	5,42
tuky	14,43	9,27	22,54	16,39	20,61	15,32	20,47	22,92

2.2.2. Složky potravy kapra

V přirozené potravě (planktonu i pentosu) i v krmivu přijímá kapr živiny potřebné pro zachovnou dávku i pro dávku produkční. Z hlediska jejich biochemické funkce rozdělujeme živiny na *stavební* (organické-dusíkaté látky a minerální látky), *energetické* (tj. glycidy, tuky a v nadbytku přijímané bílkoviny) a na *biologicky účinné látky* (stopové prvky, vitamíny, enzymy a hormony).

Dusíkaté látky jsou nezastupitelné jinými živinami ve funkci stavebních látek. Největší podíl dusíkatých látek představují bílkoviny, malý podíl tvoří dusíkaté látky nebílkovinné-amidy. V procesu trávení se bílkoviny štěpí na aminokyseliny, z nichž se pak v těle skládají specifické bílkoviny rybího těla. Různé druhy bílkovin obsahují rozdílný druh a počet aminokyselin. Z hlediska složení rozdělujeme bílkoviny na plnohodnotné a neplnohodnotné. (Čítek aj. 1998).

Plnohodnotné bílkoviny obsahují všechny nepostradatelné (esenciální) aminokyseliny, které jsou nezbytné pro syntézu nové tělní bílkoviny.

Význam jednotlivých esenciálních aminokyselin (Lieder, 1964)

- **Arginin** ovlivňuje růst a jeho nedostatek působí růstovou depresi.
- **Histidin** má význam pro stavbu buněk a syntézu červeného krevního barviva, jeho nedostatek způsobuje trpasličí růst a poruchy rozmnožování.
- **Izoleucin** ovládá klíčové funkce při využívání přebytných aminokyselin a při stavbě tělních bílkovin, nedostatek působí váhové úbytky a silné vylučování dusíku.
- **Leucin** působí obdobně jako izoleucin.
- **Methionin** působí všestranně, jeho nedostatek poškozuje játra, vyvolává ochabnutí svaloviny, chudokrevnost a mnoho jiných poruch.
- **Fenylalanin** je důležitý pro stavbu mnohých hormonů a pro krevní obraz, nedostatek působí poruchy žláz s vnitřní sekrecí.
- **Threonin** působí podobně jako Leucin a izoleucin.

- **Tryptofan** je důležitý pro rozmnožování a působení různých vitamínů, nedostatek vyvolává vedle jiných poruch neplodnost.
- **Valin** ovlivňuje příznivě činnost nervového systému, nedostatek působí nervové poruchy.

Glycidy (cukry, škroby, celulóza) jsou hlavní složkou rostlinných krmiv. U procesu trávení se štěpí na jednoduché cukry. Slouží ke krytí energetické potřeby. Přebytek se ukládá v těle ve formě tuku. Průměrná energetická hodnota 1g glycidů je 17,58 kJ.

Tuky jsou zásobní látky a slouží jako důležitý zdroj energie, především v době potravní nouze (tj. v zimě). Jejich energetická hodnota je $39,77 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$, je tedy přibližně 2,3 krát vyšší, než energetická hodnota glycidů nebo bílkovin (Čítek et al., 1998).

Nepostradatelnými složkami potravy jsou minerální látky a vitamíny. Minerální látky jsou důležité jednak jako látky stavební, jednak jako biologicky účinné látky. Při nedostatku minerálních látek ryby špatně rostou a zhoršuje se i jejich zdravotní stav. Určitou část minerálních látek, především vápník, jsou ryby schopny získat z vodního prostředí resorpcí žábry, sliznicí dutiny ústní a také kůží. Vitamíny působí již v malých množstvích, ale jsou nezbytně nutné pro normální průběh fyziologických procesů v těle ryby. Pro kapra, zejména pro plůdek, jsou nejdůležitější vitamíny A a D, komplex vitamínů B a zčásti i vitamíny C a E (Čítek et al., 1998).

2.3. Výživa sumce velkého

Sumec velký (*Silurus glanis* L.) je chován v rybníčních podmínkách střední a východní Evropy společně s kaprem již více než 100 let. Celková produkce evropských chovatelů (především z Francie, Německa, Rakouska, České republiky, Polska, Maďarska atd.) činila 602 t v roce 1993, v roce 2002 to bylo již přes 2000 t. Produkce vychází z rybníčních polykulturních chovů nebo z řízeného prostředí s chovem v oteplených vodách a recirkulačních systémech. Svalovina je bílá, bez kostí, snadno zpracovatelná při kuchyňské úpravě a obsahuje mezi 6-8 % tuku. Za posledních 10 let byly učiněny velké pokroky ve zvládnutí umělého výtěru, odchovu na kompletních krmných směsích, byly zdokonaleny metody zmrazování pohlavních buněk (spermatu) této ryby. Díky výzkumu bylo zjištěno, že lepších přírůstků dosahují mlíčáci a pracuje se i na produkci vysoce užitkových triploidních ryb (Linhart et al., 2002).

Vedle tradičního rybníčního chovu byla část ryb produkována v podmínkách intenzivních chovů s použitím kompletních krmných směsí určených pro chov lososovitých ryb. Základem produkce sumce velkého je v současnosti řízená reprodukce (Linhart et al., 2002) a následný odchov s použitím různých typů diet. S ohledem na vysoké riziko spojené s aplikací přirozené potravy (živý zooplankton), je plůdek odkrmován různými startérovými směsmi (Hamáčková et al., 1998). S vývojem dalších startérů (převážně pro ryby lososovité) je potřeba ověřovat jejich případnou vhodnost pro intenzivní odchov sumce velkého.

Jako dravá ryba ve smíšených vícedruhových obsádkách se začíná v českém rybníkářství soustavněji uplatňovat až od druhé poloviny 20. století. Chov sumce soustředujeme především do teplejších oblastí, které lépe odpovídají jeho biologickým nárokům. Jedná se o teplomilný druh (Čítek aj., 1998).

Nejvhodnější pro optimální růst sumce velkého (*Silurus glanis* L.) jsou podle Hilgeho (1989) teploty pohybující se mezi 25 – 27 °C.

Převážnou většinu potravy sumce velkého, s výjimkou nejmenších jedinců, tvoří ryby a případně i další obratlovci. V přirozeném prostředí jsou první potravou plůdku buchanky, drobné perloočky, nejmenší vývojová stádia pakomárů, jepic,

pošvatky, chrostíci aj. (Hochman 1969). Pokusy s odkrmem plůdku do stáří 14 dnů potvrdily, že nejvhodnější počáteční potravou je zooplankton, v dalším období se jako vhodná potrava uplatnily nítěnky (Kouřil et al. 1984). Dostatek vhodné potravy v prvním období života plůdku rozhoduje o výši jeho ztrát. V dalším období s narůstající velikostí přechází plůdek na větší potravu, larvy vodního hmyzu a plůdek různých druhů ryb. Při studiu potravy sumce velkého v úseku pražské Vltavy bylo prokázáno, že největší význam v jeho potravě mají menší, hospodářsky méněcenné kaprovité ryby, ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) především (Hruška 1954).

Filipiak et al. (1995) doporučují pro sumce velkého do hmotnosti 300 g obsah proteinu v krmné směsi převyšující hodnotu 45 %. Obsah tuku v krmivu pro plůdek sumce velkého je doporučován v rozmezí 12-14 % (Hilge, 1985; Filipiak et al., 1995), případně až na úroveň 20 % (Hilge, 1985). Wognarová et al., (2002) testovali různé komerčně vyráběné krmné směsi pro rozkrm plůdku sumce a jako nejvhodnější varianta se ukázala krmná směs s obsahem 50% proteinu a 16% tuku.

Has-Schön et al. (2003) sledovali během 3 měsíčního pokusu (probíhal ve vegetačním období-konec června až začátek září) optimální zastoupení proteinů a lipidů v krmné směsi pro sumce násadových a tržních velikostí. Během pokusu byly udržovány stabilní, ideální fyzikálně-chemické parametry vody. Jako nejlepší kombinace zastoupení proteinů a lipidů v krmivu se ukázala koncentrace 39,5 % proteinů a 9 % lipidů. Lipidy byly v krmivu zastoupeny ve formě sojového oleje. Zmíněná kombinace byla nejlepší variantou vzhledem k ukazatelům SGR (specific growth rate-specifická rychlost růstu) a FCR (feed conversion ratio-konverze krmiva) a také z hlediska ekonomiky chovu.

Haffray et al. (1998) dokázali, že mlíčáci sumce rostou prokazatelně rychleji než jikernačky. Toto platí od samého začátku výkrmu a nemění se ani ve větším stáří ryb. Na pokusných rybnících ve Francii byly prokázány výsledky skupiny ryb, která byla nasazena na 7 měsíců (hmotnost násady byla průměrně 5 g. Na konci pokusného období měli mlíčáci průměrnou hmotnost 147,5 g +/- 5,4 g Jikernačky dosáhly za stejnou dobu průměru 132,9 g +/- 4,9 g. Rozdíly byly patrné i na poměru velikosti hlavy ke zbytku těla. Mlíčáci dosáhli 20,6 %, jikernačky 21,2 %. Stejný pokus byl realizován

na rybách starších. Pokusné hejno bylo tentokrát nasazeno do nádrží s recirkulačním systémem. Hmotnost při nasazených ryb byla 885 +/- 196 g, na konci pokusu potom 2226 +/- 418g. Také zde dosáhli mlíčáci lepších výsledků než jikernačky a to v hmotnosti, poměru hlavy ke zbytku těla, výtěžnosti.

Bogut et al. (1999) zdůrazňovali nedostatečné zastoupení mastných kyselin a jejich prekurzorů v krmné dietě intenzivně odchovávaných sumců. V pokusných skupinách přidávali do krmných diet různé množství kyseliny linolenové (0; 0,5; 1; 1,5 %). Po provedení pokusu bylo zjištěno, že skupiny ryb krmené krmivem s přísadkou 0,5 % a 1 % kyseliny linolenové dosáhly za stejnou dobu lepších přírůstků. Celková hmotnost byla nejvyšší, stejně jako výtěžnost. Také zastoupení PUFA ve svalovině bylo příznivější u skupin s dodávanou kyselinou linoleovou.

V podstatě o potravě sumce velkého platí, že její hlavní část tvoří ty druhy ryb, které jsou v okolí jeho stanoviště nejpočetnější a velikostně nejvhodnější. Největší potravní aktivita, a tedy i největší objem přijaté potravy v našich podmínkách připadá na měsíce květen až srpen (Baruš a Oliva 1995).

V rybničním hospodářství vykazuje sumec velmi dobrý růst. V pohořelických rybnících na jižní Moravě dorůstal sumec v 1. roce 13-28 cm a 20-200 g, ve 2. roce 380-600 mm a 350-1340 g, ve třetím roce 430-735 mm a 570-3500 g, ve 4. roce 750 mm a 3,0 kg, v 5. roce 890 mm a 4-5 kg. Obdobné tempo růstu bylo zjištěno i v rybnících na Třeboňsku. Rychlý růst pokračuje i ve vyšším věku (Tandon et Oliva, 1977).

Zatímco v letech 1977-1980 představovala produkce tržního sumce u tehdejších závodů Státního rybářství v průměru jen 5,6 t ročně (Putshogl 1983), v roce 2007 to bylo jen u členů Rybářského sdružení ČR 63 t (Mze ČR 2008).

2.4. Vliv krmiva na složení mastných kyselin v rybím tuku

2.4.1. Přirozená potrava

Fytoplankton je původním zdrojem n-3 a n-6 mastných kyselin. Složení těchto mastných kyselin v rybách je prokazatelně závislé na složení tuků v přijímané potravě. Výskyt n-3 nenasycených mastných kyselin (především EPA a DHA) v potravě ryb je jedním z kritérií určujících nutriční hodnotu rybího masa (Ahlgreen aj., 1996).

Sladkovodní ryby jsou schopné pomocí enzymů desaturáz a elongáz přeměňovat C-18 (osmnáct uhlíků v řetězci) mastné kyseliny na C-20 a C-22 mastné kyseliny. Kaprovité ryby živí se převážně planktonem, např. tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes 1844) a tolstolobec pestrý (*Aristichthys nobilis*, Richardson 1844) jsou bohaté na kyseliny eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou (DHA), ale rovněž amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes 1844) a kapr obecný (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) jsou charakterističtí značným obsahem n-3 PUFA. Klinické testy prokázaly, že konzumace masa ryb má příznivý účinek na lidské zdraví, především prospívá osobám s kardiovaskulárními obtížemi (Steffens a Wirth, 1997).

Bohatost některých mořských druhů ryb na obsah n-3 PUFA je přisuzována konzumaci planktonu, který má své specifické složení lipidů. Konzumace těchto ryb je žádoucí z hlediska lidského zdraví. Nicméně sladkovodní ryby mohou být také hodnotným zdrojem těchto esenciálních mastných kyselin. Ve srovnání s mořskými rybami obsahují sladkovodní druhy obecně vyšší množství C-18 kyselin, ale také značné koncentrace EPA a DHA kyselin. Navíc složení mastných kyselin ve svalovině sladkovodních ryb je charakteristické vysokým podílem n-6 PUFA, zejména kyseliny linolové (LA) a arachidonové (AA). Proto teda poměr n-3 / n-6 mastných kyselin je mnohem nižší u sladkovodních ryb než u mořských druhů. Avšak pokud odchováme ryby jako je kapr nebo pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) na dietách obsahujících vysoké množství rybího tuku, dosáhneme vysokého obsahu n-3 PUFA v těchto rybách (Steffens, 1997).

Složení rybího tuku závisí na řadě faktorů. Sladkovodní ryby obsahují o něco méně PUFA než ryby mořské. Ryby ze severních moří mají méně n-6 nenasycených mastných kyselin v celkovém tuku než ryby vylovené v jižních mořích. Složení rybího tuku se mění s ročními obdobími. Velmi významným faktorem je složení potravy (Oldřich a Dobiáš, 1991).

2.4.2. Doplnková krmiva

Využití krmiv ve výživě ryb přímo zvyšuje přírůstek ryb jejich vlastní spotřebou. Krmení ryb je předkládání krmiv rybám za účelem dosažení vysoké produkce. Krmiva se využívají hlavně v chovu kapra. V polokulturách však musíme počítat s konzumem krmiv jinými druhy chovaných ryb (amur, lín aj.), kde nemusí být jejich využití vždy efektivní (Čítek aj., 1998).

V chovu kapra využíváme především jadrná krmiva. Používají se především obilniny nebo krmné směsi složené z obilných šrotů, pokrutin, extrahovaných šrotů, luštěnin, úsudků 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 získaná z místních zdrojů, např. různé odpady po čištění obilí, jetelovin apod. (Čítek aj., 1998).

Krmivo, krmné přípravky a přídatné doplňkové látky pro deficitní dávky zvyšují míru růstu a jsou obecně spojovány se zvyšováním množství tuku a jeho kompozice v rybím těle je závislá na krmivu (Yingst a Stickney, 1979).

V mase tržních kaprů z přirozených vod je vysoký obsah kyseliny linolové (LA), kyseliny eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA), zatímco kapři krmení krmivy bohatými na glycidy mají ve svalovině vysoký obsah kyseliny olejové (OA) (Csengeri aj., 1978; Watanabe aj., 1981; Rubte aj., 1987).

Sledování složení PUFA ve svalovině kapra (*Cyprinus carpio* L.) a lína (*Tinca tinca* L.) prokázala, že různé metody chovu a krmení zapříčiňují značné rozdíly v podílu n-3 PUFA z celkového tuku u těchto druhů ryb. Extenzivně chované ryby vykazují vysoký obsah n-6 a stejně tak vysoký obsah n-3 PUFA ve svalovině. Na druhou stranu

kapři krmení pšenicí vykazují poněkud nižší hodnoty těchto mastných kyselin. Významná množství n-3 PUFA můžeme nalézt v rybách krměných vysoce energetickou dietou obsahující rybí tuk (Steffens a Wirth, 2005).

Runge (1989) zkoumal vliv přídavku olejů a tuků do krmných směsí pro kapra na nutriční hodnotu masa. Uvádí, že se změnila poměry a množství sirných sloučenin v mase kaprů. Dále popisuje i nezanedbatelný efekt na změnu chuti. Do krmných směsí přidával hovězí lůj, rybí olej, kukuřičný olej a lněný olej. Morris a kol. (1995) obohacoval krmnou dávku sumečka skvrnitého (*Ictalurus punctatus*) o 0; 1,5 a 3 % oleje ze sledů. Filety byly analyzovány na lipidy a mastné kyseliny. Pak byly uskladněny 6 měsíců při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a znovu byl proveden chemický rozbor. Filety ze sumců, kteří byli krměni s přídavkem 1,5 a 3 % doplňkového oleje vykazovaly vyšší hodnoty n-3 mastných kyselin. Vůně nepříznivě ovlivněna nebyla, dá se tedy říci, že se chuť i kvalita filet skladováním nezhoršila. Výskytem n-3 polynenasycených mastných kyselin (eikosapentaenové a dekosahexaenové kyseliny) v potravě ryb (plankton, řasy), jako kritéria určujícího nutriční hodnotu masa se zabýval Ahlgren a kol. (1996). Také Corraze a kol. (1993) určoval, jak ovlivňuje kvalita krmiva složení tělesných partií ryb. Uvádí, že jestliže krmná dávka obsahuje více mastných kyselin n – 3, tak jejich obsah v tuku ryb stoupá. Z hlediska výživy a konzumentů je však důležitý obsah těchto látek v konzumovaném výrobku nebo produktu. Téměř všichni autoři došli k poznatku, že složení mastných kyselin v krmivu odpovídá složení mastných kyselin v rybím tuku. Z literatury je možno použít práci, kterou uvádí Basaravaja a kol. (1988). Zaznamenává vliv metabolických steroidů (17-alfa-methyltestosteron) na organoleptiku svaloviny kapra. Tento steroidní hormon významně neovlivňoval senzoryckou kvalitu kapřího masa, až na několik charakteristik. Webster a kol. (1993) krmil sumečka skvrnitého kompletními krmnými směsmi, do nichž přidával odpady z lihovarů. Tyto odpady by měly nahradit ve směsi sojovou moučku a kukuřici. U rybího masa pak dělal chemické i senzorycké rozborů a rovněž i biometrycká měření. Porovnával obsah bílkovin, tuků a popelovin. Dále pak hodnotil senzorycké znaky a počítal poměr hlavy k celkové délce těla a hmotnosti vnitřností k hmotnosti celé ryby. U přídavku 10 % odpadů do krmné směsi nebyly u ryb žádné významné rozdíly v chemickém složení, tělesných rozměrech

ani v sensorických vlastnostech. V případě přidání 30 % lihovarských odpadů do krmiva, byly ryby kratší, ale v organoleptických vlastnostech se nelišily. Jako výsledek výzkumu doporučil pro chov tržního sumečka kanálového přídavek lihovarských výpalků do 30 % v krmivu.

