

DYNAMIC OF FATTY ACID SPECTRUM CHANGES IN COMMON CARP MUSCLE DURING INTENSIVE REARING

DYNAMIKA ZMĚN SPEKTRA MASTNÝCH KYSELIN SVALOVINY KAPRA OBECNÉHO BĚHEM INTENZIVNÍHO ODCHOVU

Kukačka¹ V., Fialová² M., Mareš¹ J.

¹Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

²Ústav chemie a biochemie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

Email: kukin@email.cz, Milada.Fialova@seznam.cz, mares@mendelu.cz

ABSTRACT

There was hold a feeding test with common carp fingerling (*Cyprinus Carpio L.*) in the autumn of 2006. The aim was find out knowledge about dynamic of fatty acid spectrum changes and fatty acids content in fishes muscles. The experiment was made at Department of fishery and hydrobiology MZLU in Brno. The carp fingerling was imported just from pond and located in the basin. There where acclimatized to conditions of experimental basin (temperature 21°C, pH 7,85). Fish where fed by commercial feed DAN-EX 1344. Feeding ratio was 1-1,5% of weight of fishes. The fatty acids spectrum in the feed significantly induced fatty acid spectrum experimentally fish muscles. On the end of experiment the fish meal contented 1,9-2,5- fold of polyunsaturated fatty acid EPA and DHA. The content of n-6 fatty acids decreased and the n-3 fatty acid content grew gradually during test. This was very important and positive for bilateral proportion of those values n-3/n-6 fatty acids (this argument was 1,449 in the 7th week of experiment).

Key words: fatty acid, common carp, intensive rearing,

ÚVOD

Tradiční systém produkce kapra obecného v tržní velikosti (2,5 – 3,5 kg) trvá v podmínkách České republiky 3-4 roky. Základem tohoto našeho systému je využívání přirozené potravy v rybnících během vegetační sezóny (duben až září) a přirozeném zimování (listopad až březen). Při zimování se ryby sjedou do mělkých prohlubní ve dně rybníků, kde je teplota vody 4°C, a jsou ve stadiu „zimního spánku“. Nepřijímají potravu, mají snížený klidový metabolismus, snížený tep i frekvenci dýchání, nepřirůstají. Pro zabezpečení všech životních pochodů i bazálního metabolismu využívají glykogen, který mají nashromážděn v hepatopankreatu (až 15% jeho hmotnosti). Při využití odpadních vod z chladících věží elektráren v akvakulturních systémech lze výrobní cyklus kapra zkrátit o jeden až dva roky. Tyto systémy mají podobu betonových žlabů s možností regulace teploty napájecí vody. Díky tomu jsou schopny udržet po celé zimní období teplotu chovného prostředí na úrovni zajišťující při předkládání dobrého krmiva vysoký přírůstek a přežití plůdku. Na jaře jsou potom vysazovány do rybníků ryby o hmotnosti, která umožní jejich další rychlý růst a dosažení nižší tržní hmotnosti hned v na konci druhé vegetační sezóny (obvykle kolem 1,2-2,0 kg). Pokud je cílová hmotnost vyšší (nad 2,5 kg) ryby se nasazují do rybníků na dvě vegetační sezóny a výrobní cyklus je tedy tříletý.

Druhým aspektem tohoto způsobu odchovu je zachování kvality rybího masa, coby finálního produktu jeho chovu. Produkce kapra na našem území se vyznačují určitými specifiky. Chov kaprů je polointenzivní až extenzivní (základem produkce je přirozená potrava, doplňovaná u mladších ročníků ryb granulovanou směsí na bázi obilnin, u starších pak pouze obilninami). Ryby by měli minimálně 1/3 ze své celkové hmotnosti přirůst právě z přirozené potravy, proto musí být alespoň poslední vegetační sezónu před dosažením tržní hmotnosti chovány v rybničním prostředí. Produkce dle těchto postupů je důležitá pro dodržení standardu ochranné známky „Český kapr“. V blízké budoucnosti se očekává zavedení písemné garance kvality masa kaprů produkovaných pod touto známkou. Tato garance by měla obsahovat, kromě základních údajů o chemickém složení masa, i údaje o obsahu mastných kyselin svaloviny těchto ryb. Vystává tedy otázka jak ovlivní různé způsoby odchovu kaprů chemické složení a obsah mastných kyselin jejich svaloviny.

