



河南师范大学

NENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

# 工作总结 (2.13-4.27)

2019年4月28日

宋东莹





# 目录

01 2019年联合基金项目书谈论

02 文献查阅，撰写博士论文方案

03 黄河鲤繁育工作的开展



# 目录

01

2019年联合基金项目书谈论

02

文献查阅，撰写博士论文方案

03

黄河鲤鱼繁育工作的开展



# 结合2019年联合基金项目书，查阅相关文献，制定博士论文技术路线。

全部文献 (1453)

配置同步...

最近添加

未分类

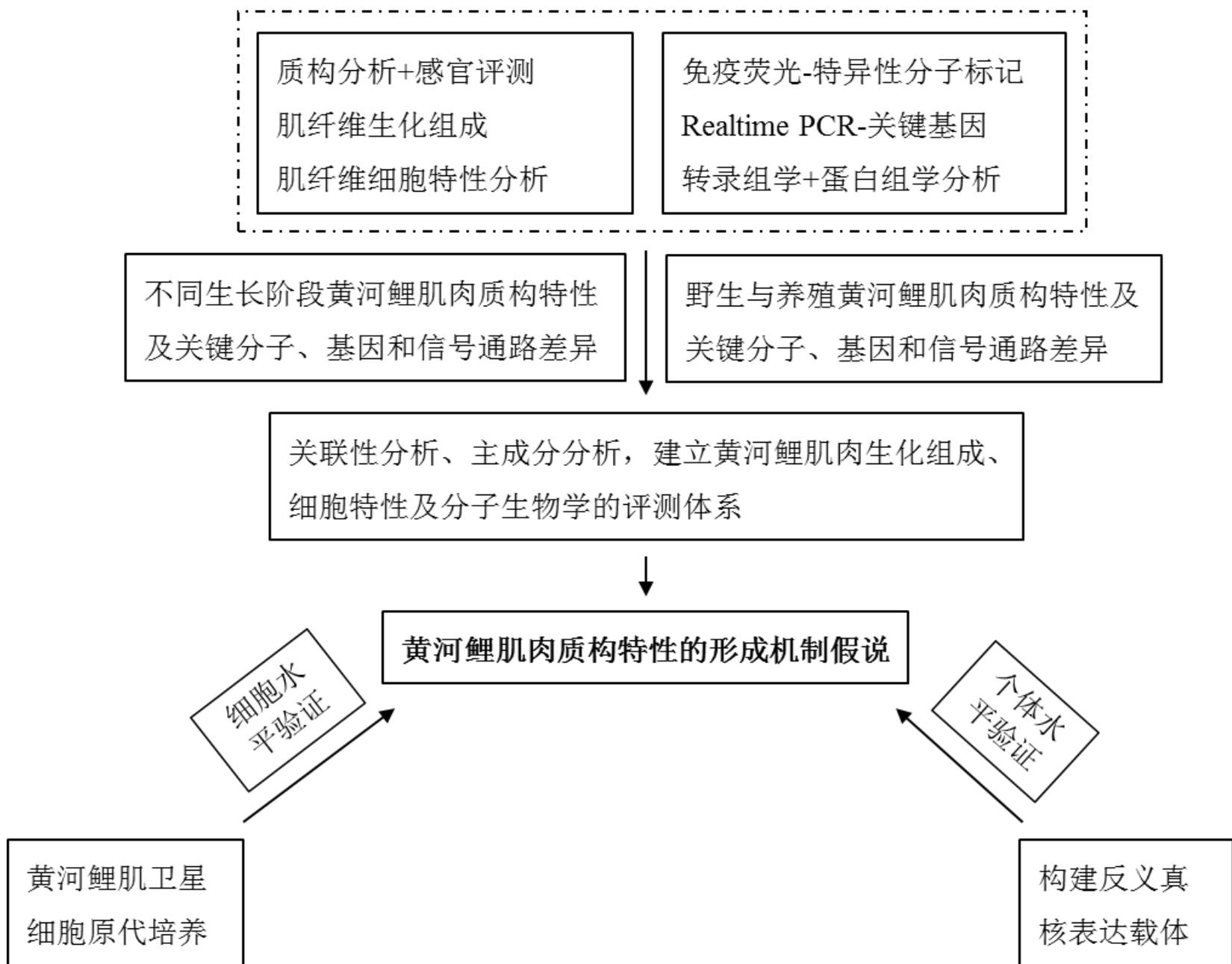
回收站

未分类组

肌细胞

- Jan A. Johnston (13)
- MicroRNAs (11)
- Muscle Development and Growth (9)
- MYH (2)
- 不同生长时期肉质差异 (3)
- 蛋白与鱼类 (1)
- 饲料vs肌生长 (26)
- 饲料vs肉质 (17)
- 机理研究 (15)
- 肌纤维与肉质 (9)
- 肌形成基因 (55)
- 激素vs肌生长 (19)
- 鲤鱼肉质相关 (39)
- 其他鱼类肌生长相关文献 (53)
- 碳水化合物与鱼类 (8)
- 文献 (34)
- 细胞培养 (25)
- 养殖策略 (25)
- 野生和养殖 (18)
- 运动与肉质 (5)
- 脂类与肉质 (3)
- 综述性文献 (74)