Tržní kapry netradičními krmivy přikrmoval Nandeesh a kol. (1998). Do směsí pro kapra přidával žízalovou moučku a 5% rybího oleje. Toto krmivo předkládal rybám po dobu 84 dnů. Při testech zjistil vyšší podíl svaloviny. Pokus nepřinesl významný rozdíl v sensorických znacích.

Celkové sumy tuků naměřené v rybách krmených různými cereálními krmivy byly následující: ryby krmené pšenicí – 11,22 %, kukuřicí – 13,26 %, triticales 9,72 %, a kontrolní skupina bez přikrmování – 1,76 %. Statisticky byly prokázány rozdíly pouze mezi libovolnou obilninou a kontrolou, ne však uvnitř obilovin (Vejsada aj., 2005).

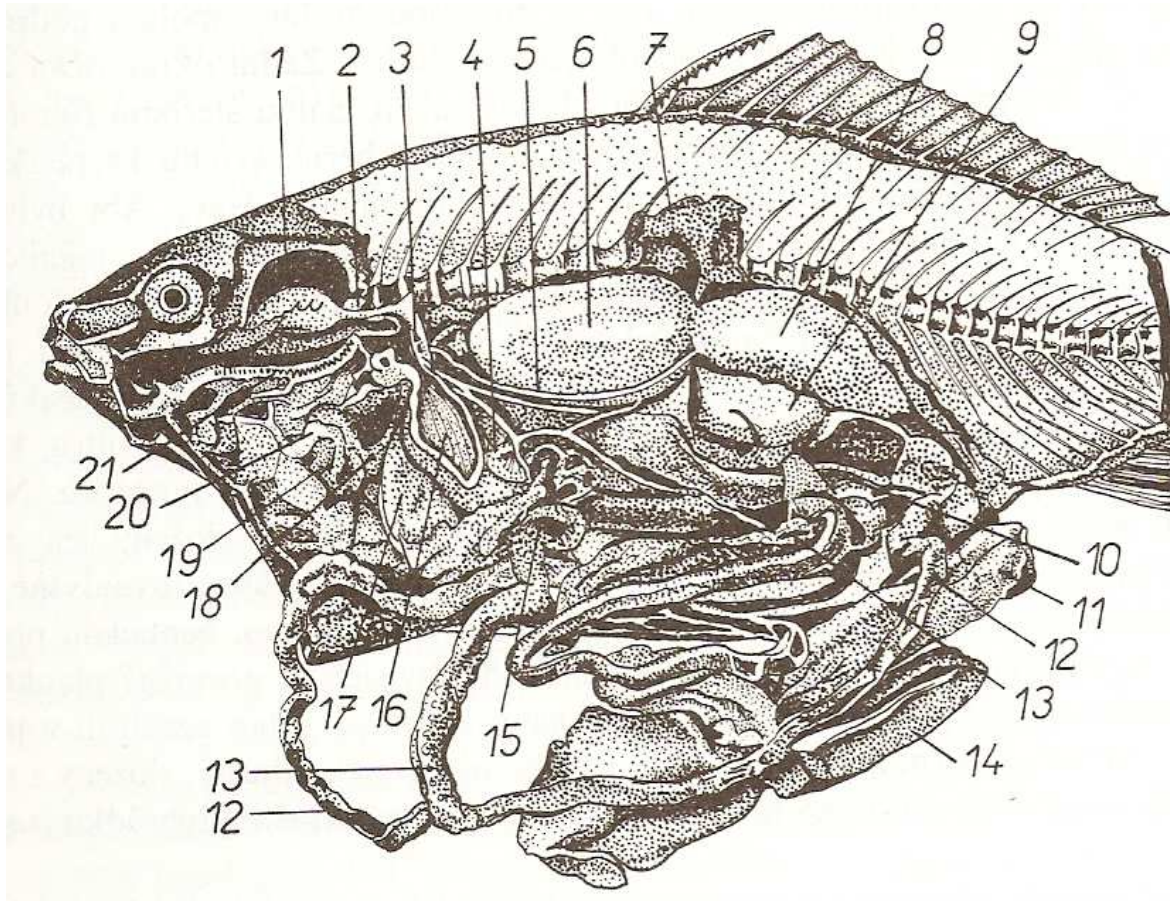
2.5. Mastné kyseliny a kardiovaskulární prevence

Prospěšnost konzumace ryb (a současně rybích olejů) je známa dlouhou dobu a byla dokladována rozsáhlými epidemiologickými studiemi. V roce 1999 byla publikována práce zkoumající vztah celkové a kardiovaskulární mortality ve vztahu ke konzumaci ryb ve 36 zemích a bylo jednoznačně ukázáno, že dieta bohatá na rybí pokrmy příznivě ovlivňuje všechny sledované parametry (Zhang a kol., 1999).

Dlouho panovala představa, že hlavní nositelkou příznivých vlastností rybího oleje je EPA. Vycházelo se přitom z experimentálních dat a hlavní překážkou posouzení samostatného vlivu EPA a DHA byla nedostupnost purifikovaných preparátů s obsahem jediné „rybí“ mastné kyseliny. Různí autoři uvádějí, že EPA a DHA mají rozdílné působení na jednotlivé rizikové faktory aterosklerózy (lipidy, krevní tlak, srdeční frekvence, známky zánětu, funkce destiček) a ve svém působení se vhodně doplňují (Mori, 2006).

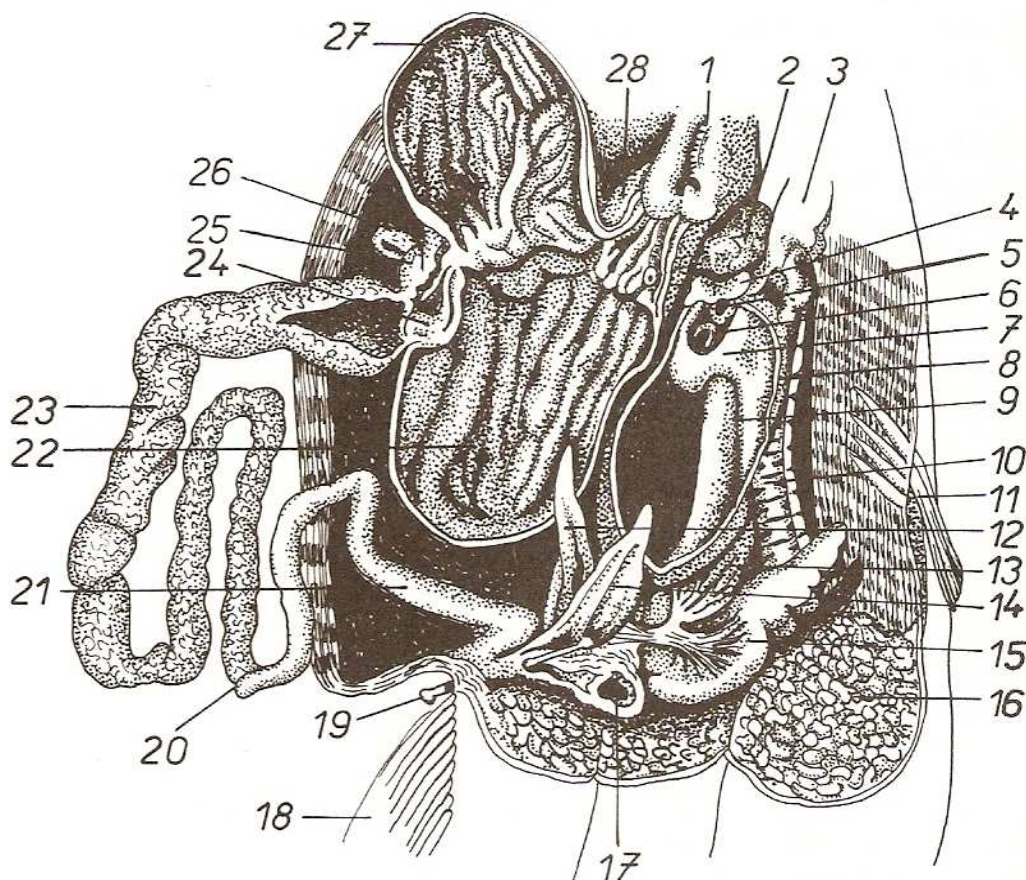
2.6. Trávení ryb

Obrázek 1: *Situs viscerum* kapra obecného (*Cyprinus carpio*) Podle Groteho et al. (1909)



1 – horní část žaberní dutiny; 2 – rohovinová ploténka zastupující horní požerákové zuby; 3 – otvor kanálku (*ductus pneumaticus*) do jícnu; 4 – část jater; 5 – *ductus pneumaticus*; 6 – přední část plynového měchýře; 7 – část laloku ledviny vsunutá mezi obě poloviny plynového měchýře a odsunutá směrem nahoru; 8 – zadní část plynového měchýře; 9 – pravé Varle; 10 a 13 – játra s laloky; 11 a 14 – levé varle, zčásti vysunuté z původní polohy; 12 – střevní klička; 15 – slezina; 16 – žaludková rozšířenina střev (otevřena); 17 – část jater; 18 – srdeční předsíň; 19 – komora srdeční; 20 – tepenný násadec; 21 – odříznuté žaberní oblouky

Obrázek 2: *Situs viscerum* sumce velkého (*Silurus glanis*). Podle Groteho et al. (1909)



1 – jícnová štěrbina; 2 – proximální (hlavová) část ledviny; 3 – lebeční kosti; 4 – část posttemporální kosti, na kterou se napojuje lopatkové pásmo; 5 – otvor v přední části plynového měchýře; 6 – otvor do kanálku (*ductus pneumaticus*) spojující jícn s plynovým měchýřem; 7 – přepážka oddělující komory plynového měchýře; 8 – rozříznutý plynový měchýř; 9 – dutina zadní komory plynového měchýře; 10 – páteř; 11 – hřbetní ploutev; 12 – pravé varle; 13 – pravá ledvina; 14 – levé varle; 15 – levá ledvina; 16 – proříznutá svalovina ocasní části těla; 17 – otevřená levá část močového měchýře; 18 – řitní ploutev; 19 – sonda vložená do vývodů močových a pohlavních cest; 20 – hranice mezi trupovým střevem a konečníkem; 21 – konečník;

22 – pravá polovina žaludku; 23 – tenké střevo; 24 – proříznutý vrátníkový svěrač; 26 – žlučovod (část); 27 – otevřená a vyzdvižená žaludeční stěna; 28 - jícn

2.7. Metabolismus ryb

2.7.1. Metabolismus dusíkatých látek

Z hlediska výživy hrají nejdůležitější roli bílkoviny. Trávení bílkovin je odlišné u ryb se žaludkem (sumec) a bez žaludku (kapr). U dravých ryb probíhá v žaludku pepsinem, který je aktivován kyselým prostředím (HCl). Ve střevech pokračuje dalšími proteázami, zejména trypsinem, který dosahuje nejvyšší aktivity při neutrální až slabě zásadité reakci. U dravých ryb se také uplatňuje kolagenóza (je popisována i u kapra). U ryb bez žaludku se na trávení nepodílí enzym pepsin. Trávení bílkovin probíhá u obou skupin spíše v přední části střeva. V zadní části střev se může uplatnit také příjem i větších bílkovinných makromolekul pinocytózou. Významnou měrou se u ryb na trávení bílkovin podílí enzymy přijaté v přirozené potravě (autolytické enzymy), a to zejména u ryb bez žaludku a u raných vývojových stádií, kdy ještě nejsou plně vyvinuty vlastní proteázové enzymové systémy. Stravitelnost u ryb dosahuje 80 až 95 %. (Dubský et al., 2003).

2.7.2. Metabolismus lipidů

Tuky (lipidy) jsou v potravě obsaženy především v podobě triglyceridů (neutrální tuky), dále jako fosfolipidy a estery cholesterolu.

Neutrální tuky jsou emulgovány žlučí a štěpeny enzymem lipázou na monoglyceridy a zčásti až na glycerol a vyšší mastné kyseliny. Lipáza je obsažena v pankreatické šťávě a částečně je produkována střevní sliznicí. Optimální pro působení lipázy je pH 8,4 až 8,7. Trávení tuků u ryb probíhá hlavně v přední části střev. Je poměrně pomalé, fáze vstřebávání trvá déle než 10 hodin. Také stravitelnost tuků kladně ovlivňují autolytické enzymy obsažené v přirozené potravě (Dubský et al, 2003).

K emulgaci tuků tráveniny dochází dochází v tenkém střevě v důsledku přítomnosti solí žlučových kyselin, lipáz a lecitinu. Všechny ryby produkují žluč, kterou ukládají ve žlučovém měchýři a žlučovodem ji vylučují do tenkého střeva. Žluč ryb převážně obsahuje kyselinu cholovou (85 %) a kyselinu deoxycholovou (14 %), stopy alkoholů a taurin, který se konjuguje se žlučovými kyselinami (Havler, 1989)

Látky lipidické povahy jsou u ryb většinou dobře vstřebávány (95 %). Jedinou výjimkou jsou tuky s vyšším obsahem nasycených mastných kyselin (např. lůj), jejichž emulsifikace je velice obtížná, zejména při nižší teplotě vody. Jejich stravitelnost se snižuje se vzrůstající délkou řetězce nasycených mastných kyselin (u lososa je stravitelnost kyseliny myristové 70 % a kyseliny stearové 50 %). Stejně výsledky byly zaznamenány i u kapra. Naopak stravitelnost olejů a bodem tání nižším než 0 °C zůstává téměř nezměněna a pohybuje se mezi 90 a 93 % (Guillaume a kol., 2001).

K emulgaci tuků tráveniny dochází v tenkém střevě v důsledku přítomnosti solí žlučových kyselin, lipáz a lecitinu. Všechny ryby produkují žluč, kterou ukládají ve žlučovém měchýři a žlučovodem ji vylučují do tenkého střeva. Žluč ryb převážně obsahuje kyselinu cholovou (85 %) a kyselinu deoxycholovou (14 %), stopy alkoholů a taurin, který se konjuguje se žlučovými kyselinami (Halver, 1989).

Všechny dosud známé lipolytické enzymy ryb (lipáza, kolipáza, fosfolipáza a esteráza) jsou produktem pankreatické žlázy. Lipáza začíná účinkovat až v přítomnosti kolipázy. S kolipázou vzniká ve vodném prostředí komplex s lipidovou micelou, čímž umožní její hydrolýzu. Narozdíl od vyšších obratlovců se lipáza ryb vyznačuje stejnou afinitou na všechny vazby mastných kyselin v triacylglycerolech, bez specifické preference na α -pozici. Působením pankreatických lipáz se tuky štěpí na volné mastné kyseliny, monoacyl-glycerol a glycerol (Guillaume a kol., 2001).

Následně tvoří mikroemulze se solemi žlučových kyselin, a to umožňuje jejich rychlý transport na kartáčekový lem tenkého střeva. Difúzí se micely dostávají mezi zvlnění kartáčekového lemu, kde se z nich uvolňují jednotlivé složky lipidů. Tyto liposolubilní látky prostupují snadno buněčnou membránou do enterocytů. Mastné kyseliny a monoacylglyceroly jsou resyntetizovány na triacylglyceroly uvnitř epitelových buněk střeva. Poté jsou triacylglyceroly seskupeny s cholesterolem i fosfolipidy, protože dostávají specifický bílkovinný obal. U hospodářských zvířat a ryb se vytváří chylomikra a lipoproteiny o velmi nízké hustotě, které jsou rozpustné ve vodě a tak usnadňují další transport lipidů portální žílou do jater (Recce, 1998; Jelínek a Koudelka, 2003).

V játrech se tuky štěpí a uvolněné mastné kyseliny jsou použity na resyntézu lipidů nebo jsou oxidovány. Znovu syntetizované lipidy se rozvádějí na místa jejich utilizace (buněčné membrány) nebo skladování (tuková tkáň, intramuskulární tuk, játra). Lokalizace tukových zásob je závislá na druhu ryb. Tučné ryby, jako je sled' nebo makrela, ukládají většinu tuku do svaloviny, jeho obsah ve svalovině překračuje 10 %. Libové ryby (treskovité), ukládají tuky převážně do jater a obsah tuku ve svalovině je nižší než 2 %. Středně tučné ryby (lososovité, kaprovité) ukládají tuky rovnoměrněji na více míst v těle. Lipidy se z jater transportují do míst uložení ve formě lipoproteinů o velmi nízké hustotě (VLDL), lipoproteinů o nízké hustotě (LDL) nebo lipoproteinů o vysoké hustotě (HDL) v závislosti na druhu, věku, reprodukčním cyklu a podmínkách výživy. Zásobní tuk ve formě triacylglycerolů může být mobilizován po deesterifikaci. Volné mastné kyseliny jsou transportovány krví do tkání, kde jsou zdrojem energie. Přesný mechanismus mobilizace lipidů u ryb není dosud znám, avšak v játrech i tukové tkáni pstruhů byl zaznamenán výskyt lipáz, které pravděpodobně mají v tomto procesu podstatnou roli. Pro většinu ryb je charakteristická vysoká koncentrace lipidů v krevní plazmě (u lososovitých ryb 1,85 - 2,40 g /100 ml). Rozklad mastných kyselin za účelem získání energie probíhá převážně v matrix mitochondrií, ale také v peroxyzómech α , β -oxidací. Je to energeticky nejvhodnější způsob odbourávání mastných kyselin. Tento proces probíhá tak dlouho, dokud se celá mastná kyselina nerozloží na acetylové zbytky vázané na koenzym A (CoA) (Halver, 1989; Guillaume a kol., 2001).

2.7.3. Metabolismus sacharidů

Trávení probíhá ve střevech pomocí enzymu amylázy, která je tvořena slinivkou břišní a v distální části také stěnou střevní sliznice. U kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a herbivorních ryb se uplatňuje také enzym maltáza. U některých druhů ryb (insektivorní, omnivorní) je schopnost trávit chitin zajištěna chitinolytickými enzymy produkovanými v žaludku, u ryb bez žaludku střevní sliznicí. V procesu trávení cukrů se opět významně účastní enzymy z přirozené potravy (zejména nitěnek). U ryb je uváděna poměrně velmi špatná schopnost trávit celulózu, a to z důvodů malé prostornosti zažívacího ústrojí a často nevhodných teplot při trávení.

Trávení sacharidů probíhá u ryb hlavně v zadní části střev. Stravitelnost klesá se stavbou cukru, u glukózy je až 99 %, u složitějších cukrů může klesnout až na 40 % (Dubský et al., 2003).

2.8. Lipidy ryb

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 se 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 stadiu 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).

