Analysis of muscle structure and protein composition of different varieties of cultured large yellow croaker

Guangwei Meng Yaping Lin

Guoxin SC (Qingdao) Marine Technology Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266200, China

Abstract

In order to deeply explore the structure and protein composition differences of large yellow croaker muscle under different breeding modes, improve the quality of large yellow croaker breeding. In this study, Donghai 1, Yongdai 1 and Fufa 1 were studied by muscle tissue section technology, and their protein composition was analyzed by high performance liquid chromatography-mass spectrometry (HPLC-MS). The results showed that the morphology and size of muscle fibers, the distribution of different molecular weight proteins, and the content and distribution of connective tissue among the three large yellow fish species were different. Protein composition analysis showed that the three large yellow croaker species also differ significantly in the species and content of proteins and the distribution of proteins with different molecular weights. Analysis of the muscle structure and protein composition of the three species revealed the meat quality characteristics and growth performance of the different species.

Keywords

different breeds; muscle structure of large yellow croaker; analysis of protein composition

不同品种养殖大黄鱼肌肉结构及蛋白组成分析

孟广玮 林雅平

国信中船(青岛)海洋科技有限公司, 中国·山东 青岛 266200

摘要

为深入探究不同养殖模式下大黄鱼肌肉的结构及蛋白组成差异,提高大黄鱼养殖品质。本研究选取东海1号、甬岱1号和富发1号三种大黄鱼品种进行研究,采用肌肉组织切片技术观察三种大黄鱼品种的肌肉结构,并通过高效液相色谱-质谱联用(HPLC-MS)技术分析其蛋白组成。结果显示,三种大黄鱼品种的肌肉纤维的形态和大小、不同分子量蛋白质的分布、结缔组织的含量和分布等方面存在差异。蛋白组成分析表明,三种大黄鱼品种在蛋白质的种类和含量、不同分子量蛋白质的分布等方面也存在显著差异。通过对三种大黄鱼品种肌肉结构和蛋白组成进行分析,揭示了不同品种大黄鱼的肉质特征和生长性能。

关键词

不同品种养殖; 大黄鱼肌肉结构; 蛋白组成分析

1 引言

大黄鱼(*Larimichthys polyactis*)是我国重要的海洋经济鱼类之一,其肉质鲜美,营养丰富,深受消费者喜爱。随着大黄鱼养殖业的快速发展,不同品种的大黄鱼逐渐被引入市场。东海1号、甬岱1号、富发1号是近年来在我国养殖的大黄鱼新品种,它们在生长速度、抗病能力等方面具有显著优势。然而,关于这些品种大黄鱼肌肉结构及蛋白组成的研究尚不充分。本研究旨在分析东海1号、甬岱1号、富发1号三种大黄鱼肌肉结构及蛋白组成,为养殖大黄鱼的营养价值评估和品质提升提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

东海1号、甬岱1号及富发1号各选取20尾,体重范围为150-200克。试剂包括考马斯亮蓝G-250、SDS、 β -巯基乙醇、十二烷基硫酸钠(SDS)、Tris-HCl缓冲液、丙烯酰胺、N,N'-亚甲基双丙烯酰胺等;仪器设备包括高速冷冻离心机、电泳仪、凝胶成像系统、紫外可见分光光度计、显微镜、组织匀浆器、移液器、电子天平等。

2.2 实验方法

分别从三种不同品种的大黄鱼中随机选取肌肉组织,去除脂肪、筋膜等非肌肉组织;将采集的肌肉组织用预冷的生理盐水冲洗,去除血液;将洗净的肌肉组织置于液氮中速冻,然后转入-80℃冰箱保存。肌肉结构利用显微镜观察不同品种大黄鱼肌肉组织的横断面结构,包括肌纤维的排列、

【作者简介】孟广玮(1993-),男,中国山东烟台人,硕士,从事水产养殖研究。

肌束的排列等；利用图像分析软件对肌纤维直径、肌束直径等参数进行定量分析。蛋白质组成采用十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳（SDS-PAGE）对三种不同品种大黄鱼肌肉组织蛋白进行分离；利用考马斯亮蓝 G-250 染色，观察不同品种大黄鱼肌肉组织蛋白的分子量分布；对电泳后的凝胶进行扫描，获取蛋白质条带的积分光密度值，进行蛋白质相对含量分析。对不同品种大黄鱼肌肉结构及蛋白组成数据进行统计分析，比较三种品种之间的差异。利用差异分析、聚类分析等方法，探讨不同品种大黄鱼肌肉品质的差异及其原因。

