

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Brno 2017**

**Ondřej Palíšek**

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav zoologie, rybnářství, hydrobiologie a včelařství

---



---

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Vliv produktů ze zpracování konopí ve výživě kapra obecného  
(*Cyprinus carpio* L.)**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

Prof. Dr. Ing. Jan Mareš

*Vypracoval:*

Bc. Ondřej Palíšek

---

Brno 2017



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Ondřej Palíšek**  
Studijní program: Zootechnika  
Obor: Rybářství a hydrobiologie  
Konzultant: Ing. Eva Poštulková  
Název tématu: **Využití produktů ze zpracování konopí ve výživě kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.).**  
Rozsah práce: 50-70 stran

## Zásady pro vypracování:

1. Cílem diplomové práce je zpracovat dostupné informace o využití alternativních rostlinných komponentů ve výživě ryb se zaměřením na využití konopí setého. Součástí bude zhodnocení jejich úpravy a případného ovlivnění kvality finálního produktu a stavu rybního organismu.
2. V rámci řešení diplomové práce se bude diplomant podílet na tvorbě metodiky krmných testů, včetně výběru komponentů, sestavení a výroby experimentální krmné směsi.
3. V návaznosti pak na přípravě experimentálního zařízení a zajištění průběhu experimentu. V jeho průběhu budou pravidelně zjišťovány vybrané hydrochemické parametry prostředí, aplikace krmiva a údržba systému. V pravidelných intervalech bude zjišťována aktuální hmotnost ryb pro zpřesnění výše krmné dávky.
4. Při ukončení testů budou stanoveny individuální hodnoty délko-hmotnostních parametrů, zhodnocen kondiční stav, proveden odběr krve pro stanovení vybraných hematologických a biochemických parametrů, provedena analýza tělních tkání.
5. Diplomant se seznámí s principy prováděných analýz, samostatně zvládne provádění hydrochemické analýzy a přípravu vzorků pro chemické analýzy.
6. Získaná data budou zpracována s použitím standardních postupů s využitím vhodných metod. Vlastní práce bude zpracována v odpovídající kvalitě a rozsahu podle pokynů vedoucího diplomové práce a konzultanta a v souladu s požadavky AF.



Sěznam odborné literatury:


1. JIRÁSEK, J. – MAREŠ, J. Použití řepkových výlisků v krmných směsích pro kapří plůdek. In *55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. Brno: MZLU v Brně, 2004, s. 77–84. ISBN 80-7157-810-X.
2. MAREŠ, J. – PALÍKOVÁ, M. – KOPP, R. – NAVRÁTIL, S. – PIKULA, J. Changes in the nutritional parameters of muscles of the common carp (*Cyprinus carpio*) and the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) following environmental exposure to cyanobacterial water bloom. *Aquaculture Research*. 2009. sv. 40, č. 2, s. 148–156. ISSN 1355-557X.
3. MAREŠ, J. – JIRÁSEK, J. Ukazatele produkční účinnosti krmiv. In SPURNÝ, P. *50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. MZLU Brno: ÚRH MZLU Brno, 1999, s. 74–78. ISBN 80-7157-408-2.
4. JIRÁSEK, J. – VETEŠNÍK, L. – MAREŠ, J. Využití suchých výpalků v krmných směsích pro kapří plůdek. In *55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. Brno: MZLU v Brně, 2004, s. 71–76. ISBN 80-7157-810-X.
5. JIRÁSEK, J. – MAREŠ, J. – ZEMAN, L. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 29 s. ISBN 80-7157-832-0.
6. KLADROBA, D. – ZELENKA, J. *Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mase ryb*. Disertační práce. Brno: MZLU v Brně, 2003. 100 s.
7. KOPP, R. – ADAMOVSÝ, O. – HILSCHEHOVÁ, K. – ZIKOVÁ, A. – MAREŠ, J. – NAVRÁTIL, S. – PALÍKOVÁ, M. – HLÁVKOVÁ, J. – BABICA, P. – MARŠÁLEK, B. – BLÁHA, L. Akumulace microcystinů v rybách a potravních řetězcích. In MARŠÁLEK, B. – VINKLÁRKOVÁ, D. – MARŠÁLKOVÁ, E. *Cyanobakterie 2008*. Brno: Botanický ústav AV ČR, 2008, s. 34–40. ISBN 978-80-86188-26-3.
8. MAREŠ, J. – KOPP, R. – BRABEC, T. KVALITA MASA KAPRA OBECNÉHO – NUTRIČNÍ A SENZORICKÉ PARAMETRY. In URBÁNEK, M. *Chov ryb a kvalita vody*. České Budějovice: Rybářské sdružení ČR, 2012, s. 73–79.
9. HAJŇUK, D. *Využití netradičních obilovin a krmiv rostlinného původu ve výživě kapra obecného (Cyprinus carpio L.)*. Diplomová práce. MENDELU Brno, 2015. 62 s.
10. Další literatura podle pokynů vedoucího diplomové práce a konzultanta.

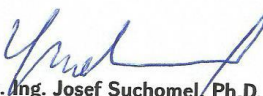
Datum zadání diplomové práce: listopad 2015


Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017

  
**Bc. Ondřej Palíšek**  
Autor práce



  
**prof. Dr. Ing. Jan Mareš**  
Vedoucí práce

  
**doc. Ing. Josef Suchomel, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma „Vliv produktů ze zpracování konopí ve výživě kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.)“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat prof. Dr. Ing. Janu Marešovi za odborné vedení při zpracování práce, za pomoc při vyhledávání materiálů, za ochotu při konzultacích a za poskytování rad, námětů a připomínek. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ondřeji Malému (Maloušovi) a Ing. Evě Poštulkové za pomoc při přípravě, provádění a vyhodnocování krmného testu. Velký dík patří i celému kolektivu Oddělení rybářství hydrobiologie za možnost provedení testů, rozborů a zpracování výsledků. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni za podporu a pomoc. Výstupy a výsledky byly zpracovány na přístrojovém vybavení financovaném z projektu OP VaVpI CZ.1.05/4.1.00/04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury

## **ABSTRAKT**

Cílem této studie bylo porovnat vliv krmných směsí s rozdílným podílem konopných produktů na plůdek kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.). Byl testován přírůstek konopných výlisků do krmiva. Krmný test byl realizován v termínu 21.9 2016 – 21.11 2016 v recirkulačním zařízení tvořeném 10 nádržemi o objemu 200 l napojených na biofiltr. V průběhu pokusu byla prováděna kontrolní vážení obsádky a byly zaznamenávány jednotlivé hydrochemické a fyzikální parametry v nádržích. Rybám bylo předkládáno krmivo s množstvím 5 %, 10 % a 15 % výlisků. Ryby průměrně přirostly z kusové hmotnosti 35,37 g na hmotnost 57,24 g. Nejlepšího krmného koeficientu, specifické rychlosti růstu a poměru těchto dvou hodnot dosáhly ryby krmené směsí č. 2 s 10 % podílem konopných výlisků (FCR 3,14, SGR 0,83 %, FCR/SGR 3,96). Nebyl prokázán statisticky významný vliv krmiva na obsah bílkovin, tuků a n-3 mastných kyselin ve svalovině kapra.

Klíčová slova: *Cyprinus carpio*, výživa ryb, konopí, intenzivní chov, obsah tuků

## **ABSTRAKT**

The aim of this study was to compare the effect of feed mixtures with different proportion of cannabis products on fingerling of common carp (*Cyprinus carpio* L.). The addition of hemp cake to feed was tested. The feed experiment was conducted in period 21.9.2016 – 21.11.2016 in recirculation system consisting of 10 tanks of 200 l volume connected to a biofilter. During the experiment, control weight measuring was performed and the hydrochemical and physical parameters in every tank were recorded. Fish were fed feedstuff with 5 %, 10 % and 15 % of hemp cake. On average, the fish grew from 35.37 grams to 57.24 grams. The best feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR) and ratio of these two values achieved fish fed feeding mixture number 2 with 10 % of cannabis cake (FCR 3,14, SGR 0,83 %, FCR/SGR 3,96). Statistical significant influence of feed mixture on content of proteins, fats and n-3 fatty acids in carp muscle was not proven.

**Key words:** *Cyprinus carpio*, fish nutrition, cannabis, intensive breeding, content of lipids



## Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	12
3.1 Systematické zařazení a geografické rozšíření kapra obecného.....	12
3.2 Morfologická charakteristika.....	13
3.3 Technologie chovu kapra obecného .....	14
3.4 Rybí maso .....	16
3.5 Výživa kapra obecného.....	17
3.5.1 Trávení u kapra obecného.....	19
3.6 Složení krmiv.....	19
3.6.1 Dusíkaté látky .....	20
3.6.2 Lipidy.....	20
3.6.3 Sacharidy .....	24
3.6.4 Minerální látky.....	25
3.6.5 Vitamíny .....	25
3.7 Rostlinná krmiva a komponenty krmných směsí pro kapra .....	26
3.7.1 Luštěniny .....	27
3.7.2 Obilniny .....	28
3.7.3 Antinutriční látky.....	29
3.7.4 Možnosti úpravy krmiv.....	30
3.7.5 Alternativní krmiva.....	32
3.7.6 Konopí seté .....	34
3.7.7 Využití konopí ve výživě zvířat.....	36
3.7.8 Konopí ve výživě ryb.....	38

4 MATERIÁL A METODIKA.....	40
4.1 Použité krmivo.....	40
4.1.1 Krmivo KP1 z VKS Stříbrné Hory.....	40
4.1.2 Výroba granulí pro krmný test.....	40
4.2 Podmínky prostředí.....	44
4.2.1 Nádrže.....	44
4.2.2 Stanovení fyzikálně-chemických parametrů vody.....	44
4.3 Charakteristika ryb.....	46
4.4 Krmné testy.....	47
4.4.1 První krmný test.....	47
4.4.2 Druhý krmný test.....	48
4.5 Metody použité pro získávání a zpracování výsledků.....	49
4.5.1 Sledované délkohmotnostní parametry a koeficienty.....	49
4.5.2 Analýzy tkání a krmiv.....	50
4.5.3 Hematologické ukazatele.....	52
4.5.4 Statistické zpracování dat.....	55
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	56
6 ZÁVĚR.....	72
7 SEZNAM LITERATURY.....	74
8 SEZNAM TABULEK V TEXTU.....	80
9 SEZNAM GRAFŮ A SCHÉMAT.....	83
10 SEZNAM SUMÁRNÍCH VZORCŮ MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH TRIVIÁLNÍCH NÁZVŮ POUŽÍVANÝCH V TEXTU.....	84
11 PŘÍLOHA.....	86

# 1 ÚVOD

Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) je hospodářsky nejvýznamnější rybou chovanou v České republice. Roční produkce kapra se pohybuje okolo 17 tisíc tun a má setrvávající tendenci. Celosvětově se za rok 2014 vyprodukovalo více než 4,1 milionů tun kapra obecného (FAO, 2017). Využití kapra je nejen v gastronomii, ale i jako násadový materiál pro zarybňování rybářských revírů, či jako dekorační ryba pro chov v nádržích či zahradních rybníčcích – barevní KOI kapři. Kapří maso je dieteticky vhodnou a snadno stravitelnou potravinou bohatou na bílkoviny a mastné kyseliny. Zejména mastné kyseliny řady n-3 jsou v poslední době velmi diskutované téma, vzhledem k jejich nedostatku ve stravě moderního člověka.

Zdrojem n-3 mastných kyselin je rybí tuk a v menší míře rostlinné oleje. Vhodnou skladbou krmiv je možné ovlivnit spektrum masných kyselin (PUFA) ve svalovině ryb, což bylo prokázáno u tzv. „omega 3 kapra“ krmného směsí s přídavkem lněného semene. Konopné semeno rovněž jeví značný potenciál pro svůj vysoký obsah mastných kyselin řady n-3 a n-6. Tyto mastné kyseliny jsou důležité pro zdraví člověka – snižují VLDL cholesterol, triacylglyceroly a slouží jako prekurzor ikosanoidů, které inhibují agregace krevních destiček a mají vasokonstrikční a protizánětlivý účinek (Fialová, 2005). Minimální dávka EPA + DHA pro dospělého člověka je 250 mg/den a pro dítě ve věku 6-24 měsíců 100mg/den. Zároveň je nutné tyto mastné kyseliny konzumovat v optimálním poměru, který by měl optimálně dosahovat hodnot 1:1-5. Kapří maso z běžného chovu obsahuje přibližně 0,52 g PUFA mastných kyselin ve 100 g svaloviny, vhodným krmením s přídavkem lněného semene lze zvýšit množství PUFA mastných kyselin až o 100 % (Mareš *et al*, 2012).

V průběhu posledních desetiletí je svět svědkem velkolepého růstu v odvětví akvakultury v mnoha rozvojových i vyspělých zemích. Světová produkce z akvakultury se bude i nadále zvyšovat, a to zejména v Africe a Asii především prostřednictvím rozšíření polointenzivní akvakultury (Hasan *et al*, 2001). Výživa a krmení hraje zásadní roli pro udržitelnou produkci akvakultury. Vzhledem k nedostatku rybí moučky a vysoké ceně živočišných komponentů krmných směsí je nutné hledat alternativní rostlinná krmiva, která by dokázala živočišný protein alespoň částečně nahrazovat. Bylo

prokázáno, že konopný protein, extrahovaný z konopných výlisků (hemp cake), dokáže plnohodnotně nahradit rybí moučku v krmení pro kranasovce (*Rachycentron canadum*) (Lunger *et al*, 2006) a mořčáka (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) (Webster *et al*, 2000).

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je zpracovat dostupné informace o využití alternativních rostlinných komponentů ve výživě ryb se zaměřením na využití konopí setého. Součástí je zhodnocení případného ovlivnění kvality finálního produktu a stavu rybiho organismu.

V rámci řešení diplomové práce jsem se podílel na tvorbě metodiky krmných testů, včetně výběru komponentů, na sestavení a výrobě experimentálních krmných směsí. V návaznosti pak na přípravě experimentálního zařízení a zajištění průběhu experimentu. V jeho průběhu byly pravidelně zjišťovány vybrané hydrochemické parametry. V pravidelných intervalech byla zjišťována aktuální hmotnost ryb pro zpřesnění výše krmné dávky.

Na počátku a po ukončení experimentu byly stanoveny individuální délko-hmotnostní parametry, zhodnocen kondiční stav, proveden odběr krve pro stanovení vybraných hematologických a biochemických parametrů, provedena analýza tkání.

Seznámil jsem se s principy prováděných analýz, provádění hydrochemických analýz a příprava vzorků pro chemické analýzy.

Získaná data byla zpracována pomocí standardních postupů s využitím vhodných metod.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Systematické zařazení a geografické rozšíření kapra obecného

Za pravlast kapra lze považovat převážně teplé oblasti od Japonska, Číny, Střední a Malé Asie až k Černému moři (Baruš a Oliva, 1995a). V Evropě byl kapr šířen od 5.-12. století díky Římské říši, posléze díky křesťanům a chovu v okolí (Flajšhans *et al*, 2009). Dnes je v důsledku vysazování kapr rozšířen ve všech typech stojatých vod a ve větších tocích mimopstruhového pásma.

Ichtyofauna české republiky čítá 67 druhů z 17 čeledí (Spurný, 1998b), ze kterých je v současné době hospodářsky využíváno asi dvacet. Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) je nejvýznamnějším druhem chovaným v České republice.

Tab. 1 Systematické zařazení kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) (Baruš a Oliva, 1995b).

---

Třída:	Ryby (Osteichthyes)
Řád:	Máloostní (Cypriniformes)
Podřád:	Kaprovci (Cyprinoidei)
Čeleď:	Kaprovití (Cyprinidae)
Rod:	Kapr ( <i>Cyprinus</i> )
Binomické jméno:	<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758

---

V rámci druhu jsou rozeznávány 4 poddruhy s odlišným areálem výskytu (Spurný, 1998a):

- *Cyprinus carpio carpio* (Malá Asie, oblast Černého a Kaspického moře)
- *Cyprinus carpio aralensis* (střední Asie)
- *Cyprinus carpio haematopterus* (povodí Amuru, Korea, Čína, Japonsko)
- *Cyprinus carpio viridiviolaceus* (povodí Rudé řeky ve Vietnamu)

### 3.2 Morfologická charakteristika

Kapr obecný běžně dorůstá délky 45-65 cm a váhy 1,5-5 kg. Ve výjimečných případech přesahuje 1 m a 30 kg (Hanel, 1992). Ústa jsou mírně spodní, vysunovatelná, se dvěma páry vousků. Požerákové zuby jsou trojřadé. Vzorec požerákových zubů je 1.1.3-3.1.1. Tělo je zcela kryto cykloidními šupinami nebo jsou šupiny různě redukovány. Typ ošupení je geneticky podmíněn dvěma páry alel. Dominantní gen z prvního páru S (squamatus) ovlivňuje šupinatost, recesivní gen s (dispersus) způsobuje lysost. Dominantní gen z druhého páru N (nudus) ovlivňuje hladkost, recesivní gen n (normalis) ošupení neovlivňuje. Do pohlavních buněk se z každého páru dostává jeden gen, mohou v nich tedy být tyto geny pro ošupení: SN, Sn, sn. Je tedy 9 kombinačních možností se 4 fenotypovými projevy. Rozeznáváme kapry šupinaté formy (SSnn, Ssnn), lysé (ssnn), řádkové (SSNN, SsNN, SSNn, SsNn) a kapry hladké formy (ssNn, ssNN). U šupinatých kaprů je na postranní čáře 32-41 šupin, obvykle 36-40. Na hřbetní ploutvi jsou 2-4 tvrdé paprsky, obvykle 3-4, dále 15-20 měkkých paprsků, většinou 16-22. V řitní ploutvi jsou většinou 3 tvrdé paprsky, někdy jen 2, měkkých paprsků je 3-7, obvykle 5-6. V břišní ploutvi jsou 1-2 tvrdé paprsky a 4-9, obvykle 7-9, měkkých paprsků. V prsní ploutvi je jeden tvrdý paprsek a 13-19, většinou 15-16 měkkých paprsků. V ocasní ploutvi je 13-21 měkkých paprsků, obvykle 16-19 (Baruš, 1995a). Délka střeva je k celkové délce těla v poměru 1:1,19-3,03. Počet obratlů činí 33 (33-35-38). Zbarvení kaprů je silně variabilní, převažuje tmavozelené, hnědočervená či modrá barva hřbetu, která na bocích přechází do špinavě žlutého tónu se zelenými či černými znaky. Břišní strana je bělavá až žlutá či oranžová. Hřbetní a ocasní ploutve jsou zbarvené obdobně jako hřbet, párové ploutve jsou žlutavé až načervenalé. Pysky jsou žlutavé, duhovka má zlatý lesk. Kapr obecný se chová v různých barevných aberacích běžně označovaných jako KOI (Štěch, 2007), kteří k nám byli poprvé dovezeni roku 1978 z Japonska (Spurný, 1998a). Pohlavní dimorfismus není příliš patrný. V době tření mají samci drobné šedobílé epiteliální bradavky na hlavě a těle, též na nerozvětvených paprscích hřbetní a břišní ploutve z vnitřní strany a na nerozvětvených tvrdých paprscích hřbetní a řitní ploutve. U samic se epiteliální bradavky mohou rovněž vzácně vyskytnout, ale vždy jen na hlavě. Břicho samic je štíhlejší, močopohlavní otvor ve šterbinovité rýžce. Samice mají břicho objemnější, močopohlavní otvor je narůžovělý a má tvar lehce vystupující bradavky.  $2n=100$  (Baruš a Oliva, 1995a). V průběhu domestikace se kapr obecný postupně

morfologicky významně měnil a ze zootechnického hlediska je zařazován do kategorie hospodářských zvířat (Spurný, 1998a).

Pohlavní dospělost v dobrých potravních podmínkách nastává u kaprů ve třech letech u samců – mlíčáků, a ve čtyřech letech u samic – jikrnaček (Hartman a Regenda, 2014). Tření probíhá bouřlivě v květnu a červnu, při dosažení teploty vody 18 °C. V tekoucích vodách kapři v této době táhnou za vhodným trdlištěm. Kapr je fytofilní druh vyhledávající ponořené rostliny jako výtěrový substrát, výtěr je hromadný. Nejvhodnější stáří samic k umělému výtěru je 6-8 let. Kapři jikry jsou bobtnavé a lepkavé. Průměr jiker je 1,0-1,8 mm, jejich kusová hmotnost je 1,2-1,3 mg. Průměr po nabobtnání je 1,8-2,3 mm (Baruš a Oliva, 1995a). V našich podmínkách se kapr tře jedenkrát do roka, v oblastech s teplejším klimatem několikrát ročně.

### **3.3 Technologie chovu kapra obecného**

Kapr se dnes podílí z 88-89 % na produkci všech ryb v České republice. Roční produkce má setrvávající tendenci a dosahuje přibližně 17 tisíc tun. Na rybářských revírech je na udici ročně uloveno přibližně 3 tisíce tun, tj. 73 % všech ulovených ryb. Kapr je vyhledávaný především pro vysokou intenzitu růstu, vysokou nutriční hodnotu svaloviny, vysokou reprodukční schopnost, spolehlivou a zvládnutou reprodukci, vysokou plodnost, nenáročnost na kvalitu prostředí, odolnost vůči parazitům, nemocem a manipulacím (Mareš, 2016). Produkční cyklus kapra do tržní hmotnosti je realizován za 2-5 let dle kvality prostředí.

Produkce kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) se v podmínkách České republiky drží již řadu let na stejné úrovni. Kvalita kapřího masa závisí na podmínkách chovu a na krmné strategii. Nutriční hodnotu a senzorycké vlastnosti ovlivňuje použité krmivo, technologie chovu, intenzita příkrmování a podmínky prostředí. Základ potravy kapra tvoří přirozená potrava doplněná příkrmováním. Nejčastějším krmivem pro kapra jsou obiloviny, řepka a sója a další rostlinné komponenty. Vhodnou výživou lze ovlivnit spektrum masných kyselin ve svalovině kapra, což se prokázalo při zkrmování směsí s obsahem lněného semínka a oleje.