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 dvojnásobné vazby v jedné molekule tuku, zatímco depozitní tuk ryb obsahuje několik mastných kyselin s pěti nebo šesti dvojnásobnými vazbami.

Krmivo, krmné přísady, krmný koeficient a přídatné doplňkové látky pro deficitní dávky zvyšují míru růstu a jsou obecně spojovány se zvyšováním obsahu tuku. Jiné faktory (teplota, pohyb, přísada steroidních látek) nepřímo stimulují příjem potravy. V akvakultuře je velmi důležitým poznatkem, že vysoce kvalitní krmivo stimuluje růst, zkracuje dobu odchovu a zvyšuje obsah tuku (Vácha, 2000).

Tabulka 5: Složení mastných kyselin v tuku některých druhů sladkovodních ryb (různí autoři)

PUFA	RYBA								
	Kapr	Sumeček africký	Štika	Úhoř	Pstruh obecný	Lín	Tilapie	Sumec	Tolstolobik
C14:0	0,97	2,59	2,87	5,93	3,57	2,3	3,03	3,39	2,78
C16:0	20,01	24,71	20,22	20,13	23,67	17,37	21,81	19,97	19,86
C16:1	8,33	6,16	8,63	9,77	7,72	16,16	7,27	8,47	10,17
C18:0	5,97	6,41	4,48	4,4	6,61	2,09	5,19	5,17	3,38
C18:1n9	38,29	27,3	26,39	37,72	34,79	23,28	24,28	19,04	35,95
C18:1n7	2,58	3,06	4,05	4,53	3,52	4,41	3,76	4,77	2,99
C18:2n6	8,68	14,59	8,92	2,91	7,3	5,23	8,85	6,51	1,82
C18:3n6	0,31	0,68	0,47	0,15	0,21	0,38	0,41	0,41	0,15
C18:3n3	0,73	1,57	3,92	0,98	0,89	10,79	4,65	2,97	4,27
C18:4n3	0,13	0,56	0,39	0,13	0,22	1,54	0,61	0,67	3,13
C20:0	0,02	0,17	0,12	0,11	0,11	0,14	0,16	0,22	0,14
C20:1	1,53	2,98	0,71	3,01	2,2	0,73	3,22	4,73	1,25
C20:2	0	0,58	0,77	1,75	0,96	0,31	0,61	0,69	0,19
C20:3n6	0,26	0,88	0,49	0,72	0,5	0,35	0,64	0,61	0,14
C20:4n6	0,73	0,74	1,08	2,62	1,04	2,36	1,93	2,86	1
C20:3n3	0,01	0,1	0,43	0,19	0,09	0,68	0,47	0,55	0,26
C20:4n3	0,02	0,26	0,46	0,34	0,25	1,66	0,62	1,01	1,52
C20:5n3	0,38	1,44	3,53	1,52	1,17	4,71	1,74	3,24	4,47
C22:4n6	0,11	0,16	0,27	0,65	0,25	0,39	0,62	0,67	0,16
C22:4n3	0,1	0,14	0,37	0,23	0,17	0,16	0,51	0,62	0,39
C22:5n3	0,12	0,55	1,56	1,1	0,58	1,36	2,4	1,78	0,74
C22:6n3	2,48	2,8	7,85	1,08	3,86	3,45	7,2	9,24	5,2

3. MATERIÁL A METODIKA

Cílem mé diplomové práce bylo posoudit vliv výživy a technologie chovu na změny v kvalitě svaloviny kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) a sumce velkého (*Silurus glanis L.*).

Stanovení veškerých sledovaných ukazatelů u sumce velkého probíhalo na Jihočeské univerzitě České Budějovice, zemědělské fakultě, katedře rybářství a myslivosti. Složitější laboratorní postupy v laboratoři katedry chemie. Posuzovatelé pro organoleptické posouzení byly pracovníci VÚRH Vodňany.

3.1. Sumec velký (*Silurus glanis L.*)

Ze vzorků sumce velkého byly sledovány následující ukazatele: výtěžnost, procentický podíl jednotlivých částí těla ryby na celkové hmotnosti, obsah sušiny ve svalovině, obsah celkového tuku, složení mastných kyselin ve svalovém tuku, procentické zastoupení dusíkatých látek ve svalovině a bylo provedeno organoleptické posouzení kvality svaloviny (senzorická analýza). Celkový tuk a zastoupení dusíkatých látek bylo provedeno v původní, i ve 100 % sušině.

V pokusu se sumcem byly použity dvě skupiny ryb pro vzájemné porovnání. Jednu skupinu tvořily ryby pocházející z Rybářství Třeboň. Tato skupina ryb byla chována klasicky v rybnících, pouze na přirozené potravě. Ryby byly 4 roky staré, průměrná hmotnost činila 3,54 kg.

Druhou skupinu tvořily ryby chované intenzivním způsobem v oteplené vodě. Tyto ryby byly staré cca 22 měsíců a průměrná hmotnost činila 2,01 kg. Po dobu výkrmu bylo použito krmivo Aller 37/12 BM. Jedná se o kompletní nízkoenergetickou krmnou směs, použitelnou ve všech podmínkách. Je využívána pro druhy, jako je kapr, jeseter, sumec. Výrobce udává FCR (konverze krmiva) na úrovni 1,1. Krmivo je dodáváno v 25 kg balení, velikost pelet je XS.

Tabulka 6: Složení a nutriční hodnoty krmné směsi Aller 37/12 BM.

SLOŽENÍ		NUTRIČNÍ HODNOTY	
Soja	30%	Protein	37%
Pšenice	30%	Tuk	12%
Rybí moučka	14%	NFE	31,10%
Řepkové semeno	12%	Popeloviny	7%
Rybí olej	6%	Vláknina	4%
Krevní moučka	6%	Celkový fosfor	1,10%
Sojový olej	2%		
Vitamin A	2500 mj/kg		
Vitamin D ₃	500 mj/kg		
Vitamin E			
(a-tokoferol acetát)	100 mg/kg		
Ethoxyquin	100 mg/kg		

Foto č.1 - Sumeц velký (*Silurus glanis L.*) z oteplené vody připravený ke zpracování (foto autor)



3.2. Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.)

Kapr obecný pro rozbory pocházel z třeboňských rybníků. Zde bylo k pokusu vyčleněno 6 rybníků: Humlena I – Humlena VI. Průměrná velikost jednoho rybníka je 1,72 ha. Bylo použito 6 skupin ryb, kdy každá skupina byla příkrmována jiným druhem krmiva a jedna ze skupin byla kontrolní, pouze na přirozené potravě. Zbýlých 5 skupin ryb (v každé skupině bylo na stanovení sledovaných ukazatelů vyčleněno 15 ks ryb) byly příkrmovány kukuřicí, pšenicí, tritikale, žitem a ječmenem.

Tabulka 7: Použitá krmiva a jejich parametry [%]

Obilovina	Vlhkost	NL*	tuk	vláknina	škrob	popeloviny
	%	%	%	%	%	%
pšenice	13,5	12,6	1,6	2,2	56,6	1,5
tritikale	13	10,4	1,6	2,2	57,9	1,7
kukuřice	13	10,8	2	4,7	52,5	2
ječmen	13	9,5	3,9	1,6	61,5	1,3
žito	13	8,5	1,4	2,7	56,6	1,5

*NL – dusíkaté látky

U pokusu s kaprem obecným byl kladen zřetel především na spektrum mastných kyselin v tuku jednotlivých skupin ryb. Nebyla stanovena senzorická analýza.

3.3. Stanovení jednotlivých posuzovaných ukazatelů

3.3.1. Výtěžnost sladkovodní tržní ryby

Výtěžnost je poměr mezi hmotnostmi jatečně opracovaného těla ryby a celkové hmotnosti. Stanovení výtěžnosti vychází z norem ČSN 46 6802 -1989. Hmotnost těla – hmotnost ryby bez částí, které se do výtěžnosti nezapočítávají:

U **kapra obecného**, karase obecného, amura bílého, candáta obecného, cejna velkého, okouna říčního, perlína ostrobříchého, plotice obecné, **sumce velkého**, štiky obecné, tolstolobika bílého a pestrého bez hlavy (oddělené obloukovitým řezem za

skřetovou kostí tak, aby pletenec prsních ploutví zůstal u trupu, vnitřních orgánů, šupin a ploutví (oddělených těsně při bázi těla).

Stanovení hmotnosti jednotlivých částí těla se provede ihned po oddělení s přesností +/- 1g. Nekontrolovatelné ztráty v průběhu stanovení výtěžnosti nemají přesáhnout 1,5 % živé hmotnosti ryby. Vzorky kapra pro tento pokus byly odebrány z uzavřené vodní plochy. Vzorky sumce byly odebrány jednak z uzavřené vodní plochy (do 100 ha) a jednak z „pstruhového“ hospodářství.

Výpočet výtěžnosti v % se provede podle vzorce:

$$V = H_t / H_r * 100$$

Kde: H_t je hmotnost (jatečně opracovaného) těla

H_r je hmotnost ryby

3.3.2. Senzorická analýza masa.

Ryby byly zabity, vykuchány, odříznuty ploutve a hlava, rozděleny na porce, zchlazeny a připraveny pro další hodnocení. Vzorkovnice se vzorky byly označeny kódovými čísly. Každá vzorkovnice obsahovala poměrnou část z trupu přední a střední části, bez ocasního násadce. Tepelná úprava vzorků trvala 15 minut při teplotě 180 °C. Organoleptická analýza byla hodnocena s použitím grafických stupnic, Používaná byla nestrukturovaná hédonická grafická stupnice. Sensorické hodnocení se provádělo v panelu deseti osob. Byly sledovány čtyři jakostní znaky: vůně, chuť, pachů a konzistence. Ke každému znaku byla předtištěna nestrukturovaná úsečka. Při získání výsledků jsme vycházeli z toho, že vzdálenost od začátku (kladná vlastnost) k označenému místu bude hodnocena ekvivalentem vyjadřující číselnou hodnotu intenzity vjemu v milimetrech. Čím bude tato vzdálenost větší, tím bude hodnocení méně příznivé. Metodika hodnocení odpovídala požadavkům pro sensorická hodnocení (Pokorný, 1993). Získané údaje byly vyhodnoceny a statisticky zpracovány v programu Statistica 6.0.

3.4. Chemické rozbory

3.4.1. Stanovení obsahu sušiny

Toto stanovení bylo realizováno u obou pokusů. U kapra obecného (*Cyprinus carpio*) i sumce velkého (*Silurus glanis*). K pokusu se sumcem byly použity ryby z přirozených podmínek rybníčního chovu a ryby z intenzivního výkrmu na oteplené vodě při krmení granulovanou krmnou směsí. U pokusu s kaprem byly použity ryby chované v pokusných rybnících Nadějské soustavy. Jednotlivé skupiny byli přikrmovány několika druhy obilovin a jedna skupina byla ponechána pouze na přirozené potravě jako kontrola.

Ryby byly zabity, odšupinovány, odříznuty ploutve a hlava, rozděleny na porce, zchlazeny a připraveny pro další použití (hodnocení).

Obsah sušiny se stanoví jako zbytek látky po vysušení daného vzorku při 105 °C.

3.4.2. Stanovení celkového obsahu tuku Soxhletovou extrakcí

5g naváženého vzorku se umístí do filtračního papíru. Poté se vzorek kvantitativně přenesení do tzv. extrakční tuby, která se ucpe vatou, která musí být zbavena tuku. Takto připravený vzorek se dá předsušit na 2 hodiny při teplotě 95 °C. Následně dáme vzorek extrahovat do extrakční kolony. Extrakce probíhá přerušovaně, jen když se ve střední části hromadí rozpouštědlo. Samotná extrakce probíhá většinou cca 7 hodin. V průběhu musí být zajištěn intenzivní koloběh rozpouštědla. Ten se kontroluje tak, že sledujeme odkapávání zkapalněných par. Těchto kapek má být min. 30 za minutu.

Po dokončení extrakce vypočteme obsah tuku ze vzorce:

$$X = \frac{b - a}{n} * 100$$

Kde:

X – obsah tuku v %

a – hmotnost prázdné extrakční baňky

b – hmotnost extrakční baňky s tukem vyextrahovaným ze vzorku

n - navážka vzorku

3.4.3. Stanovení dusíkatých látek podle Kjeldahla:

Naváží se 1g upraveného vzorku. Navážku provádíme přímo do filtračního papíru. Vzorek se mineralizuje kyselinou sírovou za varu a přítomnosti katalyzátoru. Dusík se mineralizuje na síran amonný, z něhož se v alkalickém prostředí uvolní amoniak, ten se předestiluje s vodní parou do předlohy a pak se titračně stanoví jeho obsah. Destilace byla provedena na přístroji Kjeltec system 1002 Distiling unit.

3.4.4. Stanovení složení mastných kyselin.

Vzorky svaloviny byly analyzovány na složení mastných kyselin. Nejsledovanějšími mastnými kyselinami v rybí svalovině jsou EPA (eikosapentaenová kys.), DHA (dokosahexaenová kys.). Dále celková suma n-6 a n-3 kyselin a vzájemný poměr těchto dvou skupin ve svalovém tuku. Složení mastných kyselin bylo stanoveno plynovou chromatografií. Pro analýzu plynovou chromatografií byl použit přístroj VARIAN 3300 (30m x 0,53mm) a 0,25µm tloušťce filmu (OMEGAWAX 530, SUPELCO; USA). Přítomnost a množství dané kyseliny byla vyjádřena načítáním jednotlivých vrcholů (peak). Podmínky během analýzy byly následující: počáteční teplota 170°C, rychlost ohřívání 3°C/min, konečná teplota 240°C, teplota nástřiku 250°C, teplota detektoru 250°C. Jako nosný plyn byl použit dusík (3 ml/min). Nástřik byl 1 µl. Celková doba trvání analýzy byla cca 30 minut.

4. VÝSLEDKY:

4.1. Sumec velký

4.1.1. Stanovení výtěžnosti sumce velkého.

Z tabulky a grafů je zřejmé, že jednoznačně vyšší výtěžnost dosáhla skupina ryb chovaná v rybnících na přirozené potravě (průměrně 66,7 %). Tyto ryby dosahovaly v době konání pokusu vyšší kusové hmotnosti, než ryby z Tisové (výtěžnost průměrně 62,83 %). Sumci z přirozených podmínek se jen minimálně liší od sumců intenzivně chovaných v hodnotách podílu ploutví a vnitřností.

U intenzivně chovaných sumců je větší podíl hlavy (až 27 %) na celkové hmotnosti.

Kompletní tabulka hodnot stanovení výtěžnosti-viz. Přílohy.

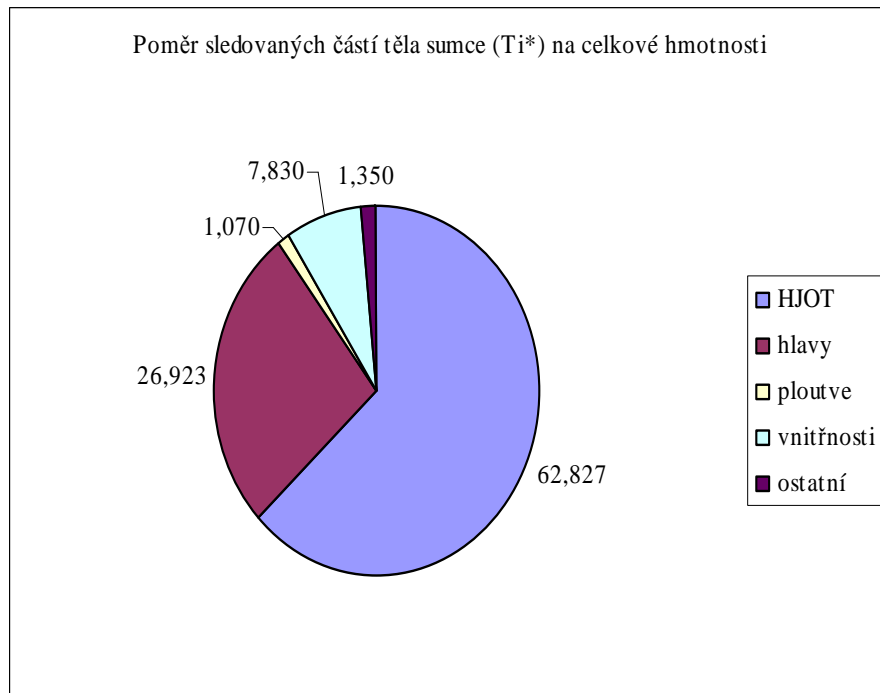
Tabulka 8: výtěžnost sumce velkého

	SKUPINA 1*	SKUPINA 2
hmotn		
ost	2,01+/-0,75	3,54+/-0,55
HJOT	1,27+/-0,49	2,36+/-0,43
%	62,83+/-3,49	66,71+/-1,51
hlavy	0,54+/-0,20	0,78+/-0,13
%	26,92+/-2,71	21,91+/-1,47
ploutv		
e	0,02+/-0,008	0,03+/-0,006
%	1,07+/-0,12	0,94+/-0,09
vnitřn		
osti	0,15+/-0,08	0,28+/-0,06

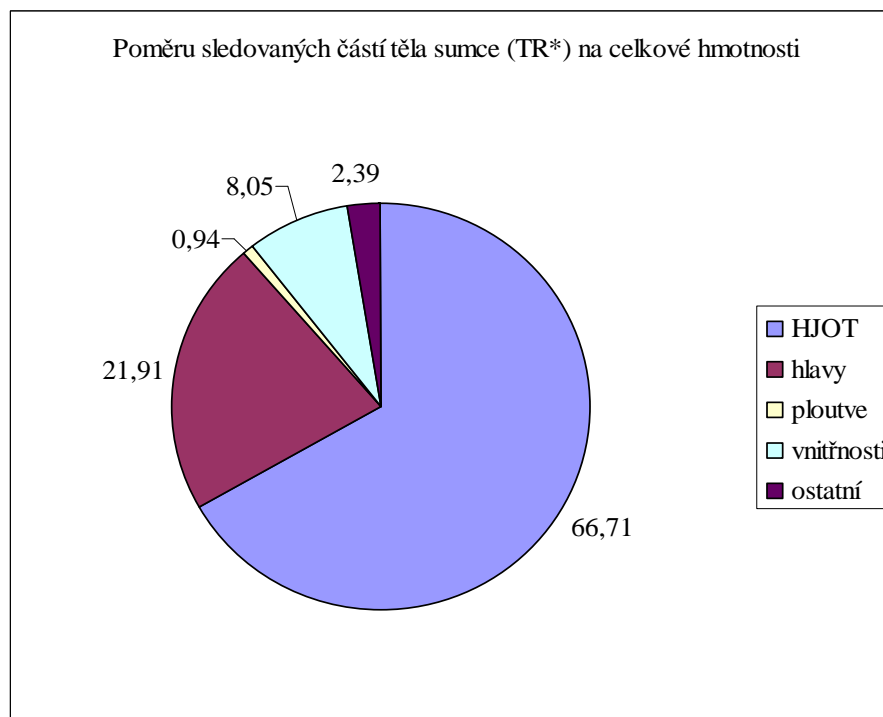
%	7,83+/-3,06	8,05+/-0,41
---	-------------	-------------

*skupina 1-intenzivní technologie; Skupina 2-extenzivní technologie

Graf 1



Graf 2



***TI**- Tisová

HJOT- hmotnost jatečně opracovaného těla

***TR**- Třeboň

Ostatní- části těla jako je krev, voda, sliz

4.1.2. Senzorická analýza svaloviny sumce velkého

Organoleptické posouzení bylo provedeno na VÚRH Vodňany. Posouzení se zúčastnilo 10 posuzovatelů. Podle výsledků uvedených v tabulce a grafech je zřejmé, že nejlepšího hodnocení ve všech sledovaných ukazatelích dosáhl vzorek svaloviny odebraný z trupu sumce odchovávaného na přirozené potravě (TRT). Nejhoršího hodnocení dosáhl vzorek odebraný z ocasní partie sumce odchovávaného taktéž na přirozené potravě (TRO). Vzorky svaloviny sumce intenzivně odchovávaného (TIO, TIT) byly ve všech ukazatelích vyrovnané. Horší výsledek TRO přičítám zjištěnému vyššímu obsahu tuku v této části těla.

