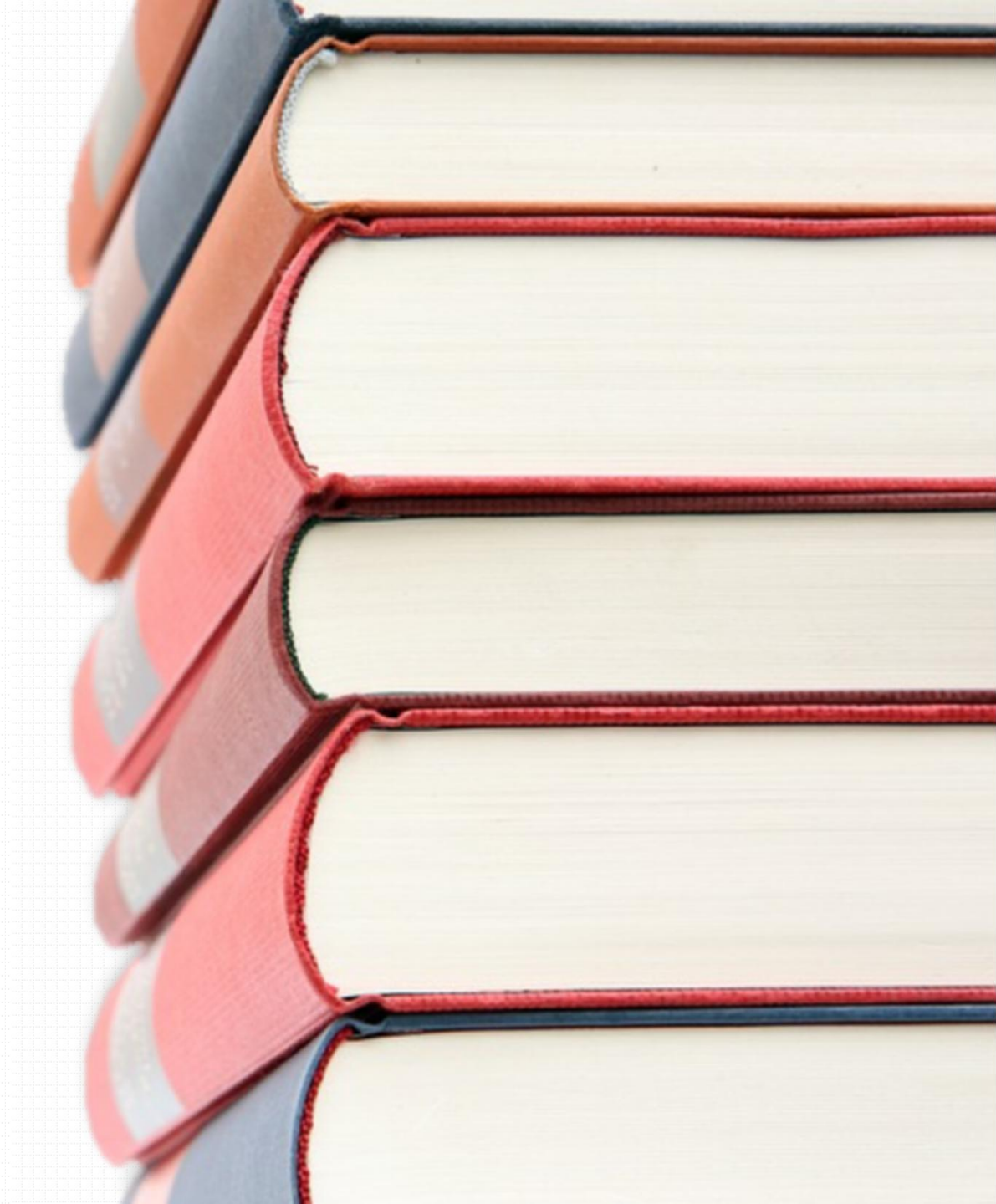


读书报告

- 汇报时间：2018年8月04日
- 汇报人：赵文丽





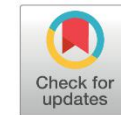
Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Aquaculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquaculture



Effects of starvation on glucose and lipid metabolism in gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III)



Hongyan Li^{a,b}, Wenjie Xu^a, Junyan Jin^{a,*}, Yunxia Yang^a, Xiaoming Zhu^a, Dong Han^a,
Haokun Liu^a, Shouqi Xie^a

^a State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei, China

^b University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

饥饿对鲫鱼糖脂代谢的影响

目 录

CONTENTS

01 PART ONE 研究背景

03 PART THREE 结果与讨论

02 PART TWO 材料和方法

04 PART FOUR 学习与收获



01

— • PART ONE • —

研究背景



解绶启：

现为中国科学院水生生物研究所研究员、淡水生态与生物技术国家重点实验室副主任，兼任《水生生物学报》副主编、Aquaculture Nutrition编委、Aquaculture Research编委、《中国水产科学》编委、《淡水渔业》编委、中国水产动物营养与饲料研究会副主任委员、全国饲料工业标准化技术委员会水产饲料分会委员、中国海洋湖沼学会鱼类学分会理事、湖北省海洋与湖沼学会副理事长。

