

Comparison and Analysis of Lipid Content of the Common Goldfish

Jianqiao Wang, Peng Ji, Xiaoyan Xie, Longsheng Sun, Xuedi Du, Xiaojing Dong*

College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu
Email: xjdong@yzu.edu.cn

Received: Feb. 26th, 2020; accepted: Mar. 12th, 2020; published: Mar. 19th, 2020

Abstract

Goldfish, one of the most important ornamental fish in the world, is extremely rich in morphological variations. The present study was conducted to analyze and compare the crude lipid content in whole fish, abdominal muscle, dorsal muscles, hepatopancreas and biochemical index of serum among eight goldfish breeds. Here, we report that both crude lipid content and distribution are varied between different goldfish breeds. This suggests that dietary lipid requirement might be different from breed to breed. Our results not only provide scientific basis for the research and development of special feed for different varieties of goldfish, but also indicate that goldfish is an excellent model for lipid metabolism research.

Keywords

Goldfish, Lipid, Serum, Whole Fish, Muscle, Hepatopancreas

常见金鱼品种的脂肪含量比较与分析

王剑桥, 纪鹏, 谢晓艳, 孙龙生, 杜雪地, 董小敬*

扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州
Email: xjdong@yzu.edu.cn

收稿日期: 2020年2月26日; 录用日期: 2020年3月12日; 发布日期: 2020年3月19日

摘要

金鱼含有丰富的变异类型, 是世界上最重要的观赏鱼之一。本实验比较分析了八个常见金鱼品种(草种为草金, 蛋种为望天、虎头和水泡, 文种为琉金、珍珠、狮头和鹤顶红)全鱼和不同组织的脂肪含量, 发现

*通讯作者。

金鱼不同品种在全鱼、腹肌、背肌、肝胰脏脂肪含量以及与脂肪代谢相关的血清生化指标上存在显著不同。这提示不同金鱼品种可能对饲料脂肪含量存在不同的需求,为金鱼不同品种专用饲料研究和开发提供了科学依据,同时也表明金鱼是研究鱼类脂肪代谢差异的良好模型。

关键词

金鱼, 脂肪, 血清, 全鱼, 肌肉, 肝胰脏

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

金鱼是世界上最重要的观赏鱼之一。虽然金鱼与鲫鱼为同一物种[1],但金鱼的体形体态却与鲫鱼相差甚远,而且金鱼本身包含丰富的变异类型。传统上,人们根据金鱼品种的体形、尾鳍、背鳍特征将其分为草种、文种和蛋种三个品系,其中草种金鱼体形较为细长和侧扁且具有背鳍,文种金鱼体形较肥短具有背鳍,而蛋种金鱼体形肥短无背鳍[2]。鱼类体形的形成是受遗传、环境因素共同影响的结果,并且与机体代谢密切相关[3]。

肝脏和肌肉是鱼类脂肪沉积的主要部位。在经济鱼类中,脂肪组织有两种分布模式:以内脏脂肪组织为主和以皮下脂肪组织为主,前者以草鱼、罗非鱼和大黄鱼为代表,后者的典型代表是大菱鲆[4]。与鲫鱼相比,长期人工选择使金鱼的遗传多样性显著降低[3],更适合作为研究鱼类脂肪代谢差异的优良模型。因此,本研究采用传统有机溶剂萃取法[5]检测并比较不同品种金鱼各组织脂肪含量,探讨不同形态金鱼脂肪沉积部位的差异。

2. 材料与方 法

2.1. 材料

本实验所需八种 2 龄的金鱼品种(草金、望天、虎头、水泡、琉金、珍珠、狮头和鹤顶红)均由江苏省扬州市杨庄养殖场提供,每种 21 尾。投喂饲料为天邦股份有限公司精养淡水鱼配合饲料(%):粗蛋白 ≥ 35.0 ,粗脂肪 ≥ 3.0 ,粗纤维 ≤ 8.0 ,水分 ≤ 12.0 等。投喂次数为每天 2 次。养殖环境为露天水泥池,池的长宽高为 5 m \times 4 m \times 0.4 m,水深 0.3 m,2~3 天人工换水一次。