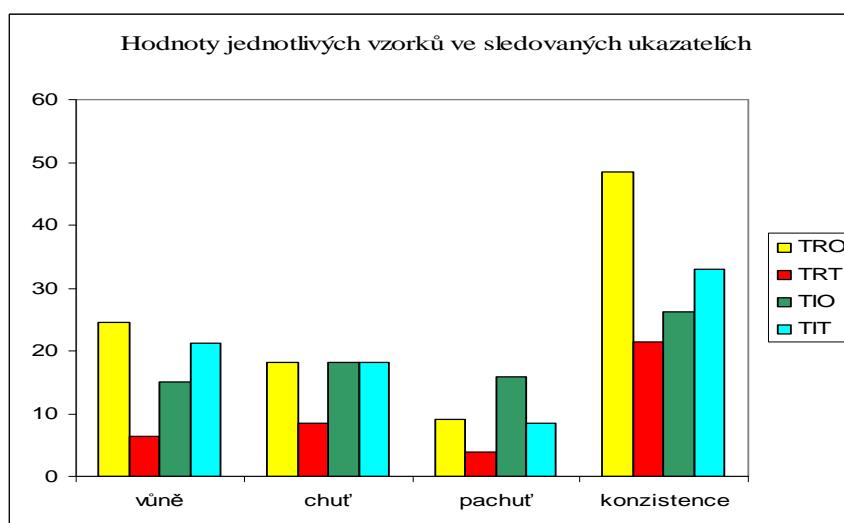
Kompletní tabulka s hodnocením všech posuzovatelů-viz. Přílohy.

Tabulka 9: průměrné hodnoty sensorické analýzy ve sledovaných znacích

	TRO	TRT	TIO	TIT
vůně	24,55	6,36	15,09	21,27
chuť	18,09	8,36	18,09	18,09
pachuť	9,09	3,82	15,82	8,45
konzistence	48,36	21,36	26,09	33,00

Čím nižší je hodnota v tabulce a grafu, tím kladnější hodnocení daného ukazatele.

Graf 3



4.1.3. Stanovení obsahu proteinů ve svalovině sumce velkého

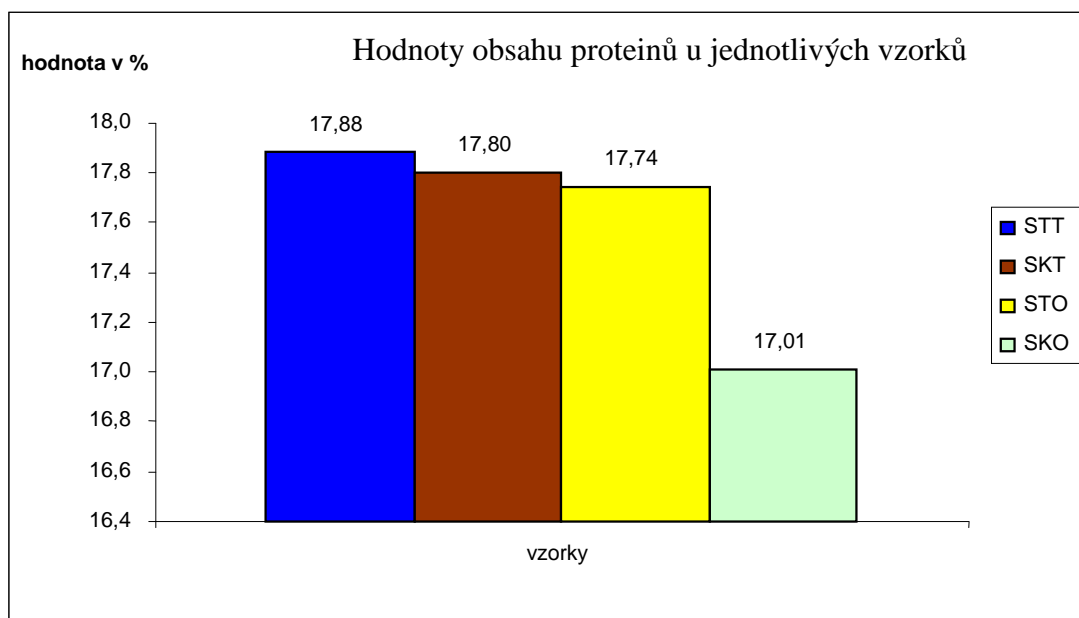
Nejvyššího obsahu proteinů dosáhly vzorky STT, v průměru 17,88 +/- 0,55%. Nejnižší průměrný výsledek byl u vzorku SKO. Tento vzorek vykazoval nejvyšší procento tuku (viz. kapitola 4.) a zároveň dosáhl nejhoršího organoleptického hodnocení. Všichni testovaní sumci vykazují vyrovnané zastoupení dusíkatých látek ve svalovině trupu i ocasu. Není statisticky průkazný ($p < 0,05$) rozdíl, že by se extenzivní a intenzivní technologie chovu v těchto údajích lišily.

Kompletní tabulka obsahu proteinů-viz. Přílohy.

Tabulka 10: průměrné zastoupení proteinů v jednotlivých vzorcích svaloviny sumce

Číslo vzorku	Původní sušina	Proteiny
PRŮMĚR STT	20,03+/-0,50	17,88+/-0,55
PRŮMĚR SKT	24,03+/-3,66	17,80+/-0,82
PRŮMĚR STO	20,18+/-0,57	17,74+/-0,38
PRŮMĚR SKO	28,37+/-3,80	17,01+/-1,57

Graf 4



STT-sumec Tisová trup **STO**-sumec Tisová ocasní část
SKT-sumec kontrola trup **SKO**-sumec kontrola ocasní část

4.1.4. Stanovení obsahu tuku ve svalovině sumce velkého

Jednoznačně vyšších hodnot dosáhly vzorky sumce z přirozených podmínek. Vzorek ocasní svaloviny těchto ryb vykazoval 5,9 % tuku. Toto vysvětlují vyšší kusovou hmotností této skupiny ryby a také vyšším stářím. Vyšším hodnotám tuku v ocasní partii odpovídá rovněž horší hodnocení konzistence svaloviny u tohoto vzorku. Sumci z intenzivních podmínek dosáhli nižších hodnot tuku především díky přesně propočtené a vyvážené krmné dávce (kompletní krmná směs).

Z hodnot obsahu tuku jsme dále vycházeli při stanovení obsahu mastných kyselin ve svalovém tuku sumce velkého (viz. kapitola 5.).

Kompletní tabulka obsahu tuku v původní a 100 % sušině viz. Přílohy.

Tabulka 11: Průměrný obsah tuku v jednotlivých vzorcích svaloviny sumce

Číslo vzorku	Původní sušina	Obsah tuku
PRŮMĚR STT	20,03+/-0,50	1,87+/-1,31
PRŮMĚR SKT	24,03+/-3,66	2,24+/-0,62
PRŮMĚR STO	20,18+/-0,57	4,57+/-2,68
PRŮMĚR SKO	28,37+/-3,80	5,86+/-2,20

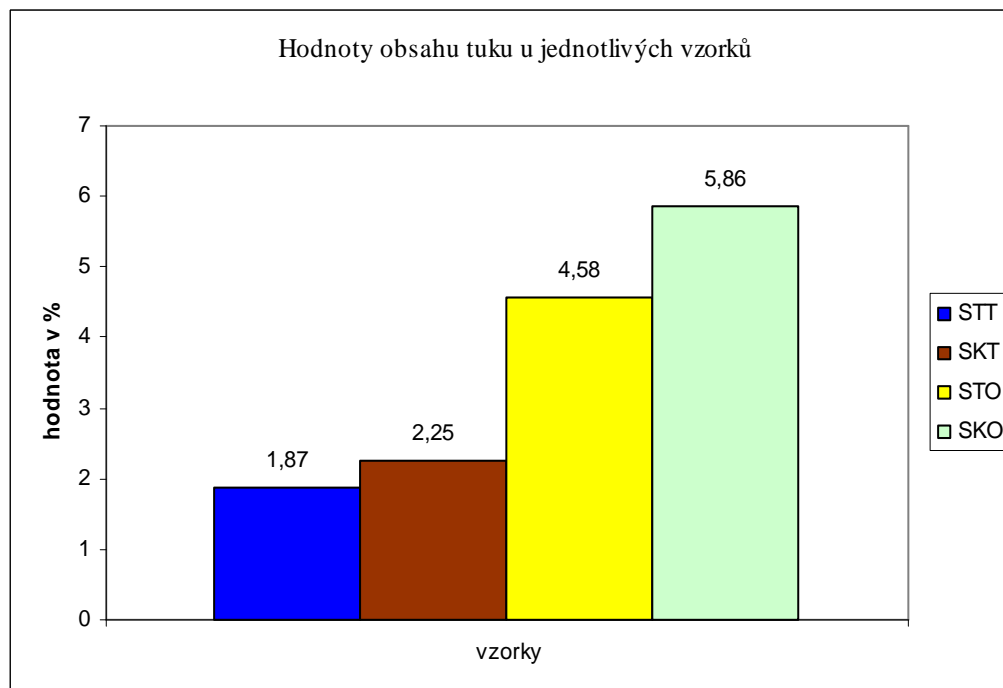
STT-sumec Tisová trup

STO-sumec Tisová ocasní část

SKT-sumec kontrola trup

SKO-sumec kontrola ocasní část

Graf 5



4.1.5. Stanovení obsahu mastných kyselin ve svalovém tuku sumce

Z tabulky vyplývá, že zastoupení skupiny SFA (saturated fatty acids) je u obou posuzovaných skupin podobné. Rozdíly jsou patrné u skupin MUFA (mono-unsaturated fatty acids) a PUFA (poly-unsaturated fatty acids). Sumec chovaný v přirozených podmínkách dosahuje vyššího zastoupení MUFA (cca 36%), než sumec chovaný intenzivním způsobem (zde je hodnota podílu cca 30%). Hodnoty PUFA, z hlediska lidské výživy velmi významné skupiny, dosahují vyšší hodnoty u sumce z intenzivních podmínek chovu (cca 38%), než u sumce z podmínek chovu přirozených (zde cca 25%). Je zřejmé, že čím delší uhlíkatý řetězec dané skupiny kyselin (PUFA), tím má skupina ryb z intenzivního chovu větší zastoupení. Důležitý je výsledek zastoupení PUFA n6 ve vzorcích. Čím je větší rozdíl mezi skupinami PUFA n3 a PUFA n6, tím vyšší vychází hodnota poměru $\Sigma n3 / \Sigma n6$. Hodnota tohoto poměru je přímou úměrou - čím vyšší výsledek, tím vyšší zastoupení PUFA n3 a tím pozitivnější efekt pro lidskou výživu. Přestože je zřejmý

rozdíl mezi zastoupením PUFA u obou testovaných skupin, poměr n3/n6 kyselin je velmi podobný.

Zatímco u skupin ryb z přirozených podmínek vychází hodnota PUFA n3 v ocasní části i v trupu téměř shodně (cca 17,5 %), u ryb z intenzivního chovu se tyto hodnoty mezi trupem a ocasní částí liší (PTT - 28,71 % ; PTO - 26,29 %).

Pro názornost byla sestavena Tabulka a k ní příslušný graf...

Tabulka 12: Skupiny mastných kyselin u jednotlivých vzorků

	PKT	PKO	PTT	PTO
SFA	21,57	21,21	21,26	21,77
A MUF	35,58	36,02	29,61	30,38
A PUF	24,79	24,92	39,13	37,56
Σ n3	17,44	17,68	28,71	26,29
Σ n6	7,35	7,24	10,42	11,27
n3/n6	2,37	2,44	2,76	2,33

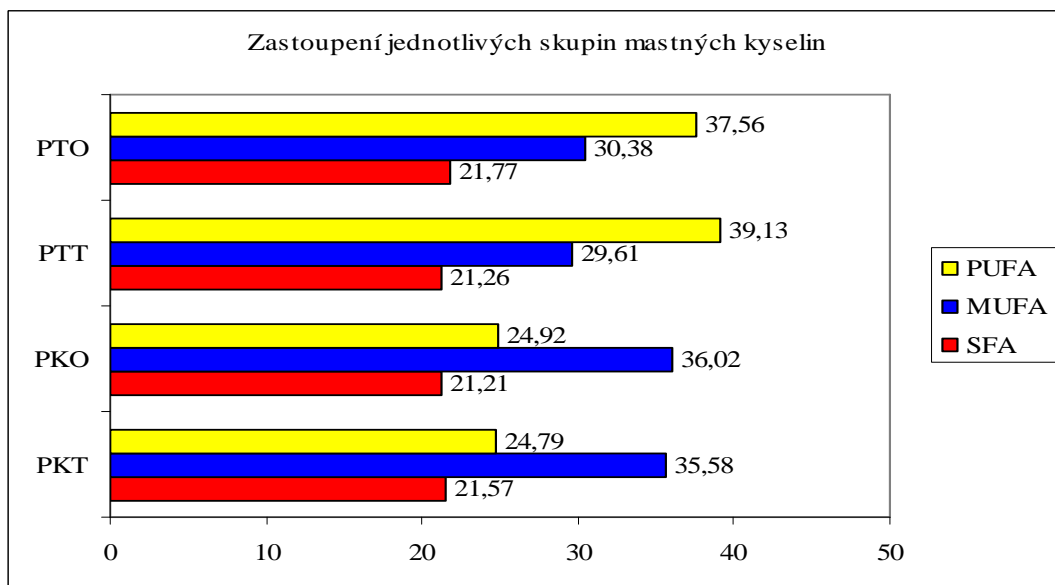
PKT-pokus kontrola trup

PKO-pokus kontrola ocasní část

PTT-pokus Tisová trup

PTO-pokus Tisová ocasní část

Graf 6



Tabulka 13: Zastoupení mastných kyselin ve svalovině sumce

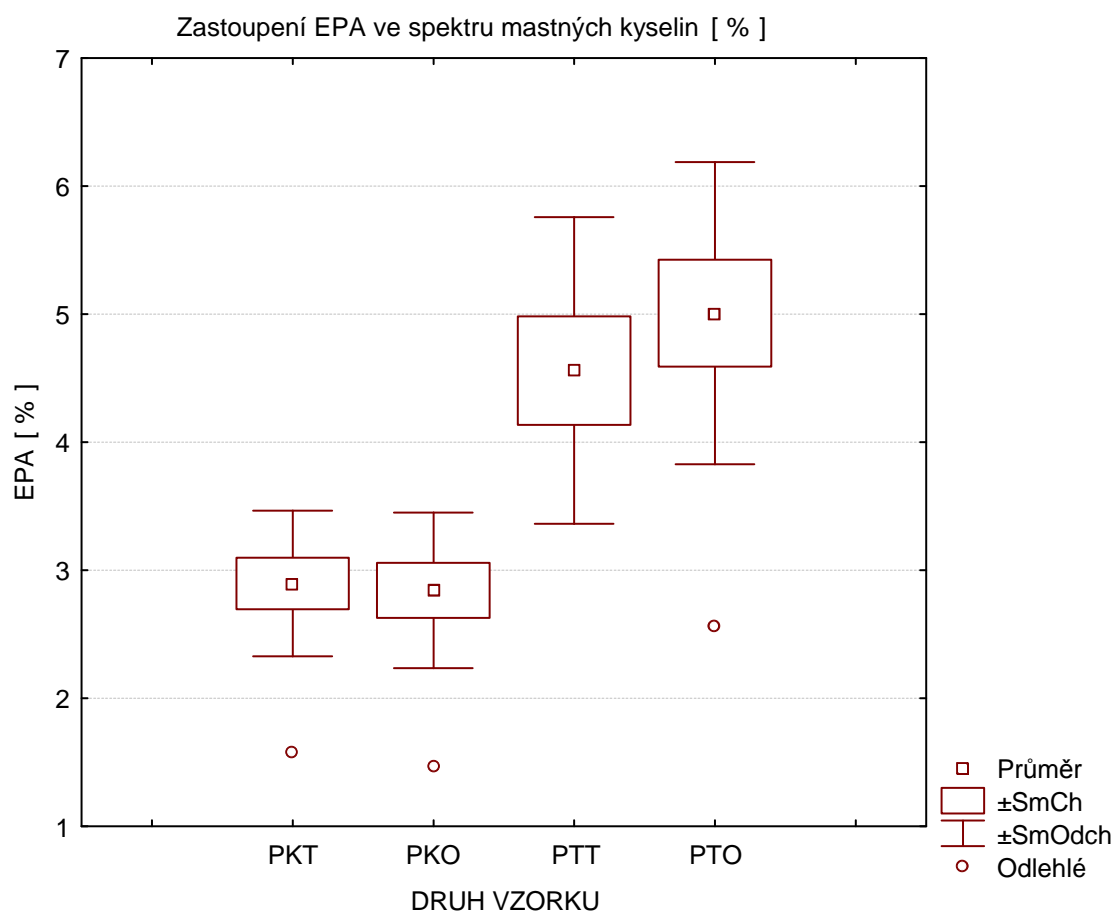
	PKT	PKO	PTT	PTO
C14:0	1,86+/-0,31	1,82+/-0,20	3,91+/-1,15	4,83+/-0,88
isoC15:0	0,44+/-0,14	0,43+/-0,13	0,12+/-0,03	0,14+/-0,02
C15:0	0,41+/-0,07	0,42+/-0,08	0,29+/-0,04	0,32+/-0,05
C16:0	16,10+/-1,31	15,70+/-1,21	13,80+/-1,62	14,15+/-1,75
C16:1	11,55+/-2,21	11,55+/-1,58	4,34+/-1,02	5,02+/-0,86
isoC17:0	0,51+/-0,20	0,47+/-0,12	0,08+/-0,02	0,12+/-0,04
anteisoC17:0	0,42+/-0,09	0,35+/-0,11	0,11+/-0,03	0,13+/-0,03
C17:0	0,22+/-0,08	0,23+/-0,07	0,68+/-0,09	0,73+/-0,13
C16:3+C17:1	0,39+/-0,14	0,46+/-0,13	0,54+/-0,19	0,62+/-0,17
isoC18:0	0,09+/-0,06	0,08+/-0,06	0,07+/-0,01	0,08+/-0,01
C16:4	1,26+/-0,51	1,12+/-0,37	0,87+/-0,35	0,70+/-0,27
C18:0	3,66+/-0,68	3,69+/-0,49	3,55+/-1,22	2,79+/-0,47
C18:1	32,64+/-2,66	33,72+/-2,77	21,50+/-1,19	22,83+/-0,40
C18:2n6	4,58+/-1,72	4,47+/-1,81	8,86+/-1,80	10,18+/-1,38
C18:3n6	0,21+/-0,06	0,22+/-0,04	0,25+/-0,04	0,25+/-0,04
C18:3n3	4,15+/-1,26	3,89+/-1,17	1,27+/-0,43	1,64+/-0,35
C18:4	0,66+/-0,63	0,66+/-0,56	0,69+/-0,31	0,98+/-0,34
C20:0	0,16+/-0,04	0,16+/-0,04	0,19+/-0,03	0,20+/-0,05
C20:1	2,38+/-0,58	2,30+/-0,52	8,11+/-1,97	7,55+/-2,19
C20:2	0,55+/-0,24	0,48+/-0,22	0,64+/-0,14	0,57+/-0,14
C20:2	0,42+/-0,10	0,40+/-0,06	0,35+/-0,11	0,28+/-0,03
C20:3n6	2,04+/-0,39	1,90+/-0,31	1,12+/-0,59	0,68+/-0,19
C20:4n6	0,71+/-0,25	0,65+/-0,19	0,19+/-0,03	0,16+/-0,02
C20:3n3	0,06+/-0,02	0,05+/-0,03	0,11+/-3,66	0,49+/-3,38
C20:4n3	1,30+/-0,24	1,30+/-0,29	0,77+/-0,13	0,85+/-0,14
C20:5n3	2,90+/-0,57	2,84+/-0,61	4,56+/-1,20	5,01+/-1,18
C22:1	0,18+/-0,04	0,13+/-0,04	0,38+/-0,21	0,19+/-0,11
C22:2	0,11+/-0,03	0,12+/-0,03	0,28+/-0,10	0,32+/-0,14
C22:5n6	0,58+/-0,27	0,62+/-0,22	0,29+/-0,06	0,23+/-0,04
C22:4	0,12+/-0,02	0,12+/-0,03	0,08+/-0,02	0,08+/-0,02
C22:5n3	2,03+/-0,50	2,00+/-0,51	2,72+/-0,36	2,49+/-0,43
C22:6n3	6,57+/-2,16	6,94+/-2,18	9,63+/-2,11	7,83+/-1,04
C24:5	0,17+/-0,04	0,18+/-0,06	0,19+/-0,04	0,16+/-0,04
C24:6	0,40+/-0,07	0,39+/-0,09	0,35+/-0,08	0,29+/-0,06

