



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Přikrmování kapra upravenými obilovinami

Jan Másílko, David Hlaváč, Pavel Hartman,
Martin Bláha, Petr Hartvich, Jan Hůda, Lucie Všetická



evropský
sociální
fond v ČR



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Přikrmování kapra upravenými obilovinami

Jan Másílko, David Hlaváč, Pavel Hartman
Martin Bláha, Petr Hartvich, Jan Hůda, Lucie Všeticková

Vodňany

Vydání a textová příprava publikace byly uskutečněny za finanční podpory projektu:

Posílení excelence vědeckých týmů na FROV JU
(CZ.1.07/2.3.00/20.0024)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsahová část publikace byla zpracována za finanční podpory následujících projektů:

Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz – CENAKVA
(CZ.1.05/2.1.00/01.0024)

Optimalizace chovatelských aspektů rybníční a intenzivní akvakultury
(GA JU 074/2013/Z)

Přikrmování kapra různými obilnými krmivry: ekonomika odchovu a vliv na kvalitu vody v rybnících – Operační program Rybářství
(CZ.1.25/3.4.00/11.00388)



č. 143

ISBN 978-80-87437-84-1

OBSAH

1. ÚVOD DO PROBLÉMU	6
1.1. Přikrmování kapra	6
1.1.1. Význam přirozené a doplňkové potravy v chovu kaprů	6
1.1.2. Stabilita produkce v rybníční akvakultuře	8
1.1.3. Přikrmování obsádek ve vztahu k současné legislativě	9
2. CÍL	9
3. MÍSTO, KDE SE TECHNOLOGIE OVĚŘOVALA	10
4. POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY	11
4.1. Srovnání „novosti postupů“	11
4.2. Materiál a metodika	14
4.2.1. Přikrmování kapra technologicky upravenými obilovinami	14
4.2.2. Výpočet bilance fosforu	15
4.2.3. Fyzikálně-chemické vlastnosti vody a přirozená potrava ryb	16
4.3. Výsledky pokusů přikrmování kapra upravenými obilovinami	21
4.4. Zhodnocení přikrmování kapra upravenými obilovinami	23
4.5. Skladování a manipulace s upravenými obilovinami	24
5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS TECHNOLOGIE	24
6. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ	25
7. SEZNAM LITERATURY	26

1. ÚVOD DO PROBLÉMU

Řádná praxe rybníční akvakultury, kde kapr má své postavení „hlavní ryby“, předpokládá zajistit výživu obsádek na bázi přirozené potravy a příkrmování. Krmiva podávaná kapru musí být vedle žádoucí účinnosti také šetrná vůči životnímu prostředí, v daném případě vody, která nese statut „vzácného statku“ (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 200/60/ES, 2000). Voda, byť i zadržovaná, je výrobním faktorem v rybníkářství, ale není předmětem vlastnictví. Firmy zabývající se akvakulturou jsou v pozici „omezených zdrojů a možností“ a o jejich prosperitě rozhoduje úroveň jejich hospodaření.

Chov tržního kapra má plnit účel produkce plnohodnotné potraviny při respektování platných právních předpisů s využitím aplikovatelných vědeckých a odborných poznatků. V ověřené technologii jsou shrnuty nové poznatky účinnosti upravených tradičních krmiv – obilovin, které se do jisté míry příznivě uplatnily ve výživě kapra. Publikace popisuje rámcově techniku příkrmování a vliv fyziologického procesu konverze krmiva kaprem na bilanci fosforu, jako hlavního eutrofizačního prvku. Sledování účinnosti krmiv je podmíněno kontrolou kvality vody a z ní vyplývající welfare chovaných ryb.

1.1. Příkrmování kapra

1.1.1. Význam přirozené a doplňkové potravy v chovu kaprů

Produkce v rybnících střední Evropy je dosahována většinou polointenzivním chovem v kombinaci přirozené potravy a doplňkového příkrmování převážně obilovinami (Hepher a Pruginin, 1982; Moore, 1985; Horváth a kol., 1992; Kaushik, 1995; Bauer a Schlott, 2006; Adámek a kol., 2010; Mareš a kol., 2012). Přirozená potrava má nezastupitelnou roli ve výživě kapra. Z pohledu nutriční úrovně se ryby živí lehce stravitelnou bílkovinou, především zástupci zooplanktonu a zoobentosu. Tato přirozená potrava je plnohodnotná a obsahuje všechny složky nezbytné pro normální růst ryb (Jirásek a kol., 2005). Je známo, že vodní bezobratlí obsahují značné množství bílkoviny (55–70 % v sušině), zatímco pro zabezpečení dobrého růstu starších ročníků kapra stačí obvykle 25–30 % bílkoviny (Hepher, 1979; Wieniawski, 1983; Kaushik a Preface, 1995; Jirásek a kol., 2005). Z toho je zřejmé, že bílkovina z přirozené potravy není vždy plně ekonomicky využita pro růst ryb. Příkrmováním v rybnících se vytváří od 25–30 % (Adámek a kol., 2008) do 50 % (někdy i více) biomasy přírůstku ryb (Tacon a De Silva, 1997; Szumiec, 1999), přičemž zbývající produkce se vytváří na základě přirozené potravy. Doplňkové krmivo je užitečný zdroj živin a energie pro kapra a dodává potřebné komponenty pro lepší růst a produkci

ryb (Abdelghany a Ahmad, 2002). V polointenzivním systému odchovu se používají krmiva rostlinného původu, nejčastěji žito, triticales, kukuřice, pšenice a ječmen (Hůda, 2009; Jankovic a kol., 2011), která ale zcela nepokrývají potřeby pro výživu a růst odchovávaných kaprů, jsou však levným a snadno dostupným zdrojem energie (Ghosh a kol., 1984; Turk, 1994, 1995; Markovic a Mitrovic-Tutundzic, 2003; Hůda, 2009; Mráz a Picková, 2009).

Základní složkou obilovin je škrob (60–70 %), jehož stravitelnost je pro kapra v surovém stavu okolo 70 % (Cirkovic a kol., 2002), avšak tepelnou úpravou ji lze zvýšit až na 90 % (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004). Specifický enzymatický systém s vysokou činností amylázy a maltázy umožňuje kaprovi využít vysoké množství sacharidů (Steffens, 1985). Díky této vysoké stravitelnosti jsou sacharidy jedním z nejhodnotnějších zdrojů energie v krmivech pro kapry a umožňují tak lepší využití proteinu pro přírůstky ryb (Sadowski a Trzebiatowski, 1995). Celkový obsah proteinu v zrnech obilovin se pohybuje v závislosti na druhu a kvalitě v rozmezí 7–15 % (Füllner a kol., 2000; Dordević a Dinić, 2007). Avšak složení bílkovin je chudé na esenciální aminokyseliny (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004; Másilko a Hartvich, 2010). Hofer a Sturmbauer (1985) se zmiňují, že pšenice a některé jiné obiloviny obsahují antinutriční látky (albuminy aj.), které zpomalují činnost α -amylázy. Vlivem těchto látek může dojít v průběhu trávení ke snížení trávení škrobu. Mezi antinutriční látky patří především proteázové inhibitory, fytoestrogeny, giotrogeny, antivitamíny, fytáty, různé oligosacharidy a antigenní proteiny – alergeny (Tacon a Jackson, 1985; Hendricks a Bailey, 1989; Macrae a kol., 1993; Liener, 1994; Anderson a Wolf, 1995; Friedman, 1996; Alacrón a kol., 1999). Účinky antinutričních látek jsou nežádoucí, protože snižují příjem krmiv a biologickou dostupnost živin z přijatého krmiva, a tím dochází ke zpomalení růstu a k vyššímu zatížení vody vylučovanými exkrementy (Van der Ingh a kol., 1996; Refstie a kol., 1998; Alacrón a kol., 1999; Arndt a kol., 1999).

Zásadní význam má i nepřítomnost enzymů. Např. zásobní formu fosforu v rostlinných krmivech představuje kyselin fytová, která vytváří s některými prvky (např. Ca, Mg, Zn) komplexní sloučeniny, tzv. fytáty. Podíl fytátového fosforu, který je monogastrickými živočichy významně nestravitelný, na celkovém fosforu v obilkách pšenice činí 73 % (Kudrna, 2004). Aby mohl být tento fosfor rybami využit, musí být uvolněn z komplexů enzymatickou hydrolýzou enzymem fytázou. V krmivech rostlinného původu je fytázy málo a ryby si neumějí tento enzym vytvářet. Fytázy jsou produkovány pomocí mikroorganismů a do krmiv nebo krmných směsí se mohou přidávat. Vyšší využití fosforu z rostlinných komponentů vede i ke snížení potřeby přidávat do krmných směsí anorganické fosfáty (Rodehutsord a Pfeffer, 1995; Oliva-Teles a kol., 1998).