采样前,用 MS222 (150 mg/L) 对实验鱼进行麻醉,随机选取 6 尾于 -20°C 冷冻保存作为全鱼样品,再随机选取 6 尾静脉取血后取内脏团,剩余 12 尾取背肌,腹肌和肝胰脏。其中血液静置于 4°C 冰箱过夜后, 4°C 、4000 r/min, 10 min,吸取血清置于液氮中, -80°C 保存,其余组织 -20°C 保存。

2.2. 方法

脂肪测定前,将全鱼和组织样品解冻后 65°C 烘干至恒重,使用手持式粉碎机粉碎,称取 1 g 左右样品装入专用滤纸袋,采用上海晟声(Sonnen)半自动脂肪测定仪检测全鱼及各组织中脂肪的含量。血清于冰上融化后采用贝克曼库尔特 AU5800 全自动生化分析仪检测生化指标。

2.3. 数据统计

将记录在册的实验数据输入 Excel 中进行整理,使用 SPSS 16.0 进行数据统计,单因素方差分析

(ANOVA)达到显著水平的($P < 0.05$)的用 Tukey 检验进行多重比较, 数据表示为“平均值 \pm 标准差”。

3. 结果与分析

3.1. 各组织脂肪含量

整体来看, 金鱼不同品种的全鱼脂肪含量及其分布均存在明显区别(表 1), 如虎头与草金的全鱼脂肪含量相差 9 倍以上, 腹肌脂肪含量最高的珍珠与最低的草金更相差 15 倍以上。草金的全鱼、腹肌、背肌和肝胰腺的脂肪含量显著低于其他品种($P < 0.05$), 内脏团的脂肪含量与望天、珍珠和鹤顶红无显著差异($P > 0.05$), 但显著低于其他品种($P < 0.05$)。水泡的全鱼和腹肌脂肪含量显著低于除草金外的其他品种($P < 0.05$), 背肌、内脏团和肝胰腺的脂肪含量显著低于除草金、狮头和望天外的其他品种($P < 0.05$), 而同属于蛋种品系的虎头的全鱼、腹肌和内脏团的脂肪含量均显著高于其他各组($P < 0.05$)。在文种金鱼中, 琉金全鱼和肝胰腺的脂肪含量显著高于除虎头外的其他品种($P < 0.05$), 珍珠的腹肌和背肌以及狮头的肝胰腺脂肪含量显著高于其他品种($P < 0.05$)。

Table 1. Crude fat content of the organizations (% , fresh)

表 1. 金鱼各组织脂肪含量(% , 鲜样基础)

样品	草金	望天	虎头	水泡	琉金	珍珠	狮头	鹤顶红
全鱼	0.81 \pm 0.02 ^e	3.82 \pm 0.18 ^c	7.74 \pm 0.50 ^a	1.95 \pm 0.08 ^d	5.00 \pm 0.36 ^b	3.99 \pm 0.56 ^e	3.79 \pm 0.06 ^c	2.74 \pm 0.10 ^d
腹肌	0.60 \pm 0.01 ^d	4.60 \pm 0.60 ^{bc}	8.48 \pm 0.59 ^a	4.06 \pm 0.12 ^c	5.66 \pm 0.23 ^b	9.22 \pm 0.86 ^a	5.85 \pm 0.90 ^b	3.60 \pm 0.05 ^c
背肌	0.63 \pm 0.00 ^e	1.23 \pm 0.07 ^c	1.94 \pm 0.02 ^b	0.82 \pm 0.07 ^{de}	1.47 \pm 0.25 ^e	2.56 \pm 0.28 ^a	0.93 \pm 0.05 ^d	1.35 \pm 0.08 ^c
内脏团	1.32 \pm 0.10 ^{de}	1.75 \pm 0.04 ^{cde}	5.14 \pm 0.44 ^a	1.01 \pm 0.13 ^e	2.50 \pm 0.03 ^{bc}	2.04 \pm 0.16 ^{bcd}	2.71 \pm 0.08 ^b	1.90 \pm 0.07 ^{cd}
肝胰腺	0.74 \pm 0.01 ^d	1.00 \pm 0.07 ^c	1.51 \pm 0.17 ^{ab}	0.88 \pm 0.08 ^{cd}	1.59 \pm 0.13 ^a	1.07 \pm 0.03 ^c	1.63 \pm 0.09 ^a	1.31 \pm 0.04 ^b

注: 同行不同字母的数据之间具有显著差异($P < 0.05$)。Data with different superscript letters in the same row are significantly different ($P < 0.05$)