PKT-pokus kontrola trup **PTT**-pokus Tisová trup **PKO**-pokus kontrola ocasní část
PTO-pokus Tisová ocasní část

Hodnota každé kyseliny je vždy hodnotou průměrnou za celou skupinu vzorků. Zatímco skupina ryb z přirozených podmínek vykazuje vyšší podíl kyselin s kratším řetězcem (k. palmitová, α -linoleová, linolová a olejová), ryby z intenzivního chovu dosahují vyšších podílů kyselin s dlouhým řetězcem (EPA, DHA). Tyto údaje byly ověřeny v programu Statistica 6.0 CZ na základě Tukeyova testu na hladině významnosti $p < 0.05$.

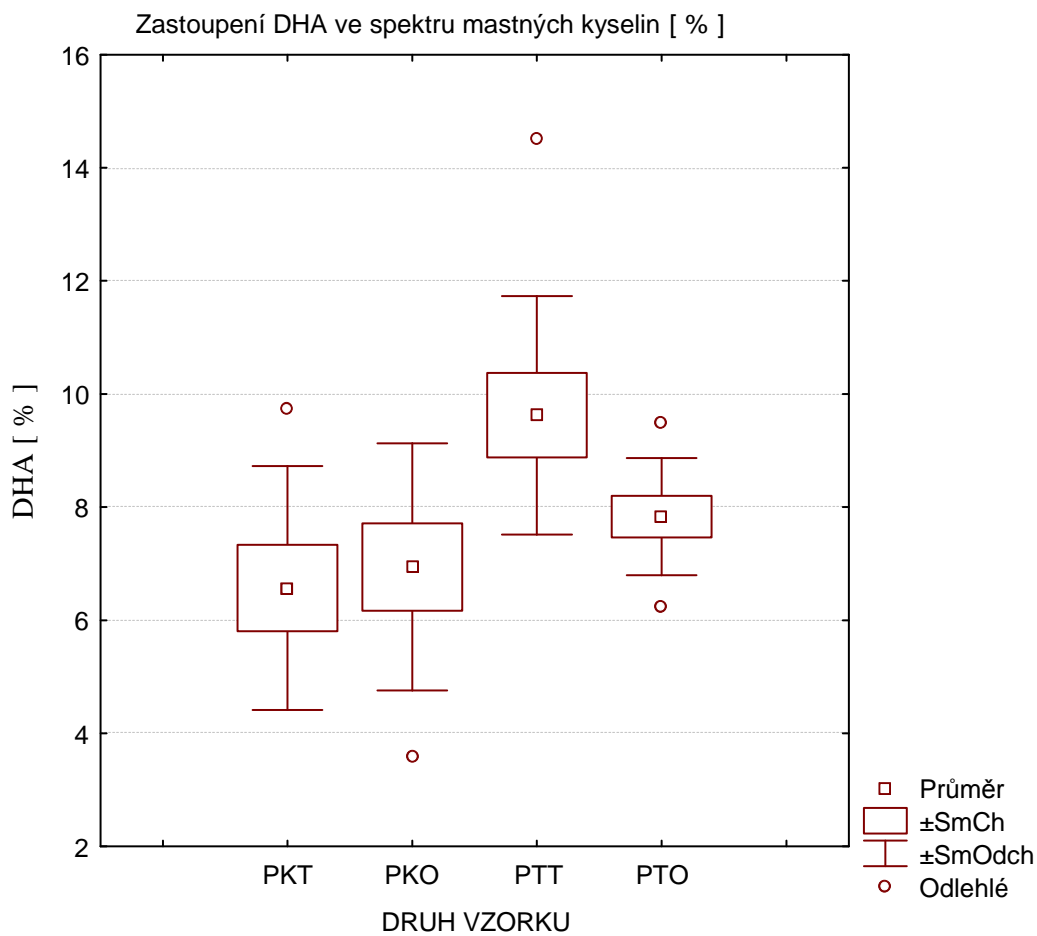
Pro názornost byly vybrány dvě kyseliny z hlediska lidské výživy nejvýznamnější a nejsledovanější. Zastoupení těchto dvou kyselin, eikosapentaenové a dokosahexaenové (EPA a DHA), v tuku – viz. následující grafy.

Graf 7



Na ose x jsou seřazeny vzorky, na ose y lze vyčíst procentické zastoupení eikosapentaenové kyseliny (EPA) v procentech ze svalového tuku.

Graf 8



Z grafu je patrné, že nejvyššího zastoupení DHA dosáhl trup sumce z intenzivního chovu. Celkově lze také vyčíst, že hodnoty DHA v tuku sumce obecně, se mohou pohybovat kolem hodnot pod 4 % DHA, ale také nad 14 % (viz. odlehlé hodnoty).

4.2. Kapr obecný

Pro pokus byly použity ryby přikrmované pěti obilovinami a jedna kontrolní skupina z rybníků Humlena I – Humlena VI.

4.2.1. Stanovení výtěžnosti kapra obecného

Tabulka 14: Hodnoty výtěžnosti kapra obecného

	rybník 1 kukuřice	rybník 2 pšenice	rybník 3 tritikale	rybník 4 žito	rybník 5 ječmen	rybník 6 kontrola
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
hmotnost	1,99+/-0,38	2,31+/-0,31	1,79+/-0,37	2,18+/-0,22	2,44+/-0,27	2,13+/-0,24
HJOT	1,29+/-0,26	1,48+/-0,22	1,1+/-0,22	1,40+/-0,16	1,50+/-0,18	1,31+/-0,16
%	64,46	63,91	61,19	63,71	61,64	61,54
hlava	0,28+/-0,04	0,33+/-0,06	0,27+/-0,06	0,29+/-0,02	0,35+/-0,06	0,30+/-0,05
%	14,07	14,45	14,87	13,52	14,21	14,31
ploutve	0,05+/-0,009	0,06+/-0,008	0,05+/-0,01	0,05+/- 0,007	0,06+/- 0,008	0,06+/-0,01
%	2,53	2,47	2,76	2,48	2,59	2,7
vnitřnosti	0,27+/-0,07	0,32+/-0,06	0,28+/-0,06	0,32+/-0,04	0,38+/-0,07	0,32+/-0,06
%	13,45	13,85	15,76	14,5	15,75	15,08
šupiny	0,09+/-0,01	0,10+/-0,01	0,08+/-0,04	0,10+/-0,01	0,11+/-0,01	0,11+/-0,02
%	4,44	4,22	4,55	4,77	4,52	4,99
ostatní*	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03
%	0,78	1,35	0,91	1,43	2,67	2,29

*ostatní – „odpad“ jako je krev, sliz, přebytečná voda apod

Jak vyplývá z tabulky, nejvyšší výtěžnost dosáhly ryby přikrmované kukuřicí (64,46%), naopak nejnižší byla zaznamenána u skupiny přikrmované tritikale (61,19%). Největší průměrné kusové hmotnosti dorostly ryby z rybníka č.5 – ječmen (2,44 kg), nejmenší hmotnost dosahovala skupina ryb z rybníka č. 3 – tritikale. Na základě těchto výsledků lze tvrdit, že nejvhodnějším krmivem z hlediska kusové hmotnosti a výtěžnosti se zdá být pšenice, která dosáhla vysokých výsledků jak ve výtěžnosti (63,91%), tak v celkové kusové hmotnosti (2,31 kg+/- 0,31).

4.2.2. Stanovení obsahu proteinů

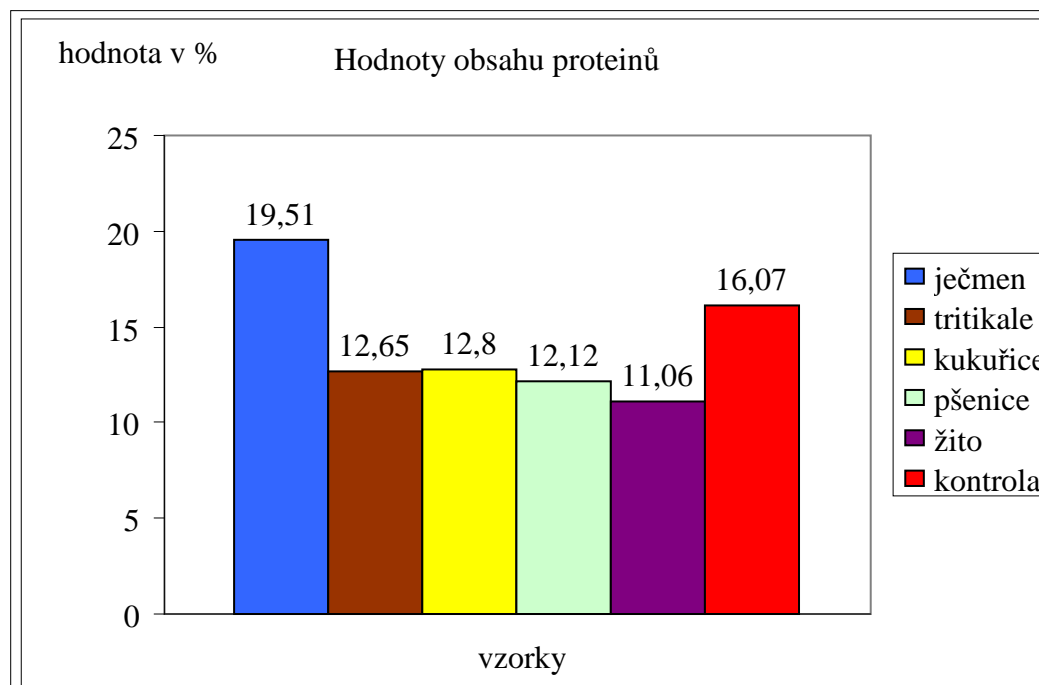
Z tabulky vyplývá, že nejvyšší hodnoty sušiny dosáhl vzorek ryb přikrmovaných ječmenem (32,44 \pm 0,24) a vzorek kontrolní skupiny (26,39 \pm 0,32). Tyto dvě skupiny ryb obsahují rovněž nejvíce dusíkatých látek. Ostatní skupiny ryb vykazují shodně (statisticky neprůkazně) hodnoty dusíkatých látek okolo 12 %. Dosažené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce a grafu.

Tabulka 15: Obsah dusíkatých látek v % ve svalovině kapra

Vzorek	Sušina	Proteiny
ječmen	32,44 \pm 0,24*	19,51 \pm 0,46
tritikale	23,86 \pm 0,47	12,65 \pm 0,58
kukuřice	21,46 \pm 0,51	12,8 \pm 0,24
pšenice	18,64 \pm 0,24	12,12 \pm 0,21
žito	17,61 \pm 0,26	11,06 \pm 0,53
kontrola	26,39 \pm 0,32	16,07 \pm 0,47

*průměr \pm sm.odchylka

Graf 9



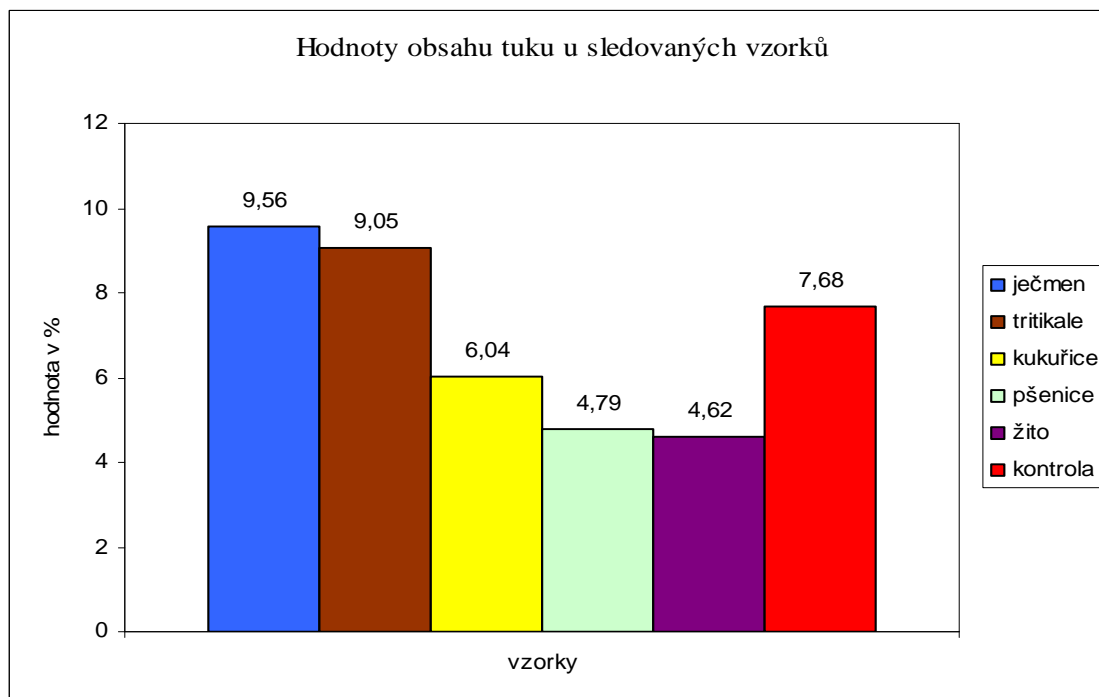
4.2.3. Stanovení obsahu tuku ve svalovině kapra

Podobně jako u obsahu dusíkatých látek, i ve stanovení obsahu tuku dosáhly nejvyššího výsledku vzorky příkrmované ječmenem (9,56 \pm 0,26). Kontrola dosáhla spíše průměrných hodnot (7,68 \pm 0,32). Vysoký výsledku obsahu tuku byl naopak zaznamenán u ryb příkrmovaných tritikale (9,05 \pm 0,14). Přesné údaje uvádí následující tabulka a graf.