Technologie chovu kapra lze rozdělit dle míry použitých intenzifikačních opatření na:



- Extenzivní – přírůstek ryb je založen pouze na přirozené potravě či s velmi nízkou a nepravidelnou dotací krmiv a hnojiv.
- Polointenzivní – technologie chovu založená na příkrmování obilovin či krmných směsí založených na jejich bázi. Přirozená potrava je podpořena hnojením a úpravou chemismu vody a dna vápněním (Čítek *et al*, 1998).
- Intenzivní chov je v rybníčních podmínkách, ve kterých je vyloučen výskyt přirozené potravy. Nezbytné je krmení kompletní krmnou směsí. Chemismus může být technologicky upravován (filtrace, aerace, ohřev).

### **Odchov kapřího plůdku**

Embryonální perioda začíná aktivací vajíčka a končí zahájením vnější výživy. Oční body jsou u kapřích jiker vytvořeny zhruba 35 hodin po oplození při teplotě vody 25 °C (Baruš a Oliva, 1995a). Vykulená embrya jsou dlouhá 6-7 mm. Larvální perioda je zahájena přechodem na exogenní výživu a končí obdobím, kdy je redukován žloutkový váček a tělo má tvar dospělců. Po rozplavání (naplnění plynového měchýře) je  $K_0$  nasazován do plůdkových rybníků. Šupiny se tvoří v juvenilní periodě ve velikosti 18-19 mm. K odchovu kapřího plůdku  $K_0$  na  $K_r$  lze rozdělit na 2 fáze – odchov rychleného plůdku  $K_r$  v předvýtažnicích (výtažnicích I. řádu), a odchov plůdku  $K_1$  ve výtažnicích II. řádu (Hartman a Regenda, 2014). Plůdek kapra je vhodné přikrmovat např. obilnými šrotky s obsahem bílkovin přes 40 %, tuk 8-12 % a obsahem energie 18-20 MJ.kg<sup>-1</sup>. Denní krmná dávka by měla dosahovat 3-5 % hmotnosti obsádky, na 1 ks plůdku se předpokládá spotřeba 0,1 kg krmiva. Přikrmování kondiční krmnou směsí je vhodné zahájit v průběhu srpna, směs by měla obsahovat 20-22 % bílkovin, 10-12 % tuku a obsah energie nejméně 18 MJ.kg<sup>-1</sup> (Mareš *et al*, 2006).

### **Odchov násad $K_2$ a konzumních kaprů $K_3$**

Plůdek kapra lovený na jaře je zpravidla vysazován do násadových výtažníků. Plůdek chovaný bez přelovení pokračuje následným odchovem v plůdkovém výtažníku ve vyšší hustotě obsádky na tzv. zadrženu násadu (Hartman a Regenda, 2014).  $K_1$  se doporučuje vysazovat do výtažníků vyvápňených a oživených zeleným hnojením. Při kontrolních odlovech je vhodné sledovat dostupnost přirozené potravy, přírůstek  $K_1$  a jeho zdravotní stav.

Násadové a tržní ryby je vhodné přikrmovat pšenicí, triticales či krmnými směsmi s obsahem bílkovin na úrovni 25–27 %, 4-5 % tuku, 60-65 % BNLV a s obsahem energie 16-17 MJ.kg<sup>-1</sup>. Cílem přikrmování je maximální využití přirozené potravy jako proteinu a doplnění energie aplikací sacharidového krmiva. Krmná dávka by měla odpovídat 2-3 % hmotnosti obsádky, přikrmovat je vhodné 3-5 dní v týdnu. Spotřeba krmiva odpovídá 0,7-0,8 kg pro kapry K<sub>1-2</sub> a 1-2 kg pro kapry K<sub>2-3</sub> (Mareš a Baránek, 2006). Nejdůležitějším faktorem pro příjem a využití krmiva je teplota vody.

Chov tržních kaprů do hmotnosti nad 1,5 kg, respektive nad 2,5 kg (výběr) probíhá v hlavních rybnících. Výrobní cyklus kapra je realizován za dobu 2-5 let.

### **Faktory ovlivňující růst a metabolismus kapra**

Příjem krmiva je u kapra ovlivněn celou řadou abiotických a biotických faktorů. Nejvýznamnější faktorem ovlivňujícím růst a metabolismus kapra je především věk ryby a teplota prostředí. S rostoucí velikostí klesá intenzita metabolismu, růstu a příjem potravy. Juvenilní ryby mají kvalitativně stejné nároky, ale kvantitativně se od starších ryb významně liší. Mladé ryby se vyznačují intenzivnějším metabolismem, což představuje vyšší množství živin na jednotku hmotnosti. Z abiotických faktorů má nejvyšší vliv prostředí – teplo, obsah rozpuštěného kyslíku a další hydrochemické parametry. Optimální teplota pro příjem a využití potravy u kaprů je 22-25 °C. Nasycení vody kyslíkem by pro dobrý růst a dobrou konverzi krmiva nemělo klesat pod 70-75 %. Mezi další faktory patří složení krmiva, technika krmení (intenzita, frekvence a způsob aplikace) (Mareš *et al*, 2015).

### **3.4 Rybí maso**

Rybí maso je lehce stravitelná potravina, která je jednou ze základních složek lidské výživy už od počátků lidské společnosti. Celosvětová průměrná spotřeba rybiho masa v roce 2016 překročila hranici 20 kg na osobu (FAO, 2016). Spotřeba ryb v české republice se dlouhodobě pohybuje okolo 5,5 kg, z čehož sladkovodní ryby představují pouze 1,4 kg (Situační a výhledová zpráva ryby 2016, 2016). Podle doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO), by měl člověk konzumovat rybí maso 2-3× týdně.

Kapr je s ohledem na jeho roční produkci nejčastěji konzumovanou rybou v České republice.

### **3.4.1 Složení rybího masa**

Základními složkami rybího masa jsou bílkoviny, tuky a voda. Dále v menším množství sacharidy, minerální látky a vitamíny. Obecně zastupuje v rybím mase voda 60-80 %, bílkoviny 15-25 %, tuk 0,1-35 %, minerální látky 0,8-2 %, sacharidy 0,1 % (Ingr, 2005). Rybí maso je ceněno pro svou lehkou stravitelnost díky nízkému obsahu vazivových bílkovin, obsahu minerálních látek, a především pro příznivé složení tuků s vysokým podílem polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Kukačka, 2012). Množství a kvalitu nenasycených mastných kyselin v rybím mase lze ovlivnit výživou (Kukačka 2012, Mareš 2012, Zajíc 2012).

Podle obsahu tuků dělíme ryby do tří skupin (Ingr, 2005):

- Ryby libové s obsahem tuku do 2 %: štika, candát, okoun, treskovité ryby
- Ryby středně tučné s obsahem tuku 2-10 %: kapr, pstruh, losos, sumec (dle způsobu opracování)
- Ryby tučné s obsahem tuku nad 10 %: úhoř, makrela, tuňák, sled'ovité ryby

Obsah tuku v těle kapra je významně ovlivněn technologií chovu, intenzitou krmení a příkrmování.

### **3.5 Výživa kapra obecného**

Vychlípená spodní ústa dovolují kaprům nasávat rybniční sediment a vodu, a filtrovat drobené živočichy (bentos, zooplankton). Přijatá potrava je částečně drcena požerákovými zuby, dále se dostává do dlouhého střeva, které tvoří 6 kliček mezi hepatopankreatem. Kapr obecný má trávicí ústrojí bez žaludku. Ve střevě je neutrální až slabě zásadité prostředí. Intenzita trávení závisí na teplotě, množství rozpuštěného  $O_2$  a

zdravotním stavu. Zastoupení bezobratlých živočichů v potravě kapra záleží na potravní dostupnosti těchto organismů (Mareš *et al.*, 1969).

Kapři plůdek začíná přijímat potravu krátce po vykulení, ještě před strávením žloutkového váčku. Při intenzivním odchovu kapřího plůdku ( $K_0$ ) na oteplené vodě se přikrmuje tříděným planktonem (síta o velikosti ok 0,3; 0,5 a 0,7 mm) a od 8. dne již netříděným zooplanktonem s přidavkem krmné směsi s obsahem 42-58 % dusíkatých látek v poměru 1:1 (Kouřil *et al.*, 1981). „Přirozená potrava je v samotném nástupu exogenní výživy pro kapra a jeho čeled' kaprovitých jako teplomilných omnivorních ryb téměř nenahraditelná, protože je jednak plnohodnotná, ale také v jeho trávicích traktu samostravitelná a významně vstřebatelná“ (Jirásek, 1989).

V prvním roce života jsou důležitou součástí kapří výživy larvy fytofilních pakomárů (*Phytotendipes*, *Cricotopus*). V druhém a třetím roce ( $K_1$ - $K_2$ ,  $K_2$ - $K_3$ ) tvoří potravu především larvy pakomárů, zooplankton, máloštětinatci (např. nitěnkovité – *Tubificidae*). Dále byly v zaživacím ústrojí kapra nalezeny měkkýši, jepice, střechatky, chrostíci, vodní brouci, vodní ploštice, plůdek ryb, detrit, části rostlin a řasy (Baruš a Oliva, 1995a). Kapr se také příležitostně živí semeny a částmi rostlin, ať už vodních či suchozemských.

Kapři velmi dobře využívají předkládaná krmiva. Z důvodu ekonomického využití přirozené produkce rybníku by poměr přirozené potravy a předkládaného krmiva měl být 50 % a 50 %. Dnes jsou na trhu plnohodnotná krmiva, která dokáží úplně nahradit přirozenou potravu. Husté obsádky  $K_1$  na  $K_2$  a nelovené plůdky kapra chované za účelem „zadržené násady“ lze začít přikrmovat začátkem vegetace kalorickou obilnou směsí s probiotickým přípravkem (např. Luctiferm L-50) obohacenou vitamíny. Touto směsí přikrmujeme nejméně dva týdny po dvou denních dávkách v množství 1,5 % hmotnosti osádky (Hartman a Regenda, 2014). Posléze se přikrmuje mačkaným obilím. Při poklesu teploty vody na konci léta je vhodné přikrmovat kondiční krmnou směsí o obsahu 18-22 % dusíkatých látek a kalorické hodnotě 18 MJ.kg<sup>-1</sup> (Mareš *et al.*, 2006). Pro tento účel je možné použít např. mačkanou kukuřici.

### 3.5.1 Trávení u kapra obecného

K usnadnění průchodu potravy slouží hlen polysacharidové povahy vylučovaný sliznicemi v přední části jícnu. K rozmělnění potravy slouží požerákové zuby umístěné na posledním žaberním oblouku oproti patrové ploténce. Potrava se z ústní dutiny posunuje přes hltan a jícen přímo do střeva. Přední část střeva je rozšířena v tzv. *bulbus intestinus* (Spurný, 1998a). Trávení probíhá v neutrálním až zásaditém prostředí. Střevo je rozděleno na proximální, střední a distální část. Ve střevě ryb je velmi chudá střevní mikroflóra ( $10^3$ - $10^8$  bakterií v 1 g střevního obsahu) (Mareš *et al.*, 2015). Proximální část střeva zprostředkovává vstřebávání lipidů, ve střední části dochází k absorpci proteinů, distální část je dlouhá pouze 2-3 cm a vstřebávají se v ní minerální látky a voda. Trávicí trakt je ukončen řitním otvorem. Na trávení se významně podílí játra a slinivka. Slinivka je u vyšších ryb vrostlá do jater, tento orgán se nazývá hepatopankreas. Na začátku střeva jsou umístěny vývody slinivky břišní spolu se žlučovody. Ve střevě dochází k emulgaci tuků vlivem styku se žlučí. Ze střevní sliznice se vylučují trávicí enzymy – enterokinázu aktivující trypsinogen na proteolytický trypsin, dále amyláza štěpící sacharidy na jednoduché cukry (glukózu), maltáza, která je pouze u kapra a herbivorních ryb. Je zde velké množství klků zvyšujících plochu střeva. Bílkoviny jsou ve střevě rozloženy na jednotlivé aminokyseliny. Štěpné produkty jsou vstřebávány přes střevní stěnu do krve a zpravidla přes játra jsou distribuovány do celého těla. V proximální části střeva se vstřebávají soli a voda a nestrávený zbytek je ve formě výkalů vylučován do vodního prostředí (Mareš *et al.*, 2015).

Rychlost průchodu tráveniny zaživačím traktem je ovlivněna faktory vnějšího a vnitřního prostředí – teplotou vody, druhem ryby, zdravotním stavem, věkem, typem krmiva, velikostí krmné dávky, světelným režimem, frekvencí krmení.

### 3.6 Složení krmiv

Nutriční požadavky se liší u karnivorních a omnivorních ryb. Požadavky na kvalitu krmiva stoupají se zvyšující se úrovní akvakultury. Živiny lze rozdělit na základě chemických analýz na několik skupin – dusíkaté látky, tuky, sacharidy, minerály a vitamíny.

### 3.6.1 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou hlavní stavební jednotkou organismu a tvoří 65-75 % sušiny (Mareš *et al*, 2015). Dusíkaté látky se dělí na organické (zejména bílkoviny) a anorganické (amoniak, močovina, dusitany, dusičnany). Organické dusíkaté látky jsou jednou ze základních složek krmiva, proto se označení „dusíkaté látky“ týká zejména bílkovin. Bílkoviny jsou tráveny nebo hydrolyzovány ve střevě na volné aminokyseliny, které jsou resorbovány a pomocí krve distribuovány do orgánů a tkání. Dostatečný přísun proteinů je nezbytný pro růst, obnovu a údržbu organismu. Energetická hodnota spálení 1 g bílkovin je 24 kJ.

K tvoření nových bílkovin musí mít organismus dostatek vhodných aminokyselin. Pro ryby je deset esenciálních (arginin, histidin, izoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, treonin, tryptofan, valin) (Příhoda, 2006). Organismus si nedokáže esenciální aminokyseliny ukládat do zásoby, proto musí být přijímány v krmivu kontinuálně, ve vhodném poměru a společně. Využití aminokyselin pro tvorbu nových bílkovin je podmíněno vždy tou aminokyselinou, která je v potravě zastoupena v nejmenším množství. Tato aminokyselina je označována jako limitující. V přirozených podmínkách s dostatkem přirozené potravy se s nedostatkem aminokyselin setkáváme velmi vzácně. V intenzivních chovech se nedostatek objevit může, zejména se jedná o methionin (a cystin) a lysin (Mareš *et al*, 2015).

Potřeba bílkovin v krmivu pro kapra závisí na dostupnosti přirozené potravy. Krmivo pro kapří plůdek do 50 g by mělo obsahovat 27-30 % bílkovin, při úbytku přirozené potravy až 32 %. Pro násadové kapry do hmotnosti 250 g pak okolo 25 % proteinu, pro kapry těžší 20–22 % bílkovin v krmivu. Pro chov kapra v optimalizovaných podmínkách bez přirozené potravy by měla krmná směs pro plůdek obsahovat 40-42 % bílkovin, pro násadu do 500 g 30-40 % (až 50 %), a pro kapry nad 500 g 30 % bílkovin (Jirásek *et al*, 2005).

### 3.6.2 Lipidy

Lipidy neboli tuky jsou významnou energetickou složkou v krmivu a hlavním zdrojem esenciálních mastných kyselin. Lipidy jsou skupinou tvořenou tuky, vosky,

mastnými kyselinami, lipoproteiny a dalšími látkami. V organismu lipidy slouží jako složky buněčných membrán (cholesterol, fosfolipidy), energetický substrát (triacylglyceroly) a mastné kyseliny, které jsou především pohotovým zdrojem energie. Zásobní tuk je tvořen glyceridy vyšších mastných kyselin. Složení tuku je ovlivněno řadou faktorů především podmínkami prostředí a výživou.

Podle struktury se lipidy dělí na jednoduché (mastné kyseliny a volný cholesterol) a lipidy složené (esterifikovaný cholesterol, triacylglyceroly a fosfolipidy). Přesto že jsou tuky dle jejich struktury jednou ze složek lipidů, v běžné literatuře se tuky považují za synonymum lipidů. Oxidací jednoho gramu tuku organismus získá přibližně 39 kJ energie (Mareš *et al*, 2015).

Kvalita rostlinných olejů je dána především množstvím esenciálních mastných kyselin, tj. kyselin, které si organismus nedokáže sám syntetizovat a musí být přijaty v potravě. Rostlinné oleje jsou obecně velmi bohatým zdrojem linolové řady mastných kyselin, ale obsahují velmi málo nebo žádné mastné kyseliny linolenové řady, až na výjimky, jakými je lněné semeno, konopné semeno, šalvěj hispánská (*Salvia hispanica*), ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*) a semeno Afrického keře *Plukenetia conophora* (Hasan *et al*, 2001). Denní potřeba kys. linolové je pro člověka 3-6 g, doporučuje se však 10 g. Poměr kyseliny linolové a kys. alfa – linolenové by měl být v poměru 1:1-5. U moderního člověka je tento poměr v důsledku nevhodné stravy a nízké konzumace kys. alfa-linolenové až 1:20-40. Nenasycené mastné kyseliny snižují obsah cholesterolu v krevní plazmě, zlepšují funkci ledvin a snižují krevní tlak (Chloupek *et al*, 2005). Dle Adámkové *et al* (2011) jsou mastné kyseliny důležitou nefarmakologickou prevencí a působí pozitivně při léčbě kardiovaskulárních chorob. Vysoká konzumace mastných kyselin může způsobit zdravotní obtíže. Ryby mají biochemické mechanismy, kterými dokáží zvyšovat nenasycenost mastných kyselin a prodlužovat jejich uhlíkové řetězce. To se děje v procesech nazývaných jako desaturace a elongace. Nejsou však schopny měnit skupinu mastné kyseliny, tedy polohu první dvojnásobné vazby. Ryby nejsou schopny syntetizovat kyselinu linolovou a alfa-linolenovou (Mareš *et al*, 2015), tyto kyseliny jsou tedy pro ryby esenciální. Kapr obecný by měl v krmné dávce přijímat 1 % kyseliny linolové a 0,5 % kyseliny alfa-linolenové denně (Jirásek *et al*, 2005).

**Mastných kyselin (MK)** se v přírodě objevuje více než 100. Většinou mají sudý počet uhlíků a lineární řetězec. Obvykle se nachází v esterifikované formě jako součást jiných lipidů (např. acylglycerolů, fosfolipidů). Podle délky řetězce se dělí na krátké (SCFA – short-chain fatty acid, méně než 6 uhlíků), MK se středně dlouhým řetězcem (MCFA – medium-chain fatty acid, se 6-12 uhlíky), MK s dlouhým řetězcem (LCFA – long chain fatty acid, 14-20 uhlíků) a MK s velmi dlouhým řetězcem (VLCFA – very-long fatty chain acid). Podle stupně nasycení se MK dělí na nasycené a nenasycené (cis a trans izomery). Nižší nasycené kyseliny jsou kapalné, nepříjemně zapáchají, jsou lehce stravitelné, obsažené v mléčném tuku a patří mezi ně například kys. máselná, kys. kapronová, kys. butanová atd. Vyšší nasycené mastné kyseliny jsou při pokojové teplotě tuhé, vyskytují se běžně v rostlinných a živočišných tucích a jsou hůře stravitelné. Patří mezi ně např. kys. palmitová, kys. stearová, kys. arachová, kys. hexadekanová atd. (Fialová, 2005).

**Nasycené mastné kyseliny** slouží v organismu jako zdroj energie, v potravě pak jsou většinou doprovázeny cholesterolem, zvyšují hladinu celkového a nízkodenzitního cholesterolu (LDL), podporují obezitu a vývoj arteriosklerózy, proto by se měl omezovat jejich příjem (zejména nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem).

**Nenasycené mastné kyseliny** jsou v rostlinných tucích zastoupeny v širokém rozmezí – v řepkovém oleji 90 %, v kokosovém oleji 10 %. V živočišných tucích jsou zastoupeny méně, s výjimkou rybího oleje, který obsahuje MK s 20-22 uhlíky s 4-6 dvojnými vazbami (EPA, DHA). Nenasycené mastné kyseliny se dělí podle počtu dvojných vazeb.

- Nenasycené MK s jednou dvojnou vazbou – monoenové (mononenasycené) mastné kyseliny (MUFA – monounsaturated fatty acid) mezi které patří např. kys. olejová, kys. eruková a kys. palmitolejová.
- MK se dvěma dvojnými vazbami – diénové a polyenové nenasycené
- MK s více než dvěma dvojnými vazbami (PUFA – polyunsaturated fatty acid).



