

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství



**Využití vybraných komponentů rostlinného původu
ve výživě ryb**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

prof. Dr. Ing. Jan Mareš

Vypracovala:

Iveta Zugárková

Brno 2016

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: „**Využití vybraných komponentů rostlinného původu ve výživě ryb**“ vypracovala 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 *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, 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 chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce prof. Dr. Ing. Janu Marešovi za trpělivost, ochotu, cenné rady, literární materiál a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Ondrovi Malému za odborné konzultace a pomoc při zpracování pokusu a bakalářské práce.

V neposlední řadě můj velký dík patří rodině a přátelům, kteří mně pomáhali, podporovali a motivovali po celou dobu studia na této univerzitě.

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování literární rešerše o využití vybraných rostlinných komponentů ve výživě ryb. Dále byla zpracována i problematika z oblasti chovu a výživy ryb, nutričních požadavků na živiny a úpravy krmiv. V práci byla vypracována metodika krmného testu. Pro krmný test bude použita šupinatá a lysá forma kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a ryby budou krmeny vybranými druhy obilovin - krmná pšenice a pšenice nízkofytátová, krmný ječmen a bezpluchý ječmen. Obiloviny budou zpracovány do granulí pro lepší příjem a využití krmiva. Pokus bude zahájen v květnu 2016 na Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně v recirkulačním systému v teplé akvarijní místnosti. Cílem testu bude zhodnotit produkční účinnost použitých obilovin včetně jejich vlivu na chemické složení tkání a vybrané parametry vnitřního prostředí ryb. Výběr testovaných odrůd vycházel z poznatků o snížení zatížení rybníčního prostředí fosforem. Rostlinná krmiva při příkrmování kapra tvoří nejnákladnější položku v chovu, proto je snaha o hledání ekonomicky a výživově výhodných krmiv.

Klíčová slova: rostlinné komponenty, výživa ryb, pšenice, ječmen, kapr obecný

ABSTRACT

The main aim of this Bachelor's thesis was to create a literary review on the use of selected plant components in fish nutrition. Part of the review contains data on fish breeding and nutrition, nutritional requirements regarding the nutrients, and customization of fish food. The second part of the Bachelor's thesis presents a draft on the methodology of a feeding test. Both scaled and mirror forms of common carp (*Cyprinus carpio* L.) will be used in this test and fed different crops – feeding and low-phosphate wheat, feeding and pearl barley. The crops will be processed into granule to make the food intake and utilization easier. The test will start in May 2016 and be carried out in the recirculation system of the aquarium room at the Department of fishery and hydrobiology of the Mendel University in Brno. The aims of the test is to evaluate the production effectiveness of used crops, including their influence on the chemical composition of fish tissues and selected parameters of internal environment of fish bodies. The tested crop species were chosen based on the data on the influence of various crops on the phosphorus level reductions in fishponds. Because the plant food for carp represents the most expensive part of carp breeding, there is ongoing research for finding economically and nutritionally suitable food.

Key words: plant components, fish nutrition, wheat, barley, common carp

OBSAH

1	Úvod	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární přehled.....	11
3.1	Ekonomicky významné druhy ryb	11
3.1.1	Kapr obecný.....	12
3.1.1.1	Technologie chovu kapra.....	13
3.2	Výživa ryb	15
3.2.1	Trávicí systém.....	15
3.2.2	Faktory ovlivňující příjem krmiva	16
3.2.3	Nutriční požadavky kapra obecného	17
3.2.3.1	Bílkoviny	17
3.2.3.2	Sacharidy	19
3.2.3.3	Tuky.....	20
3.2.3.4	Minerální látky.....	21
3.2.3.5	Vitamíny	22
3.2.4	Přirozená potrava kapra obecného	23
3.2.4.1	Fytoplankton	23
3.2.4.2	Zoobentos	24
3.2.4.3	Zooplankton.....	24
3.2.5	Doplňková krmiva.....	25
3.2.5.1	Obiloviny	28
3.2.5.2	Luštěniny	29
3.2.6	Úprava krmiv	29
3.2.6.1	Šrotování nebo drcení.....	30

3.2.6.2	Mačkání	30
3.2.6.3	Granulování	31
3.2.6.4	Namáčení	31
3.2.6.5	Mokrý extruze	31
3.3	Historie příkrmování	32
3.4	Problémy s rostlinnými krmivy	33
3.4.1	Inhibitory enzymů	34
3.4.2	Mykotoxiny	34
4	Metodika	35
4.1	Popis objektu pro pokus	35
4.2	Krmný test	36
4.2.1	Sledované délkohmotnostní parametry	38
4.2.2	Produkční parametry	39
4.2.3	Hydrochemické parametry	40
4.2.3.1	Chloridy (Cl ⁻)	41
4.2.3.2	Fosforečnany (P-PO ₄ ⁻³)	41
4.2.3.3	Amoniakální dusík (N-NH ₄ ⁺)	41
4.2.3.4	Dusičnanový dusík (N-NO ₃ ⁻)	41
4.2.3.5	Dusitany (N-NO ₂ ⁻)	42
4.2.4	Chemické analýzy	42
4.2.4.1	Stanovení sušiny	42
4.2.4.2	Stanovení tuku	43
4.2.4.3	Stanovení obsahu dusíkatých látek	43
4.2.5	Hematologické parametry	43
4.2.5.1	Množství hemoglobinu (Hb)	44

4.2.5.2	Hematokritová hodnota (Hk, PCV).....	44
4.2.5.3	Počet erytrocytů (Er)	44
4.2.6	Výroba granulí pro krmný test.....	44
5	Závěr	46
6	Použitá literatura	47

1 ÚVOD

V České republice má chov kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) v rybníčních podmínkách dlouholetou tradici a tvoří největší část produkce ryb u nás. V současnosti se ročně vyprodukuje okolo 18 000 tun kapra, což představuje 90 % z celkové produkce ryb. Česká republika je také významným exportérem kapra do mnoha evropských zemí.

Na první příčku v produkci se kapr dostal díky dobrým užitkovým vlastnostem, odolnosti vůči klimatickým podmínkám a poměrně rychlým růstem. Dobrá kvalita kapřího masa, lehce stravitelné živiny a dostupnost esenciálních mastných kyselin, jsou také důležitým faktorem a pozitivně přispívají k spotřebě masa.

Produkční a užitkové vlastnosti jsou v nemalé míře ovlivňovány výživou ryb a technologií chovu kapra. V České republice je chov kapra založen na polointenzifikačním způsobu chovu, který vychází z využití přirozené potravy kapra v kombinaci s příkrmováním doplňkovými krmivy. Přirozená potrava je důležitým zdrojem esenciálních aminokyselin a plnohodnotných bílkovin, které se podílejí na dobrém přírůstku ryb. Pro zlepšení přírůstku se v polointenzifikačním chovu ryb používá příkrmování na bázi obilovin. Příkrmování má význam i pro rozvoj přirozené potravy, stejně jako hnojení a meliorace rybníků. Obiloviny jsou sacharidovým krmivem a pro kapra představují důležitý zdroj energie.

Pro kapra jsou rostlinná krmiva využívána jako levný a energeticky výhodný zdroj živin. Naproti tomu krmiva v chovu ryb představují největší nákladovou položku. Proto je v současnosti snaha tyto náklady snížit pomocí úpravy krmiv nebo použitím netradičních rostlinných komponentů do výživy ryb. Zároveň by použitá krmiva neměla mít negativní vliv na produkční a užitkové vlastnosti ryb a minimalizovat dopad na životní prostředí.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo vypracovat literární rešerši z oblasti využití rostlinných komponentů, se zaměřením na obiloviny a luštěniny ve výživě ryb. Zvláštní pozornost byla věnována vlivu krmiv na produkční ukazatele a vnitřní prostředí ryb.

U vybraných odrůd obilovin provést analýzy a zpracovat data se zaměřením na nutriční hodnotu a specifické látky. Porovnání výsledků vybraných druhů obilovin ve výživě dalších hospodářských zvířat.

Přípravit metodiku pro realizaci experimentálního odchovu ryb s využitím vybraných odrůd obilovin. V návaznosti bude proveden krmný test se zařazením vybraných rostlinných komponentů do krmné dávky.

Vyhodnocení bude provedeno standardními postupy pro hodnocení produkční účinnosti a hodnocení vybraných hematologických a biochemických parametrů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Ekonomicky významné druhy ryb

Ve vodách České republiky žije více než 60 druhů ryb. Většina z nich se však chovatelsky nevyužívá, ale v místech svého výskytu hrají významnou biologickou, indikační, či jinou roli nebo mohou být objektem sportovního rybolovu. Hospodářsky významné druhy ryb z celkového spektra tvoří jen malá skupina z nich. Patří mezi ně zejména:

- Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.)
- Lín obecný (*Tinca tinca*)

- Dravé druhy ryb:

- Sumec velký (*Silurus glanis*)
- Candát obecný (*Sander lucioperca*)
- Štika obecná (*Esox lucius*)

- Býložravé druhy ryb:

- Amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*)
- Tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*)
- Tolstolobik pestrý (*H. nobilis*)

- Lososovité druhy ryb:

- Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*)
- Siven americký (*Salvelinus fontinalis*)

Mezi hlavní rybu českého produkčního rybnářství patří zejména kapr. Nachází uplatnění na domácím i zahraničním trhu. Roční produkce kapra dosahuje více než 18 tisíc tun a z toho polovina produkce putuje na export do zahraničí, především do Polska, Německa, Francie atd.

Druhou v pořadí je skupina býložravých ryb, kdy byla produkce za období 2010-2014 více než 1000 tun. Zejména amur hraje významnou tržní, tedy i ekonomickou úlohu.

Lososovité ryby, především chov pstruhů v intenzivních chovech představuje za rok 2010 - 2014 průměrně 700 tun produkce. Jejich chov u nás však naráží na omezenou dostupnost odpovídajícího množství a kvality vody a na techniku odchovného zařízení, které by výrazněji ovlivňovaly domácí produkci tržních ryb (Rybářské sdružení ČR 2015).

3.1.1 Kapr obecný

Kapr je v našich rybnících chován více než 900 let. V současné době se podílí 86-90 % k celkovému výlovu z ploch rybníků. Intenzifikace chovu kapra přispívá k růstu hektarových výnosů. V roce 1946 bylo v tehdejší ČSR z rybníků každoročně sloveno asi 3 tisíce tun konzumních ryb. Zavedením nových technologických postupů se podařilo zvýšit úroveň výroby na začátku devadesátých let na více než pětinasobek. Jako jedna z mála druhů hospodářsky významných ryb je kapr schopen při správně zvoleném postupu chovu dokonale využít produkční předpoklady rybníků (Krupauer a kol., 1998).

Z hlediska taxonomického řazení patří kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) do čeledi kaprovití (Cyprinidae), řádu maloostní (Cypriniformes), nadřádu vyšší kostnaté ryby (Teleostei), podtřídy paprskoploutví (Actinopterygii), třídy kostnatí (Osteichthyes), nadtřídy čelistnatci (Gnathostomata), podkmen obratlovci (Vertebrata), kmene strunatci (Chordata) (Spurný 2000).