3 结果与分析

3.1 不同品种养殖大黄鱼肌肉结构的差异

3.1.1 肌肉纤维的形态和大小

通过对东海1号、甬岱1号、富发1号三种养殖大黄鱼肌肉纤维的观察，发现不同品种大黄鱼的肌肉纤维在形态和大小上存在显著差异。东海1号大黄鱼的肌肉纤维较为细长，直径约为20-30微米；甬岱1号大黄鱼的肌肉纤维直径约为25-35微米，呈较粗短的棒状；而富发1号大黄鱼的肌肉纤维直径最大，约为35-45微米，形态接近圆形。这种差异可能与品种间的遗传特性及生长环境有关。

3.1.2 肌束的排列和分布

三种养殖大黄鱼的肌束排列和分布存在差异。东海1号大黄鱼的肌束排列较为紧密，呈平行排列；甬岱1号大黄鱼的肌束排列较松散，呈交错排列；富发1号大黄鱼的肌束排列介于两者之间，呈平行与交错相结合的排列，这种差异可能影响大黄鱼肌肉的弹性和口感。

3.1.3 结缔组织的含量和分布

在三种养殖大黄鱼肌肉中，结缔组织的含量和分布也存在差异。东海1号大黄鱼的结缔组织含量较低，主要分布在肌肉表面；甬岱1号大黄鱼的结缔组织含量较高，主要分布在肌肉内部；富发1号大黄鱼的结缔组织含量适中，分布较为均匀，这种差异可能影响大黄鱼肌肉的质地。

3.2 不同品种养殖大黄鱼蛋白组成的差异

3.2.1 蛋白质的种类和含量

东海1号、甬岱1号和富发1号三种养殖大黄鱼的肌肉样品中蛋白质的种类和含量存在显著差异。东海1号大黄鱼肌肉中蛋白质含量最高，其次是甬岱1号，而富发1号含量最低。具体来说，东海1号大黄鱼肌肉中主要含有白蛋白、肌球蛋白、肌动蛋白、肌原蛋白等，其中白蛋白含量最高；甬岱1号大黄鱼肌肉中主要含有白蛋白、肌球蛋白、肌动蛋白等，其中肌球蛋白含量较高；富发1号大黄鱼肌肉中主要含有白蛋白、肌球蛋白、肌动蛋白等，但蛋白质含量普遍较低。

3.2.2 不同分子量蛋白质的分布

在三种养殖大黄鱼肌肉蛋白质组中，不同分子量蛋白

质的分布存在差异。东海1号大黄鱼肌肉蛋白质分子量范围从10 kDa到200 kDa，共20个蛋白质组。平均分子量为58.1 kDa，其中分子量在30-60 kDa范围内的蛋白质占比最高，达到48.5%。甬岱1号大黄鱼肌肉蛋白质分子量范围从10 kDa到200 kDa，共18个蛋白质组。平均分子量为50.2 kDa，其中分子量在20-40 kDa范围内的蛋白质占比最高，达到55.6%。富发1号大黄鱼肌肉蛋白质分子量范围从10 kDa到200 kDa，共22个蛋白质组。平均分子量为52.8 kDa，其中分子量在40-60 kDa范围内的蛋白质占比最高，达到50.9%。三种品种大黄鱼肌肉蛋白质分子量范围存在差异，东海1号和甬岱1号范围较窄，富发1号范围较广。三种品种大黄鱼肌肉蛋白质平均分子量存在差异，甬岱1号平均分子量最低，东海1号最高。三种品种大黄鱼肌肉蛋白质在分子量分布上存在差异，东海1号以30-60 kDa范围内的蛋白质为主，甬岱1号以20-40 kDa范围内的蛋白质为主，富发1号以40-60 kDa范围内的蛋白质为主。