主要研究领域：**鱼类营养学、鱼类能量学、无公害集约化养殖技术基础等。**



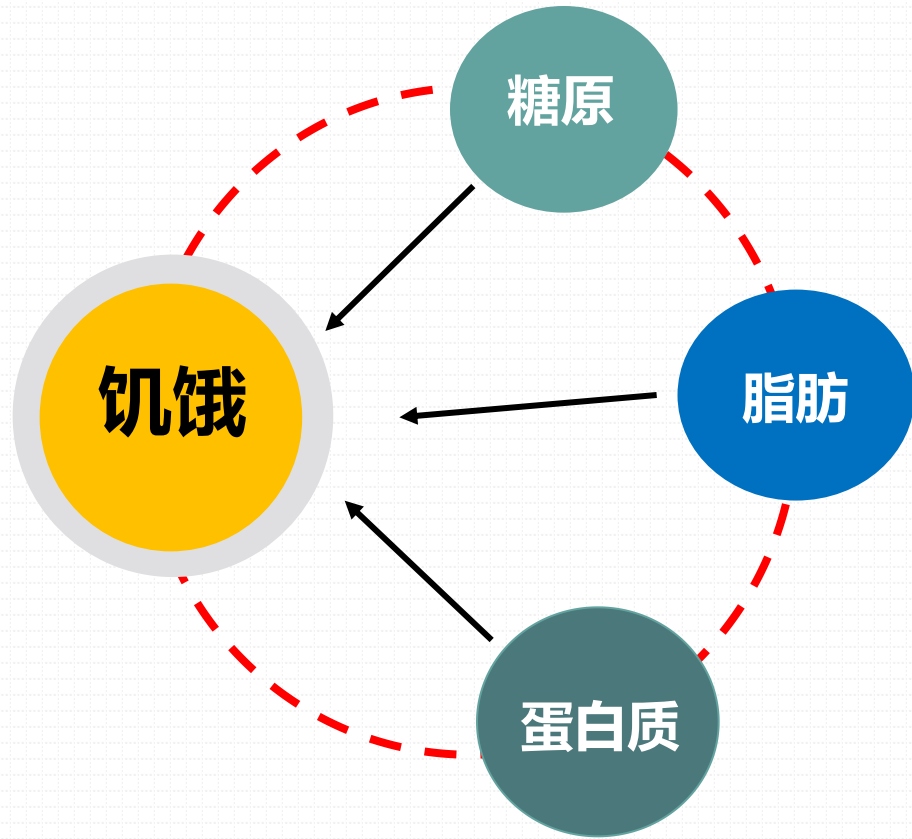
在自然界，**饥饿**是许多动物包括鱼类中一种无处不在的营养挑战。

大部分的鱼类会经历一些短期的饥饿，例如**季节影响、产卵迁移、繁殖、不良环境条件**等。

饥饿时期，鱼体会出现什么样的反应？

- 激素的分泌。
- 血浆指标的变化。
- 与能量维持有关的基因表达。
- 相关途径关键酶的表达与活性变化。

饥饿时期，鱼类的应对策略是什么呢？



- 饥饿会激发鱼体消耗能源储备来供能。**糖原和脂质**是鱼类主要的能源储备。
- 饥饿期间，**肝糖原和肌糖原分解、糖酵解、糖异生以及脂肪分解、脂肪合成和脂肪酸氧化**都参与能量供应的调控。
- **不同鱼类在利用它们的能量储备方面具有不同的策略**，糖原、脂类和蛋白质的消耗供能可能**与物种有关**。在饥饿的过程中，大西洋鳕鱼、北梭子鱼和金鲈鱼等，最初利用脂质作为主要的能量来源，而鳗鱼、金鱼和鲈鱼最初都是利用组织的肌肉蛋白来供能。

- **鲫鱼** (*Carassius auratus gibelio var. CAS III*)，分布广泛的淡水鱼，生长快、营养和经济价值高。
- 在饥饿期间，鲫鱼的脂质和糖原动员有关的分子调控仍不清楚。
- 因此，为了研究鲫鱼因饥饿引起的脂质和葡萄糖代谢的调节，在0 d、1 d、2 d、7 d、21 d进行禁食，对血浆代谢物、甘油三酯、糖原含量及相关基因的mRNA水平进行了分析。





02

PART TWO

材料和方法

1、实验鱼

- ◆ 111.13 ± 0.65 g 的无病原体鲫鱼 (*Carassius auratus gibelio* var. *CAS III*) 。

2、养殖条件:

- ◆ 室内循环系统暂养一个月，每天 8:30和14:30投喂（按体重的3%）。
- ◆ 正式实验期间，水温 27.7 ± 0.12 °C，氨氮含量为 0.16 ± 0.02 mg· L⁻¹，溶氧为 6.69 ± 0.10 · mg L⁻¹，pH为 6.78 ± 0.17 。