Tato ryba je nejznámějším a nejrozšířenějším sladkovodním druhem. Původním areálem rozšíření je povodí Černého moře, Kaspického a Aralského jezera. V období mladších třetihor pronikl do povodí Dunaje, a následně tedy i na naše území. (Krupauer a kol., 1998)

V přirozených podmínkách jsou známy dvě formy kapra. Rozdílné životní podmínky mají prokazatelný vliv na tělesnou stavbu. Jedna z forem žijící v proudících vodách se vyznačuje protáhlým válcovitým tělem - nízkohřbetá (říční kapr - sazan). Kapři chovaní v rybnících a před ústím velkých řek jsou vysokohřbetí (Mareš a kol., 1970).

Kapr má robustní, ze stran mírně protáhlé tělo, v břišní a hřbetní partii vyklenuté. Hlava je poměrně krátká, tupě zakončená a spodní zasouvatelné ústa jsou opatřena dvěma páry vousů. Jeden pár kratších vousků je umístěn na horním rtu, druhý pár del-

ších je v koutcích úst. Hřbetní ploutev je protažena a poslední tvrdý paprsek hřbetní a řitní ploutve je pilovitý. Zbarvení je velmi proměnlivé a závisí na prostředí, výživě, věku, ale i genetickém založení. Hřbet je zbarven tmavozeleně, šedě nebo šedomodře, boky jsou žlutozelené až nazlátlé a břicho žlutobílé. Ocasní a hřbetní ploutve jsou šedé až šedomodré. Na ocasní a řitní ploutvi je načervenalé zbarvení. Tělo je kryto velkými cykloidními šupinami nebo je množství šupin redukováno a vznikají tak čtyři formy:

- kapr šupinatý - má celé tělo s výjimkou hlavy a ploutví pokryto pravidelně uspořádanými šupinami;
- kapr řádkový - má šupiny vyvinuty u základů párových a nepárových ploutví, v záhlaví a na násadci ocasním. Typická je jednoduchá nebo zdvojená řada velkých šupin, probíhající podél postraní čáry;
- kapr lysec - podobný jako kapr řádkový, nemá však zformovanou charakteristickou řádku šupin na postraní čáře. Má lysé místa různě po těle a šupiny mohou tvořit okrouhlé ostrůvky na hřbetě, bocích, v záhlaví a na násadci ocasním;
- kapr hladký - má tělo zcela bez šupin nebo jen s několika šupinami u základu ploutví (Dubský a kol., 2003).

V našich klimatických podmínkách vykazuje kapr poměrně velmi rychlý růst, avšak tato biologická druhová vlastnost je ovlivňována řadou činitelů, a to v pozitivním i negativním smyslu. Z biotických parametrů se jedná například o rozdílné dědičné založení a věk ryb, z abiotických parametrů je ovlivněn teplotou a chemickým složením vody, množstvím a jakostí přirozené potravy a předkládaného krmiva, zvolenou technologií chovu (Krupauer a kol., 1998). Kapr patří mezi teplomilné ryby a vyhovují mu teplé, mírně tekoucí a stojaté vody s měkkým dnem. Optimální teplota, při které kapr nejintenzivněji přijímá potravu, je 20-28 °C. Při teplotě nižší, okolo 11-13 °C, přijímají potravu méně a při teplotách 2-4 °C se ryby shromažďují u dna, nepřijímají potravu a zůstávají v klidovém stavu (Mareš a kol., 1970).

3.1.1.1 Technologie chovu kapra

Podle Kubů a kol. (1998) rozdělujeme podle hlavních druhů chovaných ryb rybníkářství na teplovodní (kaprové) a studenovodní (pstruhové).

Rybníkářství kaprové (teplomilné ryby) hospodaří většinou na rybnících ležících v nižších polohách, napájených teplejší vodou, s optimálním množstvím organických látek a živin, odpovídajícím nasycením kyslíkem, průměrnou hloubkou a přiměřenou vrstvou produktivního bahna. V našich klimatických podmínkách jim nejlépe vyhovují letní teploty vody nad 20 °C. Rybníky těchto typů se označují jako eutrofní.

Pstruhové rybníkářství (studenomilné ryby) vyžaduje zcela odlišné prostředí. Teplota vody by měla být 10-17 °C, a letní teploty by neměly přesahovat 20 °C. Preferuje se dobře okysličená voda, s tvrdším a nezabahněným dnem. Takovéto nádrže nazýváme oligotrofní.

Pro chov kapra se využívají teplejší rybníky. Podle stupně intenzity obhospodařování jsou rozděleny (MZVŽ, 1988):

- extenzivní
- polointenzifikační
- intenzifikační

Extenzivní chov ryb je založen pouze na přirozené potravě nebo s omezeným využitím malých dávek krmiv nebo hnojiv. K podpoře přirozené potravy nedochází žádnými hospodářskými zásahy a nedochází k významnému ovlivnění kvality vody. V této intenzitě chovu lze získat přírůstek 100-500 kg/ha vodní plochy.

Polointenzifikační produkce spočívá v pravidelném příkrmování převážně obilovinami či doplňkovými krmnými směsmi na bázi obilovin. K rozvoji přirozené potravy napomáhá zejména hnojení, nejčastěji statkovými hnojivy, příkrmování a hospodaření na rybnících. To značně zlepšuje produkci a ekonomiku výroby. Tento způsob hospodaření je u nás v běžném chovu nejčastěji používán. Přírůstky mohou dosahovat až 1500 kg/ha.

Intenzifikační chov kapra je založen na využití granulovaných krmných směsí. Hospodářské zásahy a růst obsádky ovlivňují především rozvoj přirozené potravy, úroveň hnojení může být vyšší než v rybnících polointenzifikačních. Přesto je dostatek přirozené potravy v těchto technologiích nezbytnou podmínkou. V této produkci je již nezbytnou součástí automatizace a mechanizace, především krmení, sledování nebo ovliv-

nění chemismu a kvality vodního prostředí. Tato technologie chovu může dosáhnout přírůstku až 3000 kg/ha (Kubů a kol., 1998).

3.2 Výživa ryb

Využití krmiv ve výživě ryb označujeme jako přímý intenzifikační faktor, protože přinášejí přírůstek rybiho masa jejich vlastní spotřebou. Krmení ryb je vlastně předkládání krmiv rybám za účelem dosažení vysoké produkce (Čítek a kol., 1998). V případě použití vhodných a kvalitních krmiv dosáhneme vysokého produkčního a ekonomického výsledku. Důležité je však i zajištění vhodných optimálních podmínek, znalost v oblasti výživy, příjmu a využití potravy (Mareš a kol., 2015).

Krmiva v rybnících se používají hlavně ve výživě kapra, kdy bezprostředně ovlivňují tvorbu a kvalitu masa. Kapr je považován za nedravého všežravce, díky způsobu vyhledávání, příjmu potravy a potravnímu spektru. Konzumuje hlavně zooplankton, zoobentos a je schopen trávit i krmiva rostlinného původu, celá nebo upravená semena. Značná přizpůsobivost k potravním podmínkám se stala základem pro jeho chov v polointenzifikačních a intenzifikačních rybnících. Pro zvýšení produkce a podle stupně použité intenzifikace jsou ryby přikrmovány. Kapr se přikrmuje většinou sacharidovými krmivy na bázi obilovin, které kryjí energetické požadavky. Přirozená potrava tak napomáhá k tvorbě přírůstku. Při zvýšené intenzitě chovu dochází k omezení významu nebo také až vyloučení přirozené potravy.

3.2.1 Trávicí systém

Trávicí systém kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) je odlišný než například u pstruha duhového (*Onconhyrchus mykiss*), který má zažívací trakt vybaven žaludkem s kyselým prostředím a hodnotou blížící se pH 2. V žaludku se vylučuje neaktivní pepsinogen, který se kyselinou chlorovodíkovou aktivuje na pepsin a ten působí na bílkoviny. Trávenina se přes vrátník dostává do střeva. Na začátku střeva jsou pylorické přívěsky, které zvětšují trávicí plochu. Prostředí mění na neutrální až zásadité. Na začátku se rovněž nachází vývody slinivky břišní a žlučovodu. Trávicí trakt je poměrně krátký a zpravidla délka střeva odpovídá délce těla.

Kapr má zažívací trakt bez žaludku. Přijímaná potrava jde přes požerákové zuby, které napomáhají mělnit potravu a jsou umístěny na posledním změněném žaberním oblouku. Pokračuje přes hltan a jícnen přímo do střeva. Přední část střeva je rozšířena (*bulbus intestinalis*), ale nezastupuje tak funkci žaludku. Neobsahuje kyselinu chlorovodíkovou ani trávicí pepsin. Trávení tedy probíhá v prostředí neutrálním až zásaditým. Střevo je rozděleno na tři části: proximální, střední a distální část. V proximální části střeva dochází k emulgaci lipidů pomocí aktivní lipázy. Střední část střeva zajišťuje absorpci proteinů pomocí enzymů pankreatického původu - trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza, elastáza. Sliznice střeva vylučuje také proteolytický enzym aminopolypeptidázu, který se podílí na štěpení bílkovin až na dipeptidy. V této části střeva jsou ryby schopny absorbovat některé makromolekuly v neporušeném stavu prostřednictvím pinocytózy. V zadní (distální) části probíhá nejintenzivnější vstřebávání sacharidů a glukózy. Probíhá však o mnoho pomaleji než u savců. Sekrece amylolytických enzymů je zajišťována exokrinní tkání pankreatu a nejvýznamnější je amyláza. U kapra je důležitá také maltáza (Jirásek a kol., 2005). Absorpce živin v této části střeva je snižena a tento úsek je přizpůsoben na iontovou výměnu s krví a na osmotický transport vody (Mareš a kol., 2015).

3.2.2 Faktory ovlivňující příjem krmiva

Rychlost příjmu potravy, jejího trávení a metabolických faktorů je ovlivňován řadou biotických a abiotických faktorů. Mezi hlavní biotické faktory patří především druh a věk ryb. Raná stádia ryb rostou několikanásobně rychleji než stádia starších ryb (Kukačka, 2006). Plůdek a roček (juvenilní ryby) mají kvalitativně stejné, ale kvantitativně odlišné nutriční požadavky na potravu než ryby starší (adultní). Vyznačují se vyšší intenzitou metabolismu, a tím vyžadují vyšší množství živin na jednotku hmotnosti. Dalším důležitým biotickým faktorem je také zdravotní stav. Ryby nemocné nebo napadené parazity hůře využívají krmivo. Na zdravotní stav mají vliv i stresové situace. Šlechtitelské práce v chovu kapra také zlepšují schopnost využívat přijímané krmivo.

Z abiotických faktorů má nejdůležitější vliv na příjem a využití krmiva teplota vody, která ovlivňuje účinnost trávicích enzymů, a tedy i rychlost trávení. Optimální teplota vody pro kapra by měla být 22-25 °C. Účinnost trávicích enzymů se stoupající teplotou

tou zvyšuje. Naopak se snižující teplotou se účinnost snižuje, hlavně u enzymů trávicích bílkoviny. U enzymů štěpící sacharidy je pokles účinnosti pomalejší, a proto na podzim při poklesu teploty vody se přechází na glycidová krmiva. Pro růst a využití potravy má význam i obsah kyslíku rozpuštěného ve vodě a další hydrochemické parametry. Nasycení vody kyslíkem by nemělo u kapra klesnout pod 70-75 %. Při poklesu se příjem krmiva snižuje. K dalším abiotických faktorů, které ovlivňují příjem a rychlost průchodu trávicím traktem patří zejména světelný režim, proudění vody, velikost krmné dávky a způsob úpravy krmiva (Mareš a kol., 2015; Kubů, 1998).