1.1.2. Stabilita produkce v rybníční akvakultuře

Jedním z podmiňujících faktorů udržitelnosti a stability produkce rybníční akvakultury je výzkum a realizace nutriční strategie ke snížení produkce metabolitů v rybnících. Zhodnocením proteinů z předkládaných krmiv v provozních podmínkách cestou jejich konverze do biomasy kapra se zabýval Steffens (1985) a zjistil, že ukládání proteinů u dvouletých kaprů z průmyslově vyráběných krmných směsí převážně na bázi obilovin je v rozmezí 27–32 %, tedy relativně nízké. Obdobné výsledky zaznamenala Máchová a kol. (2010). V několika posledních letech byla pro naplnění tohoto cíle ověřována i kvalita krmiv, jejich úprava a technologie aplikace na přírůstek obsádek kapra (Hossain a kol., 2001, Másilko a kol., 2009, Davies a Gouveia, 2010). Druh, složení a způsob podávání krmiv má významný vliv jednak na retenci živin v biomase ryb a recipročně na množství metabolitů produkovaných obsádkou ryb v rybnících (NRC, 1993; Jirásek a kol., 2005).

Zlepšení kvality podávaných krmiv s cílem zadržet fosfor v biomase ryb je jedním z hlavních cílů snižování dopadu akvakultury na životní prostředí (Gavine a kol., 1995; Satoh a kol., 2003). Z pohledu nadměrného živinového zatížení rybníčních ekosystémů využívaných k chovu ryb bude do budoucna velmi důležité nastavit množství podávaných krmiv a hnojení tak, aby rybníky dosáhly tzv. nulového salda fosforu ($TP \text{ v krmivu} + TP \text{ v hnojení} + TP \text{ v obsádce ryb} = TP \text{ ve vylovených rybách}$). To by znamenalo, že veškerý fosfor dodaný do rybníka v souvislosti s chovem ryb by se s biomasou ryb zase z vody odebral. Tím by do povrchových vod nebyl dodán žádný fosfor „navíc“, který by zvyšoval jeho koncentraci, a tím i trofií vody (Knösche a kol., 2000; Duras a Potužák, 2012; Hartman, 2012).

Díky tepelné nestálosti některých antinutričních látek (např. lektiny a inhibitory proteáz) je možné pomocí tepelných úprav snížit, omezit, popřípadě inaktivovat jejich funkci, aniž dojde ke znehodnocení krmné suroviny (Másilko a Hartvich, 2010). Některé antinutriční látky se mohou vyskytovat ve slupkách obilovin. Proto odstranění či narušení slupky a následná tepelná úprava některých krmiv může výrazně snížit vliv těchto faktorů (Robaina a kol., 1995; Burel a kol., 1998; Refstie a kol., 1998; Glencross a kol., 2007).

V souladu s těmito závěry lze očekávat, že tepelné či mechanické zpracování krmných obilovin před jejich použitím v kaprových rybnících může přispět ke zvýšení stravitelnosti takto upravených obilovin a ke snížení zatížení prostředí rybníka o nestrávené nebo špatně strávené doplňkové krmivo (Jovanovic a kol., 2006; Hlaváč a kol., 2014) a ulehčit tím i živinové bilanci daných rybníků.

1.1.3. Přikrmování obsádek ve vztahu k současné legislativě

Rybniční akvakultura v období 60. až 90. let 20. století byla orientována na přikrmování obsádek granulovanými krmnými směsmi s podílem živočišných bílkovin. Současná rybníční akvakultura se vrátila k původní metodě přikrmování kapra obilovinami. Důvodem k přikrmování obilovinami je jejich přirozená stabilita vůči rozpadu a s tím spojené vyluhování živin, na rozdíl od průmyslově vyrobených krmných směsí v podobě granulí.

Z pohledu současné legislativy podávání krmiv nesmí zhoršovat kvalitu vody za předpokladu dodržení stanovených ukazatelů kvality vody dané Vládním nařízením (dále jen VN) č. 82/1999 Sb. v rybnících samotných, pokud neprotékají, resp. hodnotami emisních ukazatelů kvality vody podle VN č. 61/2003 Sb., pokud voda rybník opouští. Neméně závažnou skutečností je významně rozdílná stravitelnost a retence bílkovin, tuků a polysacharidů z přirozené potravy a doplňkové výživy obilovinami v biomase kapra. Schäperclaus a Lukowicz (1998) uvádí pro zooplankton využitelnost bílkovin až 90 % a tuků na bázi nenasycených mastných kyselin až 95 %, zatímco využitelnost bílkovin z obilovin (v závislosti na obsahu vlákniny) se pohybuje v oblasti 30–45 %. Z výše uvedených důvodů je úsilí o účinnější využití obilovin zvýšením jejich stravitelnosti a konverze živin zcela opodstatněné jak z pohledu chovatele ryb, tak i z hlediska zájmů ochrany povrchových vod (Knösche a kol., 2000; Duras a Potužák, 2011; Hlaváč a kol., 2014).

V současné době jsou v krmivářské produkci využívány metody velmi účinných úprav krmiv, za účelem zlepšování jejich dietetických vlastností, stravitelnosti, vyloučení antinutričních látek a prodloužení jejich trvanlivosti (Kudrna, 2004). Z dostupných úprav krmiv pro kapra byla ověřována v období let 2009–2012 tepelná úprava (hygienizace), mačkání obilovin, tepelná úprava současně s mačkáním a šrotování obilí (Hartvich a Urbánek, 2007; Urbánek, 2009; Hůda, 2009; Másílko a kol., 2009, 2010) současně s vlivem přikrmování na bilanci živin v rybnících (Hartman, 2012; Hlaváč a kol., 2013).

2. CÍL

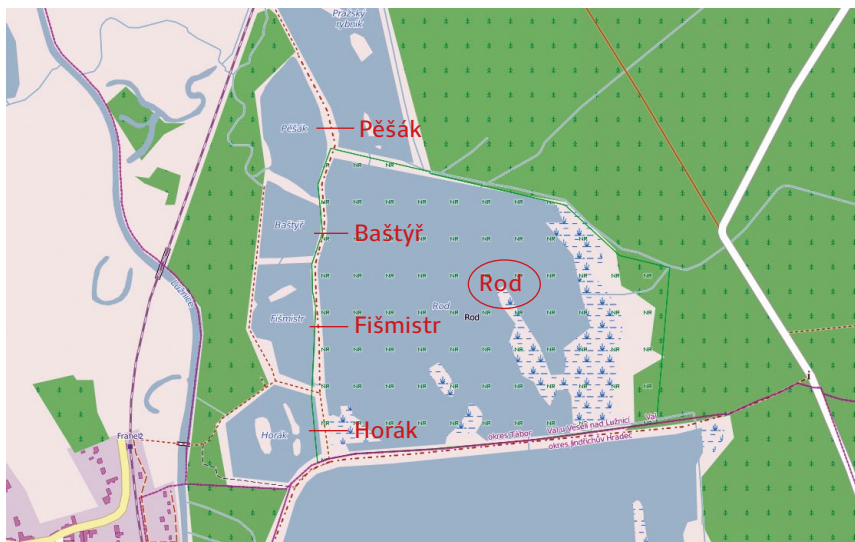
Prvořadým zájmem managementu rybníční akvakultury zaměřené na produkci ryb je účinné vynakládání materiálových vstupů, především krmiv a živin pro rozvoj rybníční biocenózy. Tento záměr sleduje také důležitý požadavek, kterým je šetrné nakládání s povrchovými vodami, které vyúsťuje v trvale udržitelné rybníční hospodářství.

Cílem předložené technologie je seznámit odborníky z oblasti rybníkářské výrobní praxe s účinností upravených obilovin v porovnání s neupravenými obilovinami v podmínkách rybníčního chovu kapra.

Trvale udržitelný chov ryb v rybnících mimo jiné předpokládá, že docilovaným přírůstkem ryb nedochází ke kumulaci živin v rybnících či v povodí rybníků, ale naopak dochází k žádoucí konverzi živin do biomasy přírůstku ryb, a tím k jejich odčerpání.