Tabulka 16: Obsah tuku v % ve svalovině kapra

Vzorek	Sušina	Tuk
ječmen	32,44 \pm 0,24	9,56 \pm 0,26
tritikale	23,86 \pm 0,47	9,05 \pm 0,14
kukuřice	21,46 \pm 0,51	6,04 \pm 0,18
pšenice	18,64 \pm 0,24	4,79 \pm 0,23
žito	17,61 \pm 0,26	4,62 \pm 0,18
kontrola	26,39 \pm 0,32	7,68 \pm 0,32

Graf 10



4.2.4. Stanovení obsahu mastných kyselin v tuku kapra obecného

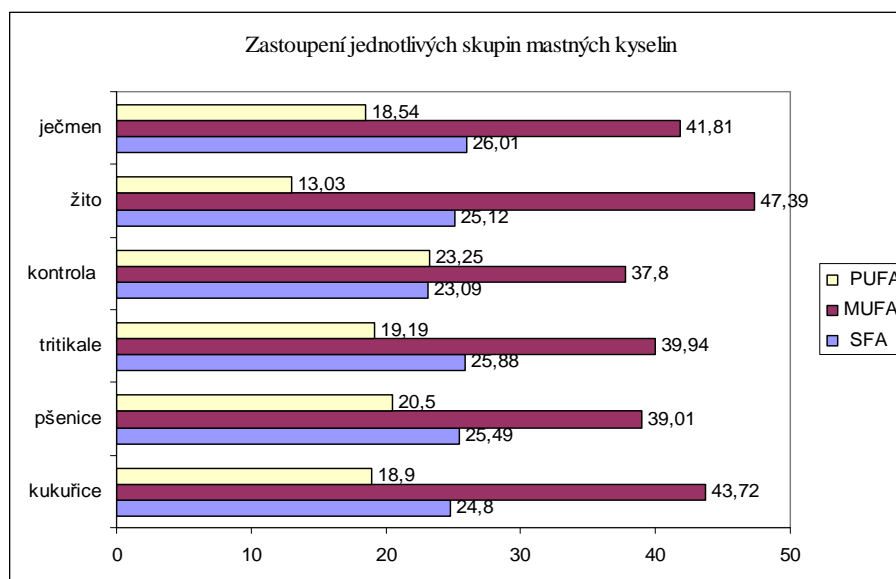
Tabulka 17: Skupiny mastných kyselin u jednotlivých vzorků v %

	rybník I kukuřice	rybník II pšenice	rybník III tritikale	rybník IV kontrola	rybník V žito	rybník VI ječmen
SFA	24,8	25,49	25,88	23,09	25,12	26,01
MUFA	43,72	39,01	39,94	37,8	47,39	41,81
PUFA	18,9	20,5	19,19	23,25	13,03	18,54
Σ n3	8,94	12,6	10,66	16,48	7,15	11,24
Σ n6	9,95	7,89	8,53	6,77	5,88	7,29
poměr n3/n6	0,899	1,59	1,25	2,44	1,215	1,541

Z tabulky vyplývá, že nejvyššího zastoupení SFA dosáhla skupina ryb přikrmovaná ječmenem (26,01 %), nejvyšší podíl skupiny MUFA dosáhly ryby krmené žitem (47,39), podíl PUFA je nejvyšší u kontroly (16,48 %). Kontrolní skupina rovněž vykazuje největší zastoupení n3 kyselin, do kterých náleží i EPA a DHA (16,48 %) a nejvyšší poměr mezi n3 a n6 skupinami kyselin (2,44). Tento fakt je zdůvodnitelný vyšším zastoupením těchto kyselin (PUFA) v přirozené potravě (plankton, bentos). Podíl PUFA v obilovinách je vzhledem k přirozené rybníční potravě kapra obecného statisticky významně ($p < 0,05$) nižší.

Grafické znázornění zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin je patrné v následujícím grafu.

Graf 11



Tabulka 18: Zastoupení vybraných mastných kyselin v rybách podle druhu krmiva

	rybník I kukuřice	rybník II pšenice	rybník III tritikale	rybník IV kontrola	rybník V žito	rybník VI ječmen
C14:0	1,36+/-0,23*	1,62+/-0,31	1,72+/-0,38	1,57+/-0,12	1,43+/-0,1	1,46+/-0,09
C16:0	18,73+/-1,75	19,56+/-1,28	19,77+/-1,40	17,52+/-1,12	19,00+/-0,78	19,60+/-1,4
C17:1	0,45+/-0,07	0,54+/-0,19	0,69+/-0,07	0,71+/-0,08	0,38+/-0,11	0,43+/-0,1
C18:0	4,72+/-0,49	4,31+/-0,33	4,38+/-0,63	3,99+/-0,43	4,69+/-0,19	4,95+/-0,52
C18:1	41,13+/-3,71	36,36+/-2,32	37,22+/-0,99	34,89+/-1,67	44,67+/-2,45	38,85+/-3,26
C18:2n6	8,70+/-0,46	6,51+/-1,36	6,89+/-0,53	5,21+/-0,86	4,72+/-0,58	5,97+/-0,60
C18:3n6	0,23+/-0,02	0,21+/-0,07	0,24+/-0,03	0,20+/-0,03	0,18+/-0,05	0,21+/-0,03
C18:3n3	4,53+/-0,55	5,51+/-1,91	4,90+/-0,59	7,83+/-0,91	3,49+/-1,03	4,96+/-1,07
C18:4n3	1,07+/-0,17	1,68+/-0,66	1,10+/-0,19	2,22+/-0,35	0,58+/-0,15	1,35+/-0,42
C20:1n9	2,14+/-0,40	2,09+/-0,24	2,32+/-0,50	2,21+/-0,50	2,34+/-0,18	2,53+/-0,50
C20:3n6	0,23+/-0,03	0,20+/-0,05	0,23+/-0,03	0,22+/-0,02	0,19+/-0,02	0,22+/-0,02
C20:4n6	0,80+/-0,06	0,96+/-0,19	1,16+/-0,24	1,13+/-0,09	0,79+/-0,17	0,90+/-0,17
C20:3n3	0,22+/-0,01	0,29+/-0,05	0,29+/-0,08	0,39+/-0,07	0,19+/-0,05	0,28+/-0,05
C20:4n3	0,43+/-0,03	0,63+/-0,21	0,51+/-0,13	1,01+/-0,14	0,29+/-0,08	0,61+/-0,18
C20:5n3	1,61+/-0,21	2,78+/-0,62	2,23+/-0,49	3,00+/-0,37	1,59+/-0,33	2,31+/-0,47
C21:5n3	0,09+/-0,01	0,15+/-0,05	0,17+/-0,03	0,16+/-0,02	0,10+/-0,02	0,14+/-0,03
C22:5n3	0,45+/-0,06	0,79+/-0,12	0,62+/-0,15	0,96+/-0,14	0,42+/-0,08	0,75+/-0,28
C22:6n3	0,54+/-0,10	0,74+/-0,10	0,84+/-0,21	0,91+/-0,13	0,49+/-0,08	0,86+/-0,29

*průměr +/- sm. odchylka

5. DISKUZE:

5.1. Sumec velký (*Silurus glanis* L.)

5.1.1. Stanovení výtěžnosti

Lepší celkové výtěžnosti dosáhly ryby chované v přirozených podmínkách (66,71 %). K tomuto výsledku přispěl fakt, že u skupiny ryb z intenzivního chovu bylo zjištěno vyšší procentické zastoupení hlavy, ve vztahu k celkové hmotnosti (26,92 % intenzivní, 21,91 % extenzivní). Mareš et al. (2004) dosáhl vyšších hodnot výtěžnosti u ryb intenzivně chovaných. V ostatních sledovaných parametrech nebyly prokázány významné rozdíly mezi oběma skupinami. Podíl ploutví na celkové hmotnosti byl u obou skupin blízký 1 % (1,07 % int., 0,94 % ext.), podíl vnitřností činil téměř nerozdílně 8 % (7,83 % int., 8,05 % ext.). Výsledky stanovení výtěžnosti lze porovnat s prací, kterou publikovala Jankowska et al. (2006). V tomto pokusu byly, podobně jako v této diplomové práci, porovnávány dvě skupiny sumce – skupina ryb z přirozených podmínek a skupina ryb z intenzivního chovu. JOT (jatečně opracované tělo) představovalo u skupiny z přirozených podmínek 61,08 %; u skupiny intenzivně chované 60,86 %. Celková výtěžnost tedy vychází nižší. Téměř shodných výsledků dosahuje podíl vnitřností (zde 8,91 % ext., 8,80 % int.). Podíl hlavy se v této práci téměř neliší (25,66 % ext., 26,59 % int.). Tento výsledek si vysvětlují tak, že ve zmiňovaném pokusu dosahovaly obě skupiny ryb podstatně nižší živé hmotnosti, než v této diplomové práci. Výsledek našeho pokusu poukazuje na pravděpodobnost, že u sumců s větší živou hmotností (vyšší věk) dochází ke snižování procentického podílu hlavy na celkové hmotnosti.

5.1.2. Senzorická analýza

Senzorické vlastnosti svaloviny sumce závisí do jisté míry na obsahu tuku. Nejpříznivějšího hodnocení ve všech ukazatelích dosáhl vzorek svaloviny z trupu sumce odchovaného přirozenou potravou, který zároveň vykazoval nízké procento svalového tuku. Nejméně příznivého hodnocení dosáhl vzorek ocasní svaloviny sumce odchovaného také přirozenou potravou. Jedním z důvodů může být zjištěný nejvyšší obsah tuku v této části ryby ze všech posuzovaných vzorků (to odpovídá i nejméně příznivě hodnocené konzistenci svaloviny tohoto vzorku). Senzorickou analýzu prováděli např. Vácha et al. (2006) na svalovině kapra. Při tomto pokusu dosáhla kontrolní skupina nejlepšího hodnocení (podobně jako zde vzorek svaloviny sumce z přirozených podmínek). Lze konstatovat, že obecně lepší organoleptické vlastnosti svaloviny mají ryby pocházející z přirozených podmínek. Jakýkoli technologický zásah tyto vlastnosti ovlivní, i když ne signifikantně ($p < 0,05$).

5.1.3. Stanovení obsahu proteinů

Nejvyššího zastoupení dusíkatých látek dosáhl vzorek trupu ryby z intenzivního chovu (17,88 \pm 0,55 %). Podobného výsledku dosáhla Jankowska et al (2006) u intenzivně chovaného sumce (17,95 %). Celkově dosáhly ryby intenzivně chované vyššího podílu dusíkatých látek (ocasní část 17,74 \pm 0,38%) než ryby chované extenzivně (trup – 17,80 \pm 0,82 %; ocasní část – 17,01 \pm 1,57 %). Rozdíly mezi oběma skupinami nejsou statisticky významné ($p < 0,05$). K podobným závěrům dospěl Hallier et al. (2006), když posuzoval biochemické charakteristiky několika skupin sumce velkého v závislosti na typu krmení a teplotě vody během chovu. Ve svém pokusu dosáhl výsledků 15,9 %; 16,0 %; 18,6 %; 18,8 % podle jednotlivých skupin. Zároveň signifikantně ($p < 0,05$) prokázal, že na výsledek nemá vliv typ krmné směsi, ale pouze způsob chovu (resp. teplota vody). Bogut et al. (1999) stanovovali obsah dusíkatých látek v kontrolní skupině sumce (18,04 %) a v pokusné skupině, které přidával do krmné diety kyselinu linolenovou. V této skupině dospěl k výsledku 18,79 %. Martin a Poli (1995) zjistili ve svalovině sumce

z volné vody hodnoty 17,5 %. Mareš et al. in Vykusová (2004) uvádějí u sumců z intenzivního chovu hodnoty mezi 17,67 – 21,14 %. Na základě sledovaných a získaných výsledků lze soudit, že obsah dusíkatých látek ve svalovině sumce velkého není signifikantně ovlivňován typem příkrmované krmné směsi. Tento druh ryby dosahuje hodnot mezi 16 – 21 %. Sumci z přirozených podmínek mají množství dusíkatých látek nepatrně nižší.

5.1.4. Stanovení obsahu tuku

Nejvyššího obsahu tuku dosáhly vzorky ocasní svaloviny ryb z přirozených podmínek chovu (5,86 \pm 2,20 %). Ocasní část ryb z intenzivního chovu dosahovala hodnot nižších (4,57 \pm 2,68 %). Vzorky trupu extenzivně chované skupiny ryb dosahovaly hodnot 2,24 \pm 0,62 % - ext.; 1,87 \pm 1,31 %- int. Bylo tedy prokázáno, že ve svalovině sumce z přirozených podmínek chovu je vyšší obsah tuku, než ve svalovině ryb odchovávaných intenzivním způsobem. Jankowska et al. (2006) potvrdila opak tohoto tvrzení, když zjistila vyšší obsah tuku v intenzivně chovaných rybách (3,85 %), než v rybách chovaných extenzivně (2,96 %). Wognarová et al. (2005) udává dosažené hodnoty tuku v rozmezí 0,83 – 6,68 % v závislosti na použité krmné dietě. Mareš et al. (2004) popisuje hodnoty ve hřbetní svalovině sumce mezi 1,55 – 2,87 %, v ocasní části svaloviny potom rozmezí 4,86 – 8,15 %. Hallier et al. (2007) udává pro obsah tuku ve svalovině sumce hodnoty mezi 2,5 – 4,4 % podle typu příkrmované směsi. Martin a Poli (1995) zjistili u volně žijících sumců hodnoty tuku na úrovni 3,3 %. Fauconneau a Laroche (1996) zjišťovali obsahy tuku u dvou hmotnostních kategorií sumců. Při hmotnosti 1,5 – 2,5 kg udávají průměrný obsah 3 %, u těžších ryb potom průměrnou hodnotu 4,4 % svalového tuku. Podle výsledků Fauconneaua a Laroche lze zdůvodnit námi dosažené vyšší hodnoty tuku u skupiny ryb z přirozených podmínek. Tato skupina v našem testu měla v době konání pokusu vyšší kusovou hmotnost (3,54 \pm 0,55 kg), než ryby intenzivně chované (2,01 \pm 0,75 kg).

5.1.5. Stanovení složení mastných kyselin

Z výsledků je patrné, že skupina ryb z intenzivních podmínek dosahuje signifikantně vyšších hodnot PUFA (trup – 39,13 %; ocasní část – 37,56 %), než ryby z podmínek extenzivních (trup – 24,79 %; ocasní část – 24,92 %). Hallier et al. (2007) popisuje u intenzivně chovaných sumců hodnoty nižší. U 4 pokusných skupin (podle typu krmiva) popisuje výsledky 30,4 %; 32,6 %; 31,6 %; 34,1%. Ve skupině MUFA však uvádí pro intenzivně krmeného sumce značně vysoké hodnoty 41,1 %; 42,1 %; 39,7 %; 39 %. Martin a Poli (1995) u volně žijících sumců zjistili hodnotu 25,4 % PUFA, což je podobný výsledek jako u námi hodnocené skupiny extenzivně chovaných ryb. Extenzivně chované ryby vykazují vyšší hodnoty MUFA (35,58 % - trup; 36,02 % - ocasní část), což jsou kyseliny s kratším uhlíkatým řetězcem. Jankowska et al. (2005) popisuje hodnotu 38,17+/-1,49 %. Podobnou hodnotu však popisuje i u sumce intenzivně krmeného (37,68+/-0,28 %), což je výsledek podstatně vyšší, než námi dosažené hodnoty MUFA (29,61 % v trupu, 30,38 % v ocasní části). Tento rozdíl je pravděpodobně dán jiným složením kompletní krmné směsi pro intenzivní výkrm sumce. Nejsledovanější mastné kyseliny – EPA a DHA dosahují u extenzivně chovaných ryb průměrné hodnoty 2,85 % (EPA); 6,7 % (DHA) a u intenzivně chovaných ryb průměrně 4,8 % (EPA) a 8,5 % (DHA). Fauconneau et al. (1996) publikovali výsledky intenzivně chovaných ryb 2,5 % EPA a 3,5 % DHA. Naproti tomu vysokých hodnot dosáhli Hallier et al. (2007): 7,6 – 9,7 % EPA, 13,5 – 15,1 % DHA; Jankowska et al. (2005): 7,52–7,73% EPA, 13,26 – 13,50 % DHA. Poměr PUFA n3 / PUFA n6 pro extenzivní skupinu nám vyšel 2,37 pro trup a 2,44 pro ocasní část. U intenzivně chované skupiny byl tento poměr 2,76 pro trup a 2,33 pro ocasní část. V tomto ukazateli se autoři poměrně shodují: Hallier et al. (2007) udává poměr 2,7 – 3,3 pro intenzivní skupiny; Jankowska et al. (2005) uvádí 2,48 – 2,58 pro extenzivní skupinu a 3,85 pro intenzivní. Celkově lze říci, že obsah EPA a DHA je vyšší u ryb intenzivně krmených. Poměr mezi PUFA n3 a PUFA n6 rovněž.

5.2. Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.)

5.2.1. Stanovení výtěžnosti

Nejvyšší výtěžnost dosáhla skupina ryb z rybníka č. 1 – kukuřice (64,46 %), naopak nejhorší hodnota byla zaznamenána u rybníka č. 3 – tritikale (61,19 %). Gela et al. (2003) ve svém pokusu uvádějí hodnoty výtěžnosti kapra 62,0 % - 66,0 %. Podíly ostatních částí těla (hlava, vnitřnosti, ploutve, šupiny) dosahovaly u všech skupin ryb podobných výsledků. Rybníky č. 5 a 6 (ječmen a kontrola) vykazovali poměrně vysoké procento odpadu (sliz, krev). Tyto hodnoty byly pro ječmen 2,67 % a pro kontrolu 2,29 %. Norma říká, že procento těchto odpadních částí nemá překročit hodnotu 1,5 %. Vyšší výsledek vysvětlují nepřesnostmi při zpracování vzorků. Průměrná individuální hmotnost se pohybovala v rozmezí 1,79 kg (tritikale) až 2,44 kg (ječmen). S ohledem na dosažené výsledky je možné říci, že jako nejvhodnější krmivo z hlediska výtěžnosti a dosažené individuální hmotnosti se jeví pšenice, která dosáhla vysokých hodnot v obou těchto ukazatelích (2,31 kg hmotnost; 63,91 % výtěžnost).

5.2.2. Stanovení obsahu proteinů

Nejvyššího obsahu proteinů dosáhla skupina ryb přikrmovaná ječmenem (19,51 +/- 0,46 %). Nejmenší hodnota obsahu proteinů byla zaznamenána ve skupině přikrmované žitem (11,06 +/- 0,53 %). Poměrně vysokého obsahu dosáhla i kontrolní skupina (16,07 +/- 0,47 %). M.R.Hasan et al. (1997) uvádějí hodnoty obsahu proteinů v rozmezí 11,59 % - 12,9 % u deseti testovaných skupin kaprů. Vyšších výsledků dosáhla např. Buchtová (2001) – 19 %; Ingr (1994) – 19,2 %; Vácha (1996) – 19,2 %. Ryby přikrmované tritikale, pšenicí a kukuřicí dosáhly spíše nižších hodnot (12,65 +/- 0,58 %; 12,12 +/- 0,21 %; 12,8 +/- 0,24 %). Většina autorů uvádí výsledky vyšší, např. Geri et al. (1995) popisují hodnoty blízké 18 %, konkrétně 16,68 % - 18,08 % proteinů. Takové hodnoty potvrzují i Dunham and Chatakondi et al. (2002). Porovnávali kontrolní skupinu kapra s transgenní skupinou kapra, které byl podán růstový gen pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*;

Walbaum 1792). V F₁ generaci vykazovali transgenní ryby hodnotu 19,48±0,42 % proteinu, zatímco kontrolní skupina 18,13 ± 0,86 %. V F₂ generaci byl obsah proteinů u testované skupiny 18,90 ± 0,36 % a u kontrolní skupiny 18,02±0,17%. Nízké výsledky obsahu proteinů u ryb přikrmovaných pšenicí, tritikale, žitem a kukuřicí si vysvětlují tak, že tyto ryby neměly potřebu konzumovat ve větší míře přirozenou potravu přítomnou daném rybníce. Preferovaly obiloviny, které jsou především zdrojem energie, zatímco přirozená potrava obsahuje velké množství přírodních proteinů. Další možností je velký vyžírací tlak konkurenčního druhu ryby, jako je střevlička východní (*Pseudorasbora parva*).