3.2.3 Nutriční požadavky kapra obecného

Teplomilné omnivorní (kaprovité ryby) se odlišují nutričními požadavky po stránce kvantitativní od ryb studenomilných karnivorních (lososovitých) (Mareš a kol., 2015). Pro záchovnou i produkční dávku kapr přijímá potřebné živiny z krmiv a přirozené potravy. Proto je důležité znát nutriční potřeby kapra, které závisí na věku a velikosti, stupni pohlavní dospělosti, na sezónních nebo denních změnách metabolismu, chemismu vody - zvláště kyslíkových a teplotních poměrech a na kvalitě a skladbě jejich přirozené potravy (Kubů a kol., 1998). Požadavky na potřebu živin a kvalitu krmiv stoupají se stoupající intenzitou chovu a klesající dostupností přirozené potravy. Nutriční látky můžeme rozdělit na několik skupin - bílkoviny, sacharidy, tuky, minerální látky a vitamíny.

3.2.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny patří do skupiny živin, které jsou nezastupitelné ve funkci stavebních látek. V sušině rybích tkání zastupují 65-75 %. Příjmem bílkovin a jejich následným trávením, získávají ryby potřebné aminokyseliny, které jsou ve střevě absorbovány a dopraveny krví do různých orgánů a tkání. Díky aminokyselinám jsou tvořeny nové proteiny pro růst nebo reprodukční systém nebo nahrazují stávající proteiny a zajišťují tak obnovu tkání (Mareš a kol., 2015). Podle Kubů a kol. (1998) můžeme bílkoviny rozdělit na plnohodnotné a neplnohodnotné. Plnohodnotné bílkoviny obsahují esenciální (nepostradatelné) aminokyseliny. Jsou to bílkoviny převážně živočišného původu, které se vyskytují v přirozené potravě a mají různý význam působení:

- Arginin - růst, při nedostatku deprese růstu
- Histidin - stavba buněk, syntéza červeného krevního barviva, při nedostatku trpasličí růst, poruchy rozmnožování
- Izoleucin - využití přebytečných aminokyselin, stavba tělových bílkovin, nedostatek způsobuje váhové úbytky a silné vylučování dusíku
- Leucin - obdobné funkce jako u izoleucinu
- Methionin - všestranné působení, nedostatek poškozuje játra, ochabnutí svaloviny, chudokrevnost
- Fenylyalanin - stavba nových hormonů, krevní obraz, jeho nedostatek způsobuje poruchy hormonu žláz
- Threonin - podobné působení jako o izoleucinu a leucinu
- Tryptofan - rozmnožování, působení vitamínů, při nedostatku neplodnost a jiné poruchy
- Valin - příznivé ovlivnění nervového systému, nedostatek způsobuje různé poruchy
- Lysin – jedna z nejdůležitějších esenciálních aminokyselin, ovlivňuje novotvorbu tkání, podporuje vstřebávání vápníku a železa, nutný pro tvorbu hormonů, enzymů a imunitních protilátek. Limitující aminokyselina, která se často musí přidávat do krmných směsí (Novák, 2010).

Neplnohodnotné bílkoviny neobsahují všechny esenciální aminokyseliny v požadovaném množství a jsou většinou rostlinného původu obsažené především v předkládaných krmivech.

S nedostatkem aminokyselin se v přirozených podmínkách při dostatečném množství přirozené potravy setkáváme jen vzácně. V intenzivních chovech je tento problém častější a musí se tak do krmiv přidávat synteticky vyrobené esenciální aminokyseliny. Nejčastěji to bývají methionin a lizin. Potřeba proteinu se uvádí v % suché hmotnosti krmiva. Pro maximální růst při optimální teplotě 25 °C se pohybuje kolem 45 %. Avšak s poklesem teploty pod 20°C se požadované množství snižuje na 35% (Mareš a kol., 2015). Potřebu proteinu v krmivu podle jeho využití můžeme definovat takto (Jirásek a kol., 2005):

- pro záchovnou potřebu $0,9-0,95 \text{ g.kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$

- maximální růst $12 \text{ g.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$
- optimální konverze a přírůstek $6-7 \text{ g.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$

Přirozená potrava, která je hlavním zdrojem plnohodnotného proteinu při chovu kapra v rybníčních podmínkách, mění potřebu proteinu v doplňkových krmivech. Doplňkové krmné směsi pro plůdek o hmotnosti 50 g by měly obsahovat 27-30 % proteinu, pro násadové kapry do 300 g okolo 25 % a pro těžší kapry je dobré použít krmnou směs s 20-25 % proteinu. Při nedostatku nebo absenci přirozené potravy a chovu kapra v optimálních teplotních podmínkách se potřeba proteinu řídí podle hmotnosti ryb (Mareš a kol., 2015):

- plůdek do 50 g 40-42 %
- násada do 500g 34-40 (50) %
- kapr nad 500g 30%

Ryby zcela přirozeně využívají proteiny i jako zdroj energie. Průměrná energetická hodnota bílkovin je 24 kJ.g^{-1} . Bílkoviny jsou z hlediska energetického využití ekonomicky nevýhodné a díky procesu deaminace při trávení dochází ke zvýšení vylučování amoniaku, který zatěžuje rybí organismus a vodní prostředí. Proto se využívají levnější energeticky výhodnější živiny, jako jsou tuky nebo sacharidy.

3.2.3.2 *Sacharidy*

Jsou typické pro krmiva rostlinného původu a nejsou pro rybu esenciální živinou. U omnivorních ryb jsou sacharidy důležitým zdrojem energie. Energetická hodnota sacharidů se pohybuje okolo 17 kJ.g^{-1} . Jsou v organismu dočasně ukládány jako polysacharidy - glykogen nebo ve formě tuku. Vyskytují se také ve formě monosacharidů - glukózy, která je hlavním zdrojem pohotovosti energie. Díky sekreci amylolytických enzymů jako je amyláza a maltáza, dokáže kapr využít i větší množství neupravených sacharidů (škrobu) obsažených v obilovinách (Mareš a kol., 2015).

Stravitelnost neupraveného škrobu se u kapra pohybuje v hodnotách 70 - 75 %, při tepelné úpravě až 90 % (Hajňuk, 2015). Pro kapří plůdek je doporučený obsah neupraveného škrobu v krmivu 40 - 50 %. Pro starší kapry až 70 %. Nadměrné množství sacharidů v krmivu způsobuje u kapra lipogenezi. Pro omnivorní ryby je vláknina nestravitelná, protože zažívací trakt neobsahuje vhodnou mikroflóru. Proto je množství

vlákniny limitováno a její obsah by neměl být víc jak 6 %. Vyšší obsah v krmných směsích zhoršuje stravitelnost ostatních organických živin a zvyšuje ekologickou zátěž vodního prostředí (Jirásek a kol., 2005).

Důležitým procesem sacharidového metabolismu je glukoneogeneze, kdy dochází k novotvorbě glukózy, která je okamžitým zdrojem energie. Významnou energetickou rezervu představuje glykogen, který je syntetizován v játrech. Díky němu dokážou ryby hladovět i několik týdnů. Obsah glykogenu závisí na rybím druhu, tkáni a ročním období. Nejvyšší hodnoty obsahuje v období od září do ledna. Naopak v červnu až srpnu jsou jeho hodnoty minimální (Spurný 2000).

3.2.3.3 *Tuky*

Tuky jsou estery glycerolu a mastných kyselin. Jsou zdrojem energie a esenciálních mastných kyselin, které jsou důležité pro normální růst a vývoj. Podle struktury můžeme lipidy rozdělit na jednoduché (mastné kyseliny - FA a volný cholesterol) a lipidy složené (esterifikovaný cholesterol, triacylglyceroly a fosfolipidy). Mastné kyseliny mohou být nenasycené (UFA - mají ve svém uhlíkovém řetězci dvojnou vazbu) nebo nasycené (SFA - uhlíkový řetězec neobsahuje dvojenou vazbu). Pro ryby jsou nenasycené mastné kyseliny esenciální. Díky biochemickým mechanismům dokážou ryby zvyšovat nenasycenost mastných kyselin a prodlužovat tak uhlíkové řetězce. Polohu první dvojnou vazby však nejsou schopny změnit. Proto kapr není schopen syntetizovat kyselinu linolovou (LA, řada n-6) a alfa linolenovou (ALA, řada n-3). Vyžaduje zastoupení mastných kyselin řady n-6 a n-3 v poměru 1:1 nebo 1,5:0,5. Při nedostatku esenciálních kyselin se zvyšuje mortalita, projevuje se deprese růstu, zhoršuje se konverze krmiva, vyskytují se deformace u plůdku, ztučnění jater, apatie a šokové syndromy. U generačních ryb může nedostatek ovlivnit i reprodukční ukazatele (Mareš a kol., 2015).

Optimální potřeba obsahu tuku v krmivu pro maximální růst se u kapra pochybuje okolo 8 - 10 %. Nesmí být menší než 5 %. Při vyšším obsahu tuku v krmivu je nepříznivě ovlivňována tučnost svaloviny a podíl vnitřnostního tuku, která snižuje výtěžnost. Také ale příznivě ovlivňuje růst a konverzi živin na přírůstek (Jirásek a kol., 2005). Energetická hodnota tuku činí okolo 39,77 kJ.g⁻¹ (Čítek a kol., 1998).

Podle Spurného (2000) dosahuje stravitelnost tuků vysokých hodnot kolem 90 %. Závisí však na jejich původu, kdy koeficient stravitelnosti rybího tuku a rostlinných olejů dosahují hodnot 85 - 96 %. Se stoupajícím bodem tání stravitelnost klesá a důležitá je také délka a stupeň nasycenosti uhlíkového řetězce.

Nejlepší zdrojem tuku v krmivech jsou rybí oleje, které mají nízký bod tání a vysoký podíl nenasycených kyselin. Dále jsou vhodné i rostlinné oleje, zejména sójový, slunečnicový, řepkový a lněný. Lněný olej příznivě ovlivňuje spektrum mastných kyselin v mase ryb, díky vyššímu obsahu kyseliny alfa linolenové. Ryby špatně tráví živočišné tuky, a proto se do krmných směsí nepřidávají. Kvůli oxidačním změnám se ale přidávají do krmných směsí antioxidační látky, které zpomalují proces oxidace. Používají se látky přírodního nebo syntetického původu, jako například vitamín C a E nebo selen. Znehodnocení krmiv oxidací může nepříznivě ovlivnit zdravotní stav ryb a příjem krmiva (Mareš a kol., 2015).

3.2.3.4 Minerální látky

Minerální látky jsou v tělní hmotě živočišných organismů zastoupeny v množství 3 - 5 %. Jsou důležité pro normální průběh metabolických procesů, zdravotní stav, dlouhověkost, reprodukci atd. (Zeman a kol., 2006). Mají také význam při stavbě kostí, jsou součástí svalové tkáně, účastní se při procesech látkové přeměny a udržují stálost vnitřního prostředí, jsou důležité při svalových kontrakcích a nervových pochodech. Účastní se také tvorby enzymů, hormonů, vitamínů a jiných (Čítek a kol., 1998). Ryby minerální látky do organismu dostávají v potravě, přes kůži a žaberním aparátem. Některé minerální látky jsou získávány z vody (vápník, mangan, sodík, draslík, železo, zinek, měď, selen) jiné zas pouze z krmiva (fosfor, síra). (Mareš a kol., 2015).