3. MÍSTO, KDE SE TECHNOLOGIE OVĚŘOVALA

Technologie se ověřovala v letech 2009 až 2012 na Rybářství Třeboň, a.s. Pokusy probíhaly na sádkách Třeboň (obr. 2) – objekty zabezpečující kontrolovatelné prostředí bez průtoků, vylučující vliv povodí či minimalizující vliv zdrojů živin v sedimentech a ve 4 neprůtočných rybnících (obr. 1) soustavy Naděje u obce Frahelž (rok 2012) – Horák (2,2 ha), Baštýř (1,7 ha), Fišmistr (2,8 ha) a Pěšák (2,7 ha). Hospodaření na uvedených rybnících odpovídalo provozním podmínkám rybníkářské praxe, avšak bez hnojení.



Obr. 1. Rybníky u obce Frahelž (zdroj www.openstreetmap.org).



Obr. 2. Příprava sádek pro pokusy v Třeboni (foto: D. Hlaváč).

4. POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY

4.1. Srovnání „novosti postupů“

Stravitelnost prostých obilovin u dvou až tříletých kaprů dosahuje při suboptimální teplotě vody (19–22 °C) a optimálním obsahu kyslíku (70–75%) úrovně 60–86%, avšak ukládání – vstřebávání živin do svaloviny kapra sledované v provozních podmínkách, dosahuje nejvýše 32% (Steffens, 1985). Hledání možností zabezpečení vyšší stravitelnosti a vstřebatelnosti obilovin kaprem je tedy opodstatněné především z hlediska ekonomické účinnosti krmiv a také pro snížení produktů metabolismu obsádek kapra z titulu ochrany vodního prostředí. Kapr velmi obtížně tráví především vlákninu i některé další polysacharidy a také rostlinné bílkoviny v důsledku absence žaludku a jeho funkce (Jirásek a kol., 2005).

Dosavadní způsob tradiční rybniční akvakultury je založen na příkrmování celých neupravených obilovin. Jediná dosavadní možná úprava obilovin spočívala v jejich máčení v lodi o objemu vody rovné hmotnosti naloženého obilí (u luskovin se jedná o obligátní způsob přípravy o objemu vody až 2,5násobku hmotnosti).

Technologie porovnává celé obiloviny bez úprav s tepelně upravenými obilovinami označenými jako hygienizované, obilovinami mačkanými, obilovinami mačkanými a současně tepelně upravenými a obilovinami hrubě šrotovanými.

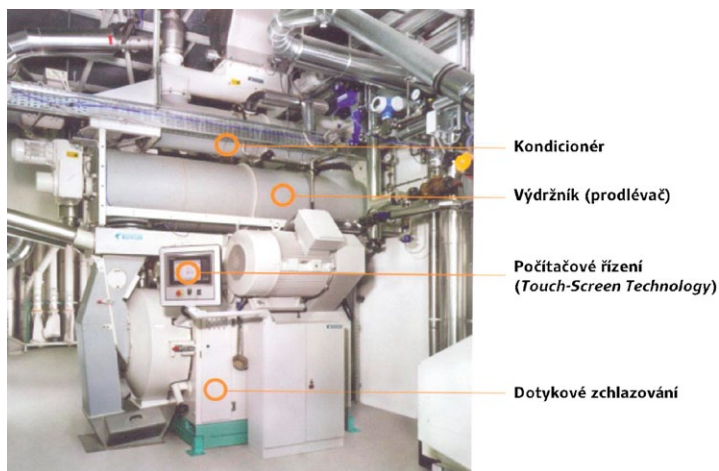
Tepelné zušlechťování krmiv v principu znamená působení tepla nebo tepla a vlhka na krmivo. Škrob obsažený v hojném množství v obilovinách začíná bobtnat při teplotě 50–60 °C (Doležal a kol., 2006). Pro vyšší stupeň zmazovatění je ale vhodnější teplota až 120 °C při vlhkosti 20 % (Mareš, 2009). Výsledkem je lepší stravitelnost krmiva (škrob je částečně hydrolyzovaný a lépe přístupný působení trávicích enzymů). Proto jsme v našich pokusech využívali tepelnou úpravu hygienizací, která se provádí napařením párou při teplotách 95 až 100 °C a posléze prochází po dobu 60–90 sekund při teplotě 75–85 °C a tlaku 0,2 MPa výdrzníkem (prodlévačem), označovaným též jako hygienizátor. Po zchlazení odchází obilí do zásobníku k expedici. Hygienizace zabezpečuje zvýšení stravitelnosti polysacharidů – především škrobu zmazovatěním 60–90 % jeho původního obsahu. Metoda je označována jako HTST (*High Temperature Short Time*), tzn. že je ke zpracovávanému krmivu velice šetrná, aniž negativně ovlivňuje přirozenou obdukcí obilky, a tím její „vodostálost“. Tepelná úprava obilovin (i luštěnin či olejnin) se uskutečňuje kontinuálním procesem (Kudrna, 2004) a využívají se k němu strojová zařízení vyráběná např. firmou Bühler AG (Švýcarsko – obr. 3 a 4).

Efekt hygienizace krmiv spočívá v přípravě krmiva se zlepšenými dietetickými vlastnostmi. To se děje především zvýšením stravitelnosti jednotlivých složek krmiva, snížením obsahu antinutričních látek či eliminací výskytu nežádoucích mikroorganismů. To vše vede rovněž k prodloužení skladovatelnosti krmiva.

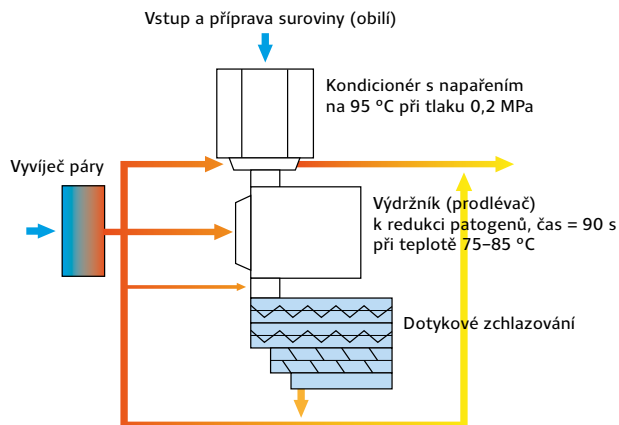
Mačkání obilovin se odehrává pomocí hladkých válců, pohybujících se proti sobě, jejichž vzdálenost je stavitelná podle potřeby tlaku na obilku. Mačkání narušuje celistvost obilky její komprimací (obr. 11), a usnadňuje tak její stravitelnost zejména u nižších věkových kategorií kapra (odchov K_1 na K_2) při kusových hmotnostech do 200–250 g. Mačkání obilovin lze považovat za jakýsi předstupeň šrotování, které obecně představuje zásadní mechanickou úpravu zrna. Při šrotování dochází k porušení povrchových obalů zrna, které vede k redukci obsahu nežádoucích antinutričních látek, které jsou v nich obsaženy (Tacon a Jackson, 1985). Velikost a velikostní vyrovnanost částic má vliv na účinnost krmiv a výši zpracovatelských nákladů. Příprava a úprava jaderných krmiv je však velmi náročná na potřebný příkon energie. Proto její vhodné řešení s ohledem na úsporu energie je velmi významné. V krmivářské praxi se uvádějí tři stupně rozmělnění s velikostí částic: hrubé > 2,0 mm, střední 1,0–2,0 mm a jemné < 1 mm (Másílko a kol., 2009). Šrotování krmiv umožňuje zvířatům

PŘIKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

lepší příjem krmiva a zvyšuje jeho stravitelnost (Urbánek, 2009). Čítek a kol. (1998) zmiňují, že cílem šrotování je úprava velikosti soust podle velikosti a potřeby přikrmovaných ryb. Pozitivním účinkem šrotování (obr. 12) je sice zlepšení stravitelnosti, naproti tomu se ale zvýší ztráty rozplavením krmiva (až na 30 % i více) a vyluhováním až na 50 %. Rozplavené částice pak také svým rozkladem zhoršují kvalitu vody a zvyšují trofií rybníka.



Obr. 3. Systém hygienizace (teplné úpravy obilovin) dle technické dokumentace řa Bühler AG, Švýcarsko.



Obr. 4. Schéma tepelné úpravy obilovin dle technické dokumentace řa Bühler AG, Švýcarsko.