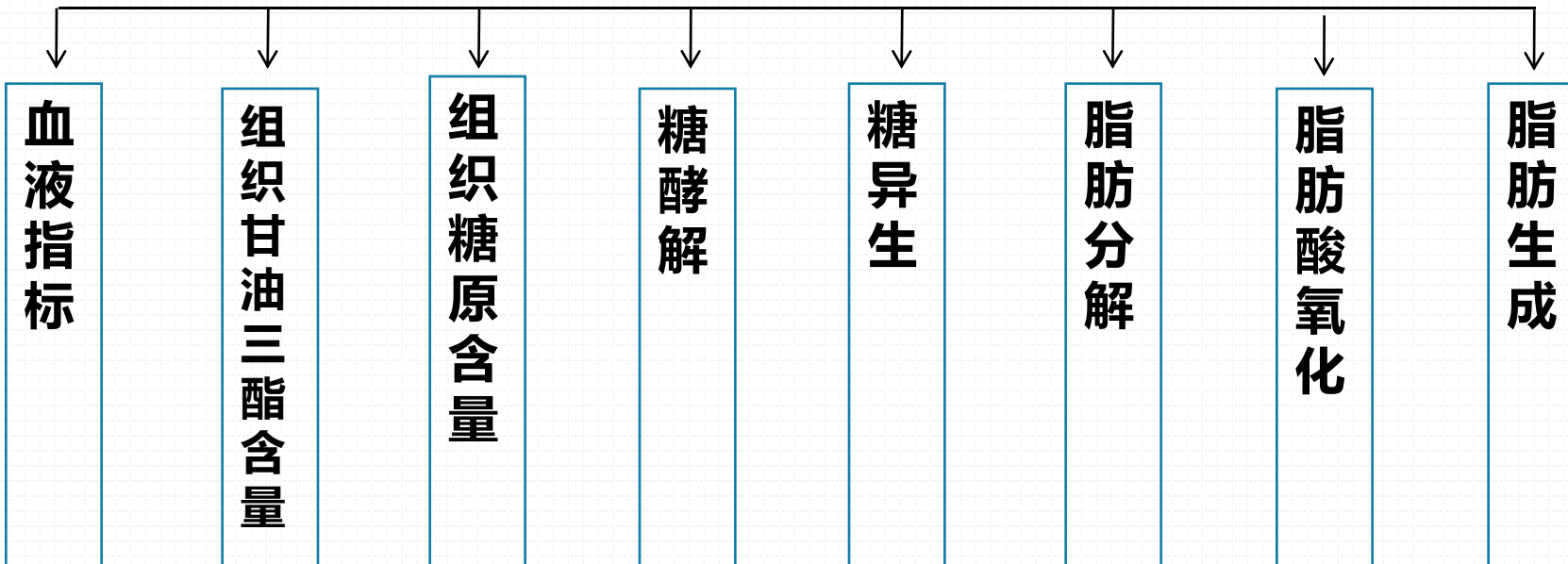
3、实验分组

- ◆ 分为4组分别禁食0d（对照组）、1d、2d、7d、21d；每组3个重复；每个重复6条鱼。每组实验结束后，麻醉，取每条鱼的**全血、肝脏和肌肉**。



111.13 ± 0.65 g 的无病原体鲫鱼，每天 8:30和14:30投喂，暂养1个月

禁食0d (对照组)、1d、2d、7d、21d，取全血、肝脏和肌肉





03

PART THREE

结果与讨论

饥饿期间鲫鱼的血浆代谢物水平

Plasma metabolite		Starvation time				
		0 d	1 d	2 d	7 d	21 d
Glucose (mmol/L)	血糖	2.20 ± 0.14 ^{bc}	2.78 ± 0.39 ^c	1.82 ± 0.11 ^{ab}	1.30 ± 0.07 ^a	1.48 ± 0.05 ^a
Triglycerides (mmol/L)	甘油三酯	2.99 ± 0.35 ^d	2.68 ± 0.32 ^{cd}	2.01 ± 0.07 ^{bc}	1.45 ± 0.14 ^{ab}	0.82 ± 0.13 ^a
Free fatty acids (mEq/L)	游离脂肪酸	0.26 ± 0.05 ^{ab}	0.18 ± 0.06 ^a	0.22 ± 0.02 ^a	0.50 ± 0.08 ^c	0.39 ± 0.06 ^{bc}
Cholesterol (mmol/L)	胆固醇	5.45 ± 0.15	4.90 ± 0.21	5.90 ± 0.25	5.95 ± 0.6	5.71 ± 0.53

数据表示为平均值±SEM (n = 6)。同一行中具有相同上标字母的平均值没有显著差异 (P > .05)。

可能是由于饥饿期间葡萄糖作为燃料动员而引起的血糖降低。此外，为了满足代谢需求并在长期饥饿期间维持稳定的葡萄糖水平，可能激活糖原分解或糖异生途径。血浆中游离脂肪酸的升高，可能是由于脂肪动员造成的。