Dynamika změn mastných kyselin ve svalovině ryb během krmného testu není příliš publikovanou problematikou. Naprostá většina autorů popisuje stav spektra mastných kyselin na počátku a na konci krmného testu, nikoliv jeho průběh. Důvodem může být vliv mnoha faktorů (teploty, použitého krmiva, velikosti krmné dávky, obsahu kyslíku..).

MATERIÁL A METODIKA

Na podzim 2006 proběhl na Oddělení rybářství a hydrobiologie (ORH) experiment sledující dynamiku změn hmotnostního a procentického zastoupení mastných kyselin obsažených ve svalovině plůdku kapra obecného. Ryby, užitkový meziliniový kříženec kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) Pohořelický lysec x Ropšínský kapr, byly dodány firmou Rybníkářství Pohořelice a.s. přímo z rybničního prostředí. Po převozu na pracoviště ORH,

byly ryby podrobeny preventivní léčebné koupeli v 2,5% roztoku NaCl a poté aklimatizovány na hydrochemické podmínky experimentálního zařízení. Teplota v nádrži byla udržována na 21°C a nasycení vody kyslíkem se pohybovalo od 54-96%. pH vody se pohybovalo v rozmezí 7,49-8,11. Rybám bylo předkládáno komerčně vyráběné krmivo DAN-EX 1344 (13% tuku, 44% proteinu) fi. Dannafeed. Po týdenním postupném návyku byla krmná dávka ustavena na úrovni 1-1,5% hmotnosti obsádky ryb, dle úrovně zatížení prostředí. V týdenních intervalech byly odebrány 3 ks plůdku a provedeny analýzy chemického složení a spektra mastných kyselin svaloviny. První odběr proběhl těsně před začátkem procesu navykání na krmivo. Korekce krmné dávky probíhala společně kontrolním zjišťováním hmotnosti a čištěním komplexu nádrže v dvoutýdenních intervalech. Pro vyhodnocení experimentů byly použity výsledky chemických analýz svaloviny (sušina, obsah tuku a proteinu) a spektra mastných kyselin svaloviny ryb. Obsah tuku ve vzorcích byl stanovován metodou dle Soxhleta s 12 hodinovou extrakcí diethyléterem. Obsah a složení mastných kyselin bylo stanoveno po extrakci směsí methanolu a chloroformu, dle FOLCH et al. (1957), na plynovém chromatografu HP 4890 D na kapilární koloně DB-23. Výsledky byly statisticky zpracovány Scheffeho metodou mnohonásobného porovnávání programem UNISTAT 5.1. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny v tabulkách malými písmeny, vysoce průkazné rozdíly ($p < 0,01$) pak velkými písmeny. Mezi hodnotami označenými stejnými nebo žádnými písmeny není statisticky významný rozdíl. U tabulky 2. jsou pro přehlednost označeny pouze vysoce statisticky průkazné rozdíly.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Během krmných testů byl sledován vliv předkládaného krmiva na chemické složení a na změny v obsahu a spektra mastných kyselin svaloviny pokusných ryb. Změny v obsahu mastných kyselin, sušiny a tuku v svalovině ryb během pokusu zachycuje tabulka 1. Ryby po převozu na experimentální zařízení s, ve srovnání s přírodními podmínkami, nepřírodně vysokou teplotou prostředí reagovali v 1. týdnu po nasazení sníženým příjmem krmiva a poklesem obsahu tuku v tkáních. Při následném odběru byl zjištěn u ryb výrazný nárůst obsahu tuku i sušiny. V dalším týdnu se obsah tuku i sušiny vrátil k původním hodnotám a poté až do konce experimentu měly klesající tendenci. Vlivem krmiva na chemické složení tkání se zabývali KLADROBA (2000) a SADOWSKI et al. (2000). Ti ale shodně konstatovali zvyšování obsahu tuku i sušiny ve svalovině ryb na konci pokusu ve srovnání s počátkem. V našem případě má na postupný pokles tuku i sušiny u ryb zřejmě nízká úroveň krmné dávky. Pokles obsahu tuku ve svalovině se zákonitě projevil i na klesajícím obsahu mastných kyselin.