4.2. Materiál a metodika

4.2.1. Příkrmování kapra technologicky upravenými obilovinami

Krmiva byla podávána monokulturním obsádkám K_3 o počátečních kusových hmotnostech $1 \pm 0,3$ kg 3krát týdně (v pondělí, ve středu a v pátek) v období od května do září (160–170 dnů). Hustota obsádek byla $363 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ hmotnostně vyrovnaných jedinců, odpovídající biomase $350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podávané obiloviny byly nepluchaté (krmná pšenice, triticales a žito), jednak neupravené, tepelně upravené, mačkané, šrotované nebo v kombinaci tepelné úpravy a mačkání. Pokusy probíhaly paralelně na sádkách Třeboň a ve 4 neprůtočných rybnících soustavy Naděje u obce Frahelž. Roční (vegetační) krmná dávka obilovin představovala 3 kg ověřovaného krmiva na 1 kg hmotnosti kapra při nasazení. Aktuální krmná dávka ve dnech podávání krmiva se pohybovala na úrovni 2–5 % s ohledem na fázi vegetačního období, teplotu vody, obsah kyslíku a na aktuální hmotnost obsádky zjištěnou předcházejícím kontrolním odlovem. V případě rybníků byl zohledňován i stupeň rozvoje přirozené potravy. Nutriční hodnota podávaných krmiv byla stanovena výrobcem a nezávislou akreditovanou laboratoří v rozsahu hrubý protein, bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), tuk, stravitelná energie (SE), celkový fosfor (TP).

Před začátkem a po ukončení každého pokusu byla zjištěna celková hmotnost obsádky ryb. Následně byl vypočítán krmný koeficient **FCR** dle následujícího vzorce:

$$\text{FCR} = \frac{F}{(w_t - w_o)}$$

w_t hmotnost obsádky ryb na konci pokusu [kg]

w_o hmotnost obsádky ryb na počátku pokusu [kg]

F..... množství zkrmeného krmiva za sledované období [kg]

Pro hodnocení účinnosti upravených krmiv ve vztahu k neupraveným krmivům byl dále použit následující výpočet % zvýšení konverze U_k (efektivnost upraveného krmiva v %) podle FCR:

$$U_k = 100 - \frac{(FCRU_{k1} + FCRU_{kn}) \times 100}{FCRN_{k1} + FCRN_{kn}}$$

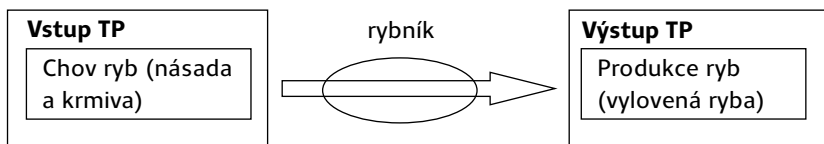
$FCRU_{k1} - FCRU_{kn}$ FCR upraveného krmiva při sledování 1 až n

$FCRN_{k1} - FCRN_{kn}$ FCR neupraveného krmiva při sledování 1 až n

4.2.2. Výpočet bilance fosforu

Pro výpočet bilance fosforu (jako hlavní živiny zapříčiňující rozvoj vodních květů) je nutné znát vstup těchto prvků příkrmováním z podávaných obilovin. Sledování bylo doplněno i analýzami aplikovaných krmiv na živiny se zaměřením na obsah TP v sušině krmiva. Podle rozborů krmiv (rok 2012) obsahuje neupravená pšenice $3,15 \text{ g.kg}^{-1}$ TP, přičemž tepelnou úpravou vzrůstá jeho obsah na $3,25 \text{ g.kg}^{-1}$ TP. Rozdílný obsah celkového fosforu v různě upravené pšenici byl způsoben částečnou ztrátou vody při tepelné úpravě.

Pro výpočet bilance je také důležité stanovit obsah tohoto hlavního prvku v biomase ryb, abychom mohli vyčíslit výstup živin produkcí ryb. Pro vyhodnocení se vycházelo z údajů, že 1 kg biomasy ryb obsahuje 8,4 g TP (Hlaváč a kol., 2013). Způsob hodnocení látkové bilance živin (dle Durase a Potužáka, 2012) je představen na obr. 5. Pro názorný výpočet byla použita rybníční data z roku 2012. Látková bilance byla propočtena s ohledem na vstup a výstup TP v krmivech a biomase ryb bez zohlednění vstupů a výstupů přítokovou, resp. odtokovou vodou.



Obr. 5. Základní schéma pro hodnocení látkové bilance.

Prostřednictvím podílu obsahu TP v krmivu a v biomase vyprodukovaných ryb, byla vypočítána tzv. kritická hodnota krmného koeficientu (FCR_k) dle Hejzlara a kol. (2007), která vyplývá z poměru mezi koncentrací TP v biomase ryb a koncentrací živiny v předkládaném krmivu dle následujícího vzorce:

$$FCR_k = \frac{C_r}{C_k}$$

C_r koncentrace prvku v biomase ryb

C_k koncentrace prvku v podaném krmivu

Příklad výpočtu bilance fosforu

Retence celkového fosforu v biomase ryb je jasně patrná z tab. 1. Výstup fosforu ve vylovených rybách byl tedy vždy vyšší než vstup krmivem a násadou ryb. Nejvyšší retence ($-2\ 985\ \text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$), tedy vytěžení fosforu v biomase ryb, byla zaznamenána v kontrole díky nulovému vstupu fosforu krmivem. Z příkrmovaných obsádek měly nejvyšší retenci rybníky s příkrmováním pšenice tepelně upravené ($-1\ 877\ \text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nejnižší retence byla registrována na rybníce s příkrmováním pšenice bez úpravy ($-1\ 301\ \text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Dále byla vypočtena hodnota kritické hranice krmného koeficientu (FCR_k = poměr vyjadřující obsah TP v přírůstku ryb k obsahu TP v krmivu). Kritický krmný koeficient pro pšenici bez úpravy je 2,67 ($8,4\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ TP v rybách / $3,15\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ TP v pšenici), respektive pro pšenici po tepelné úpravě je 2,58. Dle dosažených krmných koeficientů u pšenice neupravené 1,94 a pšenice po tepelné úpravě 1,69 lze usuzovat, že na pokusných rybnících bylo prováděno racionální příkrmování s ohledem na bilanci fosforu, bez překročení kritické hodnoty krmného koeficientu pro TP.

Tab. 1. Příklad propočtu bilance fosforu na sledovaných rybnících v roce 2012.

Krmivo	Vstup násada ryb [$\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$]	Vstup krmení [$\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$]	Výstup ve vylovených rybách [$\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$]	Bilance celkem [$\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$]	FCR	Přírůst. Celkem [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]
Pšenice tep. upravená	2 290	3 562	7 729	-1 877	1,69	644
Pšenice neupravená	2 397	3 441	7 139	-1 301	1,94	563
Kontrola	2 426	-	5 411	-2 985	-	355

4.2.3. Fyzikálně-chemické vlastnosti vody a přirozená potrava ryb

Od roku 2009 byly na pokusných objektech (sádkách a rybnících) v průběhu podávání krmiv sledovány ve čtrnáctidenních intervalech v případě sádek a 5krát za vegetační sezonu v případě rybníků fyzikálně-chemické parametry vody: teplota, kyslík a pH. K měření fyzikálně-chemických vlastností vody byl použit přístroj YSI Professional (Yellow Spring, USA). Chemizmus vody na pokusných sádkách a rybnících je uveden v tab. 2 a 3. Dle zjištěných hodnot byly všechny parametry kvality vody vhodné pro dobrý růst kaprů v průběhu experimentu.

PŘIKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

Tab. 2. Fyzikálně-chemické parametry vody (sádky Třeboň 2009–2012).

Rok	Teplota vody (°C) průměr	Obsah kyslíku (mg.l ⁻¹) průměr	pH průměr
2009	20,6 ± 2,9	5,4 ± 0,7	7,3 ± 0,9
2010	21,0 ± 2,7	6,2 ± 1,6	7,2 ± 0,4
2011	20,6 ± 2,7	7,0 ± 1,2	8,1 ± 0,5
2012	20,6 ± 2,4	6,3 ± 1,1	8,1 ± 0,6

Tab. 3. Fyzikálně-chemické parametry vody (rybníky 2012).

Rybník	Krmivo	Teplota vody (°C) průměr	Obsah kyslíku (mg.l ⁻¹) průměr	pH průměr
Horák	pšenice tep. úprava	20,2 ± 5,3	8,2 ± 1,8	7,9 ± 0,8
Fišmistr	pšenice bez úpravy	22,2 ± 5,0	8,6 ± 1,8	8,2 ± 0,8
Baštýř	kontrola	20,5 ± 5,3	9,7 ± 0,8	8,4 ± 0,5
Pěšák	pšenice tep. úprava	22,0 ± 4,5	7,7 ± 1,7	7,8 ± 0,7

Vzorky zooplanktonu byly odebírány na pokusných objektech pro kvantitativní i kvalitativní hodnocení. K odběru zooplanktonu na sádkách byla použita planktonní vrhací síť o velikosti ok 80 µm. Odběry byly provedeny tahy o délce 5 metrů. Vzorky byly konzervovány 4% formaldehydem a jejich vyhodnocování probíhalo v Sedgwick-Rafterově komůrce. Vzorek zooplanktonu z rybníků byl přefiltrován přes síto o velikosti ok 700 µm. Takto získaná frakce byla převedena do odměrného válce. Po 30minutové sedimentaci byl odečten objem, který zooplankton zaujímal, a přepočten na 1l. Pro přepočet na hmotnost a sušinu bylo vycházeno ze vztahů: 1 ml zooplanktonu = 0,5g čerstvé váhy.