Rozdělují se na makroelementy (makroprvky), které jsou obsaženy v těle ryb ve větším množství a mikroelementy (mikroprvky), které jsou potřebné v malém (stopovém) množství. Z makroprvků je to především vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), draslík (K), sodík (Na), síra (S), chlor (Cl). Důležitý je především obsah vápníku a fosforu. Potřebu vápníku si ryby dokážou krýt absorpcí z vody, přes žaberní aparát, sliznici dutiny ústní nebo kůži. Fosfor se však musí dodávat v krmivu. V obilovinách se však vyskytuje fytátový fosfor, který je pro kapra nevyužitelný, protože kapr nemá dostatek enzymu fytázy. Proto se musí dodávat v biodostupné formě. Potřeba fosforu v krmivu

pro kapra je 0,6 - 0,7 %. Vyšší množství fosforu způsobuje ekologickou zátěž vodního prostředí a přispívá k eutrofizaci vod (Jirásek a kol, 2005). Mezi mikroprvky patří železo (Fe), měď (Cu), zinek (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), jód (J), fluór (F), selen (Se), molybden (Mo) aj. Mají vliv na funkci a tvorbu enzymů, hormonů a vitamínů.

Minerální látky se v organismu ukládají do zásoby a v případě potřeby jsou uvolňovány a dopraveny na místo potřeby. Při nedostatku některých prvků se mohou objevit zdravotní problémy a deprese růstu (Mareš a kol., 2015).

3.2.3.5 Vitamíny

Jsou nepostradatelnou organickou složkou potravy, avšak nejsou zdrojem energie. Ryby mají poměrně malou potřebu vitamínů, ale hrají nezbytnou roli při průběhu fyziologických pochodů, zachování dobrého zdravotního stavu, pro dobré využití krmiva a k dosažení požadované rychlosti růstu (Čítek a kol., 1998). Doposud je známo 14 vitamínů a látky, které mají obdobný účinek jako vitamíny (myoinositol, L-karnitin, koenzym Q). Ryby si většinou nedokážou syntetizovat vitamíny, obzvláště raná stádia ryb. Potřeba vitamínů se zvyšuje s intenzitou chovu, při snižování dostupnosti přirozené potravy a zvyšování tlaku na prostředí. Ve vyšších dávkách (100 mg na 1 kg krmiva) by se měli podávat tyto tři vitamíny:

- vitamín C (kyselina askorbová) - který se účastní na látkové přeměně proteinů a sacharidů, účastní se na oxidoredukčních procesech a je dobrým antioxidantem
- cholin - spolu s polynenasycenými mastnými kyselinami je součástí buněčných membrán a fosfolipidů, je významnou součástí lecitinu při metabolismu tuků. Jeho nedostatek způsobuje omezení příjmu potravy, ukládání tuku v játrech, pozastavení růstu, snížení konverze krmiva aj.
- myoinositol - je důležitý zejména pro rychle rostoucí ryby, podílí se na metabolismu mastných kyselin a cholesterolu. Nedostatek vede zejména ke snížení příjmu potravy a omezení růstu (Mareš a kol., 2015).

Vitamíny se dělí na rozpustné v tucích a rozpustné ve vodě. Rozpustné v tucích (liposolubilní) jsou ukládány v játrech a tukové tkáni a potřebují pro svou resorpci v gastrointestinálním traktu neporušenou resorpci tuků. Patří mezi ně vitamíny A, D, E,

K a při dlouhodobém podávání ve vyšších dávkách mohou být toxické (hypervitaminóza). Vitamíny rozpustné ve vodě (hydrosolubilní) se do organismu ukládají v malém množství, nejsou tak náročné na resorpci v zažívacím traktu a jsou z organismu vylučovány močí. Jsou to vitamíny skupiny B a vitamín C (Zeman a kol., 2006).

Při částečném nedostatku nebo úplném nedostatku se vyskytují hypovitaminózy a avitaminózy, které se projevují zdravotními problémy, zhoršením příjmu potravy, zpomalení růstu nebo snížení obranyschopnosti. Tato potřeba vitamínů je krytá dostatkem přirozené potravy. V případě intenzivního příkrmování je potřebné do krmných směsí přidávat důležité vitamíny v podobě premixů (Čítek a kol., 1998).

3.2.4 Přirozená potrava kapra obecného

Kapr je považován za klidného nedravého všežravce, který spotřebovává celou řadu různých přírodních potravních zdrojů od planktonních korýšů, všech stádií hmyzu, přes rostliny, jejich odumírající části a semena, až po rybí jikry. Základní složkou přirozené potravy jsou zoobentos a zooplankton, případně fytoplankton. Přirozená potrava je pro kapra levným a vysoce výživným zdrojem potravy, která obsahuje všechny potřebné živiny ve správném poměru a dobře resorbovatelné formě. V rybníčních podmínkách je ekonomicky i hospodářsky výhodnější využívat přirozenou potravu, která efektivně přispívá na tvorbě přírůstku (Čítek a kol., 1998). Pro ryby představuje dobře stravitelný a plnohodnotný zdroj výživy, což napomáhá k dobrému vývoji, růstu a reprodukci ryb. Vedle vysokého obsahu bílkoviny (drobní bezobratlí 55-70 % v sušině, fytoplankton 40-60% v sušině), obsahuje také důležité esenciální aminokyseliny. V případě polointenzifikačního chovu je kapr příkrmován, zejména obilovinami, které mají vysoký obsah sacharidů. Poměr mezi přirozenou potravou a příkrmováním by měl být 1:1 (Dubský a kol., 2003).

3.2.4.1 Fytoplankton

Mezi fytoplankton neboli rostlinný plankton se řadí bakterie, plísňe, houby, sinice, řasy, bičíkovci, rozsivky a jiné. Rychle se množí a mohou se vyskytovat někdy ve velkém množství. Obzvláště řasy způsobují charakteristické zbarvení a zakalení vody, které

je znakem úrodnosti rybníka a mají význam ve výživě malých organismů, zejména zooplanktonu. Méně významné jsou vláknité řasy, které při přemnožení způsobují zastiňování vody a působí tak škodlivě (Mareš a kol., 1970). Pro kapra je fytoplankton nouzovou potravou a je přijímán většinou prostřednictvím trávicího traktu zooplanktonu. Produkce a sezónnost fytoplanktonu je závislá na mnoha činitelích. Důležitá je intenzita osvětlení, teplota vody, dostatek živin a predanční tlak zooplanktonu, případně ryb. V době přechodu od zimního do jarního období dojde k velkému rozvoji rozsivek a bičíkoviců. V letním období je charakteristický výskyt vegetace chlorokokálních řas a v eutrofních vodách výskyt sinic, které mohou při větším přemnožení způsobovat vodní květ. Na podzim převládá výskyt rozsivek a nastává kvalitativní i kvantitativní úbytek fytoplanktonu (Sukop a Heteša, 1984).

3.2.4.2 Zoobentos

Bentos můžeme rozdělit na zvířenu vegetační - litorál, k níž proniká světlo a zvířenu dna - profundál, kam světlo neproniká v takové intenzitě. Litorální společenstvo je vázáno na rostliny i prostor mezi nimi a řasovými nárůsty, kterými se živí. Patří mezi ně zejména larvy některých druhů hmyzu (jepice - *Ephemeroptera*, šídla - *Antistopera*, chrostíci - *Trichoptera*, motýlice - *Zygoptera*), korýši (lasturnatky - *Ostracoda*), červi a jiní. Mezi profundální živočichy patří také některé druhy hmyzu a jejich larvy, zejména larvy pakomárů - *Chironomus*, někteří červi (nítěnkovití - *Tubificidae*) a měkkýši. Zvířena dna se živí především detritem, který pochází z uhynulých drobných těl organismů. Tato část bentosu je pro ryby nejdůležitější a nejvydatnější součástí potravy (Mareš a kol., 1970). Během roku množství bentosu kolísá, protože doba trvání vývoje jednotlivých stádií hmyzu je rozdílná. Například pakomáři mají jednu nebo více generací za rok. Imaga kladou v letním období vajíčka a na podzim se z nich líhnou larvy. Nová generace larev při hromadném velkém výskytu ovlivňuje kvalitu i kvantitu zoobentosu. Proto největší nárůst zoobentosu bývá na podzim a v zimních měsících. Důležitým faktorem ovlivňující druhovou skladbu a množství zoobentosu je predanční schopnost ryb (Sukop a Heteša, 1984).

3.2.4.3 Zooplankton

Jsou to organismy, které jsou volně unášeny proudem a žijí ve volné vodě, bez vazby na dno. Zooplankton je velmi důležitou složkou přirozené potravy. Jednotlivé skupi-

ny mají různé velikosti, od organismů neviditelným pouhým okem, až po velikost několika milimetrů. Zooplankton je nejdůležitější potravou rybiho plůdku, kdy je jejich trávicí trakt po spotřebě žloutkového vaku připraven k trávení přirozené potravy. Větší ryby zooplankton rovněž využívají, zejména pokud je ve větším množství. Odumřelé těla organismů vytvářejí rybníční detrit, který slouží jako potrava pro zvířena dna (Mareš a kol., 1970). Pro kapra jsou důležití hlavně nálevníci (*Infusotia*), vířníci (*Rotatoria*), perloočky (*Cladocera*), klanonožci (*Copepoda*) (Egert a kol., 1984). V průběhu roku se mění sezonní zastoupení těchto druhů v závislosti na teplotě a může to být způsobeno taky dynamikou fytoplanktonu. Na jaro po napuštění rybníka je největší výskyt chladnomilných druhů - vířníci a klanonožci. Později, v letním období po oteplení vody, se objevují teplomilné druhy, zejména perloočky. Zooplankton je v tomto období nejbohatší z hlediska kvalitativního i kvantitativního. Na podzim s ochlazováním vody postupně mizí druhy teplomilného zooplanktonu a střídají ho druhy chladnomilné (Sukop a Heteša, 1984).

3.2.5 Doplnková krmiva

Krmiva ovlivňují přírůstek a tím celkovou užitkovost kapra. Jejich efektivní využití je úzce spjato s intenzitou příkrmování, hustotou obsádky a hlavně množstvím přirozené potravy. V chovu kapra využíváme zejména jadrná krmiva. Velký význam mají obiloviny, pokrutiny, extrahované šroty, luštěniny nebo úsušky. Podle Čítka a kol. (1998) rozdělujeme krmiva takto:

- rostlinná glycidová krmiva
- rostlinná bílkovinná krmiva
- krmiva živočišného původu

Rostlinná glycidová krmiva (Zeman a kol., 2006):

- pšenice - velmi vhodné krmivo pro kapra
- ječmen - ovlivňuje kvalitu masa, obsahuje méně škrobu, nižší energetickou hodnotu a méně dusíkatých látek

- žito - krmí se celé nebo se šrotuje do krmných směsí, obsahuje inhibitor trypsinu
- triticales - kříženec žita a pšenice, má poměrně stejné množství dusíkatých látek jako pšenice
- kukuřice - pro plůdek se jemně šrotuje, zvyšuje množství tuku, má vysokou energetickou hodnotu, obsahuje méně dusíkatých látek, využívá se v omezeném množství - ovlivňuje kvalitu masa
- oves - krmí se namáčený nebo mačkaný, má nižší energetickou hodnotu a vyšší obsah vlákniny
- proso - používá se pro krmení plůdku, má vyšší energetickou hodnotu a nižší obsah dusíkatých látek
- krmné mouky - používají se do krmných směsí
- krmiva ze sladovnického a pivovarského průmyslu - sladový květ, pivovarské mláto nebo kvasnice
- melasa - používá se jako pojivo a pro zahušťování krmných směsí.