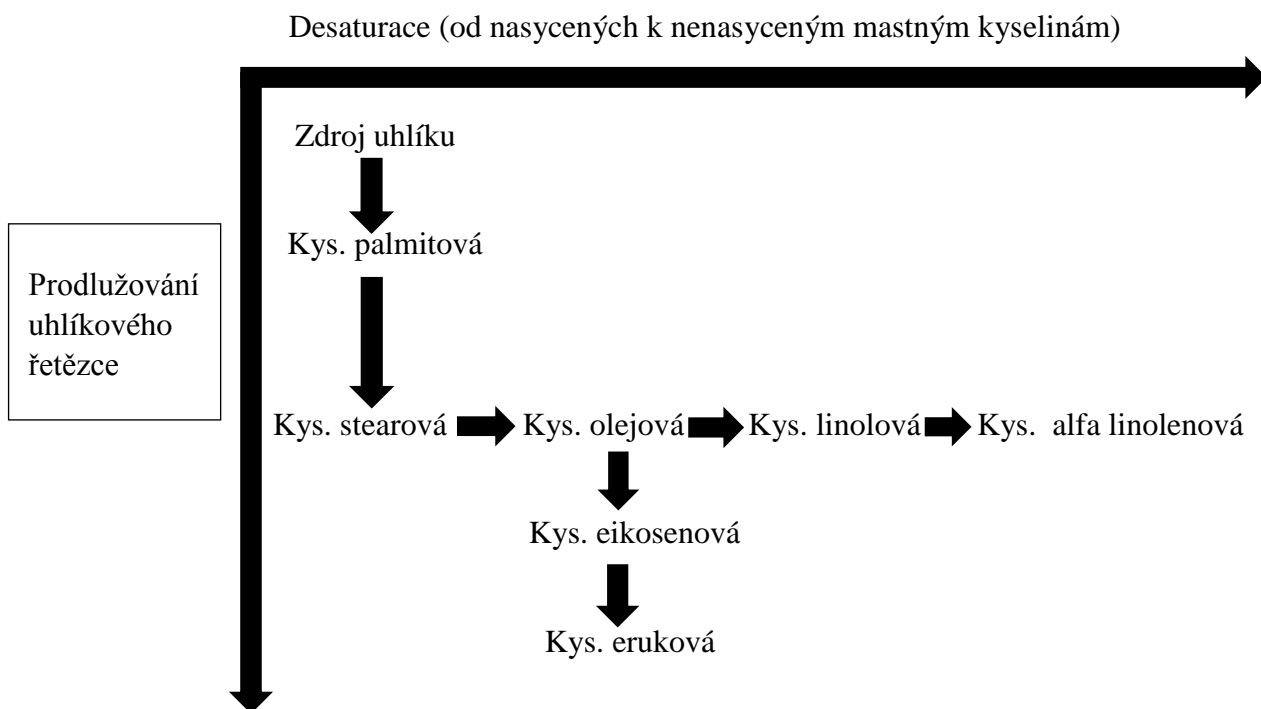


Schéma 1. Biosyntéza mastných kyselin v rostlinách (Chloupek *et al*, 2005)

Dvojně vazby polynenasycených mastných kyselin jsou většinou nekonjugované, oddělené methylovými skupinami. Podle umístění první dvojně vazby od methylového uhlíku se nenasycené MK dále dělí na:

- Skupina mastných kyselin n-9 – první dvojná vazba je umístěna na 9. uhlíku od methylové skupiny.
- Skupina mastných kyselin n-6 – první dvojná vazba je umístěna na 6. uhlíku methylové skupiny. Patří mezi ně kys. linolová (18:2, esenciální), kys. alfa – linolenová (18:3), kys. dihomo-alfa-linolenová (20:3) a kys. arachidonová (20:4). MK řady snižují hladinu LDL-cholesterolu, při velmi vysokém příjmu snižují i hladinu HDL cholesterolu, jsou méně odolné vůči oxidaci ve srovnání s MUFA. Kys. arachidonová je prekurzorem ikosanoidů, které mají vazokonstrikční účinek, zvyšují agregaci krevních destiček a mají protizánětlivé účinky.
- Skupina mastných kyselin n-3 – první dvojná vazba je umístěna na 3. uhlíku methylové skupiny. Patří sem kys. alfa-linolenová (18:3), kys. eikosapentaenová (EPA, 20:5) a kys. dokosahexaenová (DHA,22:6). MK n-3 snižují LDL cholesterol a triacylglyceroly, EPA rovněž slouží jako prekurzor ikosanoidů (Fialová, 2005).

Potřeba tuku v krmivech pro maximální růst kapra je 8-10 % ve směsi, a neměl by klesnout pod 5 %. Vyšší obsah tuku ovlivňuje nepříznivě růst a konverzi živin, zvyšuje podíl vnitřního tuku a tím snižuje výtěžnost (Jirásek *et al*, 2005). Nedostatek esenciálních mastných kyselin se projevuje u ryb zvýšením mortality, zaostáváním v růstu, zhoršenou konverzí krmiva, výskytem deformací u plůdku, ztučněním jater, apatií a šokovými syndromy. U generačních ryb ovlivňuje reprodukci a kvalitu pohlavních produktů (Mareš *et al*, 2015).

### 3.6.3 Sacharidy

Sacharidy neboli glycidy jsou nejlevnější forma energie. Jedná se o organické sloučeniny, převážně produkty fotosyntézy, obsahující ve své struktuře uhlík, vodík a kyslík. V krmivářské praxi patří mezi sacharidy i vláknina a bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV). Sacharidy jsou rozdělovány na jednoduché – monosacharidy (glukosa, fruktosa) oligosacharidy (sacharóza, laktóza) a složité – polysacharidy (škrob, glykogen, inulin, vláknina). Bylo zjištěno, že sumeček *Ictalurus punctatus* plépe využívá složité sacharidy než jednoduché cukry (Webster *et al*, 1992). V krmných směsích jsou sacharidy využity jako zdroj energie proto, aby přijatý protein byl použit výhradně pro tvorbu nové tkáně. U dravých ryb je využití sacharidů značně limitováno slabou amylolytickou aktivitou v trávicím traktu. Vláknina je pro ryby nestrávitelná, v trávicím ústrojí působí jako balastní látka, ředí trávicí enzymy a snižuje stravitelnost ostatních živin. V krmné dávce pro lososovité ryby by nemělo být více než 2,5 % vlákniny, pro kaprovité ryby do 8 % (Mareš *et al*, 2015). Škrob je významný sacharid nejen pro své nutriční vlastnosti, ale i pro vlastnosti technologické – pro pojivý účinek zmazovatělého škrobu při výrobě pelet. Obiloviny obsahují 60-75 % škrobu, proto jsou pro krmení ryb velmi oblíbené.

Sacharidy nejsou pro ryby esenciální živina, pro rybí organismus slouží jako zdroj energie, který může být v těle deponován ve formě zásobního tělního škrobu – glykogenu. V těle se cukry kromě glykogenu vyskytují ve formě glukózy, která je rychlým zdrojem energie. Dále jsou sacharidy prekurzorem pro syntézu neesenciálních aminokyselin a nukleových kyselin. Strávením gramu sacharidů získá rybí organismus 17 kJ energie. Důležitým sacharidovým metabolickým procesem u ryb je glukogeneze,

tedy tvorba glukózy z kyseliny mléčné a aminokyselin (Mareš *et al*, 2015). V krmivu pro kapři plůdek může být obsaženo 40-50 % neupravených sacharidů, pro starší kapry až 70 % (Jirásek *et al*, 2005).

### **3.6.4 Minerální látky**

Ryby mají na rozdíl od suchozemských zvířat schopnost absorbovat některé minerální látky z vodního prostředí prostřednictvím kůže a žaberního aparátu. Minerální látky jsou zastoupeny v organismu v množství 3-5 %. Mají vliv na průběh metabolických procesů, osmoregulaci, acidobazickou rovnováhu, slouží ke správné funkci enzymů, hormonů atd. Často jsou pro organismus potřebné v tak malém množství, že je těžké stanovit jejich minimální denní potřebu. Minerální látky lze rozdělit vzhledem k jejich denní potřebě na makroelementy (jejich spotřeba se uvádí v gramech – vápník, sodík, mangan, železo, měď, síra, selen, vápník, hořčík, fosfor, sodík, draslík, síra, chlor), a na mikroelementy (potřeba v miligramech – železo, zinek, měď, mangan, kobalt, flór, jód, selen, molybden) (Mareš *et al*, 2015). Význam mikroelementů je především v oblasti tvorby a funkce enzymů, vitamínů, hormonů, v metabolických a biosyntetických procesech.

Mezi nejvýznamnější prvky pro stavbu těla patří vápník a fosfor. Minerální látky jsou v organismu deponovány a v období potřeby jsou uvolňovány. Některé prvky, zejména ze skupiny stopových minerálních látek, mohou v organismu při nadbytku působit toxicky. Optimalizace poměru minerálních látek v krmivu se provádí prostřednictvím minerálních doplňků, často ve formě premixů spolu s vitamíny.

### **3.6.5 Vitamíny**

Vitamíny jsou nezbytné pro růst, vývin, metabolismus, biosyntézy účinných látek, reprodukci, udržení dobrého zdravotního stavu a imunitního systému. Nemají žádnou energetickou hodnotu. Někdy jsou označovány jako biokatalyzátory. Provitamíny jsou látky, ze kterých si organismus dokáže syntetizovat jednotlivé vitamíny. Dosud je známo 14 vitamínů, dále jsou definovány jako látky s obdobným účinkem (myoinositol, L-karnitin, koenzym Q). Vitamíny se dělí dle rozpustnosti na rozpustné v tucích (A, D, E, K) a rozpustné ve vodě – vitamíny skupiny B a vit. C.

Vitamíny rozpustné v tucích dokáže organismus deponovat, při jejich nadbytku může docházet k tzv. hypervitaminózám. Vitamíny rozpustné ve vodě je nutné do organismu dodávat kontinuálně. Potřeba vitamínů je druhově a věkově individuální, roste při zvyšování tlaku prostředí a intenzitou chovu. Množství vitamínů potřebných pro denní spotřebu je zpravidla uváděno v mg na 1 kg hmotnosti ryby. Ve vyšší dávce jsou pro rybí organismus potřebné vitamín C, cholin a inositol. Nedostatek vitamínů vyvolává v organismu stavy známé jako hypovitaminózy a avitaminózy. Vitamíny se do krmných směsí přidávají nejčastěji ve formě premixů, které se podílí 0,1-2 % krmné směsi (Mareš *et al*, 2015).

### **3.7 Rostlinná krmiva a komponenty krmných směsí pro kapra**

Využití krmiv v chovu ryb patří mezi intenzifikační faktory. Krmivo rybám předkládáme za účelem zvýšení produkce ryb (Čítek *et al*, 1998). Použitím vhodných krmiv v optimálním množství dosáhneme vysokého produkčního a ekonomického výsledku. Důležité je zajištění dobrých podmínek, znalost v oblasti výživy, příjmu a využití potravy (Mareš *et al*, 2015). S příkrmováním ryb v rybnících začal již Josef Šusta (žil v letech 1835-1914), který se zabýval studiem rybího organismu, jeho potravy a zaměřil se na výživu ryb. Popsal složky přirozené potravy kapra a prozkoumal trávicí trakt mnoha druhů ryb. Své poznatky popsal v knize „Výživa kapra a jeho družiny rybníčné“, která poprvé v češtině vyšla v roce 1888 (Čítek *et al*, 1998). Mezi krmiva v té době užívaná patřila především lupina, kukuřice, masové moučky, vikev, hrách, pokrutiny, výpalky a jiné. Josef Šusta považoval předkládaná krmiva pouze jako pomocnou metodu a za základ výživy ryb považoval přirozenou potravu, kterou se snažil podpořit pomocí hnojení statkovými hnojivy a vhodnými melioračními opatřeními.

Při volbě krmiva mají především význam taková, která jsou k dispozici ve větším množství a jsou ekonomicky zajímavá. V dnešní době se jedná zejména o obilniny, v menším množství luštěniny, extrahované šroty a pokrutiny. V rybářské praxi se krmiva hodnotí podle krmného koeficientu (Mareš *et al*, 1969). Krmný koeficient slouží k orientačnímu stanovení přírůstku příkrmováním ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). U obilovin a kukuřice dosahuje hodnot 1:4-5. U luštěnin je nižší – 1: 3-4, vzhledem k vyššímu obsahu bílkovin.

Tab. 2 Rozdělení krmiv na bílkovinová a glycidová (Mareš *et al*, 1969).

Bílkovinová krmiva	Sója, řepka olejná, řepkové výlisky, kukuřičné výpalky, konopné výlisky, extrahované šroty, lupina, hrách, vikev, čočka.
Glycidová krmiva	Pšenice, triticales, kukuřice, žito, oves, proso, pivovarské mláto, melasa, amarant, krmné směsi.

### 3.7.1 Luštěniny

Luštěniny patří mezi bílkovinná rostlinná krmiva s vysokým obsahem dusíkatých látek (20-35 %), vyznačují se vysokým obsahem esenciálních aminokyselin, zejména lyzinu. Oproti obilninám mají nižší energetickou hodnotu. Některé luštěniny obsahují antinutriční látky (glykosidy) které mohou způsobovat zažívací problémy (Zeman, 2006). Vhodnou úpravou lze množství těchto látek snížit. Mezi luštěniny používané ve výživě ryb patří zejména lupina, sója a hrách. Historicky se používaly vikev a bob.

Lupina se ve větším množství používala do roku 1939 (Baruš a Oliva, 1995a). Na rozdíl od hrachu obsahuje lupina vyšší množství tuku a bílkovin (38 %) (Mareš *et al*, 1969). Příznivé je zastoupení lysinu ( $19,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ) oproti methioninu ( $3 \text{ g.kg}^{-1}$ ) (Zeman, 2006). Starším kaprům se předkládají semena celá, mladším drcená. Dříve pěstované odrůdy lupiny obsahovaly hořké látky, které snižovaly přijatelnost krmiva a zhoršovaly senzoričnou kvalitu rybiho masa, dnes jsou vyšlechtěné odrůdy, které tyto hořké látky neobsahují. Kukačka (2012) zkoumal využití lupiny bílé namísto sójového extrahovaného šrotu, kdy s lupinou dosáhl lepšího KFC a SGR.

Hrách je díky svému vysokému obsahu dusíkatých látek (22%) často zařazován do krmných směsí pro hospodářská zvířata (Zeman, 2006). Tepelnou úpravou krmiva se využitelnost nutričních látek v hrachu zvyšuje. Hrách obsahuje až 34 % škrobu, který tvoří hlavní energetickou složku krmiva. Hrách je kapry velmi dychtivě přijímán (Mareš *et al*, 1969). Před krmením je nutné hrách nechat nabobtnat, jinak by hrozilo riziko poškození trávicího traktu ryb. Mareš (1969) uvádí, že na některých rybářstvích v NDR

se hrách zkrmoval nenamáčený, aniž by vznikaly zdravotní komplikace a ztráty na rybách. Kapři si ovšem museli postupně přivykat na toto krmivo.

Velmi důležitým komponentem krmných směsí je v dnešní době sója. Používá se zejména ve formě extrahovaných sójových šrotů, sójové mouky či sójového oleje. Sója je významným zdrojem bílkovin a tuků, používá se jako náhrada živočišného proteinu. Sójová mouka obsahuje 40-50 % dusíkatých látek, příznivý podíl aminokyselin a tuku (Mareš *et al*, 2015). Sója však obsahuje antinutriční látky, zejména inhibitory trypsinu, které se dají částečně eliminovat tepelnou úpravou.

### 3.7.2 Obilniny

Obiloviny patří mezi krmiva sacharidová. Mezi nejčastěji používaná krmiva patří pšenice (a triticales), ječmen, kukuřice, v menší míře oves a proso.

Pšenice je velmi vhodným krmivem pro kapra (Mareš *et al*, 1969). Díky stabilitě ve vodním prostředí jí lze krmit v nadbytku (Mareš *et al*, 2015). Do krmných směsí se používá pšeničná mouka, pšeničné klíčky a lepek. Pšeničná mouka obsahuje 12-15 % dusíkatých látek a 3-4 % tuku. Díky škrobu má v krmivu technologický význam. Pšenice je zdrojem energie ve formě sacharidů. Neobsahuje veškeré esenciální aminokyseliny, deficitní je lyzin, methionin a tryptofan. Dále je deficitní v obsahu vit. A a D, naopak je dobrým zdrojem vit. B a E.

Ječmen nemá tak vysokou nutriční hodnotu jako pšenice, přesto je ve výživě ryb použitelný. Největší nevýhoda ječmene je vysoké množství vlákniny. Obsahuje méně škrobu než pšenice, obsah dusíkatých látek se pohybuje okolo 11 % (Zeman, 2006). Zastoupení esenciálních aminokyselin methioninu a lysinu je vyšší než u pšenice (Jirásek *et al*, 2005). Ječmen má dobré dietetické vlastnosti a příznivě ovlivňuje kvalitu masa ryb a tuku. V krmení ryb má lepší využití bezpluchý ječmen. Pluchatý ječmen působí při ingestci nepříjemně a rybu škrábe.

Kukuřice je tradičním krmivem pro kapra zejména v Maďarsku. Velkozrnná kukuřice se drtí, malá zrna se zkrmuje celá. Pro plůdek se jemně šrotuje. Kukuřice bývá často komponentem krmných směsí. Kukuřice obsahuje důležitý vit. A (Mareš *et al*,

1969). Při intenzivním krmení kukuřicí má maso ryb typickou vůni a barvu, kukuřice zvyšuje množství tuku.

### 3.7.3 Antinutriční látky

Používání rostlinných krmiv sebou nese i rizika v podobě antinutričních látek. Mezi tyto látky patří řada organických a anorganických látek, které snižují využitelnost krmiva, vyvolávají zdravotní problémy, mají kumulativní schopnost v organismu nebo se dostávají do produktů (jikry, maso). Do krmiv se kontaminující látky mohou dostávat z přirozeného řetězce nebo jako kontaminant s vodou – například rezidua pesticidů, metaloidy či radionuklidy. Další skupinou antinutričních látek jsou produkty fyzikálních, chemických či biologických procesů v krmivu. Tyto látky mohou vést k rozkladným procesům jednotlivých složek krmiva (tuků, bílkovin), způsobují oxidativní změny v krmivech nebo způsobují růst plísní a tvorbu mykotoxinů. Poslední skupinu tvoří antinutriční látky již obsažené v krmivech – inhibitory enzymů, kys. eruková, glukosinoláty, saponiny, trísloviny, lektiny, antivitamíny a jiné. Mezi antinutriční látky lze zařadit i netoxickou vlákninu. U kapra vláknina nad 8 % v krmné dávce snižuje stravitelnost ostatních živin v krmivu (Mareš *et al.*, 2015).

Množství antinutričních látek obsahují především luštěniny, sója, slunečnice, vojtěška. Pro eliminaci těchto látek je důležitá jejich správná technologická úprava, dodržení technologie skladování, přidání antioxidantů či vitamínů do směsi (Mareš *et al.*, 2015). V poslední době se velký význam přikládá šlechtění rostlin za účelem snížení obsahu těchto látek, například jsou vyšlechtěny odrůdy řepky s nízkým obsahem kyseliny erukové.

V sóje, řepce, lupině, hrachu, kukuřici, vojtěšce a jiných rostlinných krmivech se vyskytují látky inhibující enzymy, zejména proteázy, které snižují využitelnost bílkovin. Jedná se zejména o inhibitory trypsinu (Zeman, 2006). Účinnost těchto látek lze snížit vyšší teplotou použitou při zpracování krmiva.

Mezi významné antinutriční látky patří v současnosti mykotoxiny. Jedná se o produkty sekundárního metabolismu hub – plísní. Na obilninách a olejninách se nejčastěji vyskytují plísně rodu *Aspergillus*, *Fusarium* a *Penicillium* (Mareš *et al.*,

2015). Některé tyto látky mají kumulativní schopnost v organismu, snižují vitalitu, plodnost, působí v organismu toxicky a vyvolávají onemocnění zvané mykotoxikózy.

### 3.7.4 Možnosti úpravy krmiv

Principem těchto technologií je zvýšení nutriční hodnoty, chutnosti, přijatelnosti a zejména stravitelnosti krmiva (Malecha a Hůda, 2010).

Mezi mechanické metody úpravy krmiva patří zejména šrotování a mačkání. Principem **šrotování** je rozmělnění krmiva na hrubší částice. V krmivářské praxi se většinou uvádí dělení na hrubé částice (> 2,0 mm), střední (1,0-2,0 mm) a jemné (<1 mm). Pro plůdek je nutné šrotovat krmiva jemně, pro starší kapry je vhodnější jen hrubě drtit větší semena. Šrotováním lze zvýšit stravitelnost krmiv, ale rovněž se zvýší množství vyluhovaných živin do vodního prostředí. Proto je vhodné obilniny pro starší kapry předkládat celé. Při používání šrotů do směsí je nutné šrotovat zrno na jemnější částice, aby bylo možné jednotlivé složky dobře promísit. Jestliže se jemně mleté šroty sypou přímo do vody, dochází k rozplavování a vyluhování živin, přičemž ztráta živin může dosahovat až 50 %. Rovněž se rozkladem vyluhovaných částic ochuzuje vodní prostředí o kyslík a tím se zhoršuje jeho kvalita. Proto je vhodnější místo suché sypké směsi předkládat rybám těsto (Mareš *et al.*, 1969). Principem **mačkání** je zmáčknutí zrna mezi dvěma hladkými válci protichůdně se otáčejícími stejnou rychlostí (Malecha a Hůda, 2010). Dochází k povrchovému rozrušení zrna, díky čemuž enzymy v trávicím traktu ryb zrno lépe natráví a organismus živiny lépe využije. **Předklíčením** krmiva lze dosáhnout velkých změn ve složení semene. Aktivované enzymy přeměňují zásobní látky (škrob) na jednoduché cukry, které jsou lépe stravitelné. Zásobní bílkoviny jsou převáděny na jednotlivé aminokyseliny, tuky na mastné kyseliny. Hladina vit. C, který je v semeni jen ve stopovém množství, během klíčení roste. Klíčící semeno rovněž z vody vstřebává minerální látky, které se dostávají do chelátové formy a jsou poté organismem lépe využity. **Máčení** je metoda, která musí bezpodmínečně předcházet zkrmování luštěnin (hrách). Semeno hrachu je nutné na 24-48 hodin namočit do dostatečného množství vody. Hrách dokáže po nabobtnání zvětšit svůj obsah až trojnásobně. Pokud by se tak stalo až v zažívacím traktu ryb, mohlo by dojít k roztržení střev a úhynu. Krátce před krmením se namáčejí i lehká semena a šroty, aby lépe klesaly ke dnu a nevznikaly ztráty díky rozplavení. Delším máčením se vyluhují



škodlivé látky ze semen plevelů, které často bývají v odpadech po čištění obilí (Mareš *et al*, 1969).

Tepelné úpravy – jedná se proces za působení tepla (suchý) nebo tepla a vlhka (mokrá proces). Důvodem této úpravy je zvýšení stravitelnosti komponentů, zejména zmazovatění škrobu, který začíná bobtnat při teplotách 50-60 °C. Optimálního zmazovatění škrobu lze dosáhnout při teplotách 120-130 °C a vlhkosti směsi 20 %. Dále lze tepelnou úpravou krmiv snížit aktivitu některých antinutričních látek a snížit ztráty krmiva změnou jejich vlastností (snížení odrolu) (Mareš *et al*, 2015). Granulace a extruze – rozdíl mezi těmito metodami je zejména v teplotě a vlhkosti směsi při výrobě pelet, dle stupně zmazovatění škrobu a maximálního obsahu tuku. **Granulace** je metoda, kdy je horká pára přivedena do suché sypké směsi tak, aby teplota dosahovala kolem 80 °C po dobu 1-20 minut. Dále je tato směs protlačena přes matici, ochlazená a sušena. Stupeň zmazovatění škrobu je na úrovni 15-30 %, maximální podíl tuku je 8-12 %. **Extruze** patří mezi HTST metody úprav (high temperature-short time), kdy působí vysoká teplota (+ 100 °C) po velmi krátkou dobu (méně než 1 minuta). Při výrobě krmiv je používána vlhká extruze s vlhkostí směsi 10-45 % a teplota 60-160 °C (Mareš *et al*, 2015). Stupeň zmazovatění škrobu dosahuje 80-100 %, maximální obsah tuku je 22-27 %. Při průchodu materiálu přes matici dochází k jeho rozpínání, ochlazení a snižování vlhkosti. Výsledný podíl vody je 4-8 %. Díky vyšší úrovni zmazovatění škrobu je krmivo ve vodě stabilnější. **Vaření a paření** se používá především u brambor, které kapři nemohou syrové využít. Podobně se upravují krmiva poškozená, aby se inaktivovaly a odstranily škodlivé látky. Další tepelnou metodou je **toustování**, tedy krátké působení (1-10 min) vysoké teploty (140-160 °C), často doplněné mačkáním. Tato metoda se často používá pro úpravu sóji a bývá doplněna následným nástříkem tuku ve vakuu (Top dressing) (Mareš *et al*, 2015). **Lyofilizace** neboli sušení mrazem je metoda založená na principu sublimace zmrzlé vody při nízkém tlaku a teplotě. Výhodou je, že při této metodě nedochází k přechodu vody z kapalného do plynného skupenství, což může v mnoha případech znamenat poškození sušeného materiálu. Tuto metodu je možné využít především pro jednobuněčné organismy – sinice (*Spirulina*), řasy (*Chlorella*) a další krmiva mikrobiálního původu (kvasinky). Výsledným produktem je lyofilizát. Výhodou lyofilizace je minimální dopad na nutriční hodnotu krmiva.