3.2. 血清生化指标

望天的血清胆固醇含量显著高于狮头和鹤顶红($P < 0.05$)但与其他各品种无显著性差异($P > 0.05$), 而其血清甘油三酯含量除与虎头无显著差异外($P > 0.05$)显著高于其他各品种($P < 0.05$)。琉金的血清高密度脂蛋白显著高于虎头、水泡和鹤顶红($P < 0.05$), 与其他各组无显著差异($P > 0.05$)。望天的低密度脂蛋白显著高于草金、虎头、狮头和鹤顶红, 与其他各组无显著性差异($P > 0.05$)。此外, 草金的谷丙转氨酶和谷草转氨酶显著低于除水泡外的其他各品种($P < 0.05$), 但是总蛋白和白蛋白与其他各组无显著差异($P > 0.05$) (表 2)。

4. 讨论

草金体形细长, 全鱼及检测的各组织(内脏团除外)的脂肪含量均低于其他品种。另外 7 种金鱼的全鱼脂肪含量及其分布也存在显著差异。珍珠的全鱼脂肪含量与望天最为接近, 内脏中脂肪的含量也与望天接近, 但其背肌和腹肌的脂肪含量却显著高于望天。虎头的全鱼脂肪含量显著高于珍珠, 相应地虎头内脏和肝胰腺中的脂肪也显著高于珍珠, 但腹肌和背肌脂肪含量却低于珍珠。琉金全鱼、背肌、腹肌和内脏的脂肪含量均显著低于虎头, 但肝胰腺脂肪含量却略高于虎头。狮头与鹤顶红体形最为接近, 但全鱼及各组织的脂肪含量均存在显著区别。相似地, 望天全鱼和所有检测组织中的脂肪含量均显著低于虎头, 但是血清中的甘油三酯和胆固醇含量却是所有检测品种中最高的。这表明, 经过几百年的人工选择, 金鱼不同品种不仅在体形上出现了分化, 在脂肪的蓄积能力、蓄积部位和代谢上也产生了巨大差异。

Table 2. Serobiochemical indicators of goldfish
表 2. 金鱼血清生化指标

生化指标	草金	望天	虎头	水泡	琉金	珍珠	狮头	鹤顶红
TG (mmol/L)	3.24 ± 0.49 ^{bc}	7.38 ± 0.40 ^a	5.42 ± 0.21 ^{ab}	3.90 ± 0.29 ^{bc}	3.96 ± 0.15 ^{bc}	2.53 ± 0.18 ^c	2.72 ± 0.17 ^c	3.37 ± 0.40 ^{bc}
HDL (mmol/L)	2.07 ± 0.07 ^{ab}	2.08 ± 0.04 ^{ab}	1.55 ± 0.02 ^b	1.63 ± 0.09 ^b	2.26 ± 0.31 ^a	2.07 ± 0.18 ^{ab}	1.87 ± 0.16 ^{ab}	1.95 ± 0.13 ^{ab}
LDL (U/L)	1.05 ± 0.13 ^b	1.45 ± 0.06 ^a	1.18 ± 0.04 ^{ab}	1.30 ± 0.09 ^{ab}	1.13 ± 0.05 ^{ab}	1.06 ± 0.07 ^{ab}	0.92 ± 0.19 ^b	0.94 ± 0.08 ^b
CHO (mmol/L)	4.45 ± 0.77 ^{ab}	5.85 ± 0.53 ^a	4.33 ± 0.70 ^{ab}	4.48 ± 0.43 ^{ab}	5.06 ± 0.33 ^{ab}	4.51 ± 0.33 ^{ab}	4.26 ± 0.66 ^b	4.20 ± 0.40 ^b
ALT (U/L)	11.00 ± 2.64 ^d	63.00 ± 1.73 ^b	135.66 ± 9.50 ^a	17.00 ± 1.73 ^d	54.33 ± 7.23 ^{bc}	15.33 ± 1.52 ^d	43.33 ± 4.93 ^c	18.66 ± 1.52 ^d
AST (U/L)	357.33 ± 29.28 ^e	858.00 ± 73.72 ^{ab}	654.00 ± 75.43 ^c	360.33 ± 15.88 ^e	757.66 ± 87.52 ^{bc}	444.33 ± 61.01 ^{de}	932.66 ± 46.43 ^a	594.66 ± 19.29 ^{cd}
TP (g/L)	32.10 ± 2.54 ^{ab}	36.55 ± 2.16 ^a	25.84 ± 1.73 ^b	24.85 ± 3.32 ^b	27.85 ± 5.42 ^{ab}	25.33 ± 0.89 ^b	23.46 ± 3.54 ^b	35.99 ± 3.75 ^a
ALB (g/L)	12.50 ± 1.05 ^{ab}	16.33 ± 1.30 ^a	9.60 ± 1.70 ^b	10.36 ± 1.60 ^b	10.13 ± 1.76 ^b	10.46 ± 0.55 ^b	9.10 ± 1.57 ^b	15.16 ± 1.93 ^a
GLO (g/L)	19.59 ± 1.69 ^{abc}	20.21 ± 1.49 ^{ab}	16.24 ± 1.25 ^{bcd}	14.48 ± 1.73 ^d	19.05 ± 1.36 ^{abcd}	14.86 ± 0.76 ^{cd}	14.34 ± 1.97 ^d	21.49 ± 2.98 ^a
ALP (U/L)	67.66 ± 1.93 ^{bc}	92.00 ± 3.00 ^{ab}	98.33 ± 2.01 ^a	75.66 ± 2.29 ^{abc}	88.00 ± 4.52 ^{abc}	63.33 ± 6.11 ^{bc}	66.66 ± 9.81 ^{bc}	61.33 ± 1.50 ^c
LDH (U/L)	468.00 ± 43.96 ^e	1614.33 ± 88.43 ^a	894.33 ± 44.95 ^{bcd}	533.33 ± 84.88 ^{de}	943.33 ± 13.19 ^{bcd}	1105.33 ± 51.79 ^{bc}	672.00 ± 27.53 ^{cde}	1270.00 ± 51.72 ^{ab}