Z tohoto hlediska má mnohem vyšší vypovídající hodnotu tabulka 2., ve které jsou uvedeny hodnoty procentického zastoupení mastných kyselin ve svalovině pokusných ryb během testu. U kyseliny myristové došlo k statisticky významnému zvýšení obsahu v 6., 7., a 8. týdnu ve srovnání s počátkem experimentu. To odpovídá údajům které publikovali SADOWSKI et al. (2000) a HADJINIKOLOVA (2004). Podobně došlo ke snížení obsahu vlivem krmiva i u kyseliny γ -linoleové (0,407% v 1.týdnu na 0,146% a 0,172% v 7.

respektive v 8. týdnu). Zastoupení polynenasycených mastných kyselin eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA) se statisticky vysoce průkazně zvýšilo od 6. respektive od 7. týdne experimentu. U DHA se zastoupení zvýšilo o 183 - 190% (z 4,566% na 13,416%) , u EPA v průměru o 258% (1,392% na 5,534%). K podobným údajům došel i SADOWSKI et al.(2000).

Ze souhrnných údajů bylo zjištěno vysoce statisticky průkazné zvýšení obsahu nasycených mastných kyselin v 7. týdnu (28,844%) oproti týdnu 3. (24,436%). U celkových n-6 mastných kyselin došlo k průkaznému snížení obsahu v 7. týdnu (15,380%) ve srovnání s týdnem 1. a 2. (22,602% resp. 22,999%). Suma n-3 kyselin se naopak vlivem předkládaného krmiva zvýšila o 153% (8,504% v 1. týdnu na 22,196 22,196% v 7. týdnu experimentu). Obdobný vývoj popsali i RUNGE et al. (1987) i SADOWSKI (2000). U vzájemného poměru n-3/n-6 mastných kyselin svaloviny testovaných ryb došlo k vysoce průkaznému zlepšení tohoto ukazatele hned v 1. týdnu po počátku testace. V následných odběrech byly zjištěny další navazující zvyšování hodnot n-3/n-6 (viz. Tabulka 2.) Nejlepšího vzájemného poměru (1,449) bylo dosaženo 7. týden testace. Světová zdravotnická organizace (WHO, 2003) doporučuje vzájemný poměr n-3/n-6 FA v celkové denně přijímané potravě na úrovni 1: 5-10, tedy v desetinné podobě 0,1-0,2.

Tab.1 Obsah mastných kyselin, obsah sušiny a tuku u ryb v jednotlivých odběrech během experimentu a u testovaného krmiva