### 3.7.5 Alternativní krmiva

Důvodem hledání a využívání alternativních rostlinných krmiv jsou především:

- pokrytí speciálních požadavků ryb na živiny
- využití druhotných zemědělských produktů
- možnosti ovlivnění zdravotního stavu a růstu ryb
- využití ekonomicky zajímavých plodin a surovin
- snaha o částečné nebo úplné nahrazení rybí moučky
- možnosti ovlivnění kvality výsledného produktu – rybího masa

V souvislosti s rozvojem zpracování zemědělských plodin došlo k ověřování vhodnosti využití sekundárních produktů k výživě hospodářských zvířat a ryb, v našich podmínkách zejména kapra. Použití **obilných lihovarnických výpalků** v krmné směsi pro kapra zkoumal Vetešník (2003). Prokázal, že v poměru do 5 % krmné směsi dokážou zvýšit její produkční efekt. Webster *et al* (1992) zkoumal možnosti nahrazení rybí moučky v izoenergetické dietě pro sumečka tečkovaného (*Ictalurus punctatus*) s 35 % podílem lihovarnických výpalků a variabilním množstvím sójové mouky (až 50 %). V krmné dávce bylo použito 12; 8; 4 a 0 % rybí moučky. Sójová mouka byla přidávána k zajištění stejné úrovně dusíkatých látek (33 %). Pátá dieta byla připravena shodně s dietou s 0 % rybí moučky s přídavkem methioninu a lysinu. Po 12 týdnech nebyly kondiční a délkohmotnostní parametry mezi jednotlivými skupinami významně rozdílné ( $P > 0,05$ ). Tyto údaje naznačují, že dieta se 100 % rostlinných komponentů může zcela nahradit dietu s rybí moučkou u sumečka tečkovaného (Webster *et al*, 1992).

**Len setý** obsahuje ve srovnání s jinými plodinami neobvyklé množství alfa-linolenové kyseliny. Množství této MK se odrůdově velmi liší. Při předkládání krmiva s obsahem lněného oleje lze efektivně ovlivnit spektrum mastných kyselin ve svalovině kaprů (Kukačka, 2012). Konzumace kapřího masa krmného směsí s lněným semínkem má prokazatelný vliv na lidské zdraví. Celkový cholesterol u testované skupiny, která konzumovala toto kapří maso, klesl o 27 %, LDL cholesterol o 26 % stejně jako obsah triglyceridů. Naopak hladina HDL cholesterolu se zvýšila o 30 % (Zajíc *et al.*, 2012).

Při lisování rostlinných olejů vzniká druhotná surovina **výlisky** (pokrutiny), které se dají zpracovat do formy extrahovaných šrotů. Kvalita výlisků je ovlivněna metodou lisování oleje. V krmivářské praxi se nejvíce využívají výlisky slunečnicové, řepkové a konopné. Jirásek (1989) dosáhl dobrých produkčních výsledků se slunečnicovým extrahovaným šrotem (30 %) a sójovým extrahovaným šrotem (15 %) v krmné směsi pro kapra (Jirásek *et al*, 1989). Je vhodné začlenit extrahované šroty do krmné směsi z důvodu doplnění aminokyselin (Kukačka, 2006).

Kukačka (2012) se zabýval využitím netradičních komponentů v krmných směsích pro kapří plůdek. Jako vhodný komponent doporučuje **řepkové výlisky** v podílu do 40 % krmné směsi, se kterými dosáhl FCR 1,88 a SFR 1,91 %·d<sup>-1</sup>.

**Melasa** je cukrovarnický odpad vzniklý při zpracování cukrové řepy nebo cukrové třtiny. Melasa obsahuje asi 50 % cukru a příměsi, kvůli kterým není schopná vykristalizovat. Melasa je bohatá na minerální látky. V krmivářství se používá jako atraktant a pojivo.

Velmi často jsou průmyslově vyráběná bílkovinná krmiva, jejichž podstatnou částí je **mikrobiální** biomasa. Mikroorganismy vyprodukované na různých substrátech se oddělí, zahustí a vysuší. Mezi nejčastější mikrobiální krmiva patří krmné kvasnice (ethanolové, sulfidové). Kvasnice jsou významným zdrojem proteinů, energie a vitamínů (skupina B). Tyto komponenty bývají přidávány do krmných směsí do výše několika procent (5-10 %). V poslední době jsou často používány pivovarské kvasnice (*Sacharomyces cerevisce*) ve formě extraktu buněčného obsahu tvořeného směsí bílkovin, vitamínů, nukleotidů a aminokyselin (Mareš *et al*, 2015).

Zvláštní kategorii rostlinných krmiv představují některé zelené **řasy** (*Chlorella*) a **sinice** (*Spirulina*). Tyto komponenty se do krmné dávky přidávají v množství desetin až procent. Pro lepší stravitelnost bývají buňky upraveny (narušeny), nebo přidávány ve formě extraktů. Díky svým vlastnostem na zdraví ryb patří mezi imunostimulanty (Mareš *et al*, 2015).

Mezi perspektivní rostlinná krmiva v současnosti ověřovaná v chovu ryb patří vedle výše uvedených i na našem území tradičně produkované konopí seté.

### **3.7.6 Konopí seté**

Konopí seté (*Cannabis sativa* L.) je stará olejná a přadná kulturní rostlina s dlouhou tradicí pěstování v České republice, o čemž svědčí například místní názvy obcí či ulic – Konopiště, Konopná ulice. Jedná se o jednoletou rostlinu patřící do čeledi *Cannabaceae* Endl. – konopovité, původně pocházející ze Střední Asie (Novák, 2007). Konopí se vyskytuje v jednodomé i dvoudomé formě. Lodyha je vzpřímená, list dlanitě složený 5-7 čtý,  $2n=20$ , plodem jsou jednosemenné nažky o velikosti  $3,8-5,0 \times 3,0-3,4$  mm šedavě bílé až hnědé barvy, v botanické zralosti snadno opadavé (Kubát, 2010), obvykle známé jako konopné semínko. Konopné vlákno je využíváno k výrobě tkanin, lan, pytlů, vycpávek, izolačního materiálu i speciálních druhů papíru. Odpadní hmotou je tzv. koudel. Při komerčním zpracování vlákna se konopné semeno stává zajímavou vedlejší surovinou, potenciálně využitou i ve výživě ryb. Konopí lze využít i k ozdravování půd od kontaminace těžkými kovy a jinými chemickými látkami, které v sobě dokáže akumulovat. Takové konopí samozřejmě nelze využít a dále zpracovávat.

Osevní plocha konopí setého se v české republice dlouhodobě drží na úrovni pouze kolem 200 ha. Vzhledem k nedostatečným kapacitám pro zpracování konopí o něj má zájem málo pěstitelů. Pěstování konopí je dotačně podporováno, podpora se vztahuje na všechny odrůdy uvedené ve „Společném katalogu odrůd druhů zemědělských plodin“. Při pěstování s dotačním titulem lze pěstovat jen odrůdy, u kterých nesmí obsah delta-9-tetrahydrocannabinolu (THC) přesáhnout 0,2 %. (Len a konopí, 2014). Na konopí se vztahuje zákon č. 167/1998 Sb. o návykových látkách, v platném znění. Je zakázáno pěstovat rostliny konopí (*Cannabis*), které mohou obsahovat více než 0,3 % THC (Zákon č. 167/1998 Sb, 1998).

#### **3.7.6.1 Složení konopného semene**

Celé konopné semeno obsahuje přibližně 25 % bílkovin, 33–35 % oleje, 34 % sacharidů (značné množství z nich představuje vláknina). Dále široké spektrum minerálních látek a vitamínů. Konopný olej obsahuje z více než 80 %

polynenasycených mastných kyseliny (PUFA), což z něj činí mimořádný zdroj PUFA pro lidskou spotřebu. Konopí má velmi dobrý potenciál pro využití jako cenný zdroj bílkovin, nejvíce zastoupenými bílkovinami je edestin (rostlinný globulin) a albumin. Konopné bílkoviny jsou jedinečný zdroj esenciálních aminokyselin (Wang *et al*, 2007). Konopné semeno jeví velký potenciál jako hodnotné krmivo pro výživu lidí i zvířat. Jednou z předností je vysoký obsah alfa-linolenové kyseliny (17-19 %) ve srovnání s jinými rostlinnými oleji (Gakhar *et al*, 2012). Kyselina alfa-linolenová je prekurzorem EPA a DHA, které mají příznivé účinky na lidské zdraví.

Konopné semeno se zpracovává lisováním na konopný olej. Konopí lze zkrmovat přímo nebo ve formě extrahovaného konopného proteinu (Webster *et al*, 2000). Vedlejší produkty ze zpracování konopí využitelné pro výživu zvířat jsou zejména konopné výlisky (pokrutiny, konopný koláč – hemp cake), tedy zbytky po lisování oleje, a konopný prolis – sedlina odebraná při zpracování konopného oleje.

Tab. 3 Složení konopného semene (Tran, 2016)

	<b>Průměr</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Sušina [%]	91,7	91,2	92,5
Bílkoviny [%]	32,1	28,6	34,5
Vláknina [%]	31,4	27,6	35,5
Tuk [%]	35,7	35,5	35,8
Popelovina [%]	5,7	4,6	6,4
Brutto energie MJ / Kg	26,2		
<b>Minerály</b>			
Vápník	6,1		
Fosfor	4,6		
Hořčík	4,2		
<b>Aminokyseliny</b>			
Arginin [% bílkovin]	5		
Histidin [% bílkovin]	3,9		
Izoleucin [% bílkovin]	4,4		
Leucin [% bílkovin]	7,7		

Lysin [% bílkovin]	2,7
Methionin [% bílkovin]	2,2
Fenylalanin [% bílkovin]	5,8
Threonin [% bílkovin]	3,8
Tryptofan [% bílkovin]	1,5
Valin [% bílkovin]	6,3

#### **Mastné kyseliny v tuku**

Kys. palmitová C16:0	6,7
Kys. stearová C18:0	2,2
Kys. olejová C18:1	11,4
Kys. linolová C18:2	55,3
Kys. alfa-linolenová C18:3	21,6

---

### **3.7.7 Využití konopí ve výživě zvířat**

V zemích, kde se konopí pěstuje, se konopná semena a konopné výlisky používají vzhledem ke svému vysokému obsahu bílkovin a tuků pro dobytek a drůbež jako koncentrovaný zdroj energie. Semeno i výlisky mají relativně vysoký podíl vlákniny, který omezuje jejich využití pro prasata a drůbež (Göhl, 1982). Konopí obsahuje alkaloidy, které mají vliv na nervovou soustavu. Technické konopí má na rozdíl od konopí pěstovaného k medicíně téměř zanedbatelný podíl těchto látek (>0,3 %). V některých zemích se zkrmují zbytky po výrobě hašiše z potentních rostlin – listy, stonky, konopný prach a semena. Vyšší koncentrace psychoaktivních složek snižuje chutnost, má za následek nižší příjem krmiva, způsobují ospalost, snižují aktivitu a způsobují nekoordinované pohyby skotu (Jain, 1988). Toxicitu konopného extraktu ze surových konopných listů na kaprech obecných zkoumal Audu *et al* (2014). Při expozici po dobu 56 dní v subletálních koncentracích extraktu došlo k biochemickým změnám v krevní plazmě kapra – k poklesu cholesterolu a zvýšení obsahu kyseliny močové. Rovněž klesla aktivita alkalické fosfatázy a vzrostla koncentrace laktát dehydrogenázy v hepatopankreatu, krevní plazmě a žlázech (Audu *et al*, 2015).

Konopná semena jsou tradičním krmivem pro okrasné ptáky a drůbež díky jejich nízké ceně a vysokému obsahu energie (Khal *et al.*, 2009). Semenožraví ptáci jsou doslova přitahováni ke konopným polím v období sklizně. Vysoká koncentrace PUFA mastných kyselin v konopném oleji vedla k obnovení zájmu o konopná semena pro zlepšení kvality drůbežích produktů.

V Pákistánu se přidávají sušená a drcená semena konopí do směsi pro brojlerů s pozitivním vlivem na růst prsní a stehenní svaloviny. Tento pozitivní účinek je přisuzován dobré kvalitě bílkovin a tuků spolu s dalšími prospěšnými vlastnostmi, jako je nízký obsah inhibitorů trypsinu a antioxidační aktivita canabidiolu (CBD) (Khal *et al.*, 2009). Krmení brojlerů moukou z konopných semen (20 % ve směsi) mělo vliv na lepší konverzi krmiva, vyšší výtěžnost svaloviny, vyšší hmotnost, nižší věk při porážce a nižší úmrtnost (Khal *et al.*, 2009). V Iránu bylo použito konopné semeno v množství 7,5 % krmné směsi bez vlivu na růst a snížení krevního cholesterolu (Mahmoudi a Azarf, 2012). Zahrnutí konopných výlisků v krmné dávce pro brojlerová kuřata v množství 10 % a 20 % ve směsi nemělo žádný vliv na užitkové vlastnosti a přežití, zároveň nebyl pozorován žádný vliv na počet *Clostridium perfringens* ve střevě.

Gakhar *et al.* (2012) zkoumal vliv zkrmování semen konopí a konopného oleje nosnicím za účelem ovlivnění intenzity snůšky a spektra mastných kyselin ve žloutku. Konopný olej dodával do krmné směsi v množství 4, 8 a 12 %, konopné semeno v množství 12 a 20 %. Jako kontrola sloužila skupina ptáků krmených dietou na bázi pšenice, ječmene a kukuřice. Průměrná denní snůška nebyla u jednotlivých diet nijak ovlivněna. Obsah n-3 mastných kyselin se lineárně zvyšoval zároveň s dávkou konopných produktů ve směsi. Statisticky průkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ) oproti kontrole byl prokázán u hladiny dokosahexaenové kyseliny v reakci na zvyšující se krmnou dávku alfa-linolenové kyseliny. Na základě tohoto výzkumu doporučuje přidávání konopného semene do výše 20 % a konopného oleje do 12 % v krmné směsi. Shahid *et al.* (2015) při přidání konopných semen o výši 25 % krmné směsi pozoroval snížení obsahu celkového cholesterolu ve žloutcích, přičemž množství PUFA mastných kyselin se významně zvýšilo. U nosnic krmených konopnými výlisky lisovanými za studena o množství 20 % v krmné dávce nebyl zaznamenán žádný vliv na produkci vajec, spotřebu krmiva a velikost vajec (Silversides a Lefrancois, 2010). Halle *et al.* (2013)

v Německu došel k závěru, že krmné směsi s obsahem až 10 % konopných výlisků nemají negativní vliv na snášku, ale žloutky byly obohaceny n-3 PUFA mastnými kyselinami.

Krmení králíků konopnými výlisky je možné ale značně limitované množstvím vlákniny, která snižuje stravitelnost ostatních živin. Zkrmování konopných výlisků nemá žádný vliv na organoleptické vlastnosti králíčího masa (Lebas a Delmas, 1988).

Göhl (1982) uvádí, že je možné použít až 3 kg konopných výlisků denně pro skot ve výkrmu, a 0,5 kg pro ovce, jako vynikající zdroj proteinu rozložitelného v batoru, který je ekvivalentní k tepelně upravenému řepkovému šrotu. Při střídání řepkového šrotu a konopných výlisků se zastoupením 20 % v krmné dávce nebyly zaznamenány žádné negativní účinky na příjem krmiva a využití živin u ovcí (Mustafa *et al.*, 1999).

### **3.7.8 Konopí ve výživě ryb**

Částečné nahrazení rybí moučky konopnými výlisky a jinými alternativními rostlinnými komponenty zkoumal Lunger *et al.* (2006) na juvenilních mořských rybách kranasovcích štíhlých (*Rachycentron canadum*, Perciformes). Krmný test probíhal po dobu šesti týdnů, hodnocenými parametry byla rychlost růstu, konverze krmiva, kvalita a složení svaloviny. Dieta obsahovala rybí moučku Menhadena (ze sledů rodu *Brevoortia*, Clupeiformes) v množství 0 % až 65,9 %. Dále bylo do jednotlivých diet přidán kvasniční protein (21,9 % a 25,1 %), sójový šrot (25,5 % a 38 %), sójový extrahovaný šrot (22,5 %, 37,5 %) a konopné výlisky (21,8 %, 23,7 %). Dieta byla vždy navržena tak, aby obsahovala přibližně 45 % bílkovin, 9 % tuků a energetickou hodnotu 300 kcal/100 g. Diety byly krmeny vždy třem skupinám ryb o počáteční průměrné váze 10 g. Ryby krmené dietou s 0 % rybí moučky během testu uhynuly. U všech diet s podílem alternativních komponentů do 40 % byl přírůstek podobný. Výsledky dokazují, že rybí moučka může být nahrazena až do výše 40 % kterýmkoliv alternativním rostlinným komponentem bez negativních vlivů na hmotnost, využití krmiva a další biologické indexy (HSI, VSI, MR). Studie dále naznačuje, že použitá dieta má vliv na kvalitu konečného produktu, zejména na strukturu svaloviny a obsah proteinů. Zkrmováním konopných výlisků kaprům obecným (*C. carpio*) se zabýval Hajňuk



(2015). Výlisky přidával do kompletní krmné směsi v množství 0 %, 5 % a 15 %, přičemž ryby krmené směsí s 15 % výlisků dosahovali lepších výsledků v porovnání s ostatními variantami (SLGR, SWGR).

Dále se zabýval Webster *et al* (2000) možnostmi náhrady rybí moučky pomocí konopné mouky, řepkové mouky a masokostní drůbeží moučky v dietě pro mořské ryby mořčáky (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*, Perciformes). Webster navrhnul čtyři plovoucí krmné směsi tak, aby vždy obsahovaly 40 % bílkovin a podobnou úroveň energie, ale bez rybí moučky. Pátá dieta byla s 30 % rybí moučky a sloužila jako kontrola. Ryby byly umístěny po 10 ti do nádrží a byly 2 × denně krmeny. První dieta byla navržena tak, aby obsahovala 35 % sójové mouky a 35 % masokostní drůbeží moučky, druhá dieta 27 % sójové mouky, 20 % drůbeží masokostní moučky a 20 % mouky z konopného semene. Třetí dieta obsahovala 30 % sójové mouky a 30 % drůbeží masokostní moučky. Čtvrtá dieta obsahovala 27 % sójové mouky, 27 % drůbeží moučky, 20 % řepkové mouky. Procentuální přírůstek byl u skupiny krmené dietou č. 1 významně ( $P > 0,05$ ) vyšší (299 %) oproti rybám krmným dietou č. 3 (197 %) a dietou č. 4 (266 %), ale nelišil se od skupin ryb krmných dietou č. 2 a č. 5. Procento přežití nebylo mezi jednotlivými skupinami významně odlišné. Konverze krmiva (FCR) bylo významně vyšší u ryb krmných dietou č. 3 (FCR 2,71) a č. 4 (FCR 2,88) ve srovnání s ostatními dietami. HSI, MR a složení svaloviny nebylo mezi jednotlivými skupinami významně rozdílné. Výsledky této studie naznačují, že dieta bez rybí moučky může být použita pro mladé mořčáky bez nežádoucích účinků na růst, přežití a složení svaloviny (Webster *et al*, 2000).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Použité krmivo

#### 4.1.1 Krmivo KP1 z VKS Stříbrné Hory

Pro potřeby experimentu bylo dovezeno krmivo pro kapři plůdek KP 1 z Výrobní krmiv spol. s.r.o. Stříbrné Hory. Hlavními komponenty tvořícími tuto krmnou směs jsou pšenice, kukuřice, sójový šrot, řepkové výlisky, řepkový olej, pšeničné otruby a krmná mouka. Dále je krmivo doplněno o minerálně-vitamínový premix KP. Kompletní složení je uvedeno v tabulce č. 4

Tab. č. 4 – Složení KP 1 z VKS Stříbrné hory (údaje deklarované od výrobce)

NL	180 g/kg	Vápník	6,7 g/kg
Tuk	30 g/kg	Fosfor	7,5 g/kg
Vláknina	50 g/kg	Vitamín A	12,0 t.m.j/kg
Lyzin	8,50 g/kg	Vitamín D3	3,0 m.j/kg
Methionin	3,00 g/kg	Vitamín E	70,0 mg/kg

Největší část krmiva tvoří protein (18 %). Dále jsou zastoupeny hrubé oleje a tuky (3,0 %) a vláknina (5,0 %). Velmi důležitou složkou jsou synteticky vyráběné aminokyseliny Methionin (0,3 %) a Lysin (0,85 %), které jsou pro ryby esenciální a v potravě často limitují správné využití proteinu krmiva pro tvorbu nových tkání.

Tab. č. 5 – Analytické složení krmné směsi KP18

	Tuk	Bílkoviny	Popeloviny	Sušina
KP18	2,29 %	14,56 %	6,89 %	96,79 %

#### 4.1.2 Výroba granulí pro krmný test

Krmivo KP 1 bylo pro účely experimentu obohaceno o konopné výlisky pocházející z odrůdy Finola vypěstované v okolí České Metuje. Konopné výlisky jsou pokrutiny po lisování oleje, v tomto případě studenou cestou (Gabrielová, 2017).