5.2.3. Stanovení obsahu tuku

Vysokých hodnot obsahu tuku dosáhly ryby přikrmované ječmenem (9,56 ± 0,26 %) a tritikale (9,05 ± 0,14 %). Skupina přikrmovaná ječmenem dosáhla rovněž vysokého obsahu tuku (viz. kapitola 5.2.2.). Vysvětlení viz. tamtéž. Tento vzorek dosáhl také vysokého podílu sušiny (32,44 ± 0,24 %). Nižších výsledků dosáhly skupiny ryb přikrmované žitem (4,62 ± 0,18 %) a pšenicí (4,79 ± 0,23%). Kontrolní skupina vykazuje vzhledem k ostatním výsledkům hodnotu průměrnou (7,68 ± 0,32 %). Ječmen a kontrolní skupina vykazují značný obsah tuku i proteinů. Obě tyto skupiny obsahují též vysoké procento sušiny. Vysoké hodnoty obsahu tuku uvádí např. Buchtová (2001) – 9,2 %, Ingr (1994) – 7 %. Vácha (1996, 2000-filet) popisuje nižší výsledky okolo 2,5 %, stejně jako Strmiska (1987) – 3,3 % nebo Štundlová (1995) – 2,9 %. Steffens a Wirth (2007) uvádějí pro kapra krmeného pšenicí hodnotu obsahu tuku 3,4 %, pro kontrolní skupinu pouze 1,8 % . M.R. Hasan et al. (1997) popisují na deseti hodnocených skupinách kapra hodnoty v rozmezí 3,17 % - 7,52 % podle složení krmné směsi. G.O. Guler et al. (2008) porovnávali zastoupení tuku ve filetu kapra v různých ročních obdobích. Stanovovali obsah tuku v čerstvé svalovině (ne v sušině). Nejmenší procento tuku zjistili v letním období (1,09 %), nejvíce tuku naměřili začátkem zimy (4,45 %).

5.2.4. Stanovení složení mastných kyselin

Ve skupině SFA (saturated fatty acids) není statisticky průkazný ($p < 0,05$) rozdíl mezi jednotlivými příkrmovanými obilovinami a kontrolou. Všechny hodnoty se pohybují mezi 23 a 26 %. Nejnižší hodnotu (23,09 %) dosáhla kontrolní skupina. Guler et al. (2008) uvádějí podobné hodnoty okolo 27 % SFA. Geri (1995) zjistil hodnoty SFA ve svalovině kapra v rozmezí 24,74 % - 28,16 % podle věku ryb. Kim a Lee (1986) popisují dokonce hodnotu 36,3 % SFA. Nejvyššího zastoupení MUFA (monounsaturated fatty acids) dosáhly ryby příkrmované žitem (47,39 %) a kukuřicí (43,72 %). Kontrolní skupina vykazuje nejnižší hodnotu (37,8 %). Vácha a Tvrzická (1995) zjistili hodnotu MUFA 53,76 %. Velmi nízký výsledek popisují Sýkora a Valenta (1978) – 22,53 % MUFA v bílé svalovině kapra (viz. tabulka č. 3). Podobných výsledků jako v této diplomové práci dosáhl Geri (1995) – průměrně 40% MUFA podle stáří ryb, Guler et al. (2008) mezi 35 % a 41 % podle ročního období. V zastoupení PUFA (polyunsaturated fatty acids) statisticky průkazně dominuje podle předpokladu kontrolní skupina (23,25 %). Nejnižší zastoupení bylo zjištěno u ryb příkrmovaných kukuřicí (18,9 %). To si vysvětlují vysokým zastoupením MUFA ve svalovině těchto ryb. Zjištění ostatních autorů se u této skupiny mastných kyselin značně rozcházejí. Podobných výsledků dosáhli Vácha a Tvrzická (1995) – 19,26 % PUFA. Nižší výsledek popisuje např. Fajmonová (2003) – 12,33 % PUFA. Naopak značně vyšších výsledků dosáhli Sýkora a Valenta (1978) – 41,2 – 46,3 %; Guler et al. (2008) – 29,3 % - 42,8 % PUFA podle ročního období. Kontrolní skupina dosáhla signifikantně vyššího zastoupení i ve skupině PUFA n3 (16,48 %). Nejnižší obsah této skupiny vykazuje ryby příkrmované žitem (7,15 %) a kukuřicí (8,94 %). Ryby příkrmované kukuřicí dosáhly lepšího výsledku ve skupině PUFA n6 (9,95 %), což je signifikantně více, než dosáhla kontrolní skupina (6,77%) a skupina příkrmovaná žitem (5,88 %). Vácha a Tvrzická (1995) uvádějí hodnotu PUFA n3 10,17% a PUFA n6 9,09. Vyšší hodnoty popisuje Kinsella aj. (1987). PUFA n3 16,6 %; PUFA n6 11,8 %. Fajmonová (2003) uvádí hodnoty nižší –

PUFA n3 4,12 %; PUFA n6 8,21 %. Guler et al. (2008) uvádí extrémní hodnoty kolem 20 % PUFA n6. V této diplomové práci byl prokázán signifikantní ($p < 0,05$) rozdíl v zastoupení EPA (eikosapentaenová kyselina) a DHA (dokosahexaenová kyselina) v tuku. Na základě Tukeyova testu bylo zjištěno, že kontrolní skupina se liší v zastoupení EPA (3,00 +/- 0,37 %) od skupiny přikrmované kukuřicí (1,61 +/- 0,21 % EPA) a žitem (1,59 +/- 0,33 %). Tyto dvě skupiny ryb se obě liší od ryb přikrmovaných pšenicí (2,78 +/- 0,62 % EPA). Podobně byl prokázán rozdíl v obsahu DHA. Kontrolní skupina (0,91 +/- 0,13 % DHA) se statisticky průkazně liší od kukuřice (0,54 +/- 0,10 %) a žita (0,49 +/- 0,08 %). Další rozdíly byly potvrzeny mezi skupinou ječmen a žito, a také tritikale a žito. Kontrolní skupina vykazuje nejvyšší poměr mezi PUFA n3 a PUFA n6 (2,44). Tento poměr byl zaznamenán nejnižší u skupiny přikrmované kukuřicí (0,899). Tato skupina je jediná, kde je tento poměr menší než 1. Důvodem je vyšší zastoupení PUFA n6 než PUFA n3 v tuku těchto ryb.

6. ZÁVĚR:

Na základě shromážděných údajů jsem posoudil vliv výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a sumce velkého (*Silurus glanis* L.). Posuzováno bylo celkem 5 ukazatelů kvality svaloviny v pokusu se sumcem velkým. Byly to: stanovení výtěžnosti, sensorická analýza, obsah tuku, obsah proteinů a spektrum mastných kyselin. V pokusu s kaprem obecným byly stanoveny výše zmíněné ukazatele kromě sensorické analýzy.

V pokusu se sumcem byl prokázána vyšší dosahovaná hodnota výtěžnosti u extenzivně chovaných ryb (66,71 +/- 1,51 %) než u ryb chovaných intenzivně (62,83 +/- 3,49 %). Tento rozdíl byl způsoben větším podílem hlavy z celkové hmotnosti u intenzivně chovaných ryb (o cca 7 %). V sensorické analýze byl nejlépe hodnoceným vzorkem trup sumce z extenzivních podmínek. Byl zde však velký rozdíl mezi hodnocením trupu a svaloviny ocasní části (ta dosáhla naopak nejhoršího hodnocení, především v konzistenci). Oproti tomu vzorky svaloviny sumce z intenzivních podmínek chovu dosáhly vyrovnaného a velice příznivého hodnocení ve všech posuzovaných ukazatelích. Ve stanovení obsahu proteinů nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($p < 0.05$) mezi oběma posuzovanými skupinami ryb. Nepatrně vyšších hodnot dosáhl sumec z intenzivních podmínek. Extenzivně chovaný sumec vykazuje vyšší zastoupení svalového tuku (5,86 % ve ocasní části; 2,25 % ve svalovině trupu). Tento fakt přisuzuji přesně vypočítané a na živiny vyrovnané krmné dietě, kterou byli krmeni sumci v intenzivních podmínkách. Jasně byl prokázán vliv technologie chovu a předkládaného krmiva ve stanovení spektra mastných kyselin. Zatímco ve skupině SFA byly obě skupiny vyrovnané, ve skupině MUFA dosáhly vyššího zastoupení ryby z extenzivních podmínek chovu. V nejsledovanější skupině mastných kyselin – PUFA, jasně dominovaly ryby z intenzivních podmínek. Hodnoty PUFA zde dosahují k 39 %, zatímco ve druhé skupině ryb je to kolem 25 %. Zastoupení EPA je u intenzivní skupiny téměř dvojnásobné, než u skupiny intenzivní. U kyseliny DHA není rozdíl tak patrný. Signifikantně se od sebe odlišují pouze vzorky trupu obou skupin ryb.

Z dosažených výsledků vyplývá, že pokud budeme chtít posuzovat možnost chovu sumce podle množství vyprodukované svaloviny za jednotku financí a nebudeme se ohlížet na aspekty zdravé výživy a kvality svaloviny jako celku, pak je dobrou volbou chovat sumce v přirozených podmínkách v rybnících. Z hlediska rychlosti růstu, množství bílkovin a poměru mastných kyselin (což je dnes velice diskutované téma s ohledem na propagovaný zdravý životní styl a vyváženou výživu lidí) se jeví jako jednoznačně lepší alternativa chov tohoto druhu ryby v řízených podmínkách a s použitím přesně vyvážených kompletních krmných směsí. Použitím těchto směsí (trh jich dnes nabízí obrovské množství) můžeme cíleně ovlivňovat složení svaloviny, včetně jejích nutričních charakteristik (jako je složení mastných kyselin ve svalovém tuku).

Pokus s kaprem obecným přinesl následující závěry. V hodnocení výtěžnosti je statisticky průkazný rozdíl mezi příkrmovanou pšenicí a kontrolní skupinou. Jinak jsou dosažené hodnoty u použitých obilovin podobné. Ve stanovení obsahu proteinů dosáhla kontrolní skupina druhého nejvyššího obsahu, nejvíce proteinů obsahovaly ryby příkrmované ječmenem. Kontrola tedy dosáhla bez použití krmiva (bez finančních nákladů na krmivo) lepšího výsledku než kukuřice, pšenice, tritikale a žito. V obsahu tuku se kontrola chovala průměrně. Z toho vyplývá, že lze v tomto ukazateli dosáhnout bez nákladů na příkrmování podobných výsledků, jako u obsádek příkrmovaných. Ve stanovení spektra mastných kyselin se jasně projevil vliv přirozené potravy, která je přírodním a hodnotným zdrojem těchto látek. Kontrolní skupina dosahuje signifikantně vyššího zastoupení ($p < 0,05$) skupiny PUFA. Nejprůkazněji je tento rozdíl vidět u PUFA n3. Z výsledků vyplývá, že lze dosáhnout velmi kvalitní rybí suroviny při extenzivní technologii chovu. Tato vysoká kvalita je sice dosažena na úkor přírůstku, ale v dnešní době tlaku různých organizací na snižování intenzifikace v chovu ryb může být tento fakt dobrým kompromisem.

Pro názornost bylo vytvořeno několik srovnávacích grafů, které porovnávají zjištěné hodnoty sumce velkého a kapra obecného mezi sebou. Tyto grafy viz. kapitola Přílohy.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

AHLGREN G., SONENSTEN L., BOBERG M., GUSTAFFSON I.B., 1996: Fatty acids content of some freshwater fish in lakes of different trofic levels a bortím up effect? Ecol. Freshwat. Fish. Vol. 5, 1, 15-27.

BARUŠ V., OLIVA O. a kol., 1995: Mihulovci a ryby (2), Academia, Praha

BASARAJAVA N., RAO G.P.S., VARGHESE T. J., 1988: Effects of feeding 17 alpha methyltestosterone on the proximate composition and organoleptic characteristics of the fresh of the common carp (*Cyprinus carpio*). Environ. Ecol. 4, 1, 19-26.

BOGUT I., HAS-SCHÖN E., ČAČIČ M., 1999: Linolenic acid supplementation in the diet of European catfish (*Silurus glanis*): effect on growth and fatty acid composition., J. Appl. Ichthyol. 18 (2002), 1-6.

BUCHTOVÁ H., 2001: Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů., Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, pp. 24-27.

CORRAZE G., BRAUGE C., MEDALE. F., 1993. Effect of non protein energy sources on lipid and fatty acid composition of the muscle of rainbow trout reared in sea water. From Discovery to Commercialization. 218.

CSENGERI I, FARKAS T, MAJORKA F, OLAH J, SZALAY M., 1978. Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquacult. Hung, 1, 24-34.

ČÍTEK J., KRUPAUER V., KUBŮ F., 1998. Rybníkářství 3. vyd., Informatorium, Praha, 366 s.

- DUBSKÝ K., KOUŘIL J., ŠRÁMEK V., 2003: Obecné rybářství., vyd. Informatorium, Praha.
- GELA D., RODINA M., LINHART O., 2003: Top-crossing with evaluation of slaughtering value in common carp (*Cyprinus carpio* L.) offspring., *Aquaculture International* 11: pp. 379–387.
- GERI G., POLI B. M., GAULTIERI M., LUPI P., PARISI G., 1995: Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment., *Aquaculture* 129, pp. 329-333.
- GUILLAUME J., KAUSHIK S., BERGOT P., MÉTAILLER R., 2001. Nutrition and Frediny of Fish and Crustaceans. 1st ed., Chichester: Praxi Publishing Ltd., 408.
- EGERT J., HARTMAN P., ŠTĚDRONŠKÝ E., 1984. Rybářství., naklad. Mír, Praha.
- FAJMONOVÁ E., ZELENKA J., KOMPRDA T., KLADBROBA D., ŠARMANOVÁ I., 2003: Effects of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) filets. *Czech J. Anim. Sci.*, 48, (2): 89-92.
- FAUCONNEAU B., LAROCHE M., 1996: Characteristics of the flesh and quality of products of catfishes. *Aquat. Living Resour.*, Vol. 9, Hors serie, pp. 165-179.
- FILIPIAK J., TRZEBIATOWSKI R., SADOWSKI J., 1995. Fisheries – a class giede for students. Part II. Selected elements of fish culture, Wydawn. AR Szczecin (in Polish).
- GROTE W., VOGT C., HOFER B., 1909: Die Süßwasserfische von Mittel – Europa. Verl. Schlüter u. Mass, Halle a. S., 558 pp.

GUO G., DONG S., 2007: Fatty Acid Composition of Plankton and Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*) in Freshwater Ponds., *Clean Journal* 2008, 36 (2), 209 – 215.

GULER G. O., KITZANIR B., AKTUMSEK A., CITIL O. B., OZPARLAK B., 2008: Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and x3/x6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids., *Food Chemistry* 108., pp. 689–694.

HAFFRAY P., VAUCHEZ C., VANDEPUTTE M., LINHART O., 1998: Different growth and processing traits in males and females of European Catfish (*Silurus glanis* L.). *Aquat. Living Resour.* 11 (5) (1998), 341-345.

HALLIER A., SERROT T., PROST C., 2006: Influence of rearing conditions and feed on the biochemical composition of fillets of the European catfish (*Silurus glanis*). *Food Chemistry* 103 (2007) pp. 808–815.

HALVER J. E., 1989. *Fish Nutrition*. 2nd ed. San Diego: Academic press Inc., 789.

HAMÁČKOVÁ J., KOUŘIL J., MAREŠ J., JIRÁSEK J., 1998: Early feeding of European catfish *Silurus glanis* with three commercial starters. *Conf. Aquacult. Europe*, Bordeaux.

HASAN M.R., MACINTOSH D.J., JAUNCEY K., 1997: Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture* 151, pp. 55-70.

HAS-SCHÖN B., BOGUT I., KRALIK D., VUKOVIČ B., 2003: Mutual influence of protein and lipid feed content on European catfish (*Silurus glanis*) growth., *J. Appl. Ichthyol.* 20 (2004), 92–98.

HILGE V., 1989. Rearing of the European catfish (*Silurus glanis* L.) to marketable size in warm water at the laboratory scale, in: De Pauw, N. et al. (Ed.) (1989). Aquaculture: a biotechnology in progress: volume 1. pp. 163-167

HILGE V., GROPP H. J., 1985. Zum Protein-und Fettbedarf des Europäischen Welsen (*Silurus glanis* L.). Inf. f. d. Fischwirt., 32, 2: 74-77.

HOCHMAN L., 1969: Možnosti hromadného odchovu sumčího plúdku při použití umělého odkrmu. Publikace AF VŠZ Brno – rybářská specializace (sborník), pp. 107-118.

HRUŠKA V., 1954: Třetí příspěvek k otázce výživy a růstu našich sumců. Čs. Rybářství, 9 (4): 61-62.

INGR I., 1994: Hodnocení a zpracování ryb. Vsz v Brně, s. 42-47.

JANEČEK V. st., 1963: Přikrmování kaprů. Metodiky ÚVTI MZLVH, Praha, 26 pp.

JANEČEK V. st., 1976: Jak dál v intenzifikaci v rybníkářství. MZVŽ, Praha, 70 pp.

JANEČEK V. et PŘIKRYL I., 1979: Realizační výstup R 4 „Uplatnit biotechnologické postupy při chovu násad a tržních kaprů“. Zpráva VÚRH Vodňany, 16 pp.

JANKOWSKA B., ZAKES Z., ZMIJEWSKI T., ULIKOWSKI D., KOWALSKA A., 2005: Fatty acids profile in dorsal and ventral sections of fillets from european catfish (*Silurus glanis* L.) fed various feeds. Arch. Pol. Fish., Vol. 13, Fasc. 1, pp. 17-29.

JANKOWSKA B., ZAKES Z., ZMIJEWSKI T., ULIKOWSKI D., KOWALSKA A., 2006: Slaughter value and flesh characteristics of European catfish (*Silurus glanis*) fed

natural and formulated feed under different rearing conditions. Eur Food Res Technol 224: pp. 453–459.

JAVORSKÝ P., KREČMER F., 1987. Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 2 díl, 4 část, 90 – 94.

JELÍNEK P., KOUDELKA K., 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 414.

KIM K., LEE E., 1986. Food components of wild cultured fresh water fishes. Bull. Korean Fish. Soc., vol. 19, p. 195-211

KINSELLA J., SHIMP J., MAI J., 1987. The proximate and lipid composition of several species of freshwater fishes. N.Y. Food and life Sci. Bull., vol. 69, p. 1-20.

KOUŘIL J., MACHÁČEK J., SKÁCELOVÁ O., 1984: Odkrm raného plůdku sumce velkého (*Silurus glanis* L.) třemi různými dietami. Bul. VÚRH Vodňany, 1984 (2): 3-12.