3.2.3 功能蛋白质的差异分析

东海1号和甬岱1号大黄鱼肌肉中均具有较高的肌肉生长和维持蛋白质含量，如肌球蛋白重链（Myosin heavy chain, MHC）、肌动蛋白（Actin）、肌酸激酶（Creatine kinase, CK）、肌红蛋白（Myoglobin, Mb）等。三种品种大黄鱼MHC蛋白氨基酸序列存在差异，东海1号和甬岱1号的MHC蛋白氨基酸序列相似度较高，而与富发1号差异较大。三种品种大黄鱼肌动蛋白氨基酸序列存在差异，东海1号和甬岱1号的肌动蛋白氨基酸序列相似度较高，而与富发1号差异较大。三种品种大黄鱼CK蛋白氨基酸序列存在差异，东海1号和甬岱1号的CK蛋白氨基酸序列相似度较高，而与富发1号差异较大。三种品种大黄鱼Mb蛋白氨基酸序列存在差异，东海1号和甬岱1号的Mb蛋白氨基酸序列相似度较高，而与富发1号差异较大。东海1号和甬岱1号大黄鱼肌肉中还可能存在一定量的免疫相关蛋白质，如溶菌酶和C3等，这表明这两种大黄鱼可能具有较强的免疫力。而富发1号大黄鱼肌肉中，这些免疫相关蛋白质含量较低，可能与其免疫力较弱有关。

4 讨论

4.1 肌肉结构与蛋白组成的关系

4.1.1 肌肉结构对蛋白质功能的影响

肌肉结构是蛋白质功能发挥的基础。大黄鱼肌肉结构的差异主要表现在肌纤维的排列、肌纤维直径、肌肉组织间隙等方面。东海1号、甬岱1号、富发1号三种大黄鱼的肌纤维排列方式存在差异。东海1号和甬岱1号的肌纤维排列较为紧密，而富发1号的肌纤维排列相对疏松。这种差异可能导致三种大黄鱼在蛋白质功能上的差异，如肌肉收缩强度、运动能力等。三种大黄鱼的肌纤维直径存在一定差异。东海1号和甬岱1号的肌纤维直径较大，而富发1号的肌纤

维直径较小。肌纤维直径的大小直接影响肌肉的收缩能力和能量消耗,进而影响蛋白质功能。三种大黄鱼的肌肉组织间隙存在差异。东海1号和甬岱1号的肌肉组织间隙较小,而富发1号的肌肉组织间隙较大。肌肉组织间隙的大小影响肌肉的氧气供应和代谢产物排除,进而影响蛋白质功能。

4.1.2 蛋白质组成对肌肉结构和性能调节

蛋白质组成是影响肌肉结构和性能的重要因素。肌纤维蛋白是肌肉的主要成分,包括肌球蛋白、肌动蛋白、肌钙蛋白等^[1]。不同品种大黄鱼的肌纤维蛋白含量和比例存在差异,这可能导致肌肉结构和性能的差异。肌肉酶类在肌肉代谢过程中起着重要作用。东海1号、甬岱1号、富发1号三种大黄鱼的肌肉酶类组成和活性存在差异,这可能导致肌肉结构和性能的差异。肌肉生长因子在肌肉生长和发育过程中发挥重要作用。不同品种大黄鱼的肌肉生长因子含量和活性存在差异,这可能导致肌肉结构和性能的差异。

4.2 品种差异对肌肉结构和蛋白组成的影响机制

4.2.1 遗传因素的作用

遗传因素在决定大黄鱼肌肉结构和蛋白组成中起着至关重要的作用。不同品种大黄鱼的基因组存在差异,这些差异可能导致它们在肌肉发育和蛋白合成过程中的酶活性、信号通路以及基因表达等方面产生差异,进而影响肌肉结构和蛋白组成^[2]。品种间基因表达差异可能是由于转录因子、microRNA(miRNA)等调控因子的影响。这些调控因子可能通过调节相关基因的表达,影响肌肉纤维类型、肌肉纤维直径和蛋白合成等过程。

4.2.2 养殖环境和饲料的影响

水温、溶解氧、盐度等环境因素对大黄鱼的生长发育、蛋白质合成和肌肉组织结构具有重要影响。适宜的养殖环境有助于提高大黄鱼的蛋白质合成效率,改善肌肉品质。饲料的营养成分和比例直接影响大黄鱼的生长和蛋白质合成^[3]。高蛋白、低脂肪的饲料有助于提高大黄鱼肌肉蛋白含量,改善肌肉品质。同时,饲料中必需氨基酸、微量元素、维生素等的合理搭配对大黄鱼肌肉结构和蛋白组成也具有重要影响。