Z důvodu vybalancování směsi na stejnou úroveň tuků byl do některých směsí přidán řepkový olej.

Prvním krokem bylo pomletí granulovaných konopných výlisků na elektrickém mlýnku. Výsledná směs byla přesáta přes síto a hrubá frakce byla pomleta ještě jednou. Toto bylo důležité z hlediska homogenizace směsi. Pro testování byly využity dva zdroje výlisků označených jako „výlisky šarže č. I“ a „výlisky šarže č. II“.

Tab. č. 6 – Analytické složení konopných výlisků

	Tuk	Bílkoviny	Popeloviny	Sušina
Výlisky šarže č. I.	8,87 %	27,44 %	6,65 %	93,77 %
Výlisky šarže č. II.	8,98 %	30,53 %	6,22 %	93,52 %

Dalším krokem byla příprava krmné směsi KP 1. Do každé směsi bylo přidáno 0,5 % pellet-duru pro lepší soudržnost. Pellet-dur byl přidán tak, že se nejprve navážka pellet-duru smíchala v misce s malým množstvím směsi KP 1 a poté teprve byla vmísena do zbytku navážené směsi. Do kontrolní směsi a směsi č. 1 a č. 2 byl přidán rovnoměrně řepkový olej. Po smíchání všech komponentů byla směs přemístěna do mísy a kuchyňským robotem a míchacím nástavcem byla po dobu 20 minut míchána z důvodu homogenizace jednotlivých složek. Složení jednotlivých směsí sumarizuje tabulka č. 7.

Tab. č. 7 – Složení krmných směsí pro krmný test č. 1

	Kontrola	Směs. 1	Směs 2.	Směs 3.	Směs 3.
KP 1 18 % NL	98,70 %	94 %	89,50 %	85 %	85 %
Výlisky I.	-	5 %	10 %	15 %	-
Výlisky II.	-	-	-	-	15 %
Řepkový olej	1,30 %	1 %	0,50 %	-	-
Pellet-dur	0,50 %	0,50 %	0,50 %	0,50 %	0,50 %

Po promíchání jednotlivých složek byla směs za postupného přilévání horké vody (želatinizace škrobu) hnětena tak, aby bylo vytvořeno homogenní těsto tuhé lepicí konzistence. Z takto připraveného těsta byly připraveny válečky a pomocí kuchyňského mlýnku na maso byly vytvořeny granule. Pro lepší promísení byly tyto granule ještě

jednou uhněteny do formy těsta a znovu vytvořeny granule. Granule byly opatrně narovnaný na mřížku a následně vloženy do sušárny předehřáté na 50 °C. Při této teplotě byly granule sušeny přibližně po dobu 18 hodin. Po vysušení byly granule přemístěny ven ze sušárny, kde vychladly na laboratorní teplotu (předejítí zapaření granulí). Poté byly uloženy do připravených čistých a označených nádob pro danou krmnou směs.

U vyrobených směsí byla provedena v laboratořích MENDELU analýza obsahu základních živin. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tab. č 8 Analytické složení krmných směsí v čerstvé hmotě

	tuk	bílkoviny	popeloviny	sušina
Kontrola	3,29 %	14,64 %	6,43 %	93,10 %
Směs č. 1	2,87 %	14,79 %	6,18 %	92,90 %
Směs č.2	2,90 %	15,95 %	6,00 %	92,93 %
Směs č. 3	2,48 %	16,74 %	6,41 %	92,90 %
Směs č.4	2,74 %	15,93 %	6,18 %	92,94 %

Tab č. 9 – Spektrum mastných kyselin krmných směsí použitých v krmném testu (v % z celkových FA)

vz.č.	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
C14:0	0,17	0,20	0,14	0,20	0,15
C16:0	10,86	11,93	12,25	13,18	12,54
C16:1n7	0,36	0,34	0,38	0,33	0,30
C18:0	1,66	1,98	2,13	2,31	2,61
C18:1n7	41,19	34,04	27,80	18,91	19,11
C18:1n9C	3,51	3,05	2,92	2,49	2,27
C18:2n6C	34,28	39,21	44,05	49,93	50,55
C18:3n6	0,11	0,56	1,03	1,67	1,18
C18:3n3	6,15	7,10	7,99	9,36	9,90
C18:4n3	0,04	0,18	0,30	0,42	0,42
C20:1	0,84	0,71	0,66	0,51	0,52
C20:4n6	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
C20:4n3	0,21	0,22	0,19	0,27	0,16
C20:5n3	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
C22:4n6	0,19	0,11	0,04	0,03	0,04
C22:5n6	0,20	0,20	0,09	0,13	0,19
C22:5n3	0,10	0,14	0,03	0,24	0,03
C22:6n3	0,10	0,02	0,01	0,02	0,01

Total saturates	56,93	50,27	44,14	35,62	34,88
Total MUFA	45,91	38,14	31,75	22,25	22,20
Total PUFA	41,41	47,75	53,74	62,07	62,51
Σ (n-6)	34,79	40,08	45,21	51,76	51,98
Σ (n-3)	6,63	7,68	8,52	10,31	10,53
Σ (n-3)/(n-6)	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20

Postup výroby krmné směsi pro krmný test č. 2 byl obdobný jako výroba směsi pro první test. Z důvodu nízkého obsahu dusíkatých látek v krmné směsi KP 18 % byla použita krmná směs KP 22 %. V jednotlivých dietách byly použity konopné výlisky dvou šarží a konopný prolis, tedy sedlina vzniklá při lisování oleje studenou cestou (Gabrielová, 2017). Důvodem zařazení prolisu do krmných směsí bylo zvýšení jejich energetické hodnoty a ověření vlivu tohoto přídatku na spektrum mastných kyselin ve svalovině ryb.

Tab. 10 – Složení krmných směsí pro krmný test č. 2

	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4	Směs č. 5
KP 22 % NL	84,50 %	79,50 %	79,50 %	84,50 %	94,50 %
Výlisky	15 %	15 %	15 %	-	-
Prolis	-	5 %	-	5 %	-
Řepkový olej	-	-	5 %	-	5 %
Pellet-dur	0,50 %	0,50 %	0,50 %	0,50 %	0,50 %

## **4.2 Podmínky prostředí**

### **4.2.1 Nádrže**

Pro účely pokusu byly použity nádrže o velikosti 160 l, umístěné do dvou řad, napojené na recirkulační systém o celkovém objemu 4900 litrů. Nádrže byly zásobovány vodou ze zásobního žlabu o objemu 1045 l. Z nádrží je voda odváděna přes biologický filtr Nexus 210 o objemu 510 litrů, kde jsou nejprve usazeny hrubé nečistoty a poté je voda mechanicky filtrována. Po průchodu přes mechanický a biologický filtr voda samospádem odtéká do spodního zásobního žlabu o objemu 1062 l, kde probíhá další fáze filtrace. Odtud je voda čerpána pomocí čerpadla zpět do horního žlabu. Mezi horním a dolním žlabem je napojeno topné těleso a zařízení pro desinfekci vody pomocí UV záření Pro Pond UV 110. Požadované nasycení vody kyslíkem zabezpečovaly v nádrži vzduchovací kameny napojené polyethylenovými hadičkami na kompresor. Během trvání pokusu byly nádrže 1x týdně čištěny.

### **4.2.2 Stanovení fyzikálně-chemických parametrů vody**

Fyzikálně-chemické parametry v nádržích byly pravidelně sledovány z důvodu posouzení kvality vodního prostředí pro život chovaných ryb. Sledování základních fyzikálních parametrů vody probíhalo 2 x denně (ráno a večer) v každé nádrži vždy okamžitě na místě (pH, teplota, nasycení vody O<sub>2</sub>, množství rozpuštěného O<sub>2</sub>). Ke stanovení hodnot byl použit přenosný přístroj HACH „HQ40D Přenosný pH, vodivosti, rozpuštěného kyslíku (DO), ORP, ISE a Multiparametr Metr“. Chemické parametry (dusičnany, dusitany, chloridy) byly stanovovány v laboratoři na Oddělení rybářství a hydrobiologie MENDELU v Brně vždy 1 x denně ráno před nakrmením v celém systému pomocí spektrofotometrického přístroje „PhotoLab 6600 UV-VIS“. Přístroj pracuje na bázi průchodu světla napříč vzorkem při určité vlnové délce, která je pro každý typ měření odlišná. Vzorek vody se odpipetuje do kyvet, smísí s činidlem a po vložení do přístroje je oproti slepému vzorku odečtena koncentrace dané složky.

Stanovení následujících parametrů proběhlo podle jednotných stanovení a postupů dle Horákové (2003).

#### 4.3.2.1 Chloridy (Cl)

Chloridy ve vzorku reagují s thiokyanatanem rtuťnatým za vzniku málo disociovaného chloridu rtuťnatého. Uvolněné thiokyanatanové ionty reagují s ionty  $\text{Fe}^{3+}$  obsaženým v činidle za vzniku červeného komplexu. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci chloridů a umožňuje vyhodnocení pomocí spektroskopu při vlnové délce 445 nm. Hmotnostní koncentrace chloridů ve vzorku ( $\text{Cl}^-$  v  $\text{mg.l}^{-1}$ ) se určí z kalibrační závislosti s přihlédnutím na předchozí ředění vzorku.

#### 4.3.2.2 Amoniakální dusík (N- $\text{NH}^{4+}$ )

Amonné ionty reagují v prostředí nitroprusidu sodného se salycilanem sodným a chlornanovými ionty za vzniku modrého zbarvení. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci  $\text{NH}^{4+}$  iontů. Hmotnostní koncentrace amoniakálního dusíku ve vzorku (N- $\text{NH}^{4+}$  v  $\text{mg.l}^{-1}$ ) se určí z kalibrační závislosti s přihlédnutím na předchozí ředění vzorku.

#### 4.3.2.3 Dusičnanový dusík (N- $\text{NO}^{3-}$ )

Dusičnany ve vzorku reagují s 2,6-dimethylfenolem v prostředí směsi koncentrovaných kyselin (fosforečná, sírová, amidosírová) za vzniku cihlově červeného 4-nitro-2,6-dimethylfenolu. Intenzita zbarvení je přímo úměrná množství dusičnanů ve vzorku a umožňuje vyhodnocení pomocí spektrofotometru při vlnové délce 330 nm. Na stanovení mohou mít rušivý vliv chloridy a dusitany nad  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ .

#### 4.3.2.4 Dusitany (N- $\text{NO}_2$ )

Podstatou stanovení je diazotace kyseliny sulfanilové přítomnými dusitany a kopulace diazoniové soli s N-(1-naftyl)-ethylendiamindihydrochloridem za vzniku červeného zbarviva. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci dusitanů ve vzorku.

### **4.3 Charakteristika ryb**

K experimentu byl použit plůdek maďarského lysce L15 dovezený na Oddělení rybářství a hydrobiologie AF MENDELU dne 22. 6.2016 z Rybníkářství Pohořelice a.s. Maďarský lysec L15 vyniká vysoce klenutým hřbetem a zmasilostí. V užitkovém šlechtění se používá v otcovské pozici. Ryby byly dlouhodobě adaptovány na podmínky experimentálního recirkulačního zařízení. Před započítím pokusu byly ryby krmeny krmivem Screeting 2,5 v záchovných dávkách. Týden před začátkem pokusu byly ryby nasazeny do nádrží tak, aby byly osádky vyrovnané, a byly postupně navyknuty na kontrolní krmnou směs.



## 4.4 Krmné testy

### 4.4.1 První krmný test

Krmný test proběhl na Mendelově univerzitě v Brně na Oddělení rybářství a hydrobiologie v akreditovaném experimentálním recirkulačním odchovném zařízení. Test byl zahájen 21. 9. 2016 a probíhal po dobu 62 dní. Ukončen byl 21. 11. 2016. Testovány byly vždy čtyři krmné směsi, pátá směs sloužila jako kontrola. Test proběhl ve dvou opakováních.

Do krmného testu bylo nasazeno 200 ryb plemene Maďarský lysec L15. Před nasazením byly všechny ryby individuálně zváženy a změřeny pro následný výpočet kondičních a exteriérových parametrů. Ryby byly nasazeny do pěti stejných nádrží ve dvou patrech nad sebou po 20 kusech, tedy ve dvou opakováních (celkem 10 nádrží). Obsádky jednotlivých nádrží byly vždy zváženy. Světelný režim byl nastaven na 14 hodin světla a 10 hodin tmy. Akvária byla označena vždy dle krmné směsi, která byla rybám krmena. První dvě nádrže –  $V_A$  a  $V_G$  byly krmeny kontrolní krmnou směsí bez přídavku konopných výlisků. Další nádrže –  $V_B$  a  $V_H$  byly krmeny směsí s přídavkem 5 % konopných výlisků šarže I. Nádrže  $V_C$  a  $V_{CH}$  byly krmeny směsí s 10 % konopných výlisků šarže I. Nádrže  $V_D$  a  $V_I$  byly krmeny směsí s 15 % konopných výlisků šarže I a nádrže  $V_E$  a  $V_J$  byly krmeny směsí s 15 % konopných výlisků šarže II.

$V_A$ – kontrola	$V_B$ – směs č. 1	$V_C$ – směs č. 2	$V_D$ – směs č. 3	$V_E$ – směs č. 4
$V_G$ – kontrola	$V_H$ – směs č. 1	$V_{CH}$ – směs č. 2	$V_I$ – směs č. 3	$V_J$ – směs č. 4

Schéma č. 2 – Rozmístění nádrží v krmném testu

Krmení bylo předkládáno rybám v pravidelných intervalech ve třech dávkách. První krmná dávka byla krmena v 8:00, druhá dávka ve 13:00 a poslední dávka v 18:00. Krmení probíhalo pomalu v takovém množství, jaké byly ryby ochotné přijmout. Krmná dávka odpovídala 2 % hmotnosti obsádky a byla vždy po kontrolním vážení přepočítána a upravena. Kontrolní vážení probíhalo ve 14denních intervalech.

Po ukončení krmného testu byly ryby individuálně i skupinově zváženy, byly změřeny základní délkové parametry, vypočítány kondiční a exteriérové ukazatele a odebrány vzorky tkání k následným analýzám. Veškeré analýzy proběhly na půdě Mendelovy Univerzity v Brně, hematologické vyšetření na Veterinární a farmaceutické univerzitě (VFU).

#### **4.4.2 Druhý krmný test**

Z technických důvodů byl druhý test zahájen s několikátýdenním zpožděním a jeho ukončení bylo realizováno až po odevzdání této diplomové práce. Nasazení a průběh testu byl identický s testem č.1 Proto tato práce uvádí jen hmotnosti obsádek v průběhu testu a základní parametry krmného testu, zjišťované při kontrolních váženích. Druhý krmný test proběhl v termínu 22. 7. 2017 až 9. 5. 2017 po dobu 72 dní.

## **4.5 Metody použité pro získávání a zpracování výsledků**

### **4.5.1 Sledované délkohmotnostní parametry a koeficienty**

Byla zjišťována individuální a skupinová hmotnost ryb pomocí digitální váhy K-PZ WAAGEN 2-03-8. Hmotnost byla zaznamenávána na gramy.

- **Celková hmotnost (W)**

Celková hmotnost byla zjištěna po okapání přebytečné vody, udáváme v gramech (g).

Další sledované parametry: délka celková, délka těla, šířka těla, výška těla. Pro měření těchto parametrů byla použita měrná deska. Údaje byly zaznamenány s přesností na 1 mm.

- **Délka celková (DC)**

Délka celková byla u ryb měřena od hrotu rypce po konec ocasní ploutve v její přirozené poloze, udáváme v milimetrech [mm].

- **Délka těla (DT)**

Délkou těla se rozumí vzdálenost od hrotu rypce po konec ocasního násadce, udáváme v milimetrech [mm].

- **Výška těla (V)**

Výška rybího těla je měřena v nejvyšším místě. Toto místo bývá zpravidla u báze hřbetní ploutve. Udáváme v milimetrech [mm].

- **Šířka těla (Š)**

Šířka rybího těla je měřena v jeho nejširším místě. Toto místo bývá zpravidla totožné s místem měření výšky těla. Udáváme v milimetrech [mm].

Pomocí těchto naměřených délkových a hmotnostních parametrů jsme vypočítali základní exteriérové a kondiční ukazatele.

- **Koeficient dle Fultona ( $K_F$ )**

$$Fk = \frac{w \times 100}{DT^3}$$

w – celková hmotnost ryby [g]

DT – délka těla ryby [mm]

- **Hepatosomatický index (HSI)**

$$HSI = \frac{W_{hepatopankreatu}}{W_{\text{těla bez vnitřností}}} \times 100$$

$W_{hepatopankreatu}$  = hmotnost hepatopankreatu [g]

$W_{\text{těla bez vnitřností}}$  = hmotnost vykuchaného těla [g]

- **Viscerosomatický index**

$$VSI = \frac{W_{celk.} \times W_{\text{těla bez vnitřností.}}}{W_{celk.}} \times 100$$

$W_{celk.}$  = celková hmotnost ryby [g]

$W_{\text{těla bez vnitřností.}}$  = hmotnost vykuchaného těla [g]

#### 4.5.2 Analýzy tkání a krmiv

Pro potřeby vyhodnocení výsledků testu byl v tkáních stanoven obsah tuhu, dusíkatých látek, sušiny, popelovin a mastných kyselin. Pro stanovení tuku a sušiny byly použity tkáně z celých ryb (rozemletá a homogenizovaná celá ryba), svalovina (pruh svaloviny odříznutý z levého filetu bez kůže), směsný vzorek homogenizovaných hepatopankreatů, a vzorek homogenizovaných vnitřností bez žlučového váčku a obsahu střev. Ke stanovení dusíkatých látek byly použity tkáně z celých ryb a svaloviny.

### **Stanovení obsahu sušiny**

Čerstvý vzorek byl v sušárně vysušen do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C. Pro výpočet sušiny byl použit následující vzorec:

$$Sušina = \frac{m_s}{m} \cdot 100 [\%]$$

Sušina – obsah sušiny [%]

$m_s$  – hmotnost vysušeného vzorku [g]

$m$  – hmotnost čerstvého vzorku [g]

- **Stanovení obsahu tuku**

Stanovení obsahu tuků bylo provedeno pomocí extrakční metody dle Soxhleta. Je extrahován diethylethrem po dobu minimálně 10 hodin. Obsah tuku byl následně vypočítán dle vzorce:

$$Tuk = \frac{m_t}{m} \times 100 [\%]$$

Tuk – obsah tuku ve vzorku [%]

$m_t$  – hmotnost vyextrahovaného tuku [g]

$m$  – hmotnost čerstvého vzorku [g]

- **Stanovení obsahu bílkovin**

Dusíkaté látky (bílkoviny) byly stanoveny metodou dle Kjeldahla. Pro výpočet bílkovin byla naměřená hodnota množství dusíku vynásobena koeficientem 6,25. Tento koeficient je dán poměrně neměnným obsahem dusíku v bílkovinách (Mareš, 2015).

- **Stanovení obsahu popelovin**

Obsah popelovin je ukazatel obsahu minerálních látek ve vzorku. Popelovina se stanovuje tak, že vzorek v porcelánové misce se po vysušení zuhelnatí a zpopelní v elektrické peci při teplotě 500–650 °C po dobu 1-4 hodin. Poté se popel zváží a vypočte dle vzorce:

$$Popel = \frac{m_t}{m} \times 100 [\%]$$

Popel – množství popeloviny ve vzorku

$m_t$  – hmotnost zpopelněného vzorku

$m$  – hmotnost čerstvého vzorku

- **Stanovení obsahu mastných kyselin**

Lipidy pro stanovení mastných kyselin byly extrahovány methanol-chloroformovým roztokem dle Folch et al. (1957). Spektrum mastných kyselin bylo analyzováno metodou kapilární plynové chromatografie. Byl použit chromatograf HP 4890 (Hewlett-Packard, USA) s kapilární kolonou DB-S3 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm). K výstupu z kolony je připojen plameno-ionizační detektor (FID). Použitým standardem byl Supelco 37 Component FAME Mix (Supelco, USA, dodavatel – Labicom, CZ). Zvolený teplotní program: T1= 100 °C, t1=3min, 10 °C/min, T2=170 °C, t2=0 min, 4 °C/min, T3=230 °C, t3=8min, 5 °C/min, T4= 250 °C, t4= 250 °C, t4=15 min. Teplota injektoru byla 270 °C, teplota FID 280 °C. Jako nosný plyn byl použit dusík.

#### **4.5.3 Hematologické ukazatele**

Krev byla rybám odebírána pomocí vnější punkce srdce injekční stříkačkou vypláchnutou heparinem. Místo vpichu před odběrem otřeme od slizu. Vybrané hematologické a biochemické ukazatele jsou stanoveny podle metodiky „Jednotné metody hematologického vyšetřování ryb“ (Svobodová a Pravda, 1986).

#### 4.5.3.1 Ukazatele červeného krevního obrazu

- Počet erytrocytů (Er) – erytrocyty jsou počítány po naředění krve Natt-Herickovým roztokem v poměru 1:200 v Bürkerově komůrce pod mikroskopem (Palíková, 2016). Normální počet erytrocytů u kapra se pohybuje v rozmezí 1,1-1,8 T.l<sup>-1</sup>.
- Hemoglobin (Hb) – ke stanovení množství hemoglobinu je použita fotometrická kyanohemoglobinová metoda. Pomocí transformačního roztoku je hemoglobin uvolněn z erytrocytů a převeden na stálý kyanohemoglobin, který je stanoven fotometricky. Obsah hemoglobinu v krvi zdravých kaprů je udáván v rozmezí 60-100 g.l<sup>-1</sup>.
- Hematokritová hodnota (Hk) – vyjadřuje objem erytrocytů k celkovému množství krve. Krev nasátá ve skleněné kapiláře je odstředěna v hematologické odstředivce při rychlosti 14 000 otáček za minutu, čímž dojde k oddělení erytrocytů od krevní plazmy. Po odstředění se na hematokritovém měřiči přímo odečtou procenta hematokritu. Zjištěná hodnota je vynásobena koeficientem 0,01 a výsledná hodnota Hk l.l<sup>-1</sup>. Fyziologická hematokritová hodnota u zdravých kaprů je v rozmezí 0,28-0,40 l.l<sup>-1</sup>.
- Střední objem erytrocytů (MCV) – hodnotu středního objemu erytrocytů lze vypočítat z hematokritové hodnoty (Hk) udávané v l.l<sup>-1</sup> a počtu erytrocytů (Er) v T.l<sup>-1</sup> dle vzorce:

$$MCV = \frac{Hk \times 1000}{Er}$$

Hodnota středního objemu erytrocytů udávána ve fentolitrech (fl) se u kaprů pohybuje v rozmezí 350–400 fl.