Rostlinná bílkovinná krmiva (Zeman a kol., 2006):

- pokrutiny - získávají se vylisováním oleje z olejnin, obsahují větší množství bílkovin a tuku
- sója - důležitá složka krmných směsí, podává se v různých podobách (sójová mouka, sójový šrot, sójový olej, aj.), má vysoký obsah dusíkatých látek a příznivé zastoupení aminokyselin
- hrách - předem je nutno ho namáčet nebo mačkat, příznivý zdroj dusíkatých látek
- lupina - používá se tzv. sladká lupina, má vysoký obsah dusíkatých látek a příznivou energetickou hodnotu
- bob - do krmných směsí se drtí a mají vyšší obsah dusíkatých látek než u hrachu
- extrahované šroty - obsahují menší množství tuku než pokrutiny, nejčastěji se používají slunečnicové, lněné, řepkové, bavlníkové, konopné, sojové extrahované šroty.

Krmiva živočišného původu:

- rybí moučka - vyrábí se z celých ryb nebo z odpadů při zpracování ryb, jedná se o kvalitní krmivo živočišného původu, má vyšší obsah bílkovin a dobrou skladbu minerálních látek
- krevní moučka - krmivo s nejvyšším obsahem dusíkatých látek (85%)
- sušené mléko – dnes nahrazeno převážně sušenou syrovátkou, je to krmivo glycidové, díky velkému obsahu mléčného cukru
- masokostní moučka - z odpadů živočišného původu (v současnosti v ČR nevyužívaný zdroj).

Rostlinná krmiva jsou levným, energeticky a nutričně výhodným zdrojem živin. Tvoří základní složku krmných směsí pro omnivorní a herbivorní ryby. V současnosti jsou hlavními komponenty krmných směsí mouky a šroty obilovin a luštěnin, extrahované šroty a pokrutiny olejnin a rostlinné oleje. V posledních letech se častěji v krmných směsích objevuje sója. Je významným zdrojem oleje a bílkovin a používá se jako náhrada živočišného proteinu. Má vysoký obsah dusíkatých látek (mouka, šrot okolo 40-50%), příznivý podíl aminokyselin a tuku, který se podle tepelného opracování pohybuje v rozmezí 1,5 až 20 %. Při tepelném opracování se také omezuje působení inhibitoru trypsinu. Obiloviny jsou hlavním komponentem krmných směsí. Většinou se jedná o pšenici (nebo triticales), která se využívá v různých formách. Pšeničná mouka obsahuje 12-15% dusíkatých látek a okolo 3-4% tuku. V krmných směsích plní pojivovou funkci, má vysoký obsah sacharidů a je dobrým zdrojem vitamínu B a E. Pro příznivý poměr n-3 a n-6 mastných kyselin se do směsí přidává lněný olej, který obsahuje alfa linolenovou mastnou kyselinu.

V minulosti byla přidávána do krmných směsí v největším podílu (30-60%) rybí moučka. Pro ryby působí ve směsích jako zchutňovadlo, má vysoký podíl dusíkatých látek (50-70 %) a obsah tuku 3,5-10%. Jsou v ní obsaženy vitamíny rozpustné v tucích (hlavně A, D), esenciální aminokyseliny, vápník, minerální látky a fosfor. S ohledem na její cenu se podíl rybí moučky v krmných směsích snižuje, do krmiv pro kapra se v současnosti nepřidává. Nezbytnou součástí krmných směsí jsou oleje. Dodávají orga-

nismu energii, potřebné nenasycené mastné kyseliny a látky rozpustné v tucích. Nejčastěji se používá rybí olej v kombinaci s rostlinnými oleji nebo drůbeží tuk (Čítek a kol., 1998, Mareš a kol., 1970, Zeman a kol., 2006, Mareš a kol., 2015).

3.2.5.1 Obiloviny

V experimentální části bude věnována pozornost zejména pšenici a ječmenu.

Pšenice

Pšenice patří mezi nejčastěji pěstovanou plodinu v ČR a je důležitým zdrojem energie, sacharidů a rostlinných bílkovin, ale i některých minerálních látek (vápník, fosfor) a vitamínů, hlavně skupiny B. Největší podíl zrna zaujímají sacharidy, především škrob, který tvoří 50-70 % (Kadlecová, 2011). Pšenice je zařazována mezi obiloviny s nejvyšším obsahem dusíkatých látek, který se pohybuje v průměru okolo 12,5 % (Zeman a kol., 2006) a patří mezi plodiny s nízkým obsahem vlákniny (2,4 %) (Veselý a kol., 1988).

Ječmen

Ječmen má poměrně nižší krmnou hodnotu než pšenice, ale i tak má ve výživě ryb široké využití. Hlavním nedostatkem ječmene je vysoký obsah vlákniny, která snižuje využitelnost ostatních živin. Obsahuje také hodně neškrobových polysacharidů, zejména β -glukanů, které mohou u nepřezvýkavých zvířat a ryb způsobovat zažívací potíže (Pechová, 2015). Obsahuje méně škrobu než pšenice a obsah dusíkatých látek se pohybuje okolo 11 % (Zeman a kol., 2006). Důležité je také zastoupení esenciálních aminokyselin potřebných pro růst, zejména lysinu a metioninu, které se pohybují ve vyšších hodnotách než u pšenice (Jirásek a kol., 2005). Ječmen má dobré dietetické vlastnosti a příznivě ovlivňuje kvalitu masa a tuhost tuku.

Naproti tomu je díky lepším nutričním hodnotám v dnešní době více využíván bezpluchý ječmen. Tento typ ječmene má více vitamínů a minerálů. Byl zjištěn zvýšený obsah vitamínu E, vyznačuje se vyšším obsahem dusíkatých látek, nižším obsahem nerozpustné vlákniny a vyšším obsahem rozpustné vlákniny (Pechová, 2015).

3.2.5.2 Luštěniny

Luštěniny patří mezi bílkovinná krmiva kvůli vysokému obsahu dusíkatých látek, které se pohybují v rozmezí kolem 20-35 %. Energetická hodnota je poměrně nižší než u obilovin, ale vyznačují se vyšším obsahem esenciálních aminokyselin zejména lyzinu. Na rozdíl od obilovin obsahují luštěniny méně tuku (Veselý a kol., 1988). Některé luštěniny obsahují nepříznivě působící látky (glykosidy, možnost uvolňování kyanovodíku), které mohou způsobovat zdravotní problémy (Zeman a kol., 2006). Vhodnou úpravou můžeme potlačit účinnost těchto látek. Ve výživě ryb je využíván hlavně hrách a lupina.

Hrách

Je vhodným zdrojem dusíkatých látek (v průměru 22 %) a je zařazován do krmných směsí všech zvířat (Zeman a kol., 2006). Termickými nebo hypotermickými úpravami se využitelnost bílkovin zvyšuje. Energetická složka hrachu je tvořena především škrobem (34 %) (Halíčková, 2008). Příznivý je také obsah aminokyselin zejména lysiny, který se pohybuje v hodnotách okolo 15,5 g.kg⁻¹. Naopak obsah metioninu je nízký a stává se limitující aminokyselinou (2,2 g.kg⁻¹) (Zemna, 1995).

Lupina

Nutriční hodnota lupiny je poměrně vysoká díky vysokému zastoupení dusíkatých látek, které se pohybují kolem 35 % (Zeman a kol., 2006). Na rozdíl od hrachu lupina obsahuje vyšší obsah tuku v průměru okolo 69,4 g.kg⁻¹. Příznivé je také zastoupení lysinu (19,6 g.kg⁻¹) oproti methioninu (3 g.kg⁻¹), který je obsažen v nejmenší míře z esenciálních aminokyselin (Zeman, 1995).

3.2.6 Úprava krmiv

Podle Másílka a kol. (2009) je úprava krmiv důležitá z hlediska nutričních hodnot, stravitelnosti, chutnosti, přijatelnosti a zdravotní nezávadnosti. Vhodná úprava zlepšuje skladovatelnost krmiv. Krmiva v současné době tvoří nejnákladnější položku v chovu kapra a úprava krmiv má pomoci lépe využít produkční účinnost krmiv. Pro přímou spotřebu krmiva se nejčastěji používá úprava pomocí šrotování, mačkání, namáčení, vločkování aj. Pro dlouhodobější skladování se používají technologie zaměřené na sní-

žení obsahu vody a stabilizaci tuku, aby nedocházelo ke znehodnocování krmiv (Zeman a kol., 2006). Pro kapra má v polointenzifikačním chovu z hlediska zvýšení produkční účinnosti krmiv největší význam mačkání obilovin (Másílko a kol., 2014) a kombinace mačkání s teplenou úpravou 100 °C (Hartvich a Másílko, 2011).

Kudrna (2004) úpravu krmiv rozdělil takto:

- fyzikálně chemické - šrotování nebo drcení, mačkání, granulování
- zušlechťování vlhčením - namáčení
- tepelné úpravy - mokrá extruze

3.2.6.1 Šrotování nebo drcení

Cílem této úpravy krmiv je dosažení požadované velikosti pro lepší příjem příkrmovaných ryb v různých velikostech. Požadované velikosti částic po šrotování jsou: hrubé > 2 mm, střední 1 - 2 mm a jemné < 1 mm (Másílko a kol., 2009).

Pro plůdek je potřeba krmiva šrotovat jemně a popřípadě je ještě prosévat přes síta. Pro starší kapry se používá hrubší šrotování nebo drcení. Odrostlé ryby přijímají celá semena (Čítek a kol., 1998).

Do krmných směsí se obiloviny šrotují jemně, kvůli lepšímu využití i méně hodnotných krmiv a s cílem zabránit tak rybám separaci jednotlivých krmiv. Při jemném šrotování sice dochází ke zlepšení stravitelnosti, ale dochází také k rychlejšímu vyluhování živin (až 50 %) a rozplavení jemných částic (až 30 %), které vodu ochuzují o kyslík, a tím se zhoršuje celková kvalita vody (Mareš a kol., 1970). Uvedené problémy odstraňuje využití jemně mletých komponentů pro výrobu tvarovaných směsí.

3.2.6.2 Mačkání

Mačkání je založeno na principu zmáčknutí zrna obilovin mezi dvěma hladkými válci, které se protichůdně otáčejí stejnou rychlostí. Dochází k porušení povrchové struktury zrna a trávicí enzymy v trávicím traktu tak snáz pronikají do zrna, kde pomáhají obsah zrna natrávit a obsažené živiny tak lépe využít. Využitelnost živin po takto upravených krmivech se pohybuje okolo 90 % (Másílko a kol., 2009).

3.2.6.3 *Granulování*

Patří mezi nejčastější úpravy krmiv. Je založeno na jemném mletí komponentů, které se následně smísí a tato sypká směs je protlačována přes matrici za přívodu páry, která má teplotu kolem 80°C. Doba protlačení matricí s požadovanou velikostí otvorů se pohybuje okolo 1-10 minut. Dále je směs ochlazována a sušena. Obsah tuku ve směsi by neměl být vyšší než 12 %, docházelo by k rozpadání granulí. Požadované množství tuku se doplňuje povrchovým nástřikem na již hotové granule (Mareš a kol., 2015). Povrchový nástřik tuku také chrání granule proti rychlému rozpadu ve vodě nebo při manipulaci (ve vodě by měly vydržet alespoň 60 minut) a vyluhování živin, případně léčiv. Velikost granulí se pohybuje v rozmezí 2,5 až 6 mm, podle velikosti krmených ryb (Čítek a kol., 1998).