| 作者                     | 年代   | 标题   | 评级    | 期刊                 | 最近更新      | 文献类型            |
|------------------------|------|--|-------|--------------------|-----------|-----------------|
| Zhou, Y; Luo, W;...    | 2019 | Brain and intestine transcriptome analyses and identification of genes involved in feed conversion efficiency of Yellow River car...     |       | Comp Biochem...    | 2019/3/4  | Journal Article |
| Zhao, Ye; Li, Jin-Y... | 2019 | Effects of dietary glutamate supplementation on flesh quality, antioxidant defense and gene expression related to lipid metaboli...      | ★★★★★ | Aquaculture        | 2019/2/21 | Journal Article |
| Zhang, Longteng...     | 2019 | Assessment of structural, textural, and gelation properties of myofibrillar protein of silver carp ( <i>Hypophthalmichthys molli...</i>  |       | LWT                | 2019/3/5  | Journal Article |
| Zambonino-Infra...     | 2019 | Nutritional programming by dietary carbohydrates in European sea bass larvae: Not always what expected at juvenile stage                 |       | Aquaculture        | 2019/2/22 | Journal Article |
| Xie, Shaolin; Zho...   | 2019 | Effects of fasting and re-feeding on mstn and mstnb genes expressions in <i>Cranoglanis boudierus</i>                                    |       | Gene               | 2019/2/22 | Journal Article |
| Vélez, Emilio J; ...   | 2019 | Effects of $\beta$ 2-adrenoceptor agonists on gilthead sea bream ( <i>Sparus aurata</i> ) cultured muscle cells                          |       | Comparative Bi...  | 2019/3/4  | Journal Article |
| Vélez, Emilio J; ...   | 2019 | Effects of $\beta$ 2-adrenoceptor agonists on gilthead sea bream ( <i>Sparus aurata</i> ) cultured muscle cells                          |       | Comparative Bi...  | 2019/2/21 | Journal Article |
| Sun, Q; Sun, F; X...   | 2019 | The comparison of ultrasound-assisted immersion freezing, air freezing and immersion freezing on the muscle quality and phys...          |       | Ultrason Sonoc...  | 2019/3/4  | Journal Article |
| Shakur Ahamma...       | 2019 | Multiple transcription factors mediating the expressional regulation of myosin heavy chain gene involved in the indeterm...              |       | Gene               | 2019/2/22 | Journal Article |
| Parma, Luca; Bad...    | 2019 | Farmed and wild common sole ( <i>Solea solea</i> L.): Comparative assessment of morphometric parameters, processing yields, select...    |       | Aquaculture        | 2019/2/21 | Journal Article |
| Moya, A; Torrell...    | 2019 | Sustained swimming enhances white muscle capillarisation and growth by hyperplasia in gilthead sea bream ( <i>Sparus aurat...</i>        |       | Aquaculture        | 2019/2/21 | Journal Article |
| Dong, Junjian; C...    | 2019 | Cloning, SNP detection, and growth correlation analysis of the 5' flanking regions of two myosin heavy chain-7 genes in M...             |       | Comparative Bi...  | 2019/2/22 | Journal Article |
| Concollato, A; D...    | 2019 | Effects of three different stunning/slaughtering methods on physical, chemical, and sensory changes in rainbow trout ( <i>Oncorhy...</i> |       | J Sci Food Agric   | 2019/2/14 | Journal Article |
| Cleveland, Beth ...    | 2019 | Essential amino acids exhibit variable effects on protein degradation in rainbow trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) primary myo...     |       | Comparative Bi...  | 2019/2/22 | Journal Article |
| Zhao, H; Xia, J; Z...  | 2018 | Diet Affects Muscle Quality and Growth Traits of Grass Carp ( <i>Ctenopharyngodon idellus</i> ): A Comparison Between Grass and Arti...  | ★★★★  | Front Physiol      | 2019/2/14 | Journal Article |
| Zhao, H; Chong, ...    | 2018 | Metabolomics investigation of dietary effects on flesh quality in grass carp ( <i>Ctenopharyngodon idellus</i> )                         |       | Gigascience        | 2019/2/14 | Journal Article |
| Zhang, X; Pang, ...    | 2018 | A Novel Dietary Source of EPA and DHA: Metabolic Engineering of an Important Freshwater Species-Common Carp by fat1- <i>Tra...</i>       |       | Mar Biotechnol ... | 2019/3/4  | Journal Article |
| Zhang, Longteng...     | 2018 | Effect of different stunning methods on antioxidant status, in vivo myofibrillar protein oxidation, and the susceptibility to...         |       | Food Chemistry     | 2019/3/5  | Journal Article |
| Yang, Wenjun; H...     | 2018 | Skeletal muscle regeneration is modulated by inflammation  |       | Journal of Orth... | 2019/2/22 | Journal Article |
| Yamamoto, Mas...       | 2018 | Loss of MyoD and Myf5 in Skeletal Muscle Stem Cells Results in Altered Myogenic Programming and Failed Regeneration                      |       | Stem Cell Repo...  | 2019/2/22 | Journal Article |
| Xu, Jing; Feng, Li...  | 2018 | Different dietary protein levels affect flesh quality, fatty acids and alter gene expression of Nrf2-mediated antioxidant e...           |       | Aquaculture        | 2019/4/4  | Journal Article |
| Xu, Jing; Feng, Li...  | 2018 | Different dietary protein levels affect flesh quality, fatty acids and alter gene expression of Nrf2-mediated antioxidant enzymes in...  | ★★★★  | Aquaculture        | 2019/3/4  | Journal Article |
| Wu, T.; Ge, Y.; Li...  | 2018 | Quality enhancement of large yellow croaker treated with edible coatings based on chitosan and lysozyme                                  |       | Int J Biol Macr... | 2019/2/14 | Journal Article |
| Wang, J; Yang, L...    | 2018 | Effects of microRNAs on skeletal muscle development  |       | Gene               | 2019/3/4  | Journal Article |
| Wang, J; Yang, L...    | 2018 | Effects of microRNAs on skeletal muscle development  |       | Gene               | 2019/2/22 | Journal Article |
| Vélez, Emilio J; ...   | 2018 | Recombinant bovine growth hormone (rBGH) enhances somatic growth by regulating the GH-IGF axis in fingerlings of gil...                  |       | General and Co...  | 2019/2/22 | Journal Article |
| Tierney, Matthe...     | 2018 | Muscle Stem Cells Exhibit Distinct Clonal Dynamics in Response to Tissue Repair and Homeostatic Aging                                    |       | Cell Stem Cell     | 2019/2/22 | Journal Article |
| Shahini, Aref; Vy...   | 2018 | Efficient and high yield isolation of myoblasts from skeletal muscle   |       | Stem Cell Rese...  | 2019/2/22 | Journal Article |
| Schrama, D.; Cer...    | 2018 | Dietary Creatine Supplementation in Gilthead Seabream ( <i>Sparus aurata</i> ): Comparative Proteomics Analysis on Fish Allerge...       |       | Front Physiol      | 2019/2/14 | Journal Article |
| Rafaey, Moham...       | 2018 | High stocking density alters growth performance, blood biochemistry, intestinal histology, and muscle quality of channel c...            |       | Aquaculture        | 2019/2/22 | Journal Article |
| Park, Miseon; Sh...    | 2018 | Application of open water integrated multi-trophic aquaculture to intensive monoculture: A review of the current status ...              |       | Aquaculture        | 2019/2/22 | Journal Article |
| Panserat, S.; Mar...   | 2018 | New Insights on Intermediary Metabolism for a Better Understanding of Nutrition in Teleosts  |       | Annu Rev Ani...    | 2019/2/14 | Journal Article |
| Miyaz, Ehsan...        | 2018 | Effect of different cooking methods on the lipid and volatile components of farmed and wild European sea bass ( <i>Dicent...</i>         |       | Food Research      | 2019/2/21 | Journal Article |