- Hemoglobin erytrocytů (MCH) – hodnota hemoglobinu erytrocytů vyjadřuje průměrnou koncentraci hemoglobinu v jednotlivých erytrocytech a je udávána v pikogramech – pg (10<sup>-12</sup> g). Vypočítá se z hodnoty hemoglobinu v g.l<sup>-1</sup> dle následujícího vzorce:

$$MCH = \frac{Hb}{Er}$$

Hodnota hemoglobinu erytrocytů se u zdravých kaprů pohybuje v rozmezí 50-60 pg.

- Střední barevná koncentrace (MCHC) – vyjadřuje koncentraci hemoglobinu v objemové jednotce erytrocytů. Je vypočítána z hodnoty hemoglobinu (Hb) v g.l<sup>-1</sup> a hematokritové hodnoty (Hk) v l.l<sup>-1</sup> dle následujícího vzorce:

$$MCHC = \frac{Hb}{Hk \times 1000}$$

Hodnota střední barevné koncentrace se u zdravých kaprů pohybuje v rozmezí 0,20-0,26 l<sup>-1</sup>.

#### 4.5.3.2 Ukazatele bílého krevního obrazu

- Počet leukocytů (Leuko) – počet leukocytů se stanoví pomocí ředění Natt-Heirickovým roztokem v poměru 1:200 a počítání 200 v Bürkerově komůrce pod mikroskopem (Palíková, 2016). Počet leukocytů v krvi zdravých kaprů je v rozmezí 10-60 G.l<sup>-1</sup>.

#### 4.5.3.3 Ukazatele biochemických hodnot krevní plazmy

Krev stabilizovaná heparinem byla odstředěna v mikrozkuvkách s uzávěrem (Ependorf) po dobu 10 minut při přetížení 100 G. Oddělenou plazmu je nutné co nejdříve analyzovat.

- Glukóza (Gluk) – pro stanovení koncentrace glukózy se využívá fotometrická metoda založená na reakci s o-toluidem v kyselém prostředí. Koncentrace glukózy v plazmě kapra se pohybuje v rozmezí 2-5 mol. l<sup>-1</sup>.



#### 4.5.4 Statistické zpracování dat

Při statistickém zpracování výsledků krmného testu byl vypočítán průměr ( $\bar{A}$ ), směrodatná odchylka ( $Sd$ ) a variační koeficient ( $Vx$ ).

Zjištěné hodnoty byly porovnány dle analýzy variace (Anova) a Turkeyovou metodou mnohonásobného porovnávání. Významnost rozdílu byla testována na hladině významnosti  $P < 0,05$ , byla-li potvrzena statistická významnost na této hladině byly dále rozdíly testovány na hladině  $P < 0,01$ . V tabulkách délkohmotnostních parametrů jsou uvedeny rozdíly významnosti v horním indexu za danou hodnotou. Pro hladinu významnosti  $P < 0,05$  malým písmenem ( $X^a$ ) a pro významnost  $P < 0,01$  velkým písmenem ( $X^A$ ). Mezi hodnotami označenými stejnými písmeny nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### Krmný test č. 1

Pro tento pokus bylo vytvořeno 10 skupin ryb rozdělených do pěti variant o průměrné kusové váze 35,37 g. Jednotlivé vstupní hodnoty délkohmotnostních a kondičních ukazatelů jsou uvedeny v podrobné tabulce č. 12 a v souhrnné tabulce průměrných hodnot obou skupin č. 13.

Cílem prvního experimentu bylo porovnání účinnosti krmiv s různým podílem konopných výlisků ve směsi (5 %, 10 %, 15 % šarže I. a 15 % šarže II.) a komerční směsi, která sloužila jako kontrolní dieta. Analytické složení krmných směsí je uvedeno v tabulce č. 8, spektrum mastných kyselin v tuku je uvedeno v tabulce č. 9. V tabulce č. 12 a č. 13 jsou zhodnoceny jednotlivé délkohmotnostní a kondiční ukazatele násadového materiálu.

Tabulka č. 11 – Hmotnosti obsádek na začátku a na konci testu

Nasazeno			Sloveno		
Nádrž	W (obs)	Počet	Nádrž	W(obs)	Počet
V <sub>A</sub>	653 g	20 ks	V <sub>A</sub>	1109 g	19 ks
V <sub>B</sub>	605 g	20 ks	V <sub>B</sub>	1250 g	21 ks
V <sub>C</sub>	654 g	20 ks	V <sub>C</sub>	1104 g	19 ks
V <sub>D</sub>	656 g	20 ks	V <sub>D</sub>	1107 g	20 ks
V <sub>E</sub>	640 g	20 ks	V <sub>E</sub>	1101 g	20 ks
V <sub>G</sub>	673 g	20 ks	V <sub>G</sub>	1105 g	20 ks
V <sub>H</sub>	713 g	20 ks	V <sub>H</sub>	1099 g	19 ks
V <sub>CH</sub>	592 g	20 ks	V <sub>CH</sub>	1157 g	20 ks
V <sub>I</sub>	544 g	20 ks	V <sub>I</sub>	1169 g	20 ks
V <sub>J</sub>	593 g	20 ks	V <sub>J</sub>	1190 g	20 ks

	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	V <sub>E</sub>	V <sub>G</sub>	V <sub>H</sub>	V <sub>CH</sub>	V <sub>i</sub>	V <sub>j</sub>
	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd
	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)	V <sub>X</sub> (%)
Délkohmotnostní ukazatele										
D <sub>c</sub> (mm)	132,55± 9,2 6,84	132,75±7,25 7,25	132,25±12,42 9,38	133,10±11,45 8,6	133,25±8,01 6,01	133,30±10,83 8,13	132,30±14,78 11,17	129,90±10,34 7,96	133,40±10,67 8	133,80±10,75 8,03
D <sub>t</sub> (mm)	106,7±10,45 9,8	105,05±8,16 7,77	103,85±10,64 10,25	104,95±9,21 8,78	103,85±5,91 5,69	103,45±8,99 8,69	105,45±12,86 12,22	104,15±9,16 8,8	104,15±9,16 8,8	105,65±9,98 9,45
W (g)	36,03±7,66 21,29	36,11±6,41 17,78	35,51±10,18 36,11	34,43±8,79 25,44	35,41±6,08 17,16	35,79±8,92 24,92	35,41±8,90 25,13	35,66±7,45 20,88	35,66±7,45 20,88	35,36±8,48 23,98
Kondiční ukazatele										
F <sub>c</sub>	3,15±7,66 12,28	2,95±0,34 11,45	3,06±0,24 7,84	2,95±0,47 16,11	3,15±0,27 8,52	3,09±0,33 10,68	3,12±0,60 19,36	3,34±0,33 9,78	3,4±0,37 12,18	2,98±0,21 7,03
I <sub>v</sub>	2,95±0,16 5,57	2,88±0,08 2,64	2,97±0,14 4,55	2,98±0,15 5,02	2,88±0,15 5,34	2,90±0,15 5,16	2,94±0,18 5,99	2,86±0,16 5,43	2,91±0,27 9,25	2,92±0,21 12,38
I <sub>š</sub> (%)	18,96±1,12 5,91	18,22±0,89 4,9	17,71±0,75 4,22	18,12±0,59 3,25	18,54±0,81 4,37	18,15±0,97 5,36	19,04±1,37 7,21	19,74±0,94 4,76	18,77±0,90 4,77	18,98±1,13 5,92

Tab. č 12 – Vstupní charakteristika materiálu

Tab. č 13 – Vstupní charakteristika materiálu – průměr – délkohmotnostní a kondiční ukazatele

	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č 3	Směs č. 4
	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd
	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)
Délkohmotnostní ukazatele					
Dc (mm)	132,98±9,87 7,42	132,52±11,49 8,67	131,07±11,33 8,65	133,25±10,92 8,19	133,52±9,35 7,00
Dt (mm)	105,08±9,76 9,29	105,25±10,65 10,11	102,80±9,85 9,58	104,55±9,07 8,68	104,75±8,14 7,77
W (g)	35,91±8,21 22,85	35,75±7,66 21,43	34,78±8,87 25,5	35,04±8,04 22,96	35,38±,28 20,57
Kondiční ukazatele					
Fc	3,12±0,41 13,10	3,03±0,47 15,76	3,20±0,2 8,38	2,99±0,34 11,61	3,05±0,30 10,13
Iv	2,93±0,22 7,44	2,91±0,16 5,53	2,99±0,17 5,84	2,94±0,21 7,14	2,90±0,17 6,18
Iš (%)	18,56±1,05 5,65	18,62±1,09 5,86	18,72±1,20 6,44	18,44±0,99 5,41	18,75±1,11 5,95

Produkční efekt krmných směsí je závislý na podmínkách prostředí a technologii chovu. Měření základních hydrochemických parametrů vody (teplota, nasycení vody kyslíkem, obsah kyslíku ve vodě, pH) bylo prováděno přístrojem HACH 40. Průměrné hydrochemické parametry v nádržích jsou uvedeny v tabulce č. 14. Podrobné hodnoty hydrochemických parametrů v jednotlivých nádržích jsou uvedeny v tabulkách v příloze.

Optimální teplota vody pro příjem a využití krmiva u kapra obecného je 22-25 °C (Mareš *et al*, 2015). Průměrná teplota vody během krmného testu dosahovala 23,19 °C. Maximální teplota dosáhla v nádržích 26,4 °C, tato hodnota neměla na průběh testu a příjem krmiva žádný vliv. Naměřené hodnoty pH jsou v jednotlivých akváriích vyrovnané, ale v některých případech se hodnota pH pohybovala nad optimální hranicí. Optimální hodnota pH pro správnou funkci biofiltru je 7. V průběhu testu nedošlo k žádným významným výkyvům hodnot pH, které by ovlivnilo příjem a využití krmiva.

Obsah rozpuštěného kyslíku a hodnota nasycení vody kyslíkem během krmného testu dosahovala optimální úrovně nasycení a nijak nekolísala, což vylučuje vliv na příjem a využití krmiva.

Tab. č 14 – Průměrné hydrochemické parametry v nádržích

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	Večer	ráno	večer
průměr	23,17	23,21	7,36	7,93	84,5	88,11	7,58	7,52

Během krmného testu byly pravidelně prováděny podrobnější rozborů vody za účelem zjištění množství rozpuštěného amoniaku, dusičnanů a chloridů. Vzorky k měření těchto hodnot byly odebírány jednou denně, vždy ráno ve filtru, který je společný pro celý systém. Výsledky zjištěných hodnot jsou uvedeny v tabulce č. 15. Norma environmentální kvality pro útvary povrchových vod dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb. stanovuje maximální přípustný obsah N-NO<sup>2-</sup> v kaprových vodách do 0,14 mg. l<sup>-1</sup> (celoroční aritmetický průměr). Průměrná hodnota N-NO<sup>2-</sup> během krmného testu dosahovala 0,05 mg. l<sup>-1</sup>, což splňuje podmínky normy. Norma pro environmentální kvalitu připouští maximální celoroční aritmetický průměrný obsah N-NH<sup>4+</sup> v kaprových vodách 0,16 mg.l<sup>-1</sup> (Kopp, 2015). Průměrná hodnota N-NH<sup>4+</sup> během krmného testu dosahovala hodnoty 0,05 mg.l<sup>-1</sup>, což opět odpovídá podmínkám normy. Norma pro maximální hodnotu obsahu chloridů (Cl<sup>-</sup>) není stanovena avšak obecný požadavek na množství chloridů v povrchových vodách je do 150 mg.l<sup>-1</sup>. Hladina chloridů se v recirkulačním zařízení udržovala přidávkem chloridu sodného na požadované úrovni 100 mg.l<sup>-1</sup> z důvodu zabránění toxického účinku dusičnanů. Průměrná hodnota obsahu Cl<sup>-</sup> byla během krmného testu 89,61 mg.l<sup>-1</sup>.

Tab. č. 15 – Naměřené parametry chemismu vody v nádržích

mg. l <sup>-1</sup>	N-NH <sup>4+</sup>	N-NO <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
průměr	0,05	0,05	89,61
min	0,00	0,00	46,35
max	0,24	0,27	215,23

Tab. č 16 – Výstupní charakteristika materiálu

	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	V <sub>E</sub>	V <sub>G</sub>	V <sub>H</sub>	V <sub>CH</sub>	V <sub>i</sub>	V <sub>j</sub>
	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd
	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)	V <sub>x</sub> (%)
Délkohmotnostní ukazatele										
Dc (mm)	146,57±7,92 5,4	149,56±7,24 4,84	148,57±10,96 7,38	145,40±10,95 7,53	147,71±8,46 5,7	144,47±10,56 7,31	147,79±13,57 9,18	147,80±10,83 7,33	148,27±11,78 7,95	147,40±9,33 6,33
Dt (mm)	111,93±6,66 5,95	115,06±5,87 5,1	114,14±9,81 8,6	113,33±10,58 9,34	114,14±6,93 6,07	112,00±7,1 6,34	114,71±10,98 9,57	116,47±9,13 7,84	114,40±10,88 9,51	107,33±22,25 20,73
W (g)	53,21±11,46 21,54	54,44±9,04 16,61	53,0±13,24 24,99	48,33±10,30 21,31	52,64±8,85 16,82	49,73±9,44 18,98	51,64±13,25 25,66	51,27±8,66 16,9	51,87±11,52 22,21	51,33±10,15 19,78
Kondiční ukazatele										
Fc	3,57±0,39 10,47	3,54±0,37 10,49	3,50±0,19 5,44	3,29±0,25 7,46	3,52±0,28 7,83	3,42±0,41 11,99	3,36±0,24 7	3,20±0,40 12,45	3,45±0,33 9,63	3,44±0,29 8,38
Iv	2,70±0,20 7,28	2,74±0,90 3,55	2,85±0,14 4,87	2,81±0,12 4,12	2,74±0,18 6,67	2,82±0,22 7,85	2,76±0,13 4,57	2,85±0,15 5,18	2,80±0,12 4,37	2,80±0,13 4,65
Iš (%)	19,20±0,68 3,54	18,65±1,04 5,58	19,06±2,93 15,39	18,56±0,72 3,86	18,85±0,93 4,95	19,20±1,29 6,56	18,13±0,73 4,03	16,11±0,87 4,8	18,71±0,97 5,18	18,48±0,65 3,54

Po ukončení pokusu dosahovaly ryby průměrné hmotnosti 63,3 g. Podrobné délkohmotnostní ukazatele a kondiční parametry jsou uvedeny v podrobné tabulce č. 16 a v tabulce zprůměrovaných hodnot obou skupin č. 17.

Požadavky na parametry Fultonova koeficientu ( $F_c$ ) u plůdku kapra jsou  $> 3$  (3,2-3,6), čehož ryby v krmném testu dosáhly. Nejnižší  $F_c$  byl zjištěn u ryb krmných směsí č. 2 a č. 3 (3,36), nejvyššího  $F_c$  dosáhly ryby krmené kontrolní směsí (3,66). U ryb krmných směsí č. 2 a č. 3 s 10 % a 15 % podílem konopných výlisků došlo ke statisticky významnému snížení Fultonova koeficientu oproti kontrolní směsi ( $P < 0,05$ ). Hodnota koeficientu dle Clarka ( $C_c$ ) by měla dosahovat optimálně hodnot  $> 2,5$  (2,7-2,9). Všechny ryby v tomto krmném testu se nacházely v optimálním rozmezí těchto hodnot. Nejvyšší hodnoty  $C_c$  dosáhly ryby krmené směsí č. 3 (2,80), naopak nejnižšího  $C_c$  dosáhly ryby krmené směsí č. 4. (2,68).

Dalšími zjišťovanými kondičními parametry je hepatosomatický index (HSI) a viscerosomatický index (VSI). Hodnota HSI dosahuje optimálně u kapřího plůdku hodnoty 5-6,5 % hmotnosti těla ryby. Uvedené rozpětí je požadováno u plůdku kapra v podzimním období při hodnocení jeho kondičního stavu. HSI je ovlivněn množstvím uloženého tuku a glykogenu. Tyto koeficienty jsou u testovaných ryb výrazně pod požadovanou hranicí. Nejvyšší HSI byl zaznamenán u ryb krmných směsí č.2 (2,84 %), nejnižší u ryb krmných směsí č. 3 (2,29 %), bez statisticky významného rozdílu mezi variantami. Vzhledem k nízké hodnotě těchto indexů lze usuzovat na nedostačenou energetickou hodnotu krmiva a s tím spojenou nedostatečnou zásobou tuků a glykogenu v hepatopankreatu ryb. Proto byly pro krmný test č. 2 sestaveny energeticky bohatší diety s podílem konopného prolisu. Zjištěné rozdíly v rozpětí hodnot VSI 12,20-14,17 mezi variantami rovněž nedosáhly statisticky významné úrovně. To odpovídá úrovni obsahu tuku ve vnitřnostech na úrovni 19,47-24, 76 % u jednotlivých variant.

Podklady k výpočtu indexu vysokohřbetosti (IV) a indexu širokohřbetosti (IŠ) jsou k dispozici, ale vzhledem k deformitám páteře, které se u části ryb v krmném testu vyskytly, nebudou brány tyto ukazatele v potaz. Tyto deformity mohou být způsobeny nedostatkem minerálních látek v potravě, nadbytkem dusíkatých látek, genetickou

poruchou či špatnou manipulací s plůdkem. Dle Štěcha (2017) se vyšší výskyt kaprů s deformitami páteře objevuje u ryb z umělého výtěru oproti rybám z přirozeného výtěru.

Tab. č 17 - Výsledky – průměr obou skupin

	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č 3	Směs č. 4
	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd	A±Sd
	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)	Vx (%)
<b>Délkohmotnostní ukazatele</b>					
Dc (mm)	159,20±9,86 6,19	158,10±10,19 6,45	161,60±12,47 7,72	163,10±9,42 5,77	160,40±11,20 6,98
Dt (mm)	123,90±,08 6,52	124,40±9,22 7,41	126,00±9,69 7,69	127,50±8,26 6,48	127,40±7,63 5,99
W (g)	60,18±14,17 23,54	61,81±10,87 17,59	64,28±14,21 22,11	66,25±10,69 16,13	64,02±11,55 18,05
Hv (g)	51,96±11,76 22,64	53,1±9,88 18,6	55,98±12,36 22,07	58,06±8,98 15,44	55,98±9,60 17,14
Hj (g)	1,48±0,61 40,98	1,48±0,27 18,33	1,39±0,32 22,85	1,33±0,33 24,95	1,33±0,43 32,44
<b>Kondiční ukazatele</b>					
<b>Fc</b>	<b>3,63±0,32<sup>a</sup></b> <b>7,12</b>	<b>3,46±0,27<sup>ab</sup></b> <b>8,39</b>	<b>3,36±0,17<sup>b</sup></b> <b>5,50</b>	<b>3,36±0,25<sup>b</sup></b> <b>7,91</b>	<b>3,41±0,10<sup>ab</sup></b> <b>3,29</b>
Cc	2,69±0,28 10,53	2,74±0,20 7,22	2,76±0,15 5,29	2,80±0,22 7,77	2,68±0,09 3,41
HSI	2,82±0,59 20,83	2,84±0,54 19,08	2,52±0,47 18,79	2,29±0,51 22,26	2,39±0,63 26,26
VSI	13,46±2,02 15,04	14,17±3,63 25,68	12,91±1,66 12,85	12,20±2,34 19,18	12,28±2,68 21,72
Iv	2,76±0,20 7,4	2,76±0,11 4,21	2,84±0,14 4,91	2,80±0,13 4,93	2,77±0,15 5,7
Iš (%)	19,20±0,98 4,64	18,39±0,90 4,9	18,58±2,12 11,42	18,63±0,79 4,27	18,66±0,80 4,32

Ze souhrnné tabulky kondičních parametrů krmného testu č. 18 lze zjistit, že nejvyšší produkční efekt byl dosažen u směsi č. 2 s přidavkem 10 % konopných výlisků. Naopak nejnižší produkční efekt byl u kontrolní směsi. Hodnota FCR je závislá na typu krmné směsi, zejména na obsahu bílkovin. Hodnota FCR u obilovin dosahuje hodnoty 1:4-5 (Mareš *et al.*, 1969). Všechny krmné směsi s přidavkem konopných



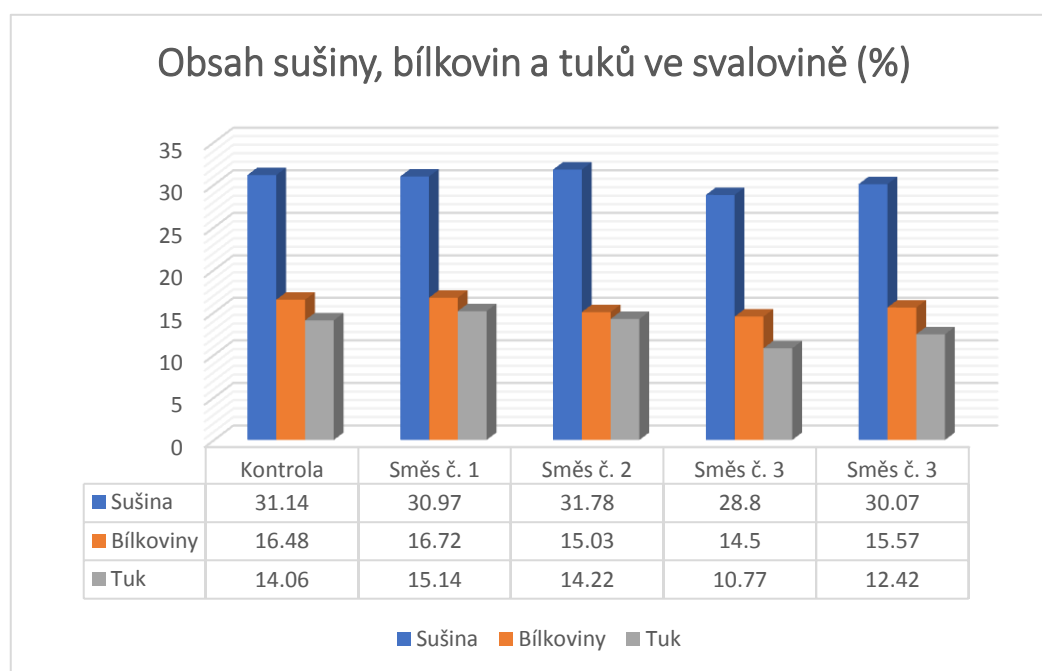
výlisků dosahovaly lepších produkčních parametrů než kontrola. U kontrolní směsi byl dosažen koeficient konverze krmiva (FCR) na úrovni 3,69, kusový denní přírůstek (SGR) 0,75 % g.d<sup>-1</sup> a poměr FCR/SGR dosáhl hodnoty 4,92. Nejlepší produkční parametry dosáhla směs č. 2 s 10 % podílem konopných výlisků – FCR 3,29, průměrný denní kusový přírůstek dosáhl hodnoty 0,8 % a poměr FCR/SGR 4,11. U směsi č. 3 a č. 4 s 15 % konopných výlisků kondiční parametry a rychlost růstu klesly oproti směsi č. 2 s 10 %, ovšem i tak směsi vykazovaly lepší krmný účinek než kontrolní směs. Toto zhoršení parametrů přisuzují vyššímu obsahu vlákniny ve směsi, která negativně ovlivňuje stravitelnost a využití ostatních živin. Bohužel krmné směsi nebyly analyzovány na obsah vlákniny. Konopné výlisky obsahují 30-42 % vlákniny (Krmiva Libušín, 2017). Směs s 15 % podílem konopných výlisků by tedy teoreticky mohla dosahovat množství 9-10 % vlákniny, což je více než doporučené maximální množství ve směsi pro kapra tj. do 8 % (Jirásek *et al.*, 2005). Relativně a nízkou konverzi krmiva mohl způsobit nízký obsah bílkovin a tuků v krmivu.