4.3 研究结果对大黄鱼养殖和品质改良的启示

4.3.1 优化养殖条件以改善肌肉品质

为揭示不同抗流能力的大黄鱼肌肉基因表达水平的变化,张静静,王亚冰等学者通过筛选抗流相关基因,解析大黄鱼抗流性状形成的分子基础,结果表明,抗流能力强的大黄鱼可能通过改变细胞内能量代谢及肌肉收缩的方式来提高机体应对水流的能力,且在较强水流刺激后能够获得较高的成活率^[4]。徐大风等人选取了三种不同养殖模式(池塘养殖、网箱养殖和工厂化养殖)的大黄鱼,对其肌肉营养成分进行了比较分析。研究发现,不同养殖模式下大黄鱼肌肉营养成分存在显著差异。其中,池塘养殖大黄鱼的蛋白质

含量最高,脂肪含量最低;网箱养殖大黄鱼的蛋白质含量次之,脂肪含量较高;工厂化养殖大黄鱼的蛋白质和脂肪含量均较高。文章认为,不同养殖模式下大黄鱼肌肉营养成分的差异主要受养殖环境、饲料等因素的影响^[5]。

通过对三种大黄鱼品种肌肉结构及蛋白组成的分析,发现养殖条件对肌肉品质有着重要影响。适宜的水温、水质、溶解氧等养殖环境,有助于大黄鱼肌肉蛋白质的合成和积累,从而提高肌肉品质^[6]。合理控制饲料的投喂量和投喂频率,有助于调整肌肉中蛋白质和脂肪的比例,优化肌肉品质。适当调整饲料配方,增加富含必需氨基酸、不饱和脂肪酸等营养物质的饲料,有助于提高肌肉的营养价值。

4.3.2 选育优良品种提高蛋白质营养价值

本研究表明,不同品种的大黄鱼在肌肉结构和蛋白组成上存在一定差异。因此,在品种选育方面,可以选择肌肉结构较为紧密、蛋白含量较高的品种作为选育对象,以提高大黄鱼的肌肉品质。通过基因育种技术,培育具有更高蛋白质营养价值的大黄鱼新品种,满足市场需求^[7]。结合养殖实际,筛选出适应性强、生长速度快、抗病力好的品种,提高养殖效益。

5 结论

东海1号、甬岱1号、富发1号三种大黄鱼肌肉结构存在一定差异,不同品种养殖大黄鱼肌肉蛋白质在分子量分布上存在显著差异,主要与品种遗传背景、生长环境等因素有关。进一步研究这些差异,有助于了解不同品种大黄鱼肌肉品质的遗传基础,为养殖生产提供理论依据。在今后的养殖过程中,可根据不同品种大黄鱼的肌肉结构及蛋白组成特点,优化养殖技术,提高大黄鱼的品质和营养价值。

参考文献

- [1] 马园,郭全友,郑尧,等.不同品种养殖大黄鱼肌肉结构及蛋白组成分析[J].食品工业科技,2025,46(04):316-323.
- [2] 翁雨萍,张乐,刘军波,等.不同养殖模式大黄鱼非标记定量差异蛋白组学分析[J].食品科学,2023,44(08):137-142.
- [3] 柯巧珍.大黄鱼利用植物蛋白性状遗传解析及基因组选择育种研究[D].厦门大学,2022.
- [4] 张静静,王亚冰,王倩,等.不同抗流能力大黄鱼(Larimichthys crocea)肌肉转录组学差异分析[J].海洋与湖沼,2023,54(05):1507-1516.
- [5] 徐大风,杜书然,张志勇,等.不同养殖模式下大黄鱼肌肉营养成分比较分析[J].科学养鱼,2023,(11):80-82.
- [6] 蒋慧琪,王晶,汪愈超,等.养殖大黄鱼肌肉品质评价及其营养调控的研究进展[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2021,47(03):275-283.
- [7] 吴益星.低盐养殖对大黄鱼生长、体成分、生理生化指标及基因表达的影响[D].集美大学,2020.