组织糖原和甘油三酯含量

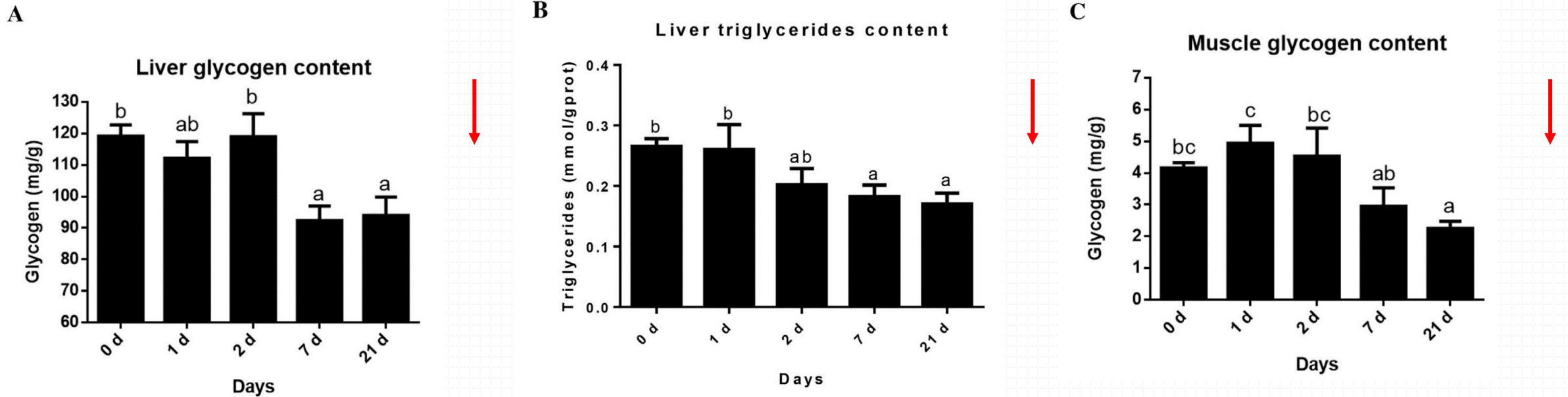


Fig. 1. Liver glycogen content (A) and triglycerides levels (B) and muscle glycogen content (C) of gibel carp subjected to starvation for 0 d, 1 d, 2 d, 7 d, and 21 d. Data are expressed as the mean \pm SEM (n = 6). Columns with the same superscript letter were not significantly different ($P > .05$).

禁食期间，肝糖原含量下降，说明肝糖原分解作为维持血糖水平的来源，但在饥饿7d后，血糖和肝糖原水平的同时下降，表明**饥饿期间肝糖原分解并不能维持正常的血糖水平**。肌肉糖原含量只在21d时下降，说明**饥饿期间机体首先消耗肝糖原作为血糖水平的来源。甘油三酯的下降，可能是用来分解供能。**