3.2.6.4 *Namáčení*

Namáčení je nezbytné hlavně u krmiv, které mají schopnost ve vodě silně bobtnat. Nenamočená krmiva, která jsou přijímána rybou, bobtnají až ve střevě a to může vést k závažným poruchám střeva, popřípadě i k jeho ruptuře a úhynu ryb. Především se jedná o luštěniny (hrách, bob, fazole). Například hrách je nutno namáčet alespoň 24 hodin před krmením (Čítek a kol., 1998). Krátce před krmením se namácejí i některé obilniny nebo šroty, které mají lehká semena, aby klesli ke dnu a nedocházelo tak k velkým ztrátám rozplavením (Mareš a kol., 1970).

3.2.6.5 *Mokrý extruze*

Patří mezi metody tepelných úprav, které jsou založeny na působení teploty za vysokých teplot, ale velmi krátkou dobu - HTST (high temperature-short time). Jedná se o proces, kdy materiál je vystaven vysoké teplotě v prostoru prekondicionéru, kde je zvlhčený párou (2-4%) na optimální vlhkost a během 2-3 minut za stálého míchání se ohřeje na 60-160 °C. Poté je směs protlačena přes matrici a při výstupu ztrácí až 10 % vlhkosti. Celková výstupní vlhkost tedy činí 10-45 %, proto je nutné směs ještě dosušovat (Zeman a kol., 2006). Působením vysoké teploty a tlaku dochází k zmazování škrobu na úroveň 80-100 %. Obsah tuku by se měl pohybovat v rozmezí 22-27 %. Extruze má oproti granulaci řadu výhod, například lepší stravitelnost, snížení odrolu, větší

stabilitu ve vodním prostředí a možnost vyššího podílu neproteinové energie (Mareš a kol., 2015).

3.3 Historie příkrmování

První zmínky o zdokonalení a rozvoji rybníkářství pochází z 19. a 20. století. Významnou osobou pro toto období je Josef Šusta (1835-1914), který ve svých spisech předstihl svou dobu, a dodnes se jeho zavedené metody používají. Je tedy právem označován za nestora moderního rybníkářství. Vystudoval Gymnázium v Praze, poté nastoupil na hospodářskou akademii v Uherských Starých Brodech, kde také po ukončení akademie vykonával praxi. Netrvalo dlouho a upoutal pozornost svými odbornými vědomostmi a organizačními schopnostmi. V Třeboni, kam v roce 1867 nastoupil jako dvorský správce, mohl tyto poznatky zkušenosti lépe využít a později se zde stal ředitelem třeboňského panství (1869). V době příchodu Šusty do Třeboně bylo rybníkářství v reorganizaci, kterou prováděl tehdejší ředitel třeboňského panství Václav Horák, který jako první pochopil význam meliorací rybníků, správného nasazování ryb podle úrodnosti, hnojení rybníků chlévskou mrvou a příkrmování ryb. Šusta pochopil, že díky těmto technologiím se může rybníkářství značně zlepšit. Prostudoval tedy třeboňský archiv a vyhledal chyby a přednosti minulých století. Zabýval se také podrobným studiem rybího organismu a jeho potravy a zaměřil se na výživu ryb. Také popsal složky přirozené potravy kapra a mikroskopicky prozkoumal trávicí trakt mnoha ryb. Všechny tyto poznatky svého studia shrnul do knihy „Výživa kapra a jeho družiny rybníčné“, které poprvé v českém vydání vyšla v roce 1884 (Čítek a kol., 1998, Mareš a kol., 1970).

Josef Šusta také zavedl nasazování rybníků podle výpočtu celkového a průměrného přírůstku z 1 ha. Dále zavedl odlovování plůdku z třecích rybníků a plůdek vysazoval do vhodných rybníků, kde byl plůdek příkrmován. Také hnojením a melioracemi dosáhl velké výsledky. Dokázal tím zkrácení turnusu výroby tržních ryb a zvýšení kusové hmotnosti. Mělo zde vliv i příkrmování a začal rybám předkládat krmiva. Jednalo se většinou o lupinu, masové moučky, kukuřici, vikev, hrách, pokrutiny, výpalky a jiné. Předkládané krmiva považoval jen za pomocné a za základní výživu ryb považoval přirozenou potravu, kterou s hnojením statkovými a průmyslovými hnojivy podporoval v rozvoji (Mareš a kol., 1970).

Šusta se také věnoval studiu vedlejších ryb, kde ho hlavně zajímaly otázky potravních vztahů mezi dravými a nedravými rybami. Zabýval se také anatomií a biologií nedravých ryb a způsobu přijímání a využití přirozené potravy. U candáta, jako hospodářky významného druhu dravých ryb, zavedl technologie pro výtěr a odchov plůdku. Jako první začínal na Třeboňsku s chovem síha severního - marény. S dalšími druhy vedlejších ryb také prováděl pokusy s chovem, nejen jako pro spolukonzumenty s kaprem, ale také jako potrava pro dravé ryby (RS ČR 2015).

3.4 Problémy s rostlinnými krmivy

Využívání rostlinných krmiv při přikrmování ryb s sebou nese i rizika v podobě antinutričních látek. Je mezi ně řazena celá řada organických i anorganických látek, které snižují účinnost krmiv, vyvolávají zdravotní problémy až úhyn a některé z těchto látek se mohou kumulovat nebo vylučovat do produktů. Můžeme je rozdělit do tří skupin. První skupina obsahuje antinutriční látky kontaminující krmiva, které jsou přirozenou součástí potravního řetězce nebo se mohou dostávat do chovných systémů s přítékající vodou. Jedná se většinou o radionuklidy, metaloidy nebo pesticidy. Do druhé skupiny patří antinutriční látky vznikající v krmivech jako produkty fyzikálních, biologických nebo chemických procesů. Vedou k rozkladným procesům jednotlivých složek potravy, zejména proteinů a lipidů, dále k oxidativním změnám těchto složek nebo vedou k mikrobiálnímu rozkladu a tvorbě mykotoxinů. Poslední skupinu tvoří antinutriční látky, které jsou přirozeně přítomné v krmivech. Patří mezi ně zejména inhibitory enzymů, kyselina fytová, kyselina eruková, glukosinuláty, saponiny, třísloviny, lektiny, antivitaminy a jiné. Dále se běžně vyskytuje netoxická vláknina, která negativně ovlivňuje stravitelnost ostatních živin (Zeman a kol., 2006).

Zejména luštěniny, řepka, sója, slunečnice nebo vojtěška obsahují širokou škálu těchto antinutričních látek. Důležité pro eliminaci antinutričních látek jsou technologické postupy a úpravy krmiv, které poruší účinnost těchto látek, dodržování podmínek pro skladování, přidávání antioxidantů nebo zvýšený obsah vitamínů (Mareš a kol., 2015).

3.4.1 Inhibitory enzymů

Za nejvýznamnější se považují inhibitory proteáz, které snižují využitelnost dusíkatých látek. Jsou to proteiny nebo polypeptidy, které mají charakter albuminů. Patří mezi ně zejména inhibitor trypsinu. Jeho účinnost při vyšší teplotě klesá (Zeman a kol., 2006). Vyskytují se v sóji, řepce, lupině, fazolích, hrachu, slunečnici, vojtěšce a jiných (Mareš a kol., 2015).

3.4.2 Mykotoxiny

Jsou to produkty sekundárního metabolitu mikroskopických hub-plísni a způsobují onemocnění mykotoxikózy. Mykotoxiny jsou produkovány pouze živými plísněmi, které produkují také spóry. Plísně produkují toxiny na svou obranu, například při velkém střídání teplot mezi dnem a nocí, při pravidelném vysévání jedné plodiny na jeden pozemek, a tím dojde k akumulaci spór v půdě. V dnešní době je známo asi 350 druhů plísni a z toho asi 300, které produkují mykotoxiny (Zeman a kol., 2006). Nejčastěji se v obilninách a olejninách vyskytují plísně rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium* (Mareš a kol., 2015).

4 METODIKA

Součástí zpracování bakalářské práce je příprava metodiky a zahájení realizace krmného testu v experimentálním zařízení Mendelovy univerzity v Brně.

4.1 Popis objektu pro pokus

Krmný test bude probíhat v tzv. teplé akvarijní místnosti v recirkulačním systému na Oddělení rybářství a hydrobiologie v Brně.



Obr. 1: Akvarijní stěna

Recirkulační systém je sestaven z akvarijní stěny o celkovém objemu okolo 4900 litrů. Skládá se z dvanácti akvárií o objemu 160 litrů, které jsou uspořádány do dvou řad. Akvária jsou zásobena vodou ze zásobního žlabu umístěného nad akvárii. Horní žlab má objem 1045 litrů a dochází v něm ke stabilizaci vody. Z akvárií je voda odváděna do biologického filtru Nexus 210 o objemu 510 litrů, kde je voda vystavena první usazovací a mechanické filtraci. Po přefiltrování v biologickém filtru je voda odváděna samospádem do spodního žlabu o objemu 1062 litrů, kde probíhá další fáze usazování nečistot. Takto přefiltrovaná voda je vedena ze spodního žlabu zpátky do horního žlabu pomocí čerpadla. Mezi spodním a horním žlabem je úsek pro ohřev vody topným tělesem a dezinfekci vody UV zářením zařízením Pro Pond UV 110. Každé akvárium má svůj vzduchovací kámen, který je napojený na centrální rozvod s kompresorem.



Obr. 2: Filtr Nexus 210



Obr. 3: Topné těleso a UV zařízení

4.2 Krmný test

Cílem testu bude porovnat účinek nízkofytátové pšenice s pšenicí normální a účinek bezpluchého ječmene s normálním ječmenem. Test je plánován po adaptaci ryb na dobu 56 dní. Bude zahájen v květnu 2016. Týden před začátkem testu budou ryby v nádržích aklimatizovány na dané podmínky.



Obr. 4: Ječmen (vlevo) a pšenice (vpravo)

Do krmného testu bude nasazeno 160 ks kapra obecného (*Cyprinus carpio*) o průměrné hmotnosti 100 g. Ryby jsou dlouhodobě adaptovány na podmínky v experimen-

tálním recirkulačním zařízením a budou zastoupeny ve stejném množství šupinaté a lysé formy. Budou vytvořeny 4 skupiny ryb ve dvojitě opakovaní. Akvária budou označena podle sledovaného krmiva. Před začátkem testu budou zjištěny u všech ryb individuální délkohmotnostní parametry a následně vypočítány exteriérové a kondiční ukazatele. Před začátkem testu proběhne odebrání šesti kusů kapra z každé formy na chemickou analýzu tkání.



Obr. 5: Kapor obecný - lysá forma

Krmení ryb bude probíhat v pravidelných intervalech a bude rozděleno do dvou dílčích dávek. První část krmné dávky bude podávána ráno v 8:00, druhá část krmné dávky bude krmena večer v 18:00. Z počátku bude představovat denní krmná dávka 2 % hmotnosti obsádky. V případě vyšší potravní aktivity ryb bude množství krmiva zvýšeno na 3 % hmotnosti obsádky. V průběhu testu bude jednou týdně prováděno kontrolní hmotnostní vážení celé obsádky. V polovině testu pak proběhne kontrola individuálních délkohmotnostních parametrů, ze kterých budou vypočítány jednotlivé kondiční a exteriérové ukazatele. Během testu se budou také odebírat vzorky vody na fyzikálně-chemické parametry.