# 目录

01 2019年联合基金项目书谈论

02 文献查阅，撰写博士论文方案

03 黄河鲤繁育工作的开展



# 目录

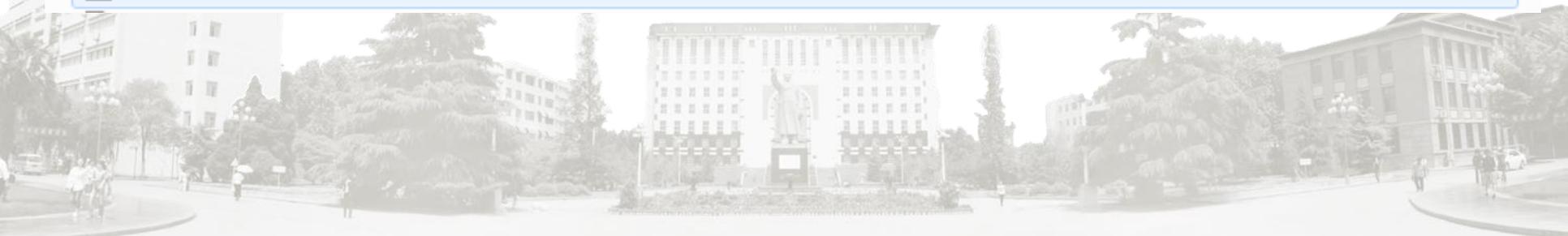
01 2019年联合基金项目书谈论

02 文献查阅，撰写博士论文方案

03 黄河鲤鱼繁育工作的开展



|                                   |                  |                    |          |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|----------|
| 宋东蕊-实验方案19.04.17.pptx             | 2019/4/17 23:30  | Microsoft Power... | 4,884 KB |
| 宋东蕊实验方案190312.doc                 | 2019/3/27 15:19  | Microsoft Word ... | 495 KB   |
| 宋东蕊实验方案190327.doc                 | 2019/4/4 9:33    | Microsoft Word ... | 509 KB   |
| 宋东蕊实验方案190404.doc                 | 2019/4/12 20:43  | Microsoft Word ... | 709 KB   |
| 宋东蕊实验方案190415.doc                 | 2019/4/12 20:44  | Microsoft Word ... | 709 KB   |
| 宋东蕊实验设计 (第一稿) .doc                | 2018/11/8 14:17  | Microsoft Word ... | 400 KB   |
| 宋东蕊实验设计 (原稿) .doc                 | 2018/11/13 18:44 | Microsoft Word ... | 723 KB   |
| 宋东蕊实验设计190308.doc                 | 2019/3/11 15:34  | Microsoft Word ... | 435 KB   |
| 宋东蕊实验设计190311.doc                 | 2019/3/12 14:49  | Microsoft Word ... | 463 KB   |
| 第一部分 野生与集约化养殖黄河鲤鱼肉质构特性的差异.docx    | 2019/4/11 18:13  | Microsoft Word ... | 226 KB   |
| 第四部分 黄河鲤鱼肉质构特性关键基因和相关信号通路的验证.docx | 2019/4/11 15:23  | Microsoft Word ... | 14 KB    |
| 第三部分 黄河鲤鱼肌纤维增生和增粗的机制 .docx        | 2019/4/11 18:14  | Microsoft Word ... | 14 KB    |
| 第二部分 不同生长阶段黄河鲤鱼肉质构特性的差异.docx      | 2019/4/11 15:10  | Microsoft Word ... | 16 KB    |





## 第一部分 野生与养殖黄河鲤鱼肉质构特性的差异

水产养殖要想成功，就必须生产出消费者接受度高的鱼类 (Saavedra, et al., 2017)。水产养殖生产鱼类可能会导致影响鱼肉品质的成分发生变化 (Izquierdo, et al., 2003)。肉类品质包括几个要素，如质构、化学成分、特别是脂肪含量和物质成分 (Johnston, 2008)。在所有的肉质性状中，质构是消费者接受度的重要因素之一 (Hyldig, Nielsen, 2001; Matos, et al., 2013)。与养殖鱼类相比，野生鱼类通常呈现出较硬的质构(Johnston, et al., 2006)，这可能给是有鱼类不同的营养和养殖条件与自然环境的不同所致 (Saavedra, et al., 2017)。在生鱼片产品中，硬度是一个非常重要的因素，影响消费者接受度和二次加工 (Johnston, 2008)。鱼类肌肉质构受养殖鱼类的基因型、生存环境、养殖模式、饵料、屠宰方式、储存方式和时长等因素的影响 (Johnston, 2008; Moya, et al., 2019; Periago, et al., 2005; Zhao, et al., 2019)。

一些研究表明，鱼类白肌细胞结构和质构之间具有一定的关联性 (Fuentes, et al., 2010; Hurling, et al., 1996; Johnston, et al., 2006; Johnston, et al., 2000; Nieva-Echevarria, et al., 2018; Parma, et al., 2019; Periago, et al., 2005; Rodriguez-Barreto, et al., 2012; Saavedra, et al., 2017)，即：肌纤维的大小和密度可能影响肉质的质构特性。

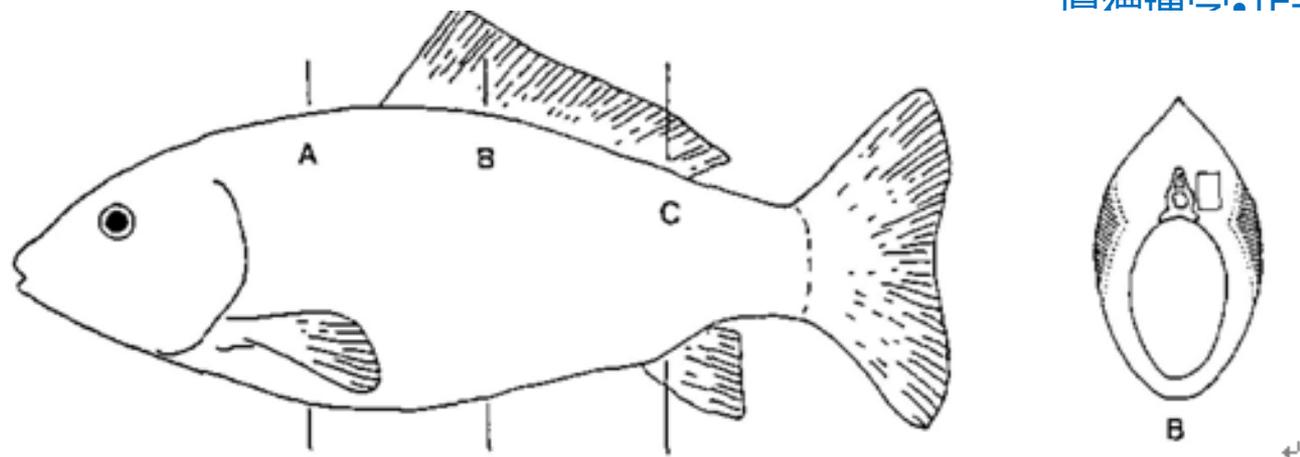


图 1. 基于仪器和肌纤维特性测定的黄河鲤肌肉取样点。↵

注：仪器测定的三个取样点：样点 A 位于肩带和背鳍的第 1 根支鳍骨之间；样点 B 位于第 4 根和第 7 根支鳍骨之间，大约在鱼体中间部位；样点 C 位于肛门对应的背鳍下方。肌纤维特性测定的取样点为样点 B，样点 B 的横截面是轴上白肌样品，不含有红肌和粉红肌 (Koumans, et al., 1993)。↵

Fig.1. Sampling sites of Yellow River carp that used in the instrument measurement and in the muscle fiber properties measurement.↵

Note: Site A is located between the pectoral girdle and the first radius of the dorsal fin. Site B is located between the 4<sup>th</sup> and the 7<sup>th</sup> radius of the dorsal fin (about in the middle of the fish). Site C is located at the region of the anus. In the muscle fiber properties measurement experiments samples were taken from site B. The cross-section at site B shows the position of the epaxial white muscle samples. The sample contained no red and pink muscle.↵