葡萄糖转运蛋白

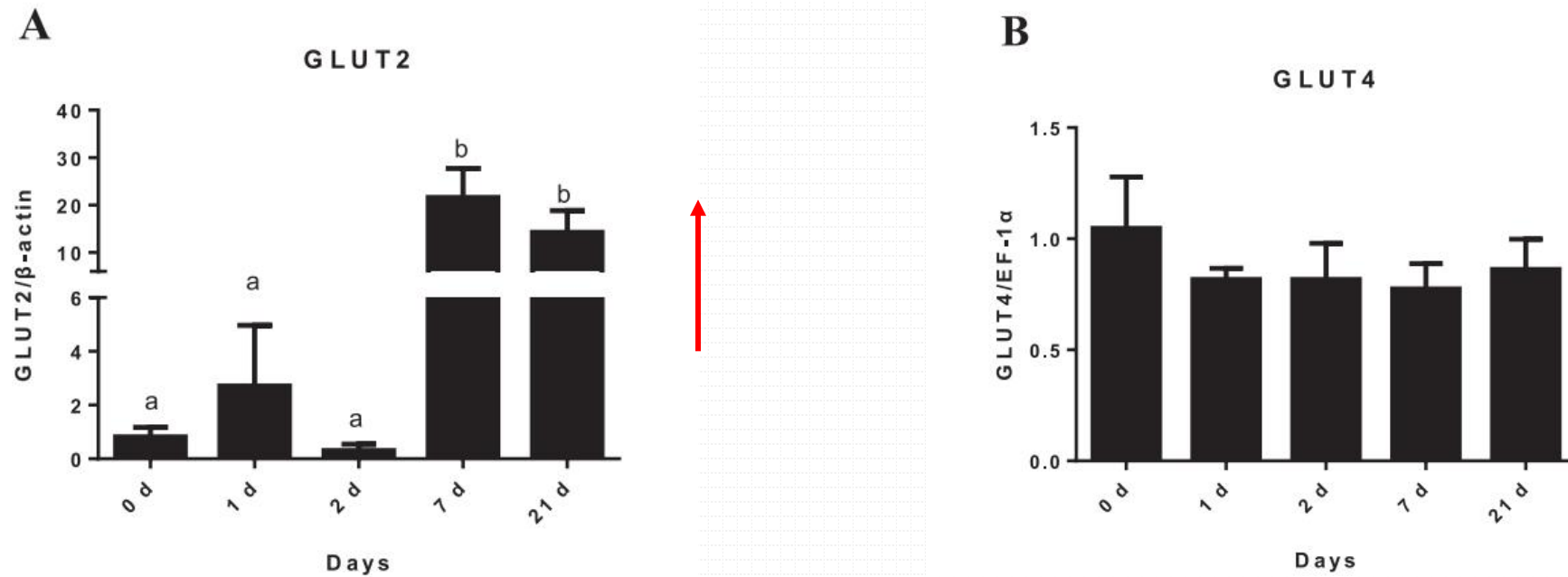
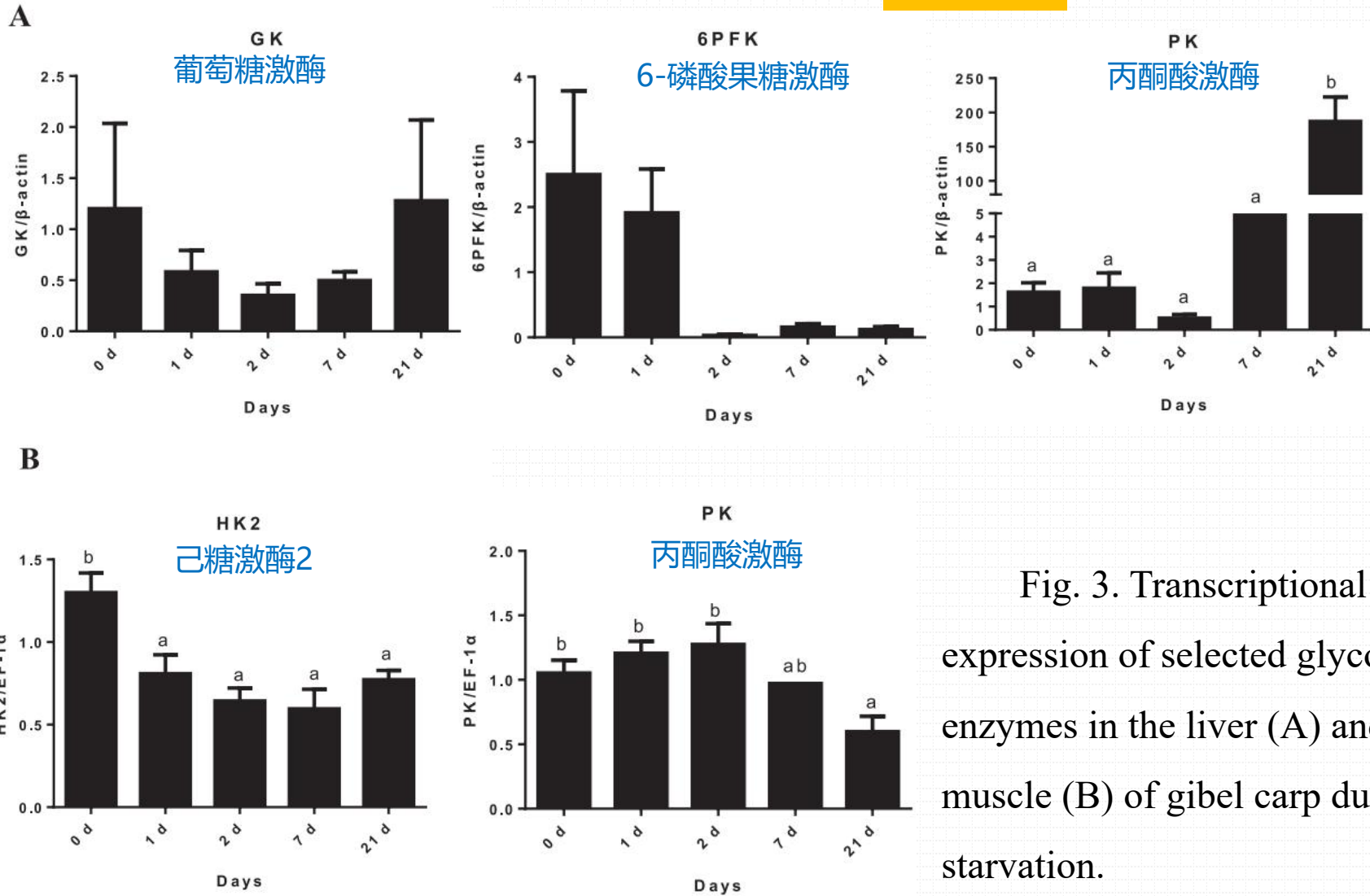


Fig. 2. Transcriptional expression of glucose transporters in the liver (A) and muscle (B) of gibel carp during starvation.

GLUT2参与肝细胞的葡萄糖传感，促进葡萄糖进出肝细胞并进入血浆；GLUT4在肌肉和脂肪细胞中，将葡萄糖从细胞内转运到细胞表面。有助于降低血糖水平。

饥饿7d GLUT2的 mRNA水平上调，可能是由于葡萄糖从肝细胞转运到血液中，以维持血糖。GLUT4的 mRNA水平没有显著变化，说明饥饿期间，与肝脏相比，肌肉对维持血糖稳定所起的作用不大。