Na pokusných rybnících soustavy Naděje byly v roce 2012 spolu se zooplanktonem odebírány i kvantitativní vzorky makrozoobentosu (obr. 6). Vzorky byly odebírány drapákem typu Ekman-Birge o pracovní ploše 225 cm². Na každém z rybníků byly odebrány 4 vzorky, které byly na místě jednotlivě proprány na síte o velikosti ok 0,5 mm a zbylý sediment s bentickými organismy byl konzervován jako jeden vzorek 4–6% formaldehydem. Densita a biomasa zoobentosu byla přepočítána na 1 m² plochy dna. Sledování makrozoobentosu na sádkách nebylo prováděno z důvodu výlučně minerálního substrátu dna sádek (písek), a tudíž bez významnějšího oživení vyššími vodními bezobratlými.

Potravní nabídka – zooplankton (sádky Třeboň 2009–2012)

Sádky 2009

Průměrná abundance zooplanktonu (Rotifera, Cladocera, Copepoda) dosahovala 488 ± 294 ind.l⁻¹, nejnižší abundance byla pozorována v září (82 ind.l⁻¹). Dominující skupinou byly v průběhu celé sezóny perloočky (Cladocera 69 %), zejména *Daphnia longispina*. Množství perlooček rodu *Daphnia* větších než 0,7 mm bylo během vegetační sezóny značně proměnlivé a kolísalo s maximem 250 ind.l⁻¹ v červenci po minimum 3 ind.l⁻¹ v srpnu.

Sádky 2010

Při sledování druhové struktury a abundance zooplanktonu byla zjištěna průměrná hodnota 204 ± 127 ind.l⁻¹. Perloočky (převážně *Bosmina longirostris*) dominovaly v průběhu celé vegetační sezóny (83 %). Klanonožci (Copepoda) tvořili průměrně 13 % z celkového společenstva planktonu a byli zastoupeni zejména buchankami s dominujícím druhem *Thermocyclops crassus*. Vířníci (Rotifera) představovali pouze 4 % z celkové abundance. Kvantita perlooček rodu *Daphnia* větších než 0,7 mm se pohybovala v řádu několika kusů s minimem zaznamenaným v červnu (3 ind.l⁻¹) a maximem v srpnu (20 ind.l⁻¹) s dominujícím druhem *D. longispina*.

Sádky 2011

Průměrná hodnota celkové abundance zooplanktonu dosahovala 181 ± 245 ind.l⁻¹. Nejnižší abundance byla pozorována v srpnu (43 ind.l⁻¹), kdy společenstvu dominovaly perloočky (zejména *D. longispina*). Nejvyšší abundance zooplanktonu byla zjištěna v září (798 ind.l⁻¹), kdy ve společenstvu zooplanktonu převažovali zástupci klanonožců (zejména buchanky) s podílem 83%. Početnost perlooček rodu *Dafnia* větších než 0,7 mm reprezentovaných zejména druhem *D. longispina* se pohybovala v řádu několika kusů (v průměru 5 ± 2 ind.l⁻¹).

Sádky 2012

Při sledování druhové struktury a abundance zooplanktonu byla zjištěna průměrná hodnota 84 ± 82 ind.l⁻¹. Dle podílu jednotlivých skupin dominovali klanonožci s 60%, reprezentovaní zejména buchankami. Perloočky představovaly 34%, s dominantním druhem *D. longispina*. Vířníci představovali jen 6 % z celkové abundance zooplanktonu. Nejvyšší abundance byla zjištěna v červenci (189 ind.l⁻¹), naopak nejnižší množství zooplanktonu bylo zaznamenáno v září (26 ind.l⁻¹). Perloočky rodu *Daphnia* větší než 0,7 mm byly převážně reprezentovány druhem *D. longispina* (9 ± 9 ind.l⁻¹).

PŘÍKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

Množství zooplanktonu (zejména jedinců větších než 0,7 mm) bylo nižší v kontrole (bez příkrmování), zatímco ve variantách s různými typy příkrmu bylo toto množství významně vyšší, ačkoliv mezi jednotlivými lety rovněž kolísalo.

Potravní nabídka – zooplankton a zoobentos (pokusné rybníky 2012)

Druhy či rody vyskytující se ve velikostní frakci větší než 0,7 mm byly zastoupeny na všech pokusných rybnících druhem *Daphnia galeata* převážnou část vegetační sezóny, v menší míře pak také druhy rodu *Ceriodaphnia* sp. a druhem *Daphnia pulicaria* (tab. 6). V rybnících byl dostatek přirozené potravy prakticky po celou sezónu, a tím byla dosažena téměř optimální konverze předkládaných krmiv. Na rybníku Baštýř (kontrola bez příkrmování) se zřetelně projevila absence příkrmování nižší abundancí zooplanktonu (tab. 4).

Tab. 4. Abundance zooplanktonu – rybníky 2012 ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Krmivo	Zoopl. > 0,7 mm ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) průměr	Zoopl. > 0,7 mm ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) minimum	Zoopl. > 0,7 mm ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) maximum
Pšenice tep. úprava	1,72 ± 1,61	0,69	3,67
Pšenice bez úpravy	1,83 ± 2,22	0,23	5,50
Kontrola	1,03 ± 1,31	0,23	3,67

Makrozoobentos sledovaných rybníků v roce 2012 byl tvořen celkem 23 taxony, z toho jich bylo celkem 10 zjištěno na kontrolním rybníce, zatímco na rybnících s příkrmováním bylo registrováno celkem 15 taxonů makrozoobentosu. Všech 10 taxonů, vyskytujících se v kontrole, bylo společných pro všechny varianty. Rozdíly v počtech taxonů zjištěných v jednotlivých odběrech nebyly mezi jednotlivými variantami výrazné.

Denzita i biomasa bentických bezobratlých byla vyšší ve variantách s příkrmováním oproti kontrole. Rozdíly byly zjištěny i při porovnání saprobního indexu (SI) – zatímco jeho hodnoty podle makrozoobentosu odpovídaly na kontrolním rybníce horší alfamezosaprobite (SI 3,46 ± 0,17), na rybnících s příkrmováním indikovali bentičtí bezobratlí kvalitu vody přibližně o půl saprobního stupně lepší (SI 2,79–2,98). V indexu diverzity společenstva makrozoobentosu však žádné rozdíly zjištěny nebyly, jeho hodnoty však byly v celkovém pohledu mírně snížené na rybnících s příkrmováním (tab. 5).

Tab. 5. Rozbor bentosu v pokusných rybnícih v roce 2012.

Krmivo	Kontrola	Pšenice neupravená	Pšenice tep. úprava
Denzita [ind.m ⁻²]	411 ± 154	907 ± 353	863 ± 561
Biomasa [g.m ⁻²]	1,89 ± 0,83	2,89 ± 1,37	3,68 ± 2,74
Počet taxonů	5,6 ± 1,7	7,2 ± 2,6	6,7 ± 3,1
Suma taxonů	10	15	15
SI	3,46 ± 0,17	2,98 ± 0,51	2,79 ± 0,54
H'	1,32 ± 0,23	1,27 ± 0,41	1,10 ± 0,45
Dominantní taxony	<i>Tubifex tubifex</i> <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> <i>Chironomus plumosus</i> Ceratopogonidae	<i>Tanytarsus</i> sp. <i>Tubifex tubifex</i> <i>Limnodrilus</i> sp. Ceratopogonidae	<i>Tanytarsus</i> sp. <i>Chaoborus</i> sp. <i>Limnodrilus</i> sp. Ceratopogonidae

**Obr. 6.** Odběry planktonu na sádkách v Třeboni a odběry bentosu na rybnících Nadějské soustavy (foto: D. Hlaváč a M. Podhradská.)

4.3. Výsledky pokusů příkrmování kapra upravenými obilovinami

Snahou současné akvakultury je zabezpečit odpovídající produkci ryb a vodních živočichů. Jednou z možností docílení této snahy je technologická úprava obilovin tak, aby byla zvýšena jejich stravitelnost a nutriční hodnota při zachování jejich přirozené obdukcce, zajišťující jejich vodostálost do doby konzumace. Sledování bylo realizováno na sádkách, které jsou charakteristické relativně velmi nízkou přirozenou produkcí, bez vlivu vstupu živin z povodí, neprůtočností, a také na rybnících (tab. 6).