Na konci testu budou ryby opět individuálně zváženy a změřeny. Budou vypočítány kondiční a exteriérové ukazatele. Budou také odebrány vzorky krve pro stanovení vybraných hematologických parametrů (obsah hemoglobinu, hematokritová metoda a případně počet krevních elementů), po odstředění krve pak vybrané biochemické paramet-

ry v krevní plazmě. Pro srovnání vlivu použitého krmiva na složení svaloviny a vnitřního komplexu budou také odebrány vzorky pro chemickou analýzu tkání.

4.2.1 Sledované délkohmotnostní parametry

U ryb budou zjišťovány délkové parametry pomocí měřicí desky a veškeré údaje budou zaznamenávány s přesností na 1 milimetr. Postupně bude měřena celková délka ryb, délka těla, šířka těla a výška těla (Dubský a kol., 2003).

- *Celková délka těla (DC)*
 - měří se vzdálenost od hrotu rypce (nebo nejdelší vyběhající část hlavy) po konec ocasní ploutve v její přirozené poloze

- *Délka těla (DT)*
 - je měřena od hrotu rypce po konec ošupení ocasního násadce

- *Výška těla (V)*
 - výška těla je měřena v místě, kde je tělo nejvyšší, nejčastěji to bývá na bázi hřbetní ploutve směrem ventrálním

- *Šířka těla (Š)*
 - měří se v místě, kde je tělo ryby nejširší a zpravidla to bývá ve stejném místě, jako se měří výška těla

Dalším zjišťovaným parametrem bude individuální hmotnost ryb zjišťována pomocí digitální váhy s přesností na 1 g.

- *Celková hmotnost (W)*
 - váží se ryby po odkapání přebytečné vody

Pomocí zjištěných hmotnostních a délkových parametrů budou vypočítány kondiční a exteriérové ukazatele.

- *Fultonův koeficient výživnosti (K_F)*

$$K_F = 100 * W / DT^3 \text{ (DT -délka těla je udávána v cm)}$$

- *Index vysokohřbetosti (I_v)*

$$I_v = DT / V$$

- *Index širokohřbetosti ($I_{\check{s}}$)*

$$I_{\check{s}} = \check{S} * 100 / DT \text{ (\%)}$$

4.2.2 Produkční parametry

Před začátkem a po skončení krmného testu bude spočítána přímá produkce rozdílem mezi konečnou a počáteční hmotností obsádky. Dále bude vypočítána specifická rychlost růstu (SGR), krmný koeficient (FCR), přírůstek ryb z 1 kg krmiva (FCE), relativní rychlost růstu (RGR) (Mareš a Jirásek, 1999).

- *SGR (Specific Growth Rate)* - vyjadřuje procentuální denní přírůstek hmotnosti vztahující se k průměrné individuální hmotnosti za sledované období ($\% \cdot d^{-1}$)

$$SGR = [(\ln w_t - \ln w_0) / t] * 100 \quad [\% \cdot d^{-1}]$$

- *FCR (Food Conversion Ratio)* - konverze krmiva vyjadřuje spotřebu krmiva na 1 kg přírůstku

$$FCR = F / w_t - w_0$$

- *FCE (Food Conversion Efficiency)* - vyjadřuje přírůstek ryb z 1 kg krmiva

$$FCE = w_t - w_0 / F$$

- *RGR (Relativ Growth Rate)* - vyjadřuje relativní přírůstek za sledované období vztahující se k počáteční individuální hmotnosti (%)

$$RGR = (w_t - w_0 / w_0) * 100$$

w_t - hmotnost ryby na konci krmného testu (g)

w_0 - hmotnost ryby na začátku krmného testu (g)

F - spotřeba krmiva za sledované období (g)

t - počet dní

4.2.3 Hydrochemické parametry

Stanovení parametrů vody je důležité z hlediska posouzení kvality vody pro ryby. Základními parametry pro stanovení jsou teplota vody, hodnota pH a obsah kyslíku ve vodě. Tyto hodnoty jsou důležité pro následující zhodnocení kvality vody. Stanovení základních parametrů bude prováděno přímo na místě, protože jsou to hodnoty nestabilní a snadno ovlivnitelné prostředím. Pro stanovení bude použitý speciální přenosný přístroj od firmy HACH s označením HQ40D, se kterým je možno měřit pH, vodivost, obsah rozpuštěného kyslíku (DO), ORP, ISE.

Další rozbor, kterými jsou obsah dusitanů, dusičnanů, amonných iontů, chloridů a fosforečnanů již budou stanoveny v laboratoři Oddělení rybářství a hydrobiologie při MENDELU v Brně pomocí spektrofotometrického přístroje photoLab 6600 UV-VIS. Přístroj pracuje na bázi průchodu světla skrz připravený vzorek a při určité vlnové délce, která je pro každý typ hodnot odlišná, měří požadované hodnoty. Vzorky budou připravovány do čistých skleněných kyvet, budou vkládány do přístroje, který je vyhodnotí se slepým vzorkem a vypočítá koncentraci dané složky vody.

Při rozbořech vody je také důležité sledovat koncentraci dusitanů NO_2^- , se kterými souvisí koncentrace chloridů Cl^- . V literatuře se uvádí, že jsou dusitany v nadměrné míře pro ryby toxické, avšak uvádí se koncentrace do $300\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Chloridy tuto toxicitu ovlivňují. Chloridy i dusitany se do těla ryb dostávají stejnou cestou přes tzv. chloridové

buňky, které jsou přítomny na žábrách ryb. Pokud jsou tedy chloridové ionty ve vodě přítomny ve vyšší koncentraci, chloridové buňky jsou plně obsazeny a je tak zabráněn průnik dusitanových iontů. Pokud je však koncentrace nízká, chloridové buňky jsou volné a dusitanové ionty se tak snadno dostávají do krevního řečiště, kde se vážou na hemoglobin, čímž vzniká methemoglobin, který snižuje transportní kapacitu pro kyslík červeným krvinkám (Svobodová a kol., 2007). Při obsahu methemoglobinu nad 70 % nastává úhyn ryb, u kterých můžeme zpozorovat do hněda zbarvená žábra a krev (Svobodová a kol., 1987).

Podle Horákové (2007) jsou uvedeny principy a postupy přípravy vzorků pro jednotlivé parametry vody.

4.2.3.1 Chloridy (Cl)

Chloridy přítomné ve vzorku reagují s thiokyanatanem rtuťnatým za vzniku málo disociovaného chloridu rtuťnatého. Uvolněné thiokyanatanové ionty reagují s ionty Fe^{3+} obsaženými ve směsném činidle za vzniku červeného komplexu. Intenzita zbarvení komplexu je úměrná koncentraci chloridů ve vzorku a umožňuje spektrofotometrické vyhodnocení při vlnové délce 445 nm.

4.2.3.2 Fosforečnany (P- PO_4^{-3})

Orthofosforečnany reagují v prostředí kyseliny sírové za katalytického účinku amonných iontů s molybdenanem amonným. Redukcí kyselinou askorbovou vzniká fosfomolybdenový modrý roztok vhodný k spektrofotometrickému stanovení.

4.2.3.3 Amoniakální dusík (N- NH_4^+)

Amonné ionty reagují se salycilanem sodným a chlornanovými ionty v prostředí nitroprussidu sodného za vzniku modrého zbarvení. Intenzita vzniklého zbarvení je v určitém rozmezí úměrná koncentraci NH_4^+ iontů.

4.2.3.4 Dusičnanový dusík (N- NO_3^-)

Dusičnany přítomné ve vzorku reagují s 2,6-dimethylfenolem v prostředí směsi koncentrovaných kyselin (sírová, fosforečná, amidosírová) za vzniku cihlově červeného 4-nitro-2,6-dimethylfenolu. Intenzita zbarvení je úměrná koncentraci dusičnanů ve vzorku a umožňuje spektrofotometrické vyhodnocení při vlnové délce 330 nm. Bez ředění

vzorku lze stanovit dusičnanový dusík až do koncentrace 15 mg.l⁻¹. Na stanovení mají rušivý vliv dusitany a chloridy nad 100 mg.l⁻¹.

4.2.3.5 Dusitany (N-NO₂⁻)

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

4.2.4 Chemické analýzy

Chemické analýzy tkání se uskuteční v laboratoři na Oddělení rybářství a hydrobiologie při MENDELU v Brně. Před zahájením pokusu i po ukončení pokusu budou z každé skupiny odebrány ryby a z jejich vzorků bude zjišťováno chemické složení tkání. Tyto stejné chemické analýzy budou provedeny i s jednotlivými variantami krmení. Ryby budou sloveny a šetrným způsobem usmrceny. Z každé skupiny bude odebráno 6 kusů ryb. Z těchto ryb budou první tři kusy rozemlety na směsný vzorek, ale nejdříve budou vykuchány. Poté budou zváženy zvlášť játra, hepatopankreas a vykuchaná ryba. U směsného vzorku bude stanoven obsah sušiny, tuku a dusíkatých látek. Další tři kusy ryb budou vykuchány stejným způsobem a provede se zvlášť směsný vzorek z jater a hepatopankreatu. Dále se z každé ryby zvlášť odebere vzorek svaloviny bez kůže. U těchto vzorků bude taktéž stanoven obsah sušiny, tuku a dusíkatých látek.

Kacerovský a kol., (1990) uvádí následující postupy chemických analýz.

4.2.4.1 Stanovení sušiny

Do hliníkové misky navážíme přesné množství vzorku. Vzorek sušíme v sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti (24 hodin). Po vychladnutí exsikátoru zjistíme rozdíl mezi hmotností vzorku před a po vysušení. Z uvedeného rozdílu zjistíme obsah sušiny ve vzorku. Zbytek po vysušení představuje sušinu vzorku a úbytek po vysušení představuje obsah odpařené vody.

$$\text{Sušina} = \frac{\text{hmotnost vzorku po vysušení (g)}}{\text{hmotnost vzorku před vysušením (g)}} * 100$$

4.2.4.2 Stanovení tuku

Množství tuku ve vzorku stanovíme metodou podle Soxhleta. Metoda spočívá v extrakci (rozemletého a vysušeného) vzorku hexanem, petroletherem nebo diethyletherem v Soxhletově extraktoru po dobu 10 hodin. Z extraktu se ve varné baňce odpaří rozpouštědlo a odparek se zvaží.

$$Tuk = \frac{\text{hmotnost vyextrahovaného tuku (g)}}{\text{hmotnost naváženého vzorku (g)}} * 100$$

4.2.4.3 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek zjistíme stanovením množství dusíku metodou dle Kjeldahla. Dusíkaté látky se zmineralizují kyselinou sírovou (za varu a za přítomnosti katalyzátoru) na síran amonný. Následně se přidáním hydroxidu sodného nebo draselného vytvoří amoniak. Vzniklý amoniak se oddestiluje do titrační baňky a následný obsah amoniaku se zjistí titrací. Z obsahu amoniaku je vypočítán obsah dusíku. Výsledný obsah dusíku je poté vynásoben koeficientem 6,25.

$$NL = \text{množství zjištěného dusíku (\%)} * \text{koeficient } 6,25$$

4.2.5 Hematologické parametry

Odběr krve u ryb nad 20 g se provádí pomocí injekční stříkačky o průměru do 0,5 mm, jejíž vnitřní povrch bude potažen jemným filmem heparinu, který zabrání srážení krve. Po odlovení bude ryba fixována čtvercem papírové vaty o rozměrech 10 x 10 cm za hřbetní část a ventrální část těla musí být volná. Smotkem papírové vaty se otře krajina srdeční a ryba bude fixována směrem hlavou dolů. Poté se nasadí hrot injekční jehly na pod úhlem asi 60° k podélné ose těla cca 1 - 2 mm kranialně od středového místa, které je průsečíkem podélné roviny těla a spojnicí kranialních okrajů báze obou prsních ploutví. Vpich se provede energicky přes tělní stěnu do osrdečníku a dále do srdce. U kapřího plůdku bývá zpravidla zřetelné tzv. stigma, které je patrné podle mělké a zpra-

vidla pigmentované prohlubně kůže o průměru asi 1 mm. Toto stigma je pozůstatek po otvoru, kterým vstupovala do těla žloutková žíla v období žloutkové výživy. Pro dosažení nabodnutí některé ze srdečních dutin stačí hrot zavést obvykle 3 - 4 mm hluboko pod kůži v místě vpichu a jakmile se v ústí objeví krev, necháme potřebné množství odkapat na podložní sklíčko nebo do zkumavek typu Eppendorf s víčkem. Podle Svobodové a kol., (1986) budou provedeny tyto ukazatele.