糖酵解



只有第21d, 肝脏中PK的mRNA表达量升高, 其他的酶都没有显著变化。

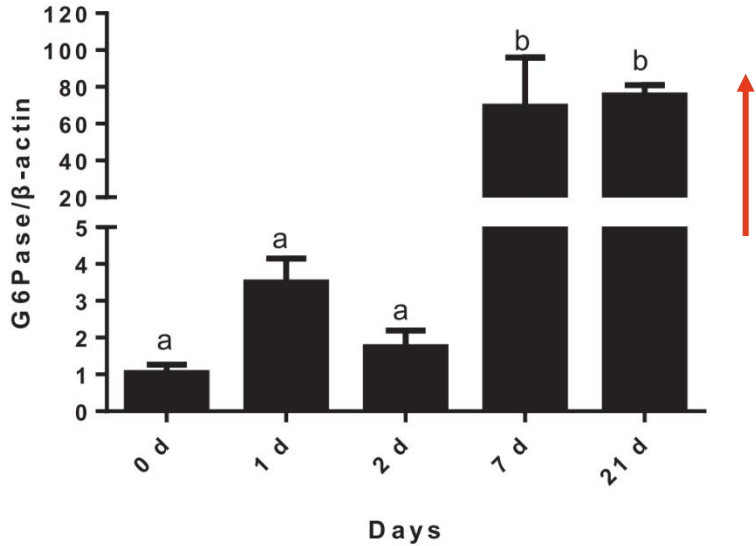
可能是由于有氧机制和无氧机制对食物缺乏反应的敏感性较低。

Fig. 3. Transcriptional expression of selected glycolytic enzymes in the liver (A) and muscle (B) of gibel carp during starvation.

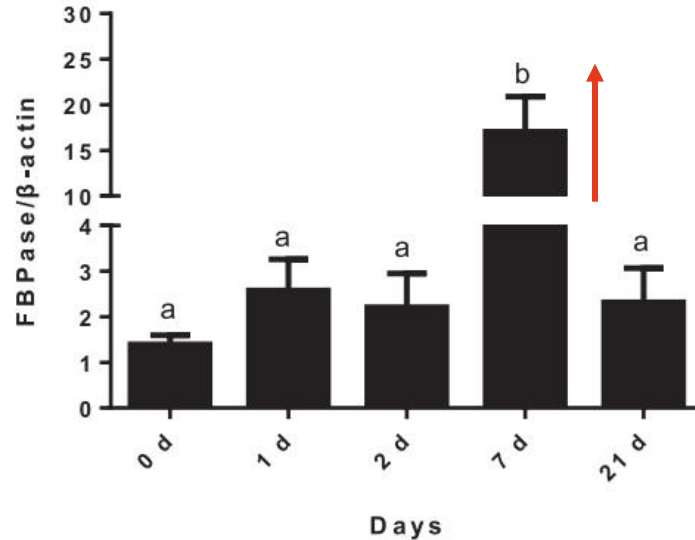


糖异生

葡萄糖6磷酸酶
G6Pase



果糖-1, 6-二磷酸酶
FBPase



磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶
PEPCK

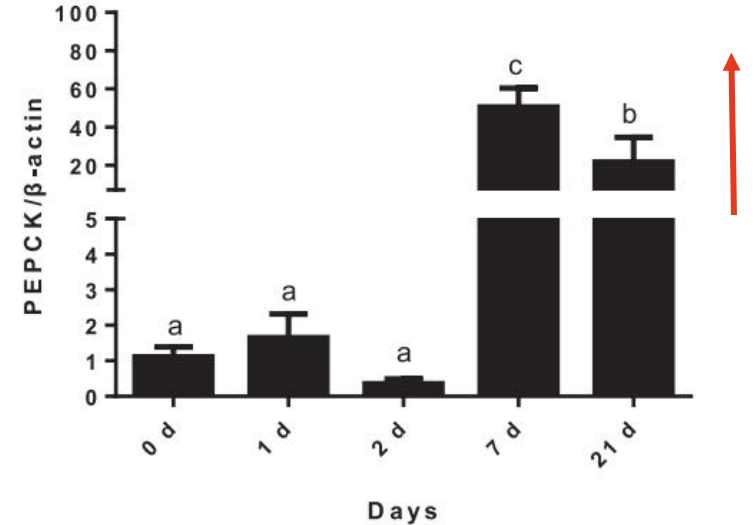


Fig. 4. Transcriptional expression of selected gluconeogenic enzymes in the liver of gibel carp during starvation.