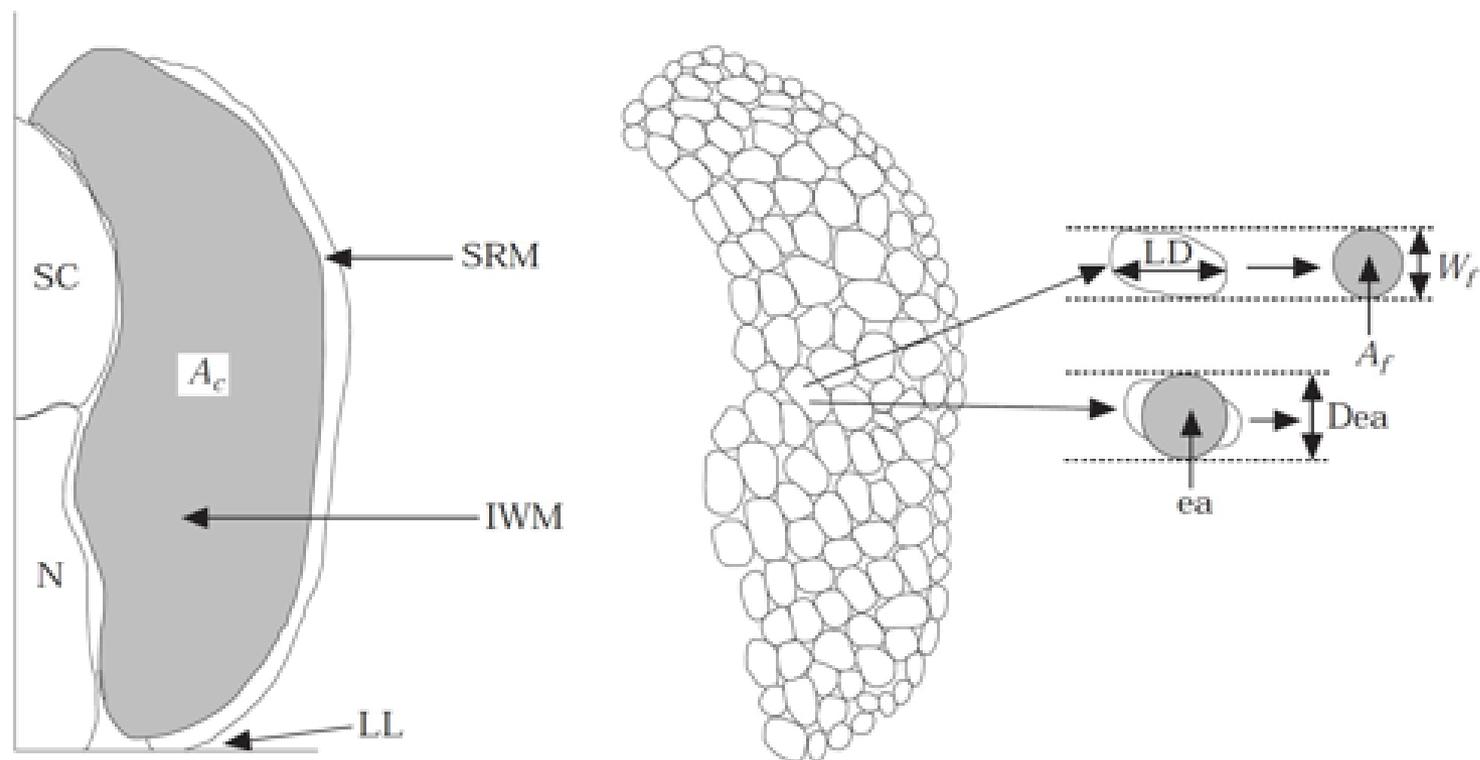


图 2. 黄河鲤鱼肌纤维特性实验取样示意图 (Alami-Durante, et al., 1997)。

Fig.2. Sampling schematic diagram of muscle fiber characteristics of Yellow River carp

注：IWM，白肌；SRM，浅红色肌；SC，脊髓；N，脊索；LL，侧线；AC，白肌总横截面积；LD，纤维最长尺寸；WF，纤维宽度；AF，纤维面积；EA，圆形等效面积；DEA，等效面积直径。



# 目录

01 2019年联合基金项目书谈论

02 文献查阅，撰写博士论文方案

03 黄河鲤繁育工作的开展



# 目录

01 2019年联合基金项目书谈论

02 文献查阅，撰写博士论文方案

03 黄河鲤繁育工作的开展







河南师范大学

NENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

# 读书报告

2019年5月12日

宋东莹





Aquaculture 467 (2017) 28–40



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aquaculture](http://www.elsevier.com/locate/aquaculture)



## Understanding fish muscle growth regulation to optimize aquaculture production



E.J. Vélez, E. Lutfi, Sh. Azizi, M. Perelló, C. Salmerón, M. Riera-Codina, A. Ibarz, J. Fernández-Borràs, J. Blasco, E. Capilla, I. Navarro, J. Gutiérrez \*

*Departament de Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, Spain*





## Contents

- 1. Introduction . . . . .
- 2. Endocrine regulation of fish muscle growth . . . . .
  - 2.1. Growth hormone effects . . . . .
  - 2.2. IGFs actions on growth . . . . .
  - 2.3. Metabolic effects of IGFs. . . . .
  - 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth . . . . .
    - 2.4.1. Insulin . . . . .
    - 2.4.2. Thyroid hormones . . . . .
    - 2.4.3. Steroids and adrenergic agonists. . . . .
- 3. Regulation of fish myogenesis by IGFs . . . . .
- 4. New markers of muscle growth and quality . . . . .
- 5. Exercise and muscle growth in fish . . . . .
- 6. Perspectives on fish growth and aquaculture. . . . .
- Acknowledgements . . . . .
- References. . . . .





# 1. Introduction

- 鱼类肌肉的**机械性能**和**代谢性能**具有**特殊**的调控机制，随着**年龄**、**繁育阶段**和每年的**生长周期**发生**功能的改变**。
- 在所有的调节系统中，**激素**通过影响所有靶组织的系统作用发挥着重要作用。
- 作者认为，**GH/IGF**轴被认为是调节骨骼肌生长**最重要的**内分泌系统，尽管调节分子还包括其他激素如胰岛素、甲状腺激素、类固醇等。



# 1. Introduction

- **肌原性调节因子(MRFs)**是另一组重要的分子，它们不仅在**肌肉发育**中发挥重要作用<sup>\*</sup>，而且在**禁食或生殖后的代偿性生长期间**以及**损伤后的组织再生**中也发挥重要作用。
- **MRFs、肌细胞增强因子(MEFs)和肌生成抑制素**（**myostatin**）是参与这一过程的了解最多的分子，但还有其他一些对肌肉特异性不强的因子在肌肉发生过程中也发挥着重要作用（如FGF、HGF、PAX、Sox等）(Fuentes et al., 2013).