(g.kg-1)	Vstup	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	5. odběr	6. odběr	7. odběr	8. odběr	DAN-EX 1344
C14:0	0,386 ^a	0,418	0,934 ^b	0,502	0,573	0,506	0,686	0,409	0,358	5,479
C16:0	9,824	7,163	14,203	8,545	9,000	6,790	6,483	3,952	3,074	18,832
C16:1	2,603	1,783	4,200	2,386	1,841	1,821	1,988	0,829	0,718	5,218
C18:0	3,417 ^a	2,422	3,816	2,857	3,105	2,098	1,723	1,127 ^b	0,782 ^b	3,469
C18:1	20,315 ^{Aa}	13,393	24,048	18,239	14,675	12,116	11,527	4,858 ^b	4,060 ^B	19,295
C18:2n-6	8,104 ^a	6,910	10,758	6,787	6,815	4,888	4,563	2,240	1,959 ^b	14,558
C18:3n-6	0,207 ^a	0,139	0,273	0,155	0,132	0,091	0,089	0,029	0,027 ^b	0,102
C18:3n-3	0,782	0,712	1,681	0,705	0,705	0,600	0,533	0,257	0,231	2,466
C20:1	1,087	0,797	2,129	1,368	1,405	0,991	0,961	0,659	0,496	5,374
C20:4n-6	2,333 ^A	1,850	2,814	1,899	2,080	1,297	0,949	0,640 ^B	0,455 ^B	0,648
C20:5n-3	0,655 ^A	0,879	2,301 ^B	1,163	1,629	1,160	1,395	1,083	0,828	9,660
C22:4n-6	0,012 ^{Aa}	0,170 ^b	0,312 ^{Bb}	0,197 ^{Bb}	0,210 ^{Bb}	0,119	0,083	0,051	0,034	0,058
C22:5n-6	0,713 ^A	0,032 ^B	0,047 ^B	0,023 ^B	0,053	0,025	0,021	0,015	0,010	0,185
C22:5n-3	0,500 ^A	0,464	1,123 ^B	0,619	0,774	0,493	0,479	0,362	0,252	2,297
C22:6n-3	2,175 ^{Aa}	2,392	5,646 ^{Bb}	3,155	4,949 ^b	3,067	3,210	2,510	2,008	11,214
Σ SFA	13,628	10,003	18,953	11,904	12,678	9,394	8,893	5,488	4,214	27,779
Σ MUFA	24,005	15,973	30,378	21,993	17,921	14,928	14,476	6,346	5,273	29,886
Σ PUFA	15,481 ^a	13,549	24,955	14,703	17,348	11,742	11,322	7,185	5,803 ^b	41,190
Σ (n-6)	11,369 ^A	9,101	14,205	9,062	9,291	6,421	5,705	2,973 ^B	2,484 ^B	15,552
Σ (n-3)	4,112 ^A	4,448 ^B	10,751	5,642	8,057	5,320	5,617	4,211	3,319	25,638
Σ (n-3)/(n-6)	0,190 ^A	0,195 ^B	0,567	0,305	0,420	0,301	0,343	0,272	0,206	1,630
sušina	21,60	23,35	24,64	23,94	23,22	24,56	23,07	23,15	22,86	91,880
tuk	6,53	5,51	10,25	6,85	6,54	5,31	5,17	2,81	2,29	12,270

SFA- C14:0; C16:0; C18:0 MUFA-C16:1n7; C18:1n9c; C18:1n7; C20:1 PUFA- C18:2n6c; C18:3n6; C18:3n3; C18:4n3; C20:4n6; C20:4n3; C20:5n3; C22:4n6; C22:5n6; C22:5n3; C22:6n3 Σ (n-6)- C18:2n6c; C18:3n6; C20:4n6; C22:4n6; C22:5n6 Σ (n-3)- C18:3n3; C18:4n3; C20:4n3; C20:5n3; C22:5n3; C22:6n3

Tab.2 Spektrum mastných kyselin u ryb v jednotlivých odběrech během experimentu a u testovaného krmiva (v % z celkových mastných kyselin)

(%)	Vstup	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	5. odběr	6. odběr	7. odběr	8. odběr	DAN-EX 1344
C14:0	0,709 ^A	1,058	1,245	1,024	1,213	1,405 ^b	1,992 ^B	2,045 ^B	2,313 ^B	5,542
C16:0	18,527	18,050	19,053	17,519	18,635	18,688	18,582	20,888	19,943	19,050
C16:1	4,371	4,465	5,594	4,852	3,829	4,972	5,633	4,300	4,651	5,278
C18:0	6,660	6,103	5,114	5,893	6,435	5,797	4,897	5,911	5,066	3,509
C18:1n9c	36,373	33,581	31,987	37,334	30,450	33,297	32,621	25,162	26,341	19,518
C18:2n6c	15,856	17,503	14,456	13,932	14,223	13,592	13,168	11,485	12,692	14,727
C18:3n6	0,407 ^A	0,348	0,360	0,318	0,271	0,250	0,247	0,146 ^B	0,172 ^B	0,103
C18:3n3	1,506	1,812	2,216	1,433	1,455	1,687	1,529	1,330	1,494	2,495
C20:1n9	1,960 ^A	2,012	2,865 ^B	2,798 ^B	2,926 ^B	2,739 ^B	2,760 ^B	3,397 ^B	3,222 ^B	5,436
C20:4n6	4,834	4,640	3,799	3,936	4,293	3,596	2,746	3,399	2,952	0,656
C20:5n3	1,392 ^A	2,244	3,102	2,364	3,373	3,216	4,072 ^B	5,534 ^B	5,362 ^B	9,772
C22:4n6	0,024 ^A	0,426 ^B	0,426 ^B	0,409 ^B	0,435 ^B	0,332	0,238	0,269	0,216	0,059
C22:5n6	1,481 ^A	0,081 ^B	0,063 ^B	0,047 ^B	0,105 ^B	0,070 ^B	0,061 ^B	0,080 ^B	0,064 ^B	0,187
C22:5n3	1,040	1,178	1,517	1,269	1,601	1,374	1,383	1,916	1,627	2,324
C22:6n3	4,566 ^A	6,062	7,581	6,463	10,190	8,451	9,320	13,416 ^B	13,059 ^B	11,344
Σ SFA	25,896	25,211	25,413	24,436	26,284	25,890	25,471	28,844	27,322	28,101
Σ MUFA	42,704	40,058	40,446	44,983	37,205	41,009	41,014	32,859	34,214	30,232
Σ PUFA	31,106	34,294	33,520	30,171	35,945	32,567	32,765	37,576	37,639	41,667
Σ (n-6)	22,602 ^A	22,999	19,103	18,642	19,327	17,839	16,460	15,380 ^B	16,096	15,732
Σ (n-3)	8,504 ^A	11,295	14,417	11,529	16,618	14,728	16,304	22,196 ^B	21,542 ^B	25,935
Σ (n-3)/(n-6)	0,376 ^A	0,491 ^{AB}	0,755 ^{ABC}	0,618 ^{ABC}	0,860 ^{BC}	0,826 ^{BC}	0,991 ^{CD}	1,449 ^{DE}	1,340 ^{DE}	1,649