TG: 甘油三酯; HDL: 高密度脂蛋白; LDL: 低密度脂蛋白; CHO: 胆固醇; ALT: 谷丙转氨酶; AST: 谷草转氨酶; TP: 总蛋白; ALB: 白蛋白; GLO: 球蛋白; ALP: 碱性磷酸酶; LDH: 乳酸脱氢酶。注: 同行不同字母的数据之间具有显著差异($P < 0.05$)。Data with different superscript letters in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

根据实验结果我们推测, 不同品种的金鱼在脂肪需求上可能存在差异。然而, 目前我国金鱼养殖并无专用饲料[6], 且不同品种的金鱼共用同一种饲料是金鱼养殖场和玩家的通行做法。而与脂肪需求不匹配的饲料脂肪含量极有可能会造成脂肪饥饿或脂肪过度沉积, 影响养殖金鱼的健康。每年季节交替时, 金鱼养殖场经常发生个别品种金鱼的大规模死亡现象[7], 这可能是因为不同品种金鱼的抗应激和抗病能力存在差异, 可能也与长期摄食过高或过低脂肪水平的饲料有关。因此, 针对不同品种金鱼开展脂肪需求研究, 确定常见金鱼品种的最适脂肪水平, 研制不同品种金鱼的专用饲料已成为金鱼养殖市场的刚性需求。

基金项目

省部共建淡水鱼类发育生物学国家重点实验室开放课题(2019KF006)和扬州大学大学生学术科技创新基金(X20190623)共同资助。

参考文献

- [1] Wang, J., Liu, S., Xiao, J., *et al.* (2014) Evidence for the Evolutionary Origin of Goldfish Derived from the Distant Crossing of Red Crucian Carp X Common Carp. *BMC Genetics*, **15**, 33. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-33>
- [2] 王春元. 我国金鱼品种的分类与命名[J]. 淡水渔业, 1984(4): 30-33.
- [3] Wang, S.Y., Luo, J., Murphy, R.W., *et al.* (2013) Origin of Chinese Goldfish and Sequential Loss of Genetic Diversity Accompanies New Breeds. *PLoS ONE*, **8**, e59571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059571>
- [4] (2015) Evaluation of the Distribution of Adipose Tissues in Fish Using Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Aquaculture*, **448**, 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.002>

- [5] Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H. (1957) A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, **226**, 497-509.
- [6] 金晓峰, 张涛. 金鱼养殖现状及发展的几点建议[J]. 科学养鱼, 2019(8): 77-78.
- [7] 张思朋. 金鱼养殖中易发病死亡的关键环节与对策[J]. 科学养鱼, 2015(5): 121-122.