糖异生作用的增强，引起了葡萄糖的从头合成，并结合糖原分解过程，共同维持鲫鱼饥饿期间的葡萄糖稳态。

脂肪分解

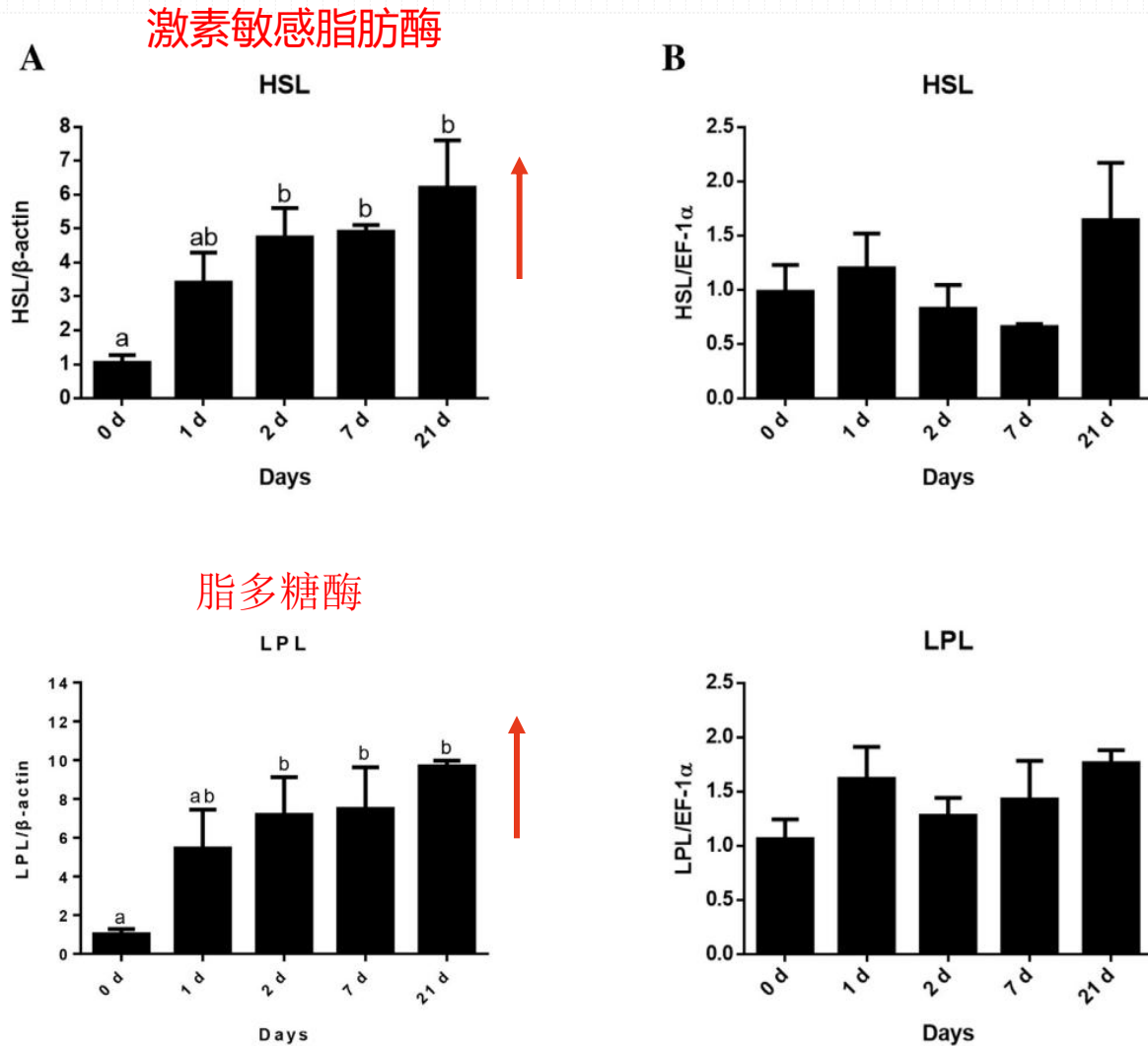
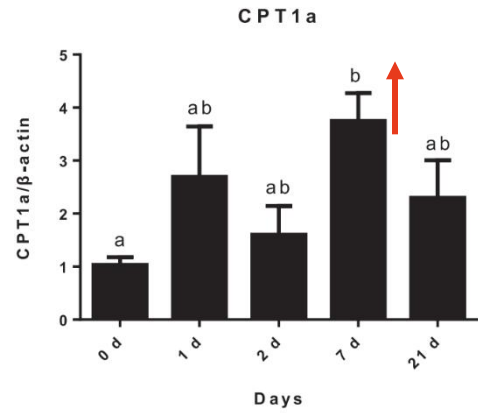


Fig. 5. Transcriptional expression of selected lipolytic enzymes in the liver (A) and muscle (B) of gibel carp during starvation.

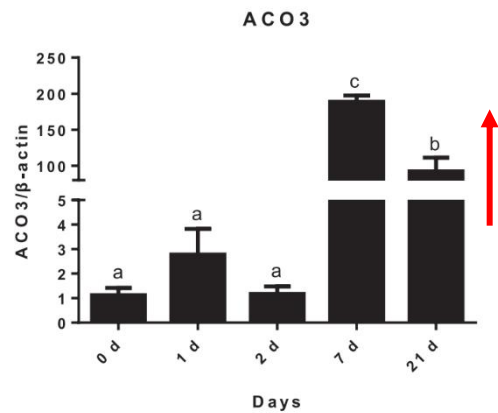
➤ 肝脏中HSL和LPL mRNA水平上调，说明脂肪分解显著增强，**用于机体供能**，与尼罗罗非鱼的结果一致。

脂肪酸氧化

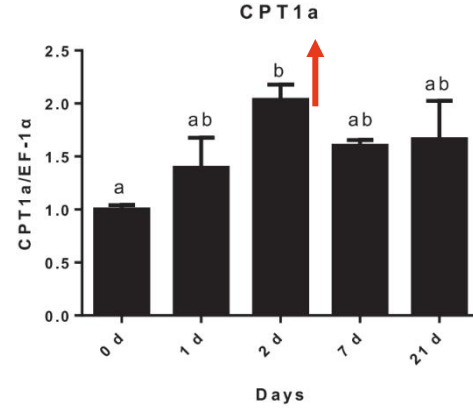
A 脂酰肉碱移位酶



酰基辅酶A氧化酶



B



ACO3

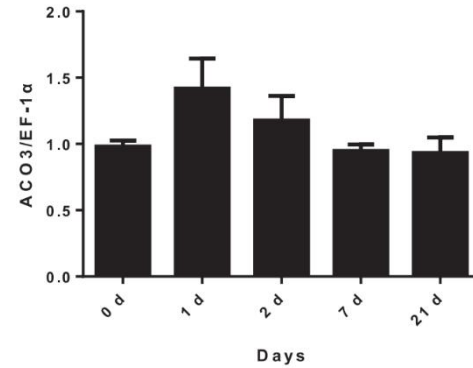


Fig. 6. Transcriptional expression of selected fatty acid oxidation enzymes in the liver (A) and muscle (B) of gibel carp during starvation.