# 1. Introduction

- 近年来，雷帕霉素(TOR)复合物的靶点在营养和内分泌输入之间具有重要整合水平，可以促进生长，对鱼类的养殖具有重要意义 (Vélez et al., 2014, 2016)。





# 1. Introduction

- 由于肌肉在代谢方面的**动态性**，**内源性蛋白水解系统**，包括**钙蛋白酶体**、**组织蛋白酶体**和**泛素-蛋白酶体系统**，也被认为是控制生长潜力的**关键调控因素**。它们是组织中非常重要的系统，经常改变其代谢作用，从合成代谢和合成产物转变为蛋白水解模式，为机体补充**氨基酸**和**能量**。





# 1. Introduction

- 鱼的肌肉生长不同于其他脊椎动物，即**持续性生长**，，决定了，与大多数哺乳动物相比，性成熟后的鱼类继续以**肌肉增生**的方式生长，而其他脊椎动物只能通过**肌肉增粗**来改变肌肉总量 (Stickland, 1983)。但是斑马鱼 (*Danio rerio*)，被称为是限定性生长模式的生物 (Biga and Goetz, 2006)。鱼类的持续性生长为**干细胞的作功能研究**提供了一个有趣的模型，也为应用于水产养殖提供了有价值的可能性。



# 1. Introduction

- 近年来，很多文献将**锻炼**作为一种提高鱼类水产养殖产量的机制，并在**生长和肉质**方面提供了良好的结果。众所周知，在哺乳动物中，**运动**刺激GH的应答，从而刺激骨骼肌的生长。因此，在鱼类生长过程中，通过**应用锻炼的可能性**非常引人关注。
- 此外，由于肌肉可塑性高，锻炼可以通过**增生**的应答，已被证明对**肌肉质量**非常重要。



# 1. Introduction

- 文章作者的研究团队在鱼类代谢和内分泌学研究方面有很长时间，近年来致力于通过**体内和体外途径**调控和改善鱼类生长。
- 本综述的目的是综述当前**鱼类肌肉生长调控**的研究现状，主要集中在**GH/IGF轴**及其对**肌细胞的系统和局部作用**，并提出一些**新的分子和方法**，可为**基础研究**及其在**鱼类养殖**中的应用提供参考。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

- 生长激素/胰岛素样生长因子（GH/IGF axis）轴是**脊椎动物**生长的**主要调控因子**；它在鱼类中的作用已在许多物种中得到证实，并已进行过综述。
- GH具有重要的代谢作用，作为调节肌肉**蛋白合成**，通过**增生**和**肥大**来促生长。有很多文献已报道过关于GH处理对肌肉蛋白合成、肌肉生长加速、增生、肌肉沉积等方面的影响(reviewed in: Moomsen and Moon, 2001)。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

- 此外，还应考虑到一些**间接影响**：GH在鱼类生长过程中可以增加**食欲**或增加**肠道养分的吸收**。
- 引人关注的一个方面是GH影响的**哪些方面**与它对肌肉的**直接作用**相对应，生长激素刺激下，肝脏又是通过什么介导的而分泌**IGFs**？





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

- 对大马哈鱼的几项研究表明：生长激素长期处理可导致**血浆IGF-I水平**升高；
- 另外，该处理可刺激大马哈鱼肝脏内**IGF-I基因表达**的提高，同样的结果在虹鳟的肌肉和其他组织中也**被证实**。从而支持GH和IGFs在系统和局部旁分泌/自分泌的作用。





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

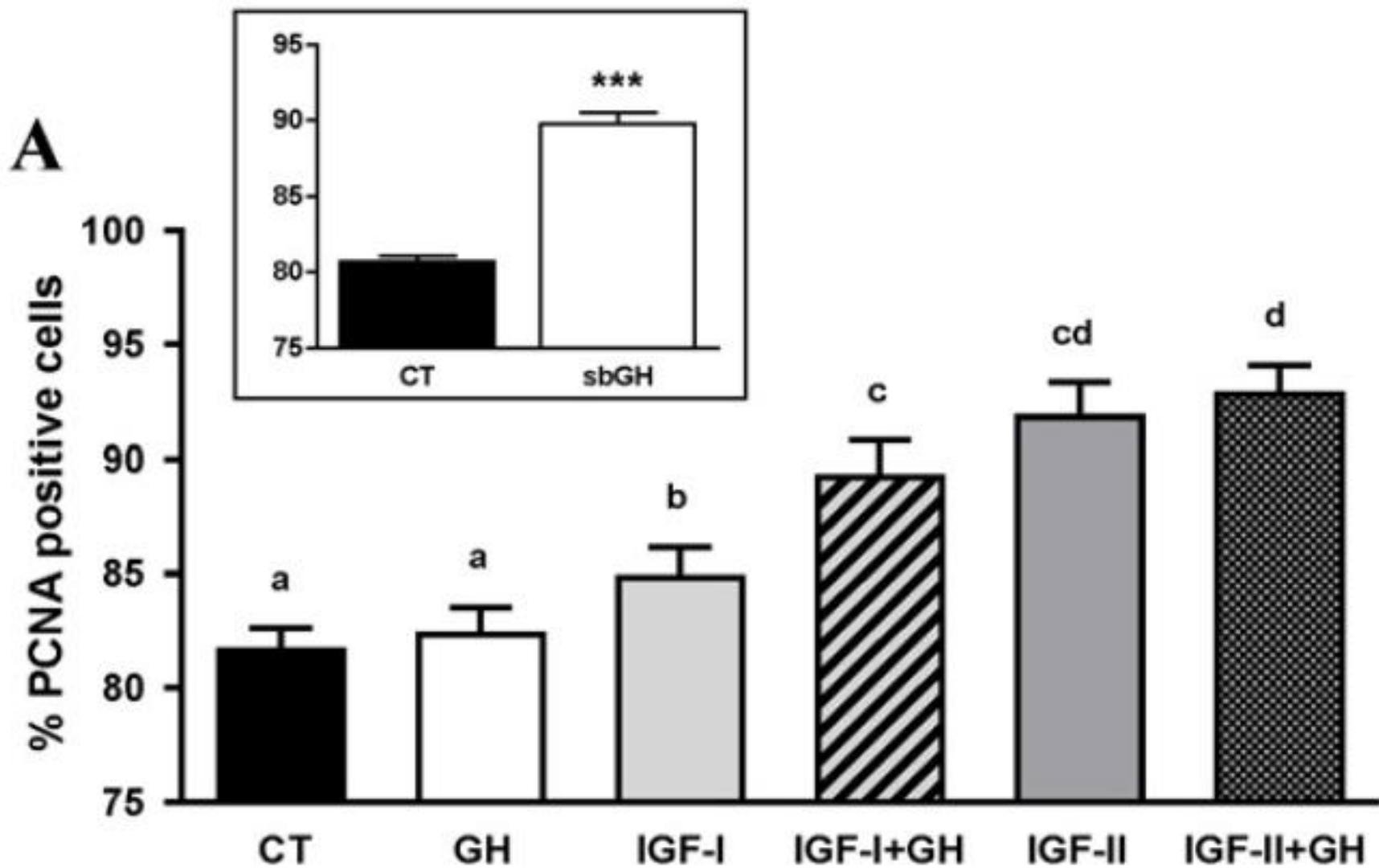
- GH受体及其信号转导的研究是近年来才开始的，并已证实存在两种主要的受体(GHR-I和GHR-II)具有互补功能。
- 在金头鲷、多耙牙鲆等研究中发现，GHR-I似乎更多地参与合成代谢信号通路，GHR-II则是负责能源库调配。
- 研究发现，GH受体对禁食再饲喂、运动、营养状态等的不同而产生不同的应答，而GHR-I的剪切变体tGHR-I可能与生长缓慢有关。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