Tab. č 18 – Základní parametry krmného testu č. 1

	W <sub>obs</sub> (g)	Přírůstek	Spotřeba	FCR	SGR (%)	FCR/SGR
Kontrola	2258,15	812,15	2823,35	3,69	0,75	4,92
Směs č.1	2322,45	879,95	2899,51	3,29	0,80	4,11
Směs č.2	2301,35	900,35	2816,49	3,14	0,83	3,78
Směs č.3	2276,00	878,00	2842,65	3,25	0,82	3,96
Směs č. 4	2291,00	863,00	2859,41	3,34	0,79	4,22

Sušina celé ryby a svaloviny byla stanovena jako průměr ze tří ryb, sušina vnitřností a hepatopankreatu byla stanovena jako směsný vzorek. Rovněž byla stanovena sušina v celé rybě před započítáním krmného testu - 30,12 %, sušina ve svalovině - 24,90 %, sušina vnitřností - 29,74 % a sušina směsi hepatopankreatů - 32,69 %. Hodnota obsahu sušiny u kapra obecného se obvykle pohybuje v rozmezí 21-26 %, což odpovídá obsahu vody ve svalovině kapra v rozmezí 74-79 % v kapří svalovině (Mareš *et al.*, 2012). V provozních podmínkách byl zjištěn obsah sušiny v kapří svalovině v rozmezí 19-37 %. Obsah sušiny silně koreluje s obsahem tuku. Nejvyšší sušinu v celé rybě dosáhly ryby krmené směsí č.2, a to 31,78 %. Nejnižší hodnotu

sušiny dosáhly ryby krmené směsí č. 4, a to 30,07 %. Nejvyšší podíl sušiny ve svalovině dosáhly ryby krmené směsí č. 2, a to 27 %. Nejnižší podíl sušiny ve svalovině dosáhly ryby krmené směsí č. 3, a to 25,42 %. Nejvyšší podíl sušiny ve směsi vnitřností dosáhly ryby krmené směsí č. 4, a to 38,81 %, nejnižší podíl tuku ve směsi vnitřností měly ryby krmené směsí č. 3, a to 35,10 %. Nejvyšší podíl tuku ve směsi hepatopankreatů měly ryby krmené směsí č. 4, a to 34,89 %. Nejnižší obsah tuků ve směsi hepatopankreatů krmené směsí č. 3, a to 29,77 %.



Graf. č 1 –Složení svaloviny ryb v krmném testu

Tab. č 19 – Hodnoty obsahu sušiny

%	VSTUP	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č 3	Směs č. 4
Celá ryba (Ø)	30,12	31,14	30,97	31,78	28,8	30,07
Svalovina (Ø)	24,90	25,57	25,82	27,00	25,42	26,78
Vnitřnosti směs	29,74	37,6	35,41	37,44	35,1	38,81
Hepatopankreas směs	32,69	33,03	31,06	36,50	29,77	34,89

V tabulce č. 18 jsou uvedeny hodnoty bílkovin v rybím těle a ve svalovině. Hodnoty byly vypočítány jako průměr ze tří vzorků. Množství bílkovin v kapři

svalovině je poměrně stabilní, a obvykle dosahuje hodnoty 15-19 % (Mareš *et al*, 2012). Při vstupní analýze dosáhla hodnota bílkovin v rybí tkáni hodnoty 15,30 %. Nejvyššího podílu bílkovin po ukončení pokusu v těle i ve svalu dosáhla skupina ryb krmená směsí č. 1 a to 16,72 % bílkovin v celé rybě a 21,13 % bílkovin ve svalovině. Nejnižší podíl bílkovin v celé rybě měla skupina ryb krmená směsí č. 3, a to 14,50 %. Nejnižší podíl bílkovin ve svalovině dosáhla skupina ryb č. 4, a to 17,86 %.

Tab. č 20 - Hodnoty obsahu bílkovin v čerstvé hmotě

%	VSTUP	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
Bílkoviny celá ryba (Ø)	15,30	16,48	16,72	15,03	14,5	15,57
Bílkoviny sval (Ø)	-	19,15	21,13	19,61	18,35	17,86

Hodnoty obsahu tuku v rybím těle, svalovině a hepatopankreatu jsou uvedeny v tabulce č. 19. Pro výpočet obsahu tuku v celé rybě byl vypočítán průměr ze tří vzorků, pro výpočet obsahu tuku ve svalovině byl vypočítán rovněž průměr ze tří vzorků. Obsah tuku v hepatopankreatu byl stanoven ve směsném vzorku hepatopankreatů. Dále byl stanoven obsah tuku v rybách před započítáním krmného testu - 12,69 %. Mareš *et al* (2012) zjistili ve svalovině kapra rozsah hodnoty obsahu tuků na úrovni 3–23 %.

Nejvyšší procentuální podíl tuků v těle dosáhly ryby krmené směsí č. 1, a to 15,14 %. Nejnižší podíl tuku v těle dosáhly ryby krmené směsí č. 3 a to 10,77 %, což je o 1,92 % méně než obsah tuku v těle ryb před započítáním krmného testu. Nejvyšší podíl tuku ve svalovině dosáhly ryby krmené směsí č. 2, a to 9,05 %. Nejnižší podíl tuku ve svalovině měly ryby krmené směsí č. 4, a to 6,10 %. Nejvyšší procentuální podíl tuku v hepatopankreatu dosáhly ryby krmené směsí č. 4, a to 19,24 %, nejnižší podíl tuku ve svalovině dosáhly ryby krmené směsí č. 1, a to 10,90 %. Nízký obsah tuku ve svalovině i v celé rybě je pravděpodobně způsobený vlivem nízkého podílu tuku v krmné směsi.

Tab. č 21 – Hodnoty obsahu tuku v čerstvé hmotě

%	VSTUP	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
Tuk celá ryba (Ø)	12,69	14,06	15,14	14,22	10,77	12,42
Tuk sval (Ø)	-	7,16	8,28	9,05	6,23	6,10
Tuk hepatopankreas	-	16,74	10,9	18,3	12,58	19,24

Hodnota poměru přírůstku ryb k poměru přijatých bílkovin (PER) byla ovlivněna nízkým množstvím dusíkatých látek v krmivu. Dle tabulky č. 22 byla nejvyšší hodnota poměru přírůstku a přijatých bílkovin (PER) dosažena u ryb krmených směsí č. 2, a to 2,05. Nejnižší hodnota PER byla zjištěna u ryb krmených směsí č. 4, a to 1,83. Nejvyšší hodnota retence proteinu krmiva (NPU) byla zjištěna u ryb krmených směsí č. 1, a to 39,17 %. Nejnižší hodnoty NPU dosáhly ryby krmení směsí č. 3, a to 24,30 %. Tyto hodnoty NPU a PER jsou obdobné, jakých dosáhl Kladroba (2000) s komerčními směsmi Alma 6245 (NPU 35,53 %, PER 1,99) a Alma 6025 (NPU 29,34 %, PER 2,01).

Tab. č 22 – Hodnoty retence proteinu a PER

	NPU (%)	PER
Kontrola	34,40	1,85
Směs č. 1	39,17	2,05
Směs č. 2	29,84	1,99
Směs č. 3	24,30	1,83
Směs č. 4	30,10	1,87

Tab. č 23 - Obsah tuku a bílkovin v krmné směsi a ve svalovině ryb

%	Tuk	Bílkoviny
Kontrolní směs	3,29 %	14,64 %
Svalovina ryb kontrola	7,16 %	19,15 %
Směs č. 1	2,87 %	14,79 %
Svalovina ryb sk. 1	8,28 %	21,13 %
Směs č. 2	2,90 %	15,95 %
Svalovina ryb sk. 2	9,05 %	19,61 %
Směs č. 3	2,48 %	16,74 %
Svalovina ryb sk. 3	6,23 %	18,35 %
Směs č. 4	2,74 %	15,93 %
Svalovina ryb sk. 4	6,10 %	17,86 %

Hematologické a biochemické ukazatele jsou uvedeny v tabulce č. 20. Dle Svobodové (1986) jsou všechny zjištěné hematologické a biochemické ukazatele ve fyziologické normě pro kapra obecného. U varianty č. 2 a č. 4 došlo ke statisticky významnému zvýšení hematokritové hodnoty ( $P < 0,05$ ) oproti kontrole. Dále došlo ke statisticky významnému rozdílu ( $P < 0,05$ ) střední barevné koncentrace (MCHC) u ryb krmených kontrolní směsí a směsí č. 1 oproti rybám krmených směsí č. 3 a 4 s 15 % podílem konopných výlisků. Rovněž hodnota obsahu glukózy v krvi se statisticky významně zvýšila ( $P < 0,05$ ) mezi kontrolní skupinou, skupinou krmenou směsí č. 1 s 5 % konopných výlisků a skupinami krmenými směsí č. 3 a 4 s 15 % podílem konopných výlisků. Hladinu glukózy v krvi ovlivňuje řada parametrů – například výživa. Lze tedy předpokládat, že s rostoucím podílem konopných výlisků v krmné směsi pro kapra zvyšuje střední barevná koncentrace (MCHC) a hladina glukózy v krvi ryb.

Tab. č 24 – Hodnoty hematologických a biochemických ukazatelů

	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
	A±Sd V <sub>x</sub> (%)	A±Sd V <sub>x</sub> (%)	A±Sd V <sub>x</sub> (%)	A±Sd V <sub>x</sub> (%)	A±Sd V <sub>x</sub> (%)
<b>Hematologické ukazatele</b>					
<b>Hk</b> [l.l <sup>-1</sup> ]	<b>0,27±0,01<sup>a</sup></b> <b>4,92</b>	<b>0,27±0,01<sup>a</sup></b> <b>5,69</b>	<b>0,30±0,02<sup>b</sup></b> <b>7,91</b>	<b>0,28±0,01<sup>ab</sup></b> <b>5,78</b>	<b>0,30±0,02<sup>b</sup></b> <b>6,9</b>
Hb [g.l <sup>-1</sup> ]	81,44±6,02 7,39	78,36±7,75 9,86	83,33±6,21 7,45	78,50±5,67 7,22	85,55±9,42 11,01
Ery [T.l <sup>-1</sup> ]	1,56±0,32 20,5	1,70±0,35 20,49	1,76±0,28 15,69	1,55±0,19 12,45	1,65±0,29 17,45
Leuco [G.l <sup>-1</sup> ]	41,88±0,78 17,53	35,71±12,41 34,74	45,63±22,36 49,01	39,50±16,85 42,66	46,38±26,10 56,28
MCV [fl]	18,29±3,22 17,58	16,98±3,78 22,29	17,63±2,29 12,99	18,44±2,32 12,56	19,31±2,42 12,53
MCH [pg]	53,82±9,36 17,39	49,39±12,31 24,93	48,22±7,21 14,94	50,65±6,44 12,71	55,41±7,84 14,14
<b>MCHC</b> [l.l <sup>-1</sup> ]	<b>0,30±0,02<sup>a</sup></b> <b>6,61</b>	<b>0,29±0,02<sup>a</sup></b> <b>6</b>	<b>0,27±0,01<sup>ab</sup></b> <b>5,67</b>	<b>0,28±0,02<sup>b</sup></b> <b>7,35</b>	<b>0,28±0,02<sup>b</sup></b> <b>7,35</b>
<b>Biochemické ukazatele plazmy</b>					
<b>Gluk</b> [mmol.l <sup>-1</sup> ]	<b>4,46±0,78<sup>a</sup></b> <b>17,53</b>	<b>4,42±0,84<sup>a</sup></b> <b>19,1</b>	<b>3,69±0,85<sup>ab</sup></b> <b>26,31</b>	<b>3,23±0,85<sup>b</sup></b> <b>26,31</b>	<b>3,09±0,62<sup>b</sup></b> <b>19,92</b>

V tabulce č. 21 je uveden obsah mastných kyselin v tuku na začátku a na konci experimentu. Obsah mastných kyselin je ovlivněn výživou. Zastoupení PUFA mastných kyselin v tuku kapra průměrně dosahuje 28,9 %, MUFA 40,7 %, EPA + DHA 14,1 %, suma n-3 mastných kyselin 18,5 %, suma n-6 mastných kyselin 10,4 % a poměr n-3/n-6 1,8 (Vácha, 2013). Nejvyšší podíl mastných kyselin řady n-3 a n-6 dosáhly ryby ve skupině krmené směsí č. 3. Nejnižší podíl n-6 mastných kyselin měli ryby krmené směsí č. 1 s 5 % konopných výlisků. Nejnižší zastoupení n-3 mastných kyselin ve svalovině dosáhly ryby krmené směsí č. 2 s 10 % podílem konopných výlisků. Dále došlo ke statisticky významnému zvýšení ( $P < 0,05$ ) v obsahu  $\gamma$ -linolenové kyseliny (C18:3n6) u skupiny krmené směsí č. 4 s 15 % podílem konopných výlisků šarže II oproti kontrole.

Po přepočtení mastných kyselin na hmotnostní podíl ve svalovině nedošlo k žádným statisticky významným změnám mezi jednotlivými skupinami, a tudíž se nepodařilo prokázat vliv zkrmování konopí na obsah mastných kyselin ve svalovině

kapra. Nejvyšší obsah kyseliny  $\alpha$ -linolenové byl u varianty krmené směsí č. 2 s 10 % podílem konopných výlisků (8,33 g/1 kg svaloviny), u skupin krmených směsmi s 15 % podílem konopných výlisků ovšem došlo ke snížení téměř na úroveň kontroly.

Tab. č 25 – Zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tuku svaloviny na počátku a na konci experimentu (v %)

MK (%)	Kapr vstup	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
C14:0	1,57	0,89	0,86	0,96	0,83	0,85
C16:0	17,82	18,48	17,45	17,29	18,42	18,40
C16:1n7	5,68	5,31	4,58	5,33	4,31	4,99
C18:0	5,47	5,57	5,96	5,68	6,45	6,32
C18:1n7	38,11	44,33	44,98	46,58	38,25	38,16
C18:1n9C	3,12	3,01	2,75	2,68	2,63	2,73
C18:2n6C	13,34	10,77	12,23	12,25	14,31	14,05
<b>C18:3n6</b>	0,25	<b>0,32<sup>a</sup></b>	<b>0,46<sup>ab</sup></b>	<b>0,37<sup>ab</sup></b>	<b>0,68<sup>ab</sup></b>	<b>0,71<sup>b</sup></b>
C18:3n3	1,65	1,38	1,54	1,50	1,70	1,80
C18:4n3	0,07	0,13	0,14	0,12	0,18	0,19
C20:1	2,02	2,29	2,36	2,15	2,19	2,30
C20:4n6	2,67	3,10	2,76	1,99	3,98	3,93
C20:4n3	0,31	0,03	0,04	0,05	0,13	0,04
C20:5n3	2,70	0,87	0,79	0,77	0,95	1,02
C22:4n6	0,24	0,30	0,24	0,15	0,36	0,35
C22:5n6	0,05	0,03	0,03	0,03	0,13	0,05
C22:5n3	0,93	0,54	0,50	0,34	0,69	0,71
C22:6n3	3,99	2,64	2,32	1,77	3,83	3,39
Total saturates	68,32	74,31	72,98	74,99	66,62	67,43
Total MUFA	48,94	54,94	54,67	56,74	47,38	48,18
Total PUFA	26,21	20,12	21,06	19,34	26,93	26,25
$\Sigma$ (n-6)	16,55	14,53	15,72	14,78	19,45	19,10
$\Sigma$ (n-3)	9,66	5,59	5,34	4,55	7,48	7,15
$\Sigma$ (n-3)/(n-6)	0,58	0,39	0,34	0,30	0,37	0,36

Tab. č 26 – Obsah mastných kyselin na počátku a na konci experimentu (v g.kg<sup>-1</sup> svaloviny)

MK (g.kg <sup>-1</sup> )	Kontrola	Směs č. 1	Směs č. 2	Směs č. 3	Směs č. 4
C14:0	2,7893	3,2921	5,3637	2,4808	2,4251
C16:0	56,2078	65,3509	99,2129	49,9772	51,8855
C16:1n7	16,0487	17,3171	31,0607	13,0680	15,1635
C18:0	16,9318	22,3675	33,5263	17,4742	17,7522
C18:1n7	138,0843	171,0122	280,1757	117,2929	117,7437
C18:1n9C	9,1619	10,1032	15,3695	7,4089	7,4500
C18:2n6C	33,3319	46,1468	67,6281	40,5189	36,3914
C18:3n6	0,9623	1,8132	2,0898	1,9551	1,8609
C18:3n3	4,3087	5,7788	8,3386	4,9866	4,8177
C18:4n3	0,4011	0,5427	0,6894	0,4752	0,5274
C20:1	6,9603	8,4781	12,4061	6,1906	6,0325
C20:4n6	8,6465	9,6139	10,5297	8,8158	9,0088
C20:4n3	0,1001	0,1379	0,2153	0,2207	0,1179
C20:5n3	2,6407	2,8469	3,8150	2,1119	2,2671
C22:4n6	0,8718	0,8494	0,8400	0,7880	0,8472
C22:5n6	0,1068	0,0912	0,1677	0,2567	0,1250
C22:5n3	1,5649	1,7961	1,7757	1,4895	1,6014
C22:6n3	7,7041	8,1614	8,7484	8,1275	7,6279
Total saturates	229,2523	275,5536	443,5886	196,4184	200,7004
Total MUFA	170,2552	206,9107	339,0120	143,9605	146,3898
Total PUFA	60,6389	77,7785	104,8375	69,7461	65,1927
Σ (n-6)	43,9193	58,5145	81,2552	52,3346	48,2333
Σ (n-3)	16,7196	19,2639	23,5823	17,4115	16,9594
Σ (n-3)/(n-6)	1,1688	1,2336	1,6596	0,9140	0,9720

## Krmný test č. 2

Pro tento pokus bylo sestaveno 10 skupin ryb v pěti variantách o průměrné kusové váze 67,93 g. Jednotlivé hmotnosti obsádek na začátku a na konci krmného testu jsou uvedeny v tabulce č. 27.

Cílem tohoto krmného testu bylo porovnání účinnosti krmných směsí s rozdílným podílem konopných produktů (konopné výlisky, konopný prolis) a komerční směsi KP 22.



Tab. č. 27 – Hmotnosti obsádek na začátku krmného testu a při posledním kontrolním vážení (9. 4. 2017)

Nasazeno				Sloveno			
Nádrž	W (g)	Počet	Ø W obs (g)	Nádrž	W (g)	Počet	Ø W obs (g)
V <sub>A</sub>	1330	20	66,50	V <sub>A</sub>	2230	19	117,37
V <sub>B</sub>	1350	20	67,50	V <sub>B</sub>	2386	20	119,30
V <sub>C</sub>	1360	20	68,00	V <sub>C</sub>	2360	20	118,00
V <sub>D</sub>	1370	20	68,50	V <sub>D</sub>	2401	20	120,05
V <sub>E</sub>	1380	20	69,00	V <sub>E</sub>	23193	20	109,65
V <sub>G</sub>	1360	20	68,00	V <sub>G</sub>	2290	20	114,50
V <sub>H</sub>	1380	20	69,00	V <sub>H</sub>	2370	20	118,50
V <sub>CH</sub>	1330	20	66,50	V <sub>CH</sub>	2263	20	113,15
V <sub>I</sub>	1330	20	66,50	V <sub>I</sub>	2376	20	118,80
V <sub>J</sub>	1370	20	68,50	V <sub>J</sub>	2225	20	111,25

Průměrná hmotnost ryb při posledním kontrolním vážení 116,01 g.

V tabulce č. 28 jsou zhodnoceny na základě průběžných vážení základní parametry krmného testu č. 2. Nejlepší krmný koeficient (1,72), procentuální denní přírůstek (1,05 %) a poměr FCR/SGR (1,75) dosáhly ryby krmené směsí č. 1. Nejhorší krmný koeficient (2,02), procentuální denní přírůstek (0,88%) a poměr FCR/SGR (2,30) dosahují ryby krmené směsí č. 4. Ryby v krmném testu č. 2 dosahují lepší konverze krmiva (nejlepší konverze skupina krmené směsí č. 1 – 1,72) oproti krmnému testu č. 1 (nejlepší konverze krmiva u skupiny krmené směsí č. 2 – 3,14). Lepší kondiční parametry druhého krmného testu oproti prvnímu mohou být dány vyšší hmotností ryb nasazených do pokusu a vyšší energetickou hodnotou krmiva.