Na pokusných sádkách se účinnost tepelně upravených obilovin projevila statisticky významným zlepšením konverze o 9,73 % při relativně nízké přirozené produkci v průměru 185 kg.ha⁻¹. Výsledky vyplynuly ze sedmi opakování. Naproti tomu v rybnících se účinnost tepelně upravených obilovin projevila zlepšením konverze téměř o 13 %. Toto lze přičíst pravděpodobně vyšší přirozené produkci oproti sádkám (371–372 kg.ha⁻¹). Tepelně upravené obiloviny v souladu s dostatečnou nabídkou přirozené potravy měly poměrně pozitivní vliv na přírůstek biomasy ryb.

Obiloviny tepelně upravené a současně mačkané vedly v sádkách při třech opakováních ke zlepšení konverze o 7,93 %, tedy nevýznamně nižší vůči tepelně upraveným obilovinám. Rovněž samotné mačkání obilovin se projevovalo zlepšením FCR vůči celým neupraveným obilovinám, a to o 10,34 %. Navíc v letech 2010 pokusy potvrdily statistické zlepšení konverze takto technologicky upravených (mačkaných) obilovin vůči neupraveným obilovinám. Vzhledem k tomu, že mačkání obilovin není nákladné, bohužel ale snižuje jeho trvanlivost při skladování, lze jeho efektu využít především u věkové kategorie kapra K₁–K₂.

Příkrmováním šrotovaných obilovin bylo docíleno statisticky nevýznamně lepší konverze vyjádřené efektivnějším FCR a to o 2,93 % (jednalo se o středně hrubé až hrubé šrotování obilovin, při 8 opakováních na sádkách v letech 2009–2012). Výzkum příkrmování kapra šrotovanými obilovinami na rybnících nebyl realizován, především z důvodů nedostatečného smáčení šrotu a jeho rozplavování.

Tab. 6. Souhrn průměrných dosažených hodnot FCR (\pm SD) a efektivnosti technologicky upraveného krmiva (U_p) docílených na sádkách a rybnících za období 2009–2012.

Pokusné objekty	Tepelně upravené		Bez úpravy		Mačkané	Bez úpravy		Tepelně upravené a mačkané	Bez úpravy		Šrotované	Bez úpravy
	9,73	2,47 \pm 0,09	2,00 \pm 0,40	2,24 \pm 0,14		2,43 \pm 0,10	1,85 \pm 0,73		1,91 \pm 0,64			
Sádky	2,23 \pm 0,13	2,47 \pm 0,09	2,00 \pm 0,40	2,24 \pm 0,14	1,77 \pm 0,50	2,00 \pm 0,40	2,43 \pm 0,10	2,24 \pm 0,14	1,85 \pm 0,73	1,91 \pm 0,64		
U_k FCR [%]	9,73		10,34	7,93							2,93	
*Rybníky	1,69 \pm 0,0	1,94**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U_k FCR [%]	12,89											

* FCR docílený na rybnících byl přepočítán váženým průměrem ve vztahu k jejich výměře (ha)

** bez opakování

Příklad výpočtu efektivnosti (U_p) technologicky upravených obilovin (Fm) je udán níže (v závorkách jsou dosažené krmné koeficienty upravených obilovin v čitateli a neupravených obilovin (Fs) ve jmenovateli)

$$\text{Př.: } U_k \text{ (sledované sádky)} = 100 - \frac{(2,05 + 2,35 + 2,04 + 2,23 + 2,43 + 2,2 + 2,29)}{(2,55 + 2,63 + 2,36 + 2,38 + 2,45 + 2,45 + 2,45)} = 9,73\%$$

4.4. Zhodnocení přikrmování kapra upravenými obilovinami

1. Tepelně upravené obiloviny se projevily účinnější konverzí živin na přírůstek kapra, a to jak v pokusných objektech sádek, tak zejména přikrmováním v rybnících. Potvrzuje se, že kapr jako agastrické zvíře zhodnocuje hygienizované obiloviny významně účinněji, a to o 10–13 % než obiloviny bez úprav. Zlepšené dietetické vlastnosti tepelně upravených obilovin současně s dostatečnou nabídkou přirozené potravy umožňují ve vzájemném působení účinnější konverzi živin na přírůstek ryb. Tepelná úprava obilovin jejich hygienizací vlhkou metodou prokázala zvýšení stravitelnosti a konverze živin na přírůstek ryb. Hledání nových způsobů úpravy krmiv a jejich ověřování pro stabilitu produkce rybníční akvakultury se jeví v budoucnu jako perspektivní.

2. Mačkání obilovin, které rozruší přirozený ochranný obal – ektosperm obilky, zpřístupní živiny v endospermu a částečně tím odstraní i antinutriční vlastnosti obilí, se projevilo pozitivně v pokusných objektech sádek zvýšením konverze až o 10 %. Na rybnících výsledek může být ovlivněn především možnou rozplavitelností, obdobně jako u šrotovaných obilovin. Tento způsob úpravy je proto vhodné aplikovat spíše na menší rybníky – výtažníky pro násady kapra s doporučením podávání krmiva do krmných rámu.

3. Přikrmování tepelně upravenými a současně mačkanými obilovinami se projevilo na sádkách zlepšením konverze o téměř 8 % (7,94 %) a odpovídá úpravě samotného mačkání. Uplatnění této úpravy krmiva pro tržního kapra do hlavních rybníků s ohledem na možnou rozplavitelnost a zvýšené náklady je však přinejmenším problematické.

4. Hrubě šrotované až středně šrotované obiloviny sledované v pokusných objektech sádek se projevily nevýznamně pozitivně (3 %) na konverzi živin do přírůstku ryb. Na rybnících nebyly šroty kvůli rozplavitelnosti testovány.

5. Vyrovnaná bilance živin v rybníkářském hospodaření je docílitelná za předpokladu exploatace přirozené potravy a přiměřeného přikrmování až do úrovně dvojnásobku přirozené produkce. Zaměření pozornosti na živinové bilance rybníků je nejen nástrojem umožňujícím optimalizovat jejich obhospodařování (využívání), ale také příležitostí jak zlepšit management celého povodí. Rozdílné úpravy obilovin, uvedené v technologii, mohou být určitým rámcovým návodem pro udržitelné rybníční hospodaření zaměřené především na zlepšení bilance fosforu v rybníčních soustavách.

4.5. Skladování a manipulace s upravenými obilovinami

Velmi významným aspektem pro konverzi mechanicky upravených obilovin je i jejich uložení. Při jejich dlouhodobém skladování dochází k celé řadě nežádoucích biochemických, chemických případně i fyzikálních změn (Skalický a kol., 2008). Rozrušením celistvosti obilky dochází ke snazší kontaminaci jejího obsahu okolním prostředím. Proto je zvláště důležité mechanicky upravené obiloviny uchovávat v čistém, suchém a větraném prostředí. Mechanická úprava obilovin je podřízena aktuální potřebě přikrmování plůdku a lehkých násad. Nedoporučuje se takto upravené obiloviny skladovat do zásoby. Dále při mačkání obilovin musíme počítat i s nižší specifickou hmotností. Podle Mareše a kol. (2011) mačkání snižuje specifickou hmotnost až o 30 %. Snižováním specifické hmotnosti navyšujeme nároky na aplikaci, která předpokládá podávání mačkaného obilí na krmná místa ohraničená rámy.

Obiloviny tepelně upravené hygienizací odcházejí z výrobního procesu vychlazené s nižším obsahem vody a **jsou stabilizované vůči vnějším vlivům při skladování** v důsledku snížení vlhkosti, vyloučení degradace např. zaplísněním, vyloučení klíčivosti obilí a to vše při zvýšené stravitelnosti polysacharidů. Logistika související s jejich skladováním a aplikací je srovnatelná se standardními krmnými obilovinami.