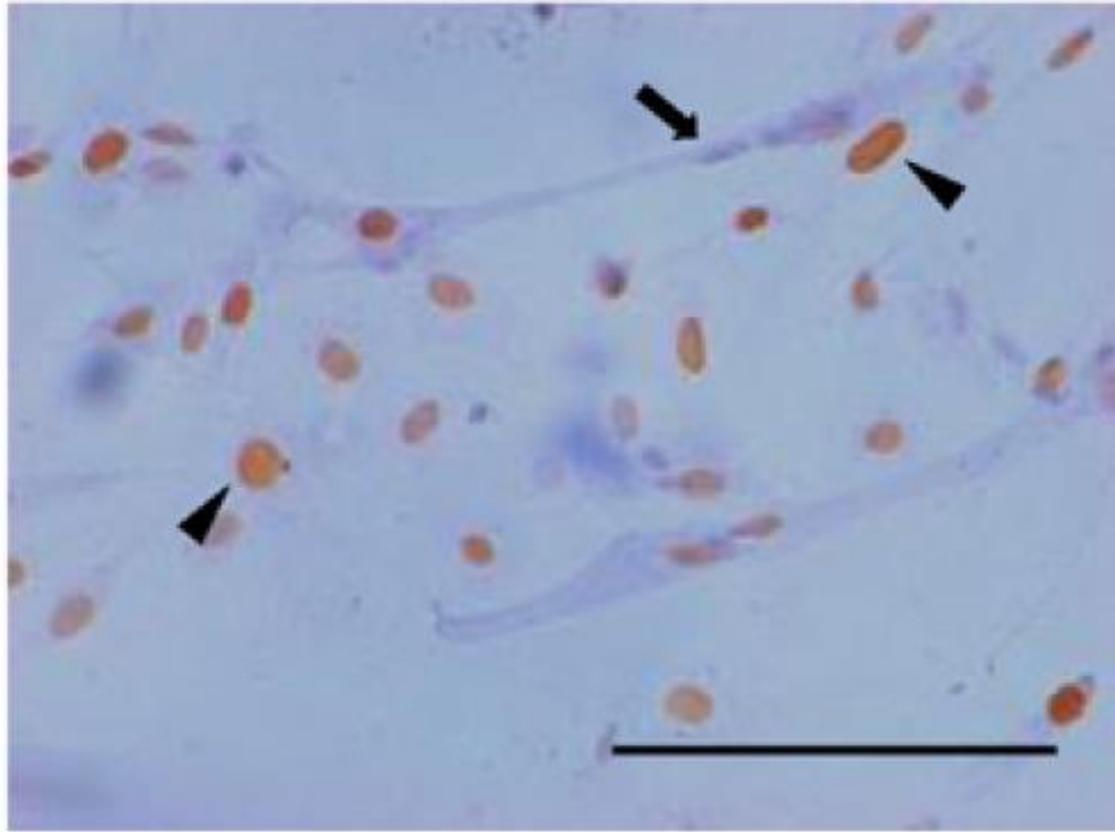
- 关于GH对肌肉的直接影响的研究还不多，但是Rius-Francino等(2011)证实了GH对培养的金头鲷肌细胞增殖有促进作用。
- 转基因银大马哈鱼研究发现，GH的过表达可以同时产生肌肉的增生和肥大 (Abernathy et al., 2015; de la García et al., 2015; Chen et al., 2015; Kim et al., 2015a, 2015b)。



Adapted from Rius-Francino et al. (2011)



B



Adapted from Rius-Francino et al. (2011)



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

- GH的**促生长实验**已由多个实验在不同品种鱼类**得到证实**，但是在**限定性生长得斑马鱼**中，**IGF-I and GHR-I的高表达**会增加**肌生成抑制蛋白**（myostatin）的增加，进而**限制了其生长**。
- **Raven et al., 2012**证实GH transgenic fish对GH treatment没有反应，说明转基因鱼在促进生长的方式上表现出一定程度的饱食进而促进生长，而作者团队发现在**金头鲷仔鱼和幼鱼**中，GH处理后可促生长和减少脂肪的沉积。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.1 Growth hormone effects

- 在虹鳟和斑马鱼研究均能够证实生长激素对肌肉生长的直接作用：刺激蛋白质合成、增生和肥大，进而增加体重。





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.2 IGFs actions on growth

- IGF-I受体数量的**增加促进了**IGF-I在鱼类肌肉中的作用。  
**IGFBPs**是调控IGFs作用的**关键步骤**，但在鱼类中研究有限。
- 与哺乳动物一样，至少有**6种不同的IGFBPs**在鱼类中具有促进生长和抑制生长的**双重功能**。从IGFBPs的表达来看，**物种与组织**之间存在着很大的**差异**。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.2 IGFs actions on growth

- 血浆IGF-I水平与三文鱼生长速度之间存在**显著相关性**;
- 关于鱼类中IGF-II血液循环水平的**研究信息很少**，但在营养限制条件下，大西洋三文鱼的**IGF-I、IGF-II与体重**之间也存在**正相关**关系。
- 肌肉IGF基因表达**受GH调控**，Vong等(2003)在鲤鱼中发现GH**增加了**IGF-I的表达量，而**IGF-II**主要在肌肉中表达。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.2 IGFs actions on growth

- Azizi等(2016)在海鲷肌肉细胞中发现IGF-I和IGF-II均刺激IGF-I的基因表达，而不刺激IGF-II的基
- 利用BrdU（特异性细胞增生活性）技术研究了IGF-I和IGF-II在虹鳟肌卫星细胞中的增殖特性，其具有剂量依赖性的特征。
- Rius-Francino等(2011)在gilthead sea bream肌细胞中发现(通过增殖细胞抗原免疫细胞化学方法)IGF-I和IGF-II刺激细胞增殖，IGF-II效应强于IGF-I。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.2 IGFs actions on growth