Tab. č 28 – Základní parametry krmného testu č.2

	W <sub>obs</sub> (g)	Přírůstek (g)	Spotřeba (g)	FCR	SGR (%)	FCR/SGR
Směs č. 1	4520,00	599,00	1066,00	1,78	1,02	1,75
Směs č. 2	4756,00	648,00	1114,96	1,72	1,05	1,64
Směs č. 3	4623,00	590,00	1094,94	1,86	0,98	1,90
Směs č. 4	4777,00	620,00	1125,05	1,81	0,99	1,83
Směs č. 5	4418,00	511,00	1034,18	2,02	0,88	2,30

## 6 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo porovnat vliv krmných směsí s rozdílným podílem konopných produktů. Možnost využití těchto směsí v praxi je dána zejména jejich produkční účinností a pořizovací cenou. V prvním krmném testu byly testovány čtyři experimentální krmné směsi s obsahem konopných výlisků na úrovni 5 %, 10 %, 15 % šarže č. I a 15 % výlisků šarže č. II.

Z dosažených výsledků vyplývá, že nejlepších produkčních ukazatelů dosáhly ryby krmené směsí č. 2 s 10 % konopných výlisků (FCR 3,14, SGR 0,83 %, FCR/SGR 3,78 %). U ryb krmených směsí č. 2 a č. 3 s 10 % a 15 % podílem výlisků došlo ke statisticky významnému snížení hodnoty Fultonova koeficientu ( $P < 0,05$ ) oproti rybám krmeným kontrolní směsí. Byl zachycen vliv přídatku konopí na některé hematologické a biochemické parametry – došlo k významnému zvýšení ( $P < 0,05$ ) hematokritové hodnoty (Hk) u kontrolní skupiny a skupiny krmené směsí č. 1 oproti skupinám krmeným směsí č. 2 a č. 4. Dále došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnoty střední barevné koncentrace (MCHC) u ryb krmených kontrolní směsí oproti rybám krmeným směsí č. 2 a 3. Rovněž hladina glukózy v krvi ryb jevila statisticky významné snížení ( $P < 0,05$ ) u skupiny krmené směsí č. 1 oproti rybám krmeným směsmi č. 3 a č. 4.

Hladina mastných kyselin v tuku ryb se statisticky významně zvýšila ( $P < 0,05$ ) v obsahu kyseliny  $\gamma$ -linolenové, a to u skupiny ryb krmených kontrolní krmnou směsí oproti rybám krmeným směsí č. 4 s 15 % podílem konopných výlisků šarže II. Zvýšení kyseliny  $\alpha$ -linolenové se nepodařilo prokázat na statisticky významné úrovni. Nejvyšší hladinu kyseliny  $\alpha$ -linolenové dosahovala skupina krmená směsí č. 2 s 10 % podílem konopných výlisků (8,33 g/1000 g svaloviny), u skupin krmené směsmi s vyšším podílem konopných výlisků klesla hladina n-3 mastných kyselin téměř na úroveň kontroly.

V druhém krmném testu bylo sestaveno pět krmných směsí – krmná směs č. 1 s přídatkem 15 % konopných výlisků, směs č. 2 obsahovala 15 % podíl konopných výlisků a 5 % podíl konopného prolisu, směs č. 3 s 15 % podíl konopných výlisků a 5 %

podíl řepkového oleje, směs č. 4 s 5 % konopného prolisu a směs č. 5 s 5 % řepkového oleje. Druhý krmný test začal z technických důvodů později a jeho ukončení bylo realizováno až po odevzdání této práce. Z tohoto důvodu jsou uvedeny pouze hmotnosti obsádek na začátku krmného testu a při posledním kontrolním vážení, a kondiční parametry. Nejlepších kondičních ukazatelů v tomto testu dosáhly ryby krmené směsí č. 2 (poměr SGR/FCR 1,64). Přídavek konopného prolisu pozitivně ovlivňuje produkční parametry směsi.

Z dosažených výsledků lze usuzovat, že konopné výlisky do výše 10 % v krmné směsi pro kapry obecné pozitivně ovlivňují kondiční a exteriérové ukazatele. V navazujících testech je zapotřebí zhodnotit možnost využití i dalších produktů ze zpracování konopí ve výživě ryb.

## 7 SEZNAM LITERATURY

ADÁMKOVÁ, V., MRÁZ, J., KAČER, P., PICKOVÁ J., HUBÁČEK J., 2011: *Ovlivnění lipidových parametrů konzumací masa kapra obecného: Výživa – nedílná součást léčby závažných chorob.*

AUDU, B. S., ADAM K. M., OFOJEKWU P. C., 2014: Biochemical Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Exposed to Crude Leaf Extract of *Cannabis Sativa*. *Jordan Journal of Biological Sciences*. Dostupné z: <http://platform.almanhal.com/MNHL/Preview/?ID=2-56277>

AUDU, B., NO AJIMA S. M., OFOJEKWU P. C., 2015: Enzymatic and biochemical changes in common carp, *Cyprinus carpio* (L.) fingerlings exposed to crude leaf extract of *Cannabis sativa* (L.). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2222180814606368>

BARUŠ, V., OLIVA O., 1995: *Mihulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes (2)*. Ilustroval Miriam BARADLAIOVÁ. Praha: Academia. Fauna ČR a SR.

BARUŠ, V., OLIVA O., 1995: *Mihulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes (1)*. Ilustroval Miriam BARADLAIOVÁ. Praha: Academia. Fauna ČR a SR.

ČÍTEK, J., KRUPAUER V., KUBŮ F., 1998: *Rybníkářství*. 2. Praha: Informatorium.

ERIKSSON, M., WALL A., 2012: Hemp seed cake in organic broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840111004378>

FAO. 2016: *Global per capita fish consumption rises above 20 kilograms a year*. Dostupné z: <http://www.fao.org/news/story/en/item/421871/icode/>

FIALOVÁ, L. Mastné kyseliny. 2005: *Charakteristika, třídění, význam*. Ústav lékařské biochemie: 1. Lékařská fakulta Univerzita Karlova. Dostupné z: [http://che1.lf1.cuni.cz/html/Mastne\\_kyseliny\\_2sm.pdf](http://che1.lf1.cuni.cz/html/Mastne_kyseliny_2sm.pdf)

FLAJŠHANS, M., HULÁK, M., RODINA, V., KOCOUR M., GELA D., 2009: *Metodika uchování genetických zdrojů v živé genové bance.: Edice metodik*. Vodňany: FROV JU.

FOLCH, J., LEES M., a STOANE STANLEY GS., 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem*.

GABRIELOVÁ, H., 2017: *Citace z dopisu: elektronická pošta*. Osobní komunikace. Dostupné také z: hanka@hemppoint.cz

GAKHAR, N., GOLDBERG, M., JING, M., GIBSON R., a D HOUSE J., 2012: Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: Evidence of their safety and efficacy for laying hen diets. *Poultry Science*.

GÖHL, B., 1982: Division de Production et Santé Animale. *FAO*, Italy. Dostupné z: [http://www.fastonline.org/CD3WD\\_40/JF/414/05-222.pdf](http://www.fastonline.org/CD3WD_40/JF/414/05-222.pdf)

HAJŇUK, D., 2015: *Využití netradičních obilovin a krmiv rostlinného původu ve výživě kapra obecného (Cyprinus carpio L.)*. Mendelova univerzita v Brně.

HALLE, I., SCHÖNE F., 2013: Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00003-013-0822-3>

HANEL, L., 1992: *Poznáváme naše ryby*. Praha: Brázda.

HARTMAN, P., REGENDA J. 2014: *Praktika v rybníkářství*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

HASAN, M. R., 2002: Nutrition and Feeding for Sustainable Aquaculture Development in the Third Millennium. In: *Aquaculture in the Third Millennium*. Bangkok, Thailand: Department of Aquaculture.

HORÁKOVÁ, M., 2003: *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT.

CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ B., HRUDOVÁ E., 2005: *Pěstování a kvalita rostlin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

INGR, I., 2005: *Jakost a zpracování ryb*. Mendlova lesnická a zemědělská univerzita v Brně.

JAIN, M. C., ARORA N., 1988: Ganja (*Cannabis sativa*) refuse as cattle feed. *Indian J. Anim. Sci.*

JIRÁSEK, J., 1989: *Biologické a technologické aspekty intenzivního chovu kapřího plůdku*. Doktorská disertační práce. Vysoká škola zemědělská Brno.

- JIRÁSEK, J., MAREŠ J., ZEMAN L., 2005: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- KHAL, R. U., DURANI F., ANWAR H., 2009: Effect of Cannabis sativa fortified feed on muscle growth and visceral organs in broiler chicks. *Int. J. Biol. Biotech.*
- KLADROBA, D., 2000: *Efekt použití krmných směsí při chovu plůdku kapra (Cyprinus carpio L.) ve speciálním zařízení*. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- KOPP, R., 2015: *Hydrochemie nejen pro rybáře*. Mendelova univerzita v Brně.
- KOUŘIL, J., MACHÁČEK, J., SKÁCELOVÁ O., PŘIKRYL I., 1981: Pokusný odkrm raných stádií kapra zooplanktonem a krmivem EWOS C 10. *Bulletin VÚRH Vodňany*.
- KUBÁT, K., 2002: *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia.
- KUKAČKA, V., 2012: *Použití netradičních komponentů v krmných směsích ' ' pro plůdek kapra obecného (Cyprinus carpio L.)*. Mendelova univerzita v Brně.
- LEBAS, F. a DELMAS D., 1988: *Effects of hempseed oil cake introduction in rabbit feeding on growth performance and carcass quality: Proceeding of the 4th World Rabbit Congress*. Budapest, Hungary.
- LUNGER, A. N., CRAIG S. R., MCLEAN E., 2006: Replacement of fish meal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using an organically certified protein. *Aquaculture*. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848605006952>
- MAHMOUDI, M. a AZARFAR A., 2012: Effects of graded levels of hemp seed (*Cannabis sativa L.*) on performance, organ weight and serum cholesterol levels on broilers. *J. Medic. Plants*. Dostupné z: [http://www.jmp.ir/browse.php?a\\_id=442&sid=1&slc\\_lang=en](http://www.jmp.ir/browse.php?a_id=442&sid=1&slc_lang=en)
- MALECHA, J., HŮDA J., 2010: *Ověření technologických úprav obilných krmiv v chovu tržního kapra*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/128758/\\_536\\_Rybarstvi\\_Trebon\\_a.s.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/128758/_536_Rybarstvi_Trebon_a.s.pdf)
- MAREŠ, J., 2016: *Osobní sdělení*. Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1.
- MAREŠ, J., 2016: *Problematika odchovu raných stádií ryb* [online]. In: . Brno: Oddělení rybářství a hydrobiologie. Dostupné z: <http://rybarstvi.eu/chov.html>

MAREŠ, J., BARÁNEK V., 2006: Zásady krmení ryb, technika krmení. *Projekt FRVŠ č.2022/2006/G4*. Dostupné z: [www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/krmeni.ppt](http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/krmeni.ppt)

MAREŠ, J., KOPP R., BRABEC T., 2012: *Kvalita masa kapra obecného – nutriční a senzorické parametry*. Sborník referátů konference Chov ryb a kvalita vody.1 vyd. Třeboň: Rybářství Třeboň a.s.

MAREŠ, J., NOVOTNÝ L., PALÍKOVÁ M., 2015: *Akvakultura – základy výživy a krmení ryb*. 1. Mendelova univerzita v Brně.

MAREŠ, J., SUCHÝ J., HOCHMAN L., 1969: *Rybníkářství*. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

MRÁZ, J., PICKOVA J., KOZÁK P., 2011: *Krmivo pro kapra obecného a způsob chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin.*: Úřad průmyslového vlastnictví.

MUSTAFA, A. F., MCKINNON J. J., CHRISTENSON D. A., 1999: The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Can. J. Anim. Sci.* Dostupné z: <http://pubservices.nrc-cnrc.ca/rp-ps/absres.jsp?jcode=cjas&ftl=A98-031&lang=eng>

NOVÁK, J., 2007: *Jedovaté rostliny kolem nás*. Praha: Grada.

PALÍKOVÁ, M., 2016: *Osobní sdělení*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ústav ekologie a chorob zvířete, ryb a včel.

PŘÍHODA, J., 2006: *Chov lososovitých ryb*. STYLE.

SAMPELS, S., LEVÝ E., MRÁZ J., VEJSADA P., ZAJÍC T., 2014: *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

SHAHID, S., ULLAH KHAN R., 2015: Alternations in Cholesterol and Fatty Acids Composition in Egg Yolk of Rhode Island Red x Fyoumi Hens Fed with Hemp Seeds (*Cannabis sativa L.*). *Journal of Chemistry*. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2015/362936/>

SILVERSIDES, L. G., LEFRANCOIS M. R., 2010: *The effect of feeding hemp seed meal to laying hens*. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0071660500066183?journalCode=cbps20>

SPURNÝ, P., 2000a: *Ichtyologie* (obecná část). Skriptum Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

SPURNÝ, P., 2000b: *Ichtyologie* (systematická část). Skriptum Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

SVOBODOVÁ, Z., PRAVDA D., 1986: *Jednotné metody hematologického vyšetření ryb*. 22. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany: Jihočeské tiskárny.

ŠTĚCH, L., 2007: *KOI – barevní japonské kapři*. 1. Zliv: Alcedor s.r.o.

ŠTĚCH, L., 2017: *Osobní sdělení*. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany Zátíší 728/II, 2017.

TRAN, G. 2016: *Hemp (Cannabis sativa): Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO*. Dostupné z: <http://www.feedipedia.org/node/50>

VÁCHA, F., VEJSADA P., 2013: *Zpracování ryb*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

VETEŠNÍK, L., 2001: *Využití suchých výpalků v krmných směsích pro kapři plůdek*. Diplomová práce. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně.

WANG, X., TANG CH., YANG X., GAO W., 2007: Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Research and Development Centre of Food Proteins*. Department of Food Science and Technology: South China University of Technology, Guangzhou.

WEBSTER, C. D., THOMSON, R. K., MORGAN A. M., GRISBY E. J., GANNAM A. L., 2000: Use of hempseed meal, poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture*. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848600003380#BIB26>

WEBSTER, C. D., TIDWELL J. H., GOODGAME, L. S., YANCEY D. L., MACKAY. L., 1992: Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*.

ZAJÍC, T., MRÁZ J., KOZÁK P., ADÁMKOVÁ V., PICKOVÁ J., 2012: Maso kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin jako nástroj prevence a rehabilitace kardiovaskulárních onemocnění. *Interní medicína pro praxi*.



ZEMAN, L., 2006: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press.

*Situační a výhledová zpráva ryby: 2016*. Praha: Odbor státní zprávy lesů, myslivosti a rybamření MZe, 2016.

*Len a konopí, 2014*: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – Národní odrůdový úřad. Dostupné z:  
[http://eagri.cz/public/web/file/299559/Len\\_konopi\\_2014.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/299559/Len_konopi_2014.pdf)

*FAO: Cyprinus carpio, 2017*: Dostupné z: <http://www.fao.org/fishery/species/2957/en>

*Zákon č. 167/1998 Sb: o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů*. In.: Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 1998, číslo 167.

## **8 SEZNAM TABULEK V TEXTU**

Tab. č. 1 Systematické zařazení kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) (Baruš, 1995b).

Tab. č. 2 Rozdělení krmiv na bílkovinová a glycidová (Mareš, 1969).

Tab. č. 3 Složení konopného semene (Tran, 2016)

Tab. č. 4 – Složení KP 1 z VKS Stříbrné hory (údaje deklarované od výrobce)

Tab. č. 5 – Analytické složení krmné směsi KP18

Tab. č. 6 – Analytické složení konopných výlisků

Tab. č. 7 – Složení krmných směsí pro krmný test č. 1

Tab. č. 8 - Analytické složení krmných směsí v čerstvé hmotě

Tab. č. 9 – Spektrum mastných kyselin krmných směsí použitých v krmném testu (v % z celkových FA)

Tab. č. 10 – Složení krmných směsí pro krmný test č. 2

Tab. č. 11 – Hmotnosti obsádek na začátku a na konci testu

Tab. č. 12 – Vstupní charakteristika materiálu

Tab. č. 13 – Vstupní charakteristika materiálu – průměr – délkohmotnostní a kondiční ukazatele

Tab. č. 14 – Průměrné hydrochemické parametry v nádržích

Tab. č. 15 – Naměřené parametry chemismu vody v nádržích

Tab. č. 16 – Výstupní charakteristika materiálu

Tab. č. 17 - Výsledky – průměr obou skupin

Tab. č. 18 – Základní parametry krmného testu č. 1

Tab. č. 19 – Hodnoty obsahu sušiny

Tab. č. 20 - Hodnoty obsahu bílkovin v čerstvé hmotě

Tab. č. 21 – Hodnoty obsahu tuku v čerstvé hmotě

Tab. č. 22 – Hodnoty retence proteinu a PER

Tab. č. 23 - Obsah tuku a bílkovin v krmné směsi a ve svalovině ryb

Tab. č. 24 – Hodnoty hematologických a biochemických ukazatelů

Tab. č. 25 – Zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tuku svaloviny na počátku a na konci experimentu (v %)

Tab. č. 26 – Obsah mastných kyselin na počátku a na konci experimentu (v g.kg<sup>-1</sup> svaloviny)

Tab. č. 27 – Hmotnosti obsádek na začátku krmného testu a při posledním kontrolním vážení (9. 4. 2017)

Tab. č. 28 – Základní parametry krmného testu č.2

Tab. č. 29 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>a</sub>

Tab. č. 30 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>b</sub>

Tab. č. 31 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>c</sub>

Tab. č. 32 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>d</sub>

Tab. č. 33 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>e</sub>

Tab. č. 34 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>g</sub>

Tab. č. 35 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>h</sub>

Tab. č. 36 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>ch</sub>

Tab. č. 37 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>i</sub>

Tab. č. 38 – Hydrochemické parametry v nádrž

## **9 SEZNAM GRAFŮ A SCHÉMAT**

Schéma č. 1 - Biosyntéza mastných kyselin v rostlinách (Chloupek, 2005)

Schéma č. 2 – Rozmístění nádrží v krmném testu

Graf. č 1 – Obsah sušiny v rybím těle a složení svaloviny

## 10 SEZNAM SUMÁRNÍCH VZORCŮ MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH TRIVIÁLNÍCH NÁZVŮ POUŽÍVANÝCH V TEXTU

Vzorec	Triviální název
C14:0	myrtistová kyselina
C16:0	palmitová kyselina
C16:1n7	palmoolejová kyselina
C18:0	stearová kyselina
C18:1n9C	olejová kyselina
C18:1n7	vakcenová kyselina
C18:2n6	linolová kyselina
C18:3n6	$\gamma$ -linolenová kyselina
C18:3n3	$\alpha$ -linolenová kyselina
C18:4n3	moroktová kyselina
C20:1	gadolejová + gondová kyselina
C20:4n6	arachidonová kyselina
C20:4n3	eikosotetraenová kyselina
C20:5n3	eikosapentaenová kyselina (EPA)
C22:4n6	adrenová kyselina
C22:5n6	dokosapentaenová kyselina
C22:5n3	klupanodonová kyselina

C22:6n3

dokosaheksaenová kyselina (DHA)

---

## 11 PŘÍLOHA

Tab. č. 29 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>a</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,25	23,23	7,81	7,65	94,50	93,07	8,96	8,92
Min	22,20	22,30	2,58	2,37	86,90	43,70	6,83	6,59
Max	26,40	26,20	8,27	8,18	97,60	97,60	91,40	91,80

Tab. č. 30 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>b</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,23	23,21	7,84	7,78	94,17	92,94	7,58	7,54
Min	22,20	22,20	2,53	7,19	62,10	88,90	6,89	6,70
Max	26,40	26,20	9,97	9,57	98,40	96,20	8,05	8,28

Tab. č. 31 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>c</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,25	23,23	7,91	7,79	94,10	93,31	7,60	7,56
Min	22,20	22,30	7,41	7,33	59,40	90,10	6,95	6,94
Max	26,40	26,10	8,30	8,21	97,60	98,50	8,05	8,25

Tab. č. 32 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>d</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,19	23,22	7,71	7,49	92,42	89,62	7,58	7,54
Min	22,10	22,20	7,10	6,86	85,10	84,50	6,97	6,95
Max	26,30	26,10	8,03	7,93	95,30	94,40	8,04	8,26



Tab. č. 33 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>e</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,24	23,21	7,70	7,44	92,08	89,23	7,58	7,50
Min	22,20	22,30	7,16	6,42	84,50	85,1	7,07	7,02
Max	26,20	26,10	8,09	7,91	95,50	94,60	8,05	8,20

Tab. č. 34 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>g</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	Ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,27	23,28	7,85	7,71	93,62	92,03	7,55	7,50
Min	22,00	22,30	6,90	7,11	79,50	88,10	6,73	6,82
Max	26,70	26,20	8,50	9,70	99,20	95,90	8,06	8,20

Tab. č. 35 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>h</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,44	23,38	7,77	7,64	93,16	91,66	7,60	7,53
Min	22,30	22,30	6,27	7,09	75,10	84,30	6,91	6,85
Max	26,40	26,10	8,25	8,17	97,60	97,80	9,51	8,20

Tab. č. 36 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>ch</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	Večer	ráno	večer
průměr	23,24	23,79	7,79	7,23	93,32	91,90	7,55	7,54
Min	22,20	22,30	7,28	7,16	87,80	86,80	4,35	7,00
Max	26,40	26,1	8,32	7,37	97,90	97,50	8,05	8,23

Tab. č. 37 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>i</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,19	23,21	7,89	7,71	94,50	92,71	7,62	7,56
Min	22,10	22,20	7,40	5,53	88,60	83,20	7,06	7,02
Max	26,40	26,10	8,28	8,09	97,40	97,00	8,09	8,26

Tab. č. 38 – Hydrochemické parametry v nádrži V<sub>j</sub>

	t (°C)		O <sub>2</sub> (mg/l <sup>-1</sup> )		O <sub>2</sub> (%)		pH	
	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer	ráno	večer
průměr	23,31	23,22	7,94	9,27	94,88	94,05	7,59	7,57
Min	22,20	22,20	7,00	6,86	82,90	84,70	7,08	7,00
Max	26,00	26,00	8,41	96,10	99,60	98,30	8,05	9,31