SFA- C14:0; C16:0; C18:0 *MUFA*-C16:1n7; C18:1n9c; C18:1n7; C20:1 *PUFA*- C18:2n6c; C18:3n6; C18:3n3; C18:4n3; C20:4n6; C20:4n3; C20:5n3; C22:4n6; C22:5n6; C22:5n3; C22:6n3 **Σ (n-6)**- C18:2n6c; C18:3n6; C20:4n6; C22:4n6; C22:5n6 **Σ (n-3)**- C18:3n3; C18:4n3; C20:4n3; C20:5n3; C22:5n3; C22:6n3

ZÁVĚR

Z výsledků vycházejících z tohoto testu lze konstatovat, že spektrum mastných kyselin ve svalovině kapra lze ovlivnit předkládaným krmivem. Téměř všechny sledované mastné kyseliny v mase ryb i jejich souhrnné hodnoty se svými hodnotami postupně přibližovali hodnotám zjištěným v předkládaném krmivu. Zároveň lze konstatovat, že na syntézu mastných kyselin u kapra má vliv více faktorů, neboť dynamika změn nebyla u všech sledovaných ukazatelů stejná.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován s podporou grantu IG 270251 „Vliv intenzity chovu na nutriční hodnotu kapra obecného se zaměřením na spektrum mastných kyselin“ uděleného Interní grantovou agenturou MZLU v Brně.

LITERATURA

FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509. ISSN 0021-9258

HADJINIKOLOVA, L.: The influence of nutritive lipid sources on the growth and chemical and fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio L.*). *Arch. of Polish Fish.*, 2004, 12, 2: 111-119

KLADROBA, D. : Efektivnost použití krmných směsí při chovu plůdku kapra (*Cyprinus carpio L.*) ve speciálním zařízení. Diplomová práce, MZLU v Brně, 2000, 60 s.

RUNGE, G., STEINHART, H., SCHWARZ, F. J., KIRCHGESNER, M.: Influence of different fats with varying addition of α -tokoferyl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio L.*). *Fat Sci. Technol.*, 1987, 89: 389-393. ISSN 0931-5985

SADOWSKI, J., TRZEBIATOWSKI, R., ODEBRALSKA, D., WIELOPOLSKA, M., WOJCIECHOWSKI, B.: Effect of commercial feeds on growth and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio L.*) kept in power station cooling water. *Journal of Polish Agricultural University*, 2000, 3, 2: 1-11, ISSN 1505-0297

WHO: Diet, nutrition and the prevention chronic diseases. *Report of point WHO/FAO expert consultation*, 2003, 148 p., ISSN 0512-3054