5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS TECHNOLOGIE

Ze zjištěných výsledků účinnosti obilovin upravených hygienizací a neupravených vyplynul rozdíl, spočívající ve snížení FCR (*Food Conversion Ratio* = krmný koeficient, tj. poměr mezi spotřebovaným krmivem a přírůstkem ryb) o 9,73 % při pokusech v kontrolovatelném prostředí sádek s nízkou přirozenou produkcí a až o 12,89 % v rybnících s přirozenou produkcí odpovídající podmínkám Třeboňska. Pokusy byly prováděny při odchovu věkové kategorie kapr K_3 na K_4 při obvyklých hustotách obsádek a srovnatelné intenzitě přikrmování. Při hodnocení ekonomické efektivity tepelně upravených obilovin byla respektována změna obsahu proteinů a polysacharidů snížením obsahu vody, a tím i zvýšení původního obsahu proteinů a polysacharidů řádově v jednotkách procent. Náklady vlastních technologických úprav ať už mechanických či tepelných jsou vyšší – řádově v desítkách korun na 1 q obilovin. Technologické úpravy mačkáním či šrotováním zvyšují náklady o cca 10–15 Kč na 1 q a tepelné úpravy o cca 20–30 Kč na 1 q.

Rybářství Třeboň, a.s. v současné době spotřebovává ročně 100 t tepelně upravených obilovin. Zvýšením přírůstku o 10–12 % lze očekávat finanční efekt

PŘIKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

ve výši 90–100 000 Kč ročně. S rozšířením využití tepelně upravených krmiv lze získat další úpory nákladů na krmiva v řádu několika set tisíc Kč.

Dalším těžko vyčíslitelným efektem je snížení zatížení rybnických vod o nestravitelné a nevstřebatelné živiny, zejména fosfor (celkový fosfor, TP). Ročně tak lze v případě Rybářství Třeboň, a.s. podle výše uvedených údajů očekávat přímou úsporu TP, který vstupuje do povodí Lužnice, v řádu desítek kilogramů. K dalšímu snížení vstupů TP do vodního prostředí dochází v důsledku vyšší stravitelnosti a vstřebatelnosti aplikovaných tepelně upravených obilovin u významné části obsádek.

6. UPPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ

Využití upravených krmných obilovin jejich tepelnou úpravou, mačkáním, kombinací obou úprav či šrotováním je reálné v širokých provozních podmínkách rybníční akvakultury. V porovnání s granulovanými krmivy mají upravené obiloviny výhodu v příznivé ekonomické dostupnosti, ve výrazně vyšší stabilitě ve vodě (kromě šrotovaných obilovin) a mají téměř srovnatelnou úroveň stravitelnosti jednotlivých součástí (proteinů, BNVL, SE apod.) jako u granulátů. Tento způsob úpravy je vesměs dostupný pro většinu akvakulturních firem nákupem od výrobních a zásobovacích podniků zabývajících se prodejem a distribucí krmiv pro hospodářská zvířata.

Metoda použití upravených obilovin rozšiřuje podmínky účinného přikrmování pro širší věkové rozpětí ročníků odchovávaného kapra. Zatímco neupravené krmné obiloviny se podávají převážně u chovu věkových kategorií K_2 na K_3 a K_3 na K_4 , upravenými obilovinami, zejména mačkanými a šrotovanými, lze přikrmovat už při odchovu K_1 na K_1 a na K_2 po značnou část vegetačního období s velmi příznivými výsledky díky fyziologické dostupnosti živin.

7. SEZNAM LITERATURY

- Abdelghany, E.A., Ahmad, M.H., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polyculture in fertilized ponds. *Aquaculture Research* 33: 415–423.
- Adámek, Z., Berka, R., Hůda, J., 2008. Carp as a traditional food fish from pond aquaculture of the Czech Republic. *World Aquaculture* 39: 52–54/68.
- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. FROV JU, Vodňany, 350 s.
- Alacrón, F.J., Moyano, F.J., Diaz, M., 1999. Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquatic Living Resources* 12: 233–238.
- Anderson, R.L., Wolf, W.J., 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones to soybean processing. *Journal of Nutrition* 125: 581–588.
- Arndt, R.E., Hardy, R.W., Sugiura, S.H., Dong, F.M., 1999. Effect of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour in feeds for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture* 180: 129–145.
- Bauer, C., Schlott, K., 2006. Reaction of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to oxygen deficiency in winter as an example for the suitability of radio telemetry monitoring the reaction of fish to stress factors in pond aquaculture. *Aquaculture Research* 37: 248–254.
- Bühler AG, Švýcarsko, Projektová dokumentace – Hygienisier – und Kompaktiertechnologie HYSYS, pp. 8.
- Burel, C., Boujard, T., Corraze, G., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Mol, K.A., Van Der Geyten, S., Kuhn, E.R., 1998. Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): nutritional value and effect on thyroid status. *Aquaculture* 163: 325–345.
- Cirkovic, M., Jovanovic, B., Maletin, S., 2002. Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Serbia, pp. 197, 207, 213.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, 306 s.
- Davies, S.J., Gouveia, A., 2010. Response of common carp fry fed diets containing a pea seed meal (*Pisum sativum*) subjected to different thermal processing methods. *Aquaculture* 305: 117–123.
- Doležal, P., Zeman, L., Kopřiva, A., 2006. Konzervace a úpravy krmiv. In: Zeman, L., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., et al. (Eds), *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Profi Press, 161–187 s.

PŘÍKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

- Dordević, N., Dinić, B., 2007. Hrana za životinje. Cenzone tech-Europe, d.o.o. Arandelovac. pp. 257–259, 261,265, 464, 466, 467, 469–471, 473.
- Duras, J., Potužák, J., 2012. Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících. Vodní hospodářství 6: 210–216.
- Friedman, M., 1996. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. J. Agricult. Food Chemistry 44: 6–29.
- Füllner, G., Langner, N., Pfeifer, M., 2000. Ordnungsgemäße Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Fischerei Königswarta, pp. 66.
- Gavine, F.M., Phillips, M.J., Murray, A., 1995. Influence of improved feed quality and food conversion ratios on phosphorus loadings from cage culture of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), in freshwater lakes. Aquaculture Research 26: 483–495.
- Ghosh, S.K., Mandal, B.K., Borthakur, D.N., 1984. Effects of feeding rats on production of common carp and water quality in paddy-cum-fish culture. Aquaculture 40: 97–101.
- Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition 13: 17–34.
- Hartman, P., 2012. Model výživy rybniční biocenózy s ohledem na celkový fosfor. In: M. Urbánek (Ed.), Sborník referátů konference Chov ryb a kvalita vody. 24.1 2012. České Budějovice, Rybářské sdružení, České Budějovice: s. 33–48.
- Hartvich, P., Urbánek, M., 2007. Vliv příkrmování obilovin na produkční ukazatele v chovu tržního kapra se zřetelem ke snižování nákladů na krmiva. Ověřená technologie, ZF JU, České Budějovice, 9 s.
- Hejzlar, J., Duras, J., Komárková, J., Turek, J., Žaloudík, J., 2007. Vodárenská nádrž Mostišť: Vyhodnocení monitoringu nádrže a povodí 2006. Biologické centrum AVČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 71 s.
- Hendricks, J.D., Bailey, G.S., 1989. Adventitious toxins. In: J.E. Halver, (Ed.), Fish Nutrition, Academic Press, London, UK, pp. 605–651.
- Hepher, B., 1979. Supplementary diets and related problems in fish culture. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed. Technology, Vol I. Hamburg, DE.
- Hepher, B., Pruginin, Y., 1982. Tilapia culture in ponds under controlled conditions. In R.S.V. Pullin and R.H.L. McConnel (Eds), The biology and culture of tilapias. International Conference on the Biology and Culture of Tilapias, Bellagio, Italy, 2–5 Sep. pp. 185–203.

- Hlaváč, D., Hartman, P., Adámek, Z., Másílko, J., Bláha, M., Pechar, L., Baxa, M., 2013. Vliv přikrmování kapra obilnými krmivými na kvalitu vody a bilanci živin. In: M. Urbánek (Ed.), Chov ryb a kvalita vody II., České Budějovice, Rybářské sdružení České Budějovice: s. 21–30.
- Hlaváč, D., Adámek, Z., Hartman, P., Másílko, J., 2014. Effects of supplementary feeding in carp ponds on discharge water quality – a review. *Aquaculture International* 22: 299–320.
- Hofer, R., Sturmbauer, C., 1985. Inhibitor of trout and carp α -amylase by wheat. *Aquaculture* 48: 277–283.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, C. (Eds), 1992. *Carp and Pond Fish Culture*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications Ltd., UK, 154 pp.
- Hossain, M.A., Focken, U., Becker, K., 2001. Effect of soaking and autoclaving of *Sesbania* seeds on growth and feed utilisation in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture* 203: 133–148.
- Hůda, J., 2009. Produkční účinky obilovin v chovu kapra. Ph.D. práce, ZF JU, České Budějovice, 159 s.
- Jankovic, S., Jovanovic, R., Cirkovic, M., Ljubojevic, D., Rakic, S., Milosevic, N., 2011. Importance and use of grains in fish nutrition. In: Z. Markovic (Ed.), 5th International Conference Aquaculture and Fishery. Belgrade (Serbia), 1–3 June 2011, pp. 103–109.
- Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. MZLU, Brno, 68 s.
- Jovanovic, R., Milisavljevic, D., Sredanovic, S., Levic, J., Duragic, O., 2006. Proizvodnja hrane za ribe različitih fizičkih karakteristika. *Biotechnol. Anim. Husband.*, 22: 339–349.
- Kaushik, S.J., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture* 129: 225–241.
- Kaushik, S., Preface., 1995. Fish nutrition in practice. In: S.J. Kaushik, P. Luquet (Eds), Practice Proceedings of the IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 24–27 June, Bairritz, France, INRA Les Colloques, n 61. Institut National De LA recherche Agronomique, Paris, France, pp. 15–16.
- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 2000. Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fisheries Management and Ecology* 7: 15–22.
- Kudrna, V., 2004. Zušlechťování krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a účinnosti. Uhlíněves VÚŽV, Vědecký výbor výživy zvířat, Praha, 56 s.

PŘIKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

- Liener, I.E., 1994. Implication of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34: 31–67.
- Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M.J. (Eds), 1993. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Academic Press, London, UK, 2964–2965 pp.
- Máchová, J., Valentová, O., Faina, R., Svobodová, Z., Kroupová, H., Mráz, J., 2010. Water pollution by carp originating from different pond management systems. *Bulletin VÚRH Vodňany* 46 (1): 31–38.
- Mareš, J., 2009. Úpravy krmiv. Dostupné z [www: <old.mendelu.cz/~agro/af/rybari/vyuka/honza/9prednaska.ppt >](http://www.old.mendelu.cz/~agro/af/rybari/vyuka/honza/9prednaska.ppt). (Navštíveno 25. 11. 2013)
- Mareš, J., Kopp, R., Brabec, T., 2011. Nové metody v chovu ryb. In: M. Hulík (Ed.), *Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod – sborník referátů konference, Třeboň, Rybářství Třeboň a.s.*, s. 5–13.
- Mareš, J., Kopp, R., Brabec, T., 2012. Kvalita masa kapra obecného – nutriční a senzorické parametry. In: M. Urbánek (Ed.), *Sborník referátů konference Chov ryb a kvalita vody*. 24. 1. 2012. České Budějovice, Rybářské sdružení, České Budějovice, s. 73–80.
- Markovic, Z., Mitrovic-Tutundzic, V., 2003. *Gajenje riba*. Zaduzbina Andrejevic. Beograd, p. 138.
- Masílko, J., Hartvich, P., 2010. Využití upravených obilovin v chovu tržního kapra (přehled). *Utilization of modified cereals in market carp farming (a review)*. *Bulletin VÚRH Vodňany* 46 (2): 35–43.
- Másílko, J., Urbánek, M., Hartvich, P., Hůda, J., 2009. Efektivní přikrmování mechanicky upravenými obilovinami v chovu tržního kapra na rybářství Třeboň a.s. *Edice Metodik*, č. 98, Vodňany, 11 s.
- Moore, L.B., 1985. The role of feeds and feeding in aquatic animals production. *GeoJournal*, 10: 245–251.
- Mráz, J., Picková, J., 2009. Differences between lipid content and composition of different part of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35: 615–623.
- NRC, 1993. U.S. National Research Council. *Nutrients requirements of fish*. National Academy Press, USA, p. 114.
- Oliva-Teles, A., Pereira, J.P., Gouveia, A., Gomes, E., 1998. Utilisation of diets supplemented with microbial phytase by seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquatic Living Resources* 11: 255–259.
- Przybyl, A., Mazurkiewicz, J., 2004. Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Czech Journal of Animal Science* 49: 307–314.

- Refstie, S., Storebakken, T., Roem, A.J., 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. *Aquaculture* 162: 301–312.
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Soccoro, J., Vergara, J.M., Montero, D., Fernandez-Palacios, H., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. *Aquaculture* 130: 219–233.
- Rodehutsord, M., Pfeffer, E., 1995. Effect of supplemental microbial phytase on phosphorus digestibility and utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Water Science and Technology* 31: 143–147.
- Sadowski, J., Trzebiatowski, R., 1995. Fish feeds (in Polish). *Pasze Polskie* (1/2): 110–118.
- Satoh, S., Hernández, A., Tokoro, T., Morishita, Y., Kiron, V., Watanabe, T., 2003. Comparison of phosphorus retention efficiency between rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a commercial diet and a low fish meal based diet. *Aquaculture* 224: 271–282.
- Schäperclaus, W., Lukowicz, M. (Eds), 1998. *Lehrbuch der Teichwirtschaft*, 4.,neubearbeitete Auflage, Parey Buchverlag Berlin, DE, 590 pp.
- Skalický, J., Kroupa, K., Branda, J., Pastorková, L. 2008. Ošetřování a skladování zrnin ve věžových zásobnících a halových skladech. Metodická příručka MZe, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha, 88 s.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, *Water Framework Directive EC60/2000*.
- Steffens, W., 1985. *Grundlagen der Fischernährung*. VEB Gustav fisher Verlag Jena, DE, 226 pp.
- Szumiec, J., 1999. Intenzivní chov kapra v rybnících. *Bulletin VÚRH Vodňany* 4: 165–167.
- Tacon, A.G.J., Jackson, A.J., 1985. Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie, J.G. Bell (Eds), *Nutrition and Feeding in Fish*, Academic Press, London, UK, pp. 119–145.
- Tacon, A.G.J., De Silva, S.S., 1997. Feed preparation and feed management strategies within semiintensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture* 151: 379–404.
- Turk, M., 1994. Croatian freshwater fisheries in 1993. *Ribarstvo*, Zagreb, 52: 119–132.

PŘÍKRMOVÁNÍ KAPRA UPRAVENÝMI OBILOVINAMI

- Turk, M., 1995. Croatian freshwater fisheries in 1994. Ribarstvo, Zagreb, 53: 105–118.
- Urbánek, M., 2009. Vliv příkrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů. Ph.D. práce, ZF JU, České Budějovice, 179 s.
- Van der Ingh, T.S.G.A.M., Olli, J., Krogdahl, Å., 1996. Alcohol-soluble components in soybeans cause morphological changes in the distal intestine of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Journal of Fish Diseases 19: 47–53.
- Wieniawski, J., 1983. Ziwienie karpia. Gospodarka rybna 35 (6): 15–18.



Obr. 7. Tepelná úprava - hygienizace obilovin. Tato úprava je pouhým okem nerozeznatelná od neupravených zrn. Jedinou možností zkoušky tepelné úpravy je kontrola klíčivosti, již obilky po hygienizaci ztrácejí (foto: J. Másílko).



Obr. 8. Mechanická úprava obilovin mačkáním (foto: J. Másílko).



Obr. 9. Mechanická úprava obilovin hrubým šrotováním (foto: J. Másilko).

Interní odborný oponent

doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské
výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybářský
a hydrobiologický,*

Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

Externí odborný oponent

doc. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.

*Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie potravinových a přírodních
zdrojů, katedra zoologie a rybářství,*

Kamýčká 129, 16521 Praha 6 – Suchbát, www.af.czu.cz

Ověření a uplatnění technologie v roce 2013

*Uživatel technologie: Rybářství Třeboň, a.s., se sídlem Rybářská 801, 379 01 Třeboň,
IČ: 608 268 51*

Adresa autorského kolektivu

Ing. Jan Másílko (masilj00@frov.jcu.cz)

Ing. David Hlaváč (hlavac@frov.jcu.cz)

Ing. Pavel Hartman, CSc. (phartman@frov.jcu.cz)

Ing. Martin Bláha, Ph.D. (blaha@frov.jcu.cz)

doc. Ing. Petr Hartvich, CSc. (hartvich@frov.jcu.cz)

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské
výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybářský
a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

Ing. Jan Hůda, Ph.D. (jhuda@rybarstvi.cz)

Rybářství Třeboň Hld. a.s., Rybářská 801, 37901 Třeboň

Ing. Lucie Všeticková, Ph.D. (lucka.kocanda@seznam.cz)

Ústav biologie obratlovců AV ČR, Květná 8, 603 65 Brno

*V edici Metodik (Technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, redakce: prof. Ing. Martin Flajšhans,
Dr.rer.agr., Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková, náklad: 200 ks, 1. vydání,
vytištěno v roce 2014, grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství
JENA Šumperk*



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



ISBN 978-80-87437-84-1



evropský
sociální
fond v ČR



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