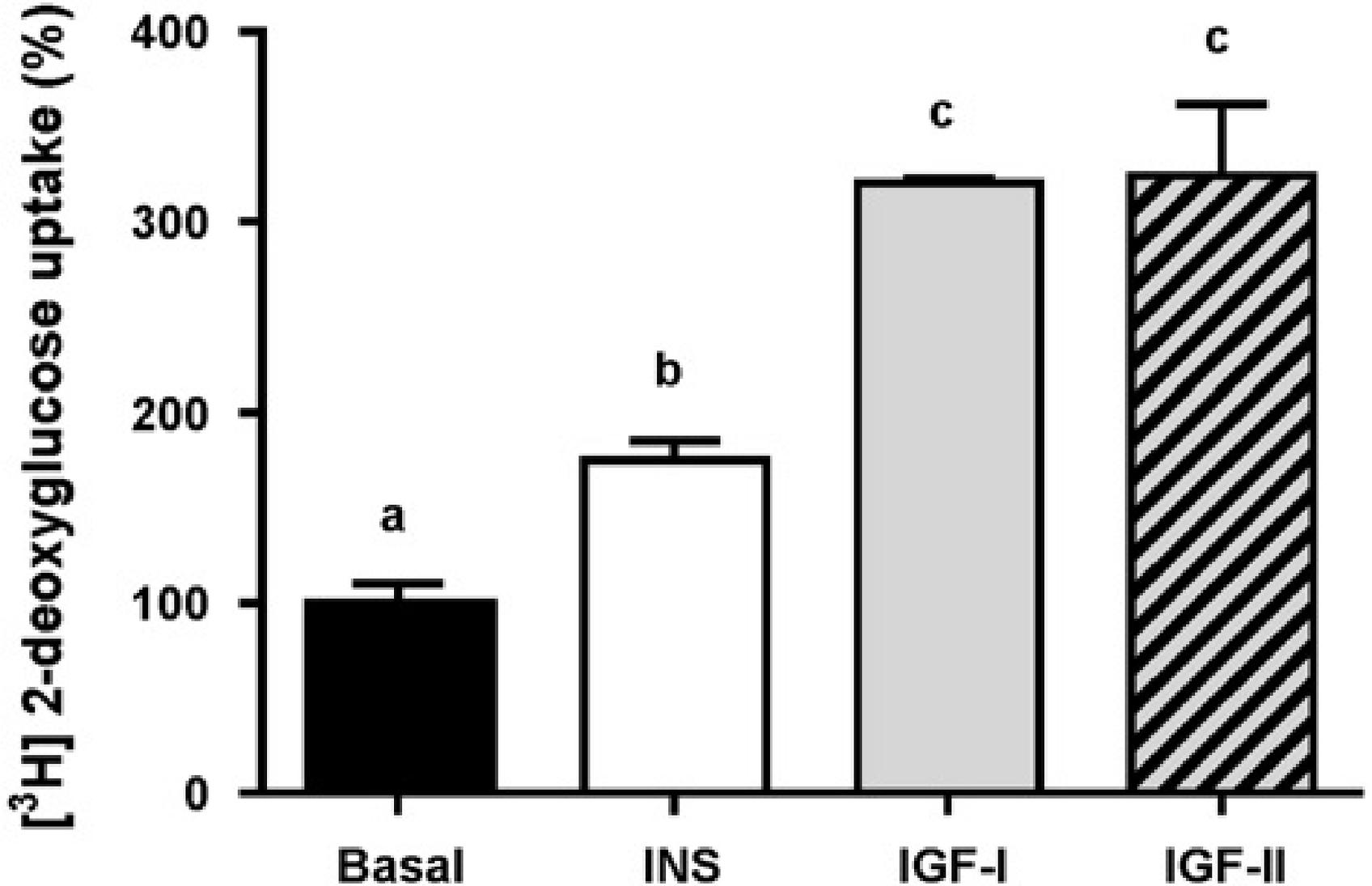
- Cleveland and Weber (2010)在虹鳟原代培养的肌肉细胞中观察到IGF-I通过PI3K/蛋白激酶B信号刺激蛋白合成，抑制蛋白水解。 Upton et al. (1998)也证实了IGF-I对三文鱼细胞系蛋白水解的抑制作用。