KURFÜRST J., 1971: Příspěvek k poznání potravní biologie kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) v druhém roce života. Dipl. práce PF UK Praha, 93 pp.

LINHART O., ŠTĚCH L., ŠVARC J., RODINA M., AUDEBERT J.P., GRECU J., BILLARD R., 2002: The culture of the European catfish, *Silurus glanis*, in the Czech Republic and in France. Aquat. Living Resour. 15: 139-144.

MAREŠ, J. WOGNAROVÁ, S. SPURNÝ, P., 2004: Konzumní hodnota sumce velkého (*Silurus glanis* L.) z podmínek intenzivního chovu. In VYKUSOVÁ, B. VII. Česká ichtyologická konference. Vodňany, s. 255-258.

MARTIN J. F., POLI J. M., 1995: Etude des composantes de la qualité de la chair du silure glane (*Silurus glanis* L.). La pisciculture Francaise, 121, pp. 46–50.

MORI T.A., WOODMAN R.J., 2006: The independent effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on cardiovascular risk factors in humans. *Curr Opin Clin Nutr*, 9 (2): 95–104.

MORRIS C.A., HAYNES K.C., KEETON J.T., GATLIN D.M., 1995. Fish oil dietary effects on fatty acid composition and flavour of channel catfish. *J. Food Sci.* 60, 1225-1227.

MZE ČR, 2008. Situační a výhledová zpráva RYBY, vyd. Mze ČR, Praha

NANDEESHA M.C., SRIKANTH G.K., BASAVARAJA K., KESHANAVANTH P., VARGHESE T.J., BANO K., RAY A.K., KALE R.D., 1998. Influence of earthworm meal on the growth and flesh quality of common carp. *Biol. Wastes.*, no. 3, 189-198

PUTSCHÖGL V., 1983: Chov sumce velkého v rybnících. *Veter. Péče v chovech ryb; Sb.doplňkových druhů ryb.* Č. Budějovice, pp. 64-74.

RECCE O. W., 1998. *Fyziologie domácích zvířet.* 1. vyd Praha: Grada Publishing, 456.

RUNGE, G., 1989: On the influence of tocochromanols, fatty acids and sulphur compounds with an aromatic effects in carp by biologische Massnahmen.

SCHÄPERCLAUS W., 1961: *Lehrbuch der Teichwirtschaft.* Berlin – Hamburg, 582 pp.

STEFFENS W., 1997: Effects of variation in Essentials fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97-119.

STEFFENS W., WIRTH M., 2005: Influence of nutrition on the fatty acid composition of pond fish: common carp and tench. New challenges of pond aquaculture—Book of abstracts, 68.

STEFFENS W., WIRTH M., 2007: Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*)., *Aquacult. Int.* 15: pp. 313–319.

STRMISKA, F., (1987): Poživatinové tabulky 41-4 ryby. Bratislava, Výskumný ústav potravinársky. Slovenská spoločnosť pre racionálnu výživu Bratislava, pp. 5-7.

SÝKORA M., VALENTA M., 1978: Lipidy rybničných ryb čeledi Cyprinidae. *Živ. Vyr.*, roč. 23, s. 811-824.

TANDON K. K. ET OLIVA O., 1977: The growth of the sheatfish, *Silurus glanis* in Czechoslovakia. *Věst. Čs. Společ. Zool.*, 41 (4): 271-282.

VÁCHA F., 1996: Kvalitativní parametry masa sladkovodních ryb., *Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH.*, Ed. Flajshans, M., Vodňany, s. 169-174.

VÁCHA F., 2000: Zpracování ryb. České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 25.

VÁCHA F., TVRZICKÁ E., 1995: Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench (*Tinca tinca*), common carp (*Cyprinus carpio*) and hybrid of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, vol. 42, p. 151-157.

VEJSADA P., VÁCHA F., HŮDA J., 2005: Vliv obilných krmiv na obsah tuku ve svalovině tržního kapra (*Cyprinus carpio*). Sborník příspěvků z mezinárodní konference studentů DSP, JČU České Budějovice, s. 121.

VOLDŘICH M., DOBIÁŠ J., 1991: Nutriční význam rybího tuku a jeho změny během zpracování ryb. Průmysl potravin. 42, 6, 280-282.

WATANABE T., TAKEUCHI T., WADA M. 1981. Dietary lipid levels and α -tocopherol requirement of carp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 47, 1585-1590.

WEBSTER C.D., TIDWELL J.H., GOODGAME L.S., 1993. Growth body composition and organoleptic evaluation of channel catfish fed diets containing different percentages of distillers grains with solubles. Prog. Fish. Cult. 55, 2, 95-100.

WOGNAROVÁ S., MAREŠ J., SPURNÝ P., 2003. Odchov plůdku sumce velkého (*Silurus glanis* L.) s použitím diet s diferencovanou úrovní živin a energie. Bulletin VÚRH Vodňany. 1/2 – 2003.

WOGNAROVÁ, S. MAREŠ, J. SPURNÝ, P. FIALOVÁ, M. (2005): Vliv prostředí a použitých krmných směsí na obsah tuku a spektrum mastných kyselin ve svalovině sumce velkého (*Silurus glanis* L.). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2005. sv. LIII, č. 1, s. 45—52.

YINGST W.L. – STICKNEY R.R., 1979. The effects soft dietary of lipids on fatty acids composition of channel catfish fry. Trans. Am. Fish. Soc., 108: pp. 610-625.

ZHANG J., SASAKI S., AMANO K., 1999. Fish consumption and mortality from all causes, ischemic heart disease, and stroke: an ecological study. Prev Med, 28: pp.520–529.

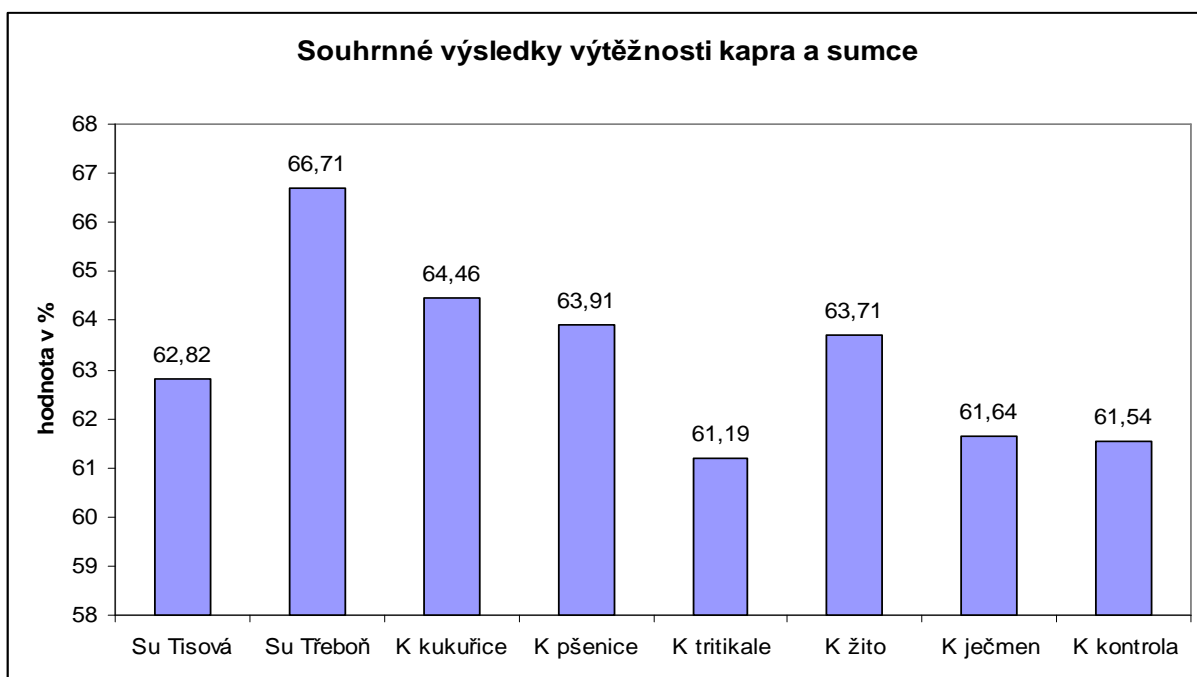
8. PŘÍLOHY:

Tabulka 19: Výtěžnost sumce velkého (*Silurus glanis* L.)

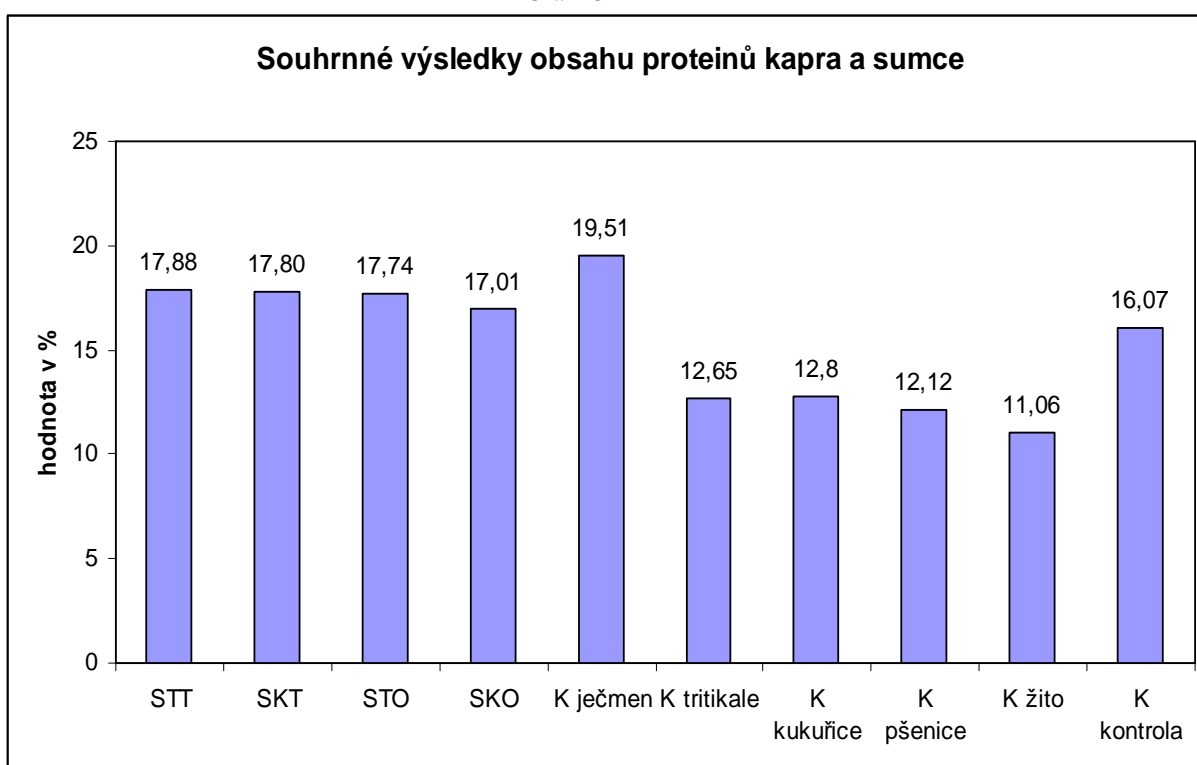
	hmotnost	HJOT	%	hlavy	%	ploutve	%	vnitřnosti	%
TR1	3,542	1,748	49,351	0,734	20,723	0,032	0,903	0,246	6,945
TR2	3,562	2,468	69,357	0,720	20,213	0,028	0,786	0,324	9,096
TR3	4,558	3,142	68,934	1,078	23,651	0,046	1,009	0,290	6,362
TR4	3,814	2,620	68,694	0,817	21,421	0,034	0,891	0,306	8,023
TR5	4,056	2,838	69,970	0,844	20,809	0,039	0,962	0,318	7,840
TR6	2,728	1,898	69,575	0,586	21,481	0,028	1,026	0,194	7,111
TR7	3,526	2,332	66,137	0,893	25,326	0,038	1,078	0,228	6,466
TR8	4,318	2,904	67,253	0,922	21,352	0,038	0,880	0,428	9,912
TR9	3,542	2,416	68,210	0,764	21,570	0,032	0,903	0,274	7,736
TR10	3,166	2,148	67,846	0,657	20,752	0,026	0,821	0,302	9,539
TR11	2,814	1,904	67,662	0,668	23,738	0,030	1,066	0,201	7,143
TR12	3,016	1,960	64,987	0,668	22,149	0,030	0,665	0,334	11,074
TR13	3,376	2,340	69,313	0,732	21,682	0,030	0,889	0,248	7,346
TI1	3,472	2,184	62,903	0,900	25,922	0,034	0,988	0,298	8,583
TI2	2,190	1,346	61,461	0,656	29,954	0,028	1,279	0,138	6,301
TI3	1,870	1,112	59,465	0,542	28,984	0,022	1,176	0,108	5,775
TI4	2,054	1,246	60,662	0,630	30,672	0,022	1,071	0,120	5,842
TI5	3,152	2,080	65,990	0,816	25,888	0,036	1,142	0,174	5,520
TI6	1,718	1,200	69,849	0,382	22,235	0,018	1,048	0,106	6,170
TI7	1,486	0,898	60,431	0,430	28,937	0,018	1,211	0,118	7,941
TI8	1,500	0,888	59,200	0,506	33,733	0,020	1,333	0,066	4,400
TI9	1,726	1,156	66,976	0,428	24,797	0,016	0,927	0,108	6,257
TI10	1,846	1,134	61,430	0,502	27,194	0,022	1,192	0,166	8,992
TI11	2,210	1,420	64,253	0,616	27,873	0,022	0,995	0,138	6,244
TI12	4,218	2,630	62,352	1,078	25,557	0,045	1,067	0,406	9,625
TI13	1,782	1,154	64,759	0,496	27,834	0,018	1,010	0,098	5,499
TI14	1,704	1,084	63,615	0,428	25,117	0,018	1,056	0,144	8,451
TI15	1,378	0,818	59,361	0,374	27,141	0,014	1,016	0,158	11,466
TI16	1,654	1,110	67,110	0,412	24,909	0,016	0,967	0,102	6,167
TI17	2,500	1,632	65,280	0,684	27,360	0,026	1,040	0,134	5,360
TI18	1,632	0,950	58,211	0,364	22,304	0,016	0,980	0,270	16,544
TI19	1,496	1,024	68,449	0,362	24,198	0,016	1,070	0,078	5,214
TI20	1,426	0,832	58,345	0,390	27,349	0,016	1,122	0,176	12,342
TI21	1,262	0,748	59,271	0,346	27,417	0,010	0,792	0,148	11,727

Tabulka 20: výsledky hodnocení vzorků masa sumce grafickou stupnicí					
Hodnotitel	znak	Vzdálenost v mm od kladného hodnocení			
		213 PKO	151 PTO	124 PTT	78 PKT
1	Vůně	32	73	2	73
	Chuť	24	56	10	68
	Pachuť	31	62	2	52
	Konzistence	58	9	8	64
2	Vůně	13	11	4	28
	Chuť	10	20	2	2
	Pachuť	10	10	3	2
	Konzistence	62	71	4	4
3	Vůně	11	34	14	15
	Chuť	8	40	29	28
	Pachuť	7	40	33	4
	Konzistence	56	53	37	8
4	Vůně	23	8	15	27
	Chuť	24	6	12	33
	Pachuť	0	0	0	0
	Konzistence	59	48	44	65
5	Vůně	54	8	8	9
	Chuť	54	55	7	9
	Pachuť	8	50	0	0
	Konzistence	51	7	7	54
6	Vůně	3	3	6	40
	Chuť	10	0	2	5
	Pachuť	0	0	0	0
	Konzistence	49	21	23	44
7	Vůně	72	12	5	3
	Chuť	11	10	24	15
	Pachuť	2	3	0	0
	Konzistence	75	30	0	53
8	Vůně	5	0	0	0
	Chuť	0	0	0	0
	Pachuť	0	0	0	0
	Konzistence	10	0	5	0
9	Vůně	13	0	0	0
	Chuť	0	0	0	0
	Pachuť	0	0	0	0
	Konzistence	31	15	50	17
10	Vůně	33	10	16	39
	Chuť	45	12	6	39
	Pachuť	38	9	4	35
	Konzistence	42	15	15	42

Graf 12



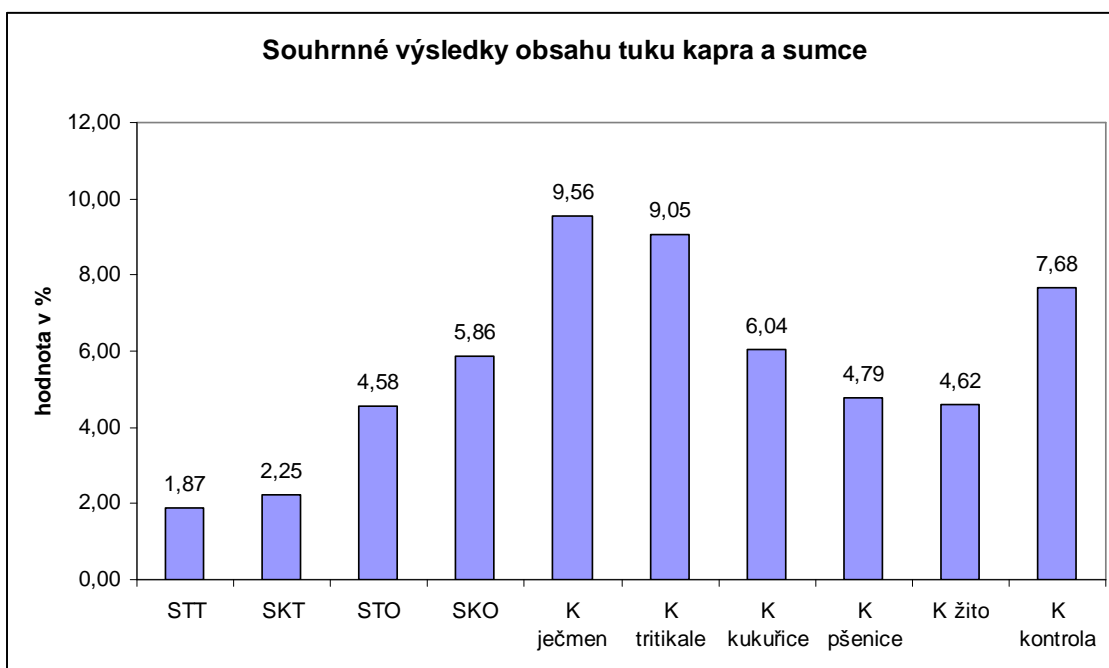
Graf 13



STT- sumec Tisová trup
STO- sumec Tisová ocasní část

SKT- sumec kontrola trup
SKO- sumec kontrola ocasní část

Graf 14



Graf 15