CPT1a和ACO3 的上调，表明饥饿期间尤其是饥饿前期，脂肪酸的氧化供能增强。

脂肪生成

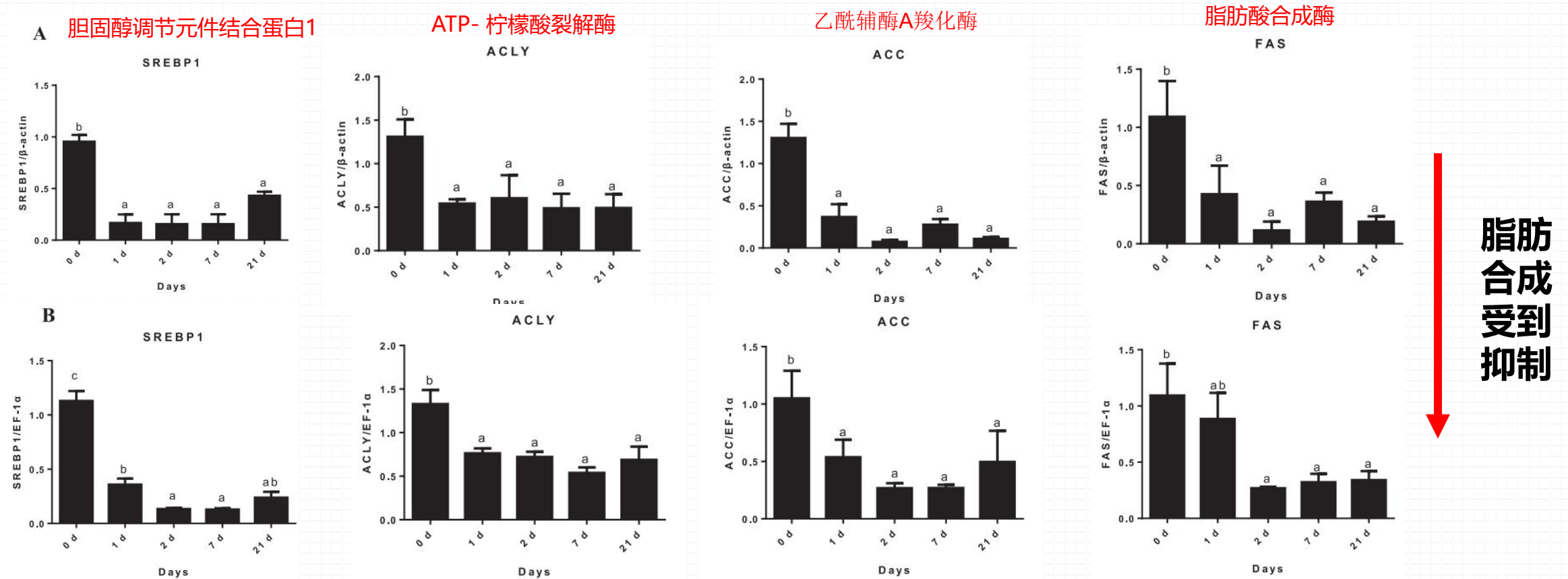


Fig. 7. Transcriptional expression of selected enzymes and transcription factors involved in lipogenesis in the liver (A) and muscle (B) of gibel carp during starvation.

饥饿可能会诱发脂质分解代谢(脂肪分解和脂肪酸 β -oxidation)和抑制脂肪生成来动员脂肪储备, 为机体供能。



结论：

- ◆ 肝糖原和甘油三酯的消耗、肌肉糖酵解的抑制以及糖原生成的增强，都有助于鲫鱼在饥饿期间维持血糖水平。
- ◆ 饥饿期间能量的供应，是通过促进脂肪分解和脂肪酸氧化过程，以及抑制脂肪酸合成来维持的。
- ◆ 饥饿期间，鲫鱼在动员能量储备时，特定于组织，具有不同的优先次序和敏感性。

- 通过阅读这篇文献，查阅相关资料，使我对脂代谢和糖脂代谢以及两者的联系有了更多的了解。
- 这篇文章从血液指标、糖原含量、糖代谢和脂代谢这几个方面分析问题，测定的指标较为全面。但是文章的数据只通过mRNA表达水平进行分析，具有一定的局限性。
- 在用荧光定量PCR分析相关基因的mRNA表达水平时，肝脏和肌肉两种组织所用的内参基因不同，这与我们所有组织均用一个内参基因有所不同。

请各位老师同学 批评指正!

■ 汇报时间：2018年8月04日

■ 汇报人：赵文丽