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

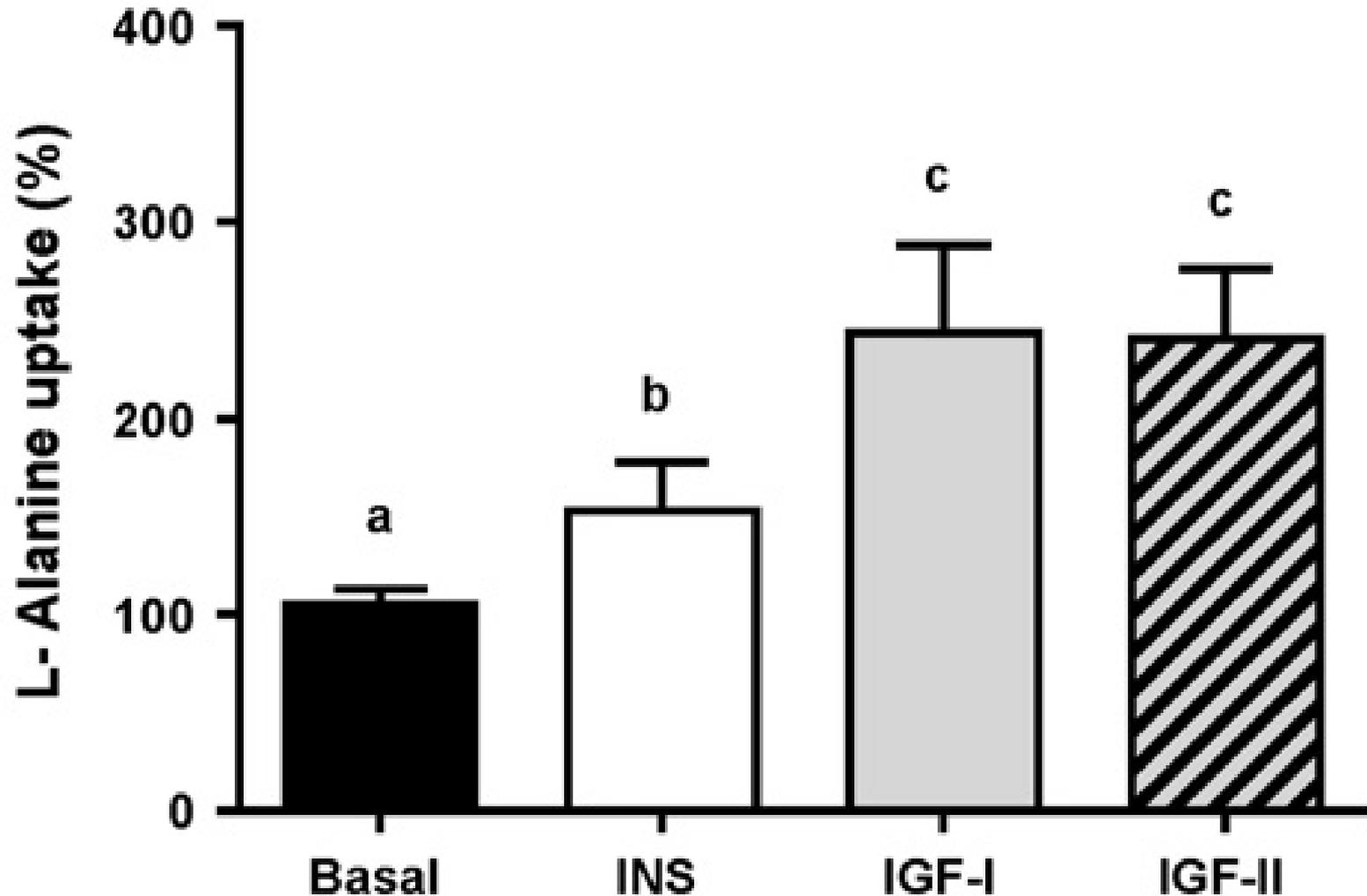
### 2.3. Metabolic effects of IGFs





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

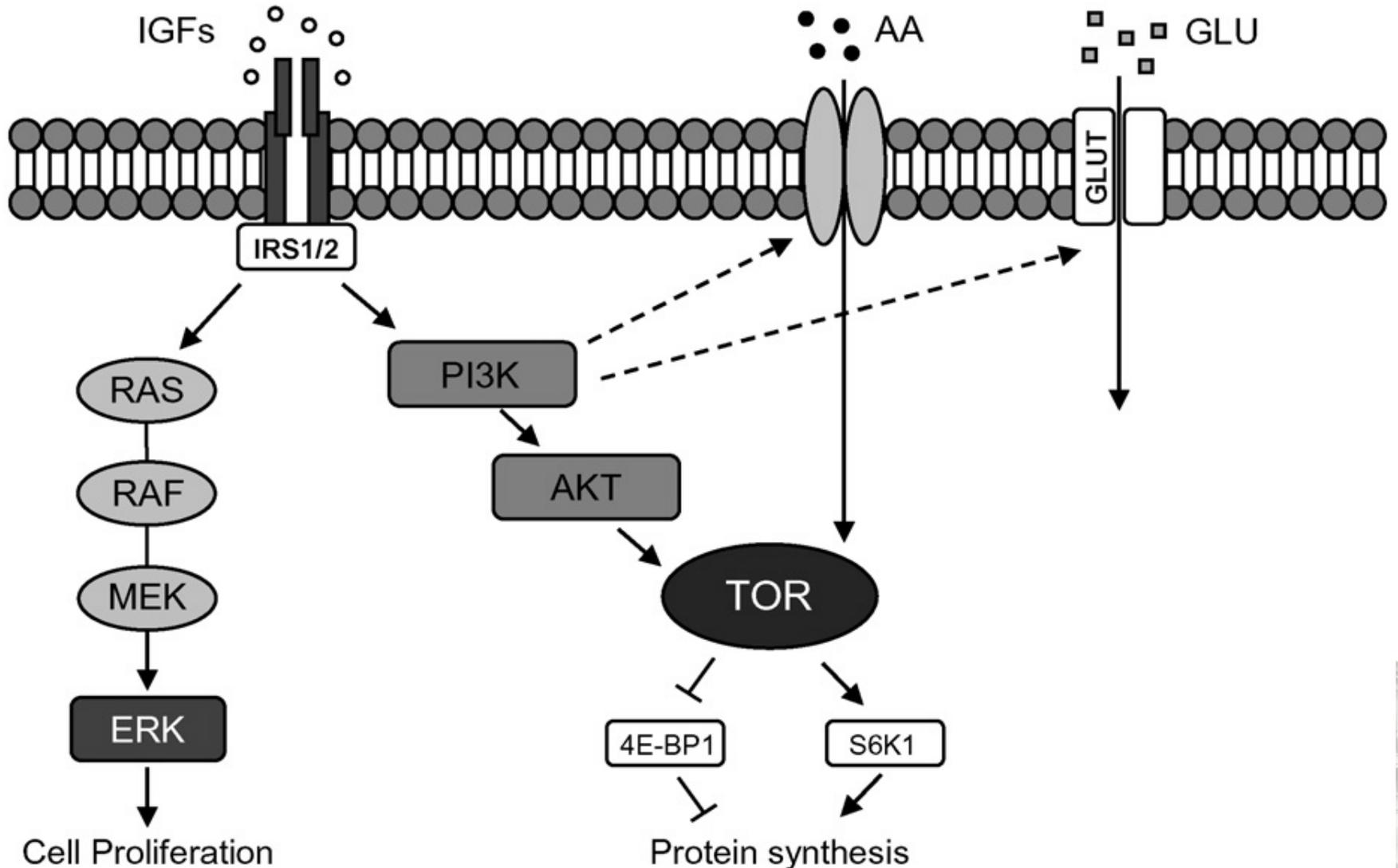
### 2.3. Metabolic effects of IGFs





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.3. Metabolic effects of IGFs





## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

#### Insulin

- 胰岛素在哺乳动物中是肌肉功能的一个重要**调节因子**，但在鱼类中，这一功能似乎**没有显示**出来的，而IGFs则是其代谢调控的一部分。
- 不同的研究表明，食肉鱼类的**胰岛素受体**低于**杂食性鱼类** (Parrizas et al., 1994b)，这与**食物类型**与肌肉分配**饲后营养**的作用有关。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

- 然而，有不同的研究表明，在体内，对胰岛素刺激的合成代谢功能体现在肌肉对**氨基酸**的合成 (Tashima and Cahill, 1968; Inui and Ishioka, 1983)。
- 利用虹鳟和金头鲷**体外培养的肌细胞**，已经证明胰岛素可以增加**氨基酸**的吸收 (Castillo et al., 2004; Montserrat et al., 2012)。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

- 胰岛素可通过激活Glut4来增加肌细胞的**葡萄糖摄入**(Díaz et al.,2009)。虽然胰岛素水平低于IGF-I，但它能刺激虹鳟肌细胞从培养基中吸收**游离脂肪酸** (Sánchez-Gurmaches et al., 2010)。
- 然而，胰岛素并没有引起虹鳟肌细胞对**胸腺嘧啶**的摄取，这表明胰岛素在**细胞增殖**中起的作用很小，胰岛素的功能主要集中在**代谢调节**上。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

#### Thyroid hormones (甲状腺激素)

- 很多资料证实甲状腺激素与其他因素(如GH、类固醇)对鱼类生长的刺激作用具有**协同作用**。
- 鱼类在从仔稚鱼到幼鱼的蜕变过程中，经历了形态和生理上的诸多变化，同时也伴随着甲状腺激素的**激增**。
- 甲状腺激素受体(THR)在不同品种的鱼类的的作用各异。在鱼类肌肉影响方面，据报道，在罗非鱼中，蛋白和RNA的增加具有**剂量依赖性**。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

#### 类固醇和肾上腺素能激动剂

- **皮质醇**是鱼类体内主要的糖皮质激素，在**应激**反应中起重要作用。皮质醇是调节鱼类**中间代谢**、增加氧气摄取和糖异生以及**抑制糖原合成**的关键物质。
- 皮质醇在**鱼类**中具有多种功能(渗透调节、繁殖、行为等)，但也与GH/IGF相互作用，影响鱼类生长。



## 2. Endocrine regulation of fish muscle growth

### 2.4. Other endocrine regulators of muscle growth

- 性激素与鱼类肌肉蛋白合成的变化有关，而肌肉蛋白合成与生殖周期有关。
- 因此，尽管GH/IGF轴在调节生长中发挥主要作用，但其他激素也可以调节其作用，需要考虑到这一点才能理解最终的生长结果。自然生殖周期或压力发作将决定类固醇的循环水平，直接或间接地影响GH/IGF轴，从而影响生长性能。



河南师范大学

NENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

谢谢!