4.2.5.1 Množství hemoglobinu (Hb)

Ke stanovení množství hemoglobinu v krvi se používá fotometrická kyanohemiglobinová metoda. Pomocí transformačního roztoku se hemoglobin uvolní z erytrocytů a převede se na stálý kyanohemiglobin, který se stanoví fotometricky. Jako transformační roztok lze použít roztok podle Drabkina. Obsah hemoglobinu v krvi se udává v g.l^{-1} a u zdravých kaprů se pohybuje v rozmezí 60 - 100 g.l^{-1} .

4.2.5.2 Hematokritová hodnota (Hk, PCV)

Vyjadřuje objem erytrocytů k celkovému objemu krve. V první řadě, aby se objem mohl stanovit, je třeba oddělit erytrocyty od plazmy, tak aby jako celek zaujaly svůj skutečný objem. Toho lze dosáhnout odstředěním krve, které se provádí v speciálních kapilárách o délce 7,5 cm.

4.2.5.3 Počet erytrocytů (Er)

Stanovení počtu erytrocytů se provádí v heparinované krvi ředěné Haymeovým roztokem v poměru 1 : 200. K ředění se používá tzv. baničková metoda podle Bürkera a ředění se provádí ve speciálních baničkách o objemu cca 15 až 25 ml.

4.2.6 Výroba granulí pro krmný test

Z důvodu lepšího příjmu a lepšího využití krmiva rybami, bude sledované krmivo upraveno granulováním. Prvním krokem při úpravě krmiva bude rozemletí obilovin na elektrickém mlýnku, které bude důležité zejména kvůli následné homogenizaci. Pro krmný test budou připraveny čtyři varianty. Z každé varianty bude naváženo a rozemleto množství krmiva pro zajištění potřeby krmení ryb po dobu krmného testu. Do směsi bude přidáno 0,5 % peleduru pro lepší soudržnost a menšího odrol granulí. Po rozemletí

a odvážení krmiva budou směsi pečlivě promíchány pomocí elektrického kuchyňského robotu. Poté bude postupným mícháním a přiléváním teplé vody vytvořeno tuhé těsto, které bude mít lepkavou strukturu. Z takto připraveného těsta budou připraveny válečky, které se budou vkládat do kuchyňského mlýnku na maso a vytvořeny tak granule. Pro lepší promíchání komponentů budou granule opět smíchány a těsto poté znovu protlačeno přes matraci kuchyňského mlýnku. Protlačené granule budou opatrně rozloženy na proložky a následně vloženy do sušárny. Sušárna bude předehřátá na 40 °C a granule budou při této teplotě sušeny přibližně 20 hodin. Po usušení se proložky vytáhnou a granule se rozprostřou na filtrační papír. Za několik hodin budou granule opatrně sesypány do připravených a označených nádob.



Obr. 6: Granule z obilovin

5 ZÁVĚR

Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) je díky rychlému růstu a značné přizpůsobivosti k potravním podmínkám v dnešní době nejvýznamnější chovanou rybou v České republice. Pro zefektivnění jeho chovu je snahou najít nejvýhodnější a nejekonomičtější způsob krmení. Zároveň je zdůrazněno i snížení negativního dopadu jeho chovu na rybníční ekosystém. V bakalářské práci byla zpracována literární rešerše z oblasti výživy a krmení kapra v rybníčních podmínkách s využitím komponentů rostlinného původu. Dále byla sestavena metodika krmného testu pro ověření produkčního efektu vybraných odrůd obilovin.

Kapr obecný jako teplomilná ryba je u nás chována nejčastěji v podmínkách polointenzifikačních rybníků, kde využívá přirozenou potravu doplněnou o příkrmování s využitím sacharidových krmiv. Sacharidová krmiva pokrývají potřebu energie chovaných ryb, přirozená potrava je využívána pro tvorbu přírůstku. Práce je zaměřena na krmiva rostlinného původu a to zejména pšenici a ječmen. Tyto obiloviny jsou pro kapra levným energetickým zdrojem s optimálním zastoupením nutričních látek a důležitých aminokyselin. Úpravou krmiv se využitelnost živin zvyšuje. Nejefektivnější úpravou krmiv je mačkání obilovin. V současné době se využívá úprava obilovin granulováním, která by měla napomoci lepšímu příjmu a využití krmiva.

Byla vypracována metodika pokusu, který se uskuteční v měsíci květnu a červnu 2016 v experimentálním zařízení Mendelovy univerzity v Brně. Pokus bude založen na krmném testu, ve kterém bude porovnán rozdíl testovaného krmiva pro formu šupinatého a lysého kapra. Pro test bude použita krmná pšenice a nízkofytátová pšenice, krmný ječmen a bezpluchý ječmen. Důvodem výběru těchto krmiv je snaha o minimalizaci dopadu na rybníční prostředí. Výsledkem krmného testu bude zhodnocení produkční účinnosti použitých obilovin včetně jejich vlivu na chemické složení tkání a vybrané parametry vnitřního prostředí. Dále budou zhodnoceny také výsledky vybraných hematologických parametrů.

6 POUŽITÁ LITERATURA

ČÍTEK J., KRUPAUER V., KUBŮ F., 1998: *Rybníkářství*. 3. vydání, nezměněné. Informatorium, Praha. 306 s. ISBN 80-86073-37-8

DUBSKÝ K., KOUŘIL J., ŠRÁMEK V., 2003: *Obecné rybářství*. 1. vydání. Informatorium, Praha. 308 s. ISBN 80-7333-019-9

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

HALÍČKOVÁ J., 2008: *Vliv zkrmování různých odrůd hrachu na kvalitu masa brojlerů*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně

HARVICH P., MÁŠILKO J., 2011: *Ověření tepelných úprav obilných krmiv v chovu tržního kapra*. Technická zpráva, reg. č. CZ.1.25/3.4.00/10.00315, Pilotní projekt OP Rybářství, Vodňany, 31 s.

HORÁKOVÁ M., 2007: *Analytika vody*. 2. vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6

JIRÁSEK J., MAREŠ J., ZEMNA L., 2005: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv po ryby*. 2. vydání, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 70 s. ISBN 80-7157-646-8

KACEROVSKÝ O. A KOLEKTIV, 1990: *Zkoušení a posuzování krmiv*. Praha: státní zemědělské nakladatelství Praha. 216 s. ISBN 80-209-0098-5

KADLECOVÁ J., 2011: *Identifikace odrůd pšenice obecné prolaminovými bílkoviny obilky*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně

KUDRNA V., 2004: *Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby. 56 s.

KUKAČKA V., 2006: *Použití netradičních komponentů v krmných směsích po plůdek kapra obecného (Cyprinus carpio L.)*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně

MAREŠ J., JIRÁSEK J., 1999: Ukazatele produkční účinnosti. s 71-75 In: SPURNÝ P. A KOL.: *50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. MZLU v Brně: ÚRH MZLU v Brně. 265 s. ISBN 80-7157-408-2

MAREŠ J., NOVOTNÝ L., PALÍKOVÁ M., 2015: *Akvakultura - základy výživy a krmení ryb*. Vydání první. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 108 s. ISBN 978-80-7509-336-3

MAREŠ J., SUCHÝ J., HOCHMAN L., 1970: *Rybníkářství*. 1. vydání. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 387 s.

MASÍLKO J., HARTVICH P., ROST M., URBÁNEK M., HLAVÁČ D., DVOŘÁK P., 2014: Potential for Improvement of Common Carp Production Efficiency by Mechanical Processing of Cereal Diet. *Turish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14. 143-153.

MÁSÍLKO J., URBÁNEK M., HARTVICH P., HŮDA J., 2009: *Efektivní příkrmování mechanicky upravenými obilovinami v chovu tržního kapra na rybářství Třeboň Hld. a.s.* Vodňany: Edice metodik JČU České Budějovice, České Budějovice. č. 98. 11 s.

MZVŽ, 1988: Věstník. Roč. XXXV, částka 7.

NOVÁK P., 2010. Bílkoviny a aminokyseliny ve výživě ryb. In: *Akvarista.cz* [online]. 10.10.2010 [vid. 18.4.2016]. ISSN 1801-0504. Dostupné z: <http://www.akvarista.cz/web/clanky/clanek-333>

PECHOVÁ A., 2015: *Využití bezpluchého ječmene ve výživě drůbeže*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně

RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2015: *Naše rybářství*. Rybářské sdružení ČR. 245 s. ISBN 978-80-87699-05-8

RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2015: *Produkční rybářství České republiky*. Rybářské sdružení ČR. 28 s.

SPURNÝ P., 2000: *Ichtyologie (obecná část)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 138 s. ISBN 80-7157-341-8

SPURNÝ P., 2000: *Ichtyologie (systematická část)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 138 s. ISBN 80-7157-341-8

SVOBODOVÁ Z. A KOLEKTIV, 1987: *Toxikologie vodních živočichů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha. 231 s.

SVOBODOVÁ Z. A KOLEKTIV, 2007: *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. 4. vydání. Praha: Informatorium. 264 s. ISBN 978-80-7333-051-4

SVOBODOVÁ Z., PRAVDA D., PALÁČKOVÁ J., 1986: *Jednotné metody hematologického vyšetřování ryb*. Vodňany: Edice metodik JČU České Budějovice, České Budějovice. č. 22. 36 s.

VESELÝ Z. A KOLEKTIV, 1988: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 2. vydání. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 376 s.

ZEMAN L., DOLEŽEL P., KOPŘIVA A., MRKVICOVÁ E., PROCHÁZKOVÁ J., RYANT P., SKLÁDANKA J., STRAKOVÁ E., SUCHÝ P., VESELÝ P., ZELENKA J., 2006: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 1. vydání. Profi Press, s. r. o., Praha. 359 s. ISBN 80-86726-17-7

ZEMNA L. a kolektiv, 1995: *Katalog krmiv*. 1. vydání. VÚVZ Pohořelice. 465 s. ISBN 80-901598-3-4