

Lipid Metabolomics and Its Application in Aquatic Animal Research

Min Song, Haishen Wen*

Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao Shandong
Email: 785753735@qq.com, *wenhaishen@ouc.edu.cn

Received: May 10th, 2019; accepted: May 24th, 2019; published: Jun. 3rd, 2019

Abstract

The concept and analytical methods of lipid metabolomics (lipidomics) were reviewed in this paper, and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was considered as the mainstream method. This paper reviews the research literature on lipid metabolomics in the field of fish, especially the research progress in fish reproduction. This paper provides scientific reference for the rearing of fish parents and the breeding of young and juvenile fish.

Keywords

Lipid Metabolomics, Fish, Breeding

脂质代谢组学及在水产动物研究中的应用

宋 敏, 温海深*

中国海洋大学水产学院, 山东 青岛
Email: 785753735@qq.com, *wenhaishen@ouc.edu.cn

收稿日期: 2019年5月10日; 录用日期: 2019年5月24日; 发布日期: 2019年6月3日

摘 要

本文综述国内外有关脂质代谢组学(lipidomics)概念、分析方法,认为气相色谱质谱联用法(GC-MS)为目前主流方法。综述了脂质代谢组学在鱼类领域的研究文献,特别突出了在鱼类繁殖学中的研究进展。该论文为鱼类亲鱼饲养与仔稚鱼培育提供科学参考。

*通讯作者。

关键词

脂质代谢组学, 鱼类, 繁殖

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

脂质组学是对整体脂质进行系统分析的一门新兴学科, 通过比较不同生理状态下脂代谢网络的变化, 进而识别代谢调控中关键的脂生物标志物, 最终揭示脂质在各种生命活动中的作用机制。脂质组学也称脂质代谢组学(lipidomics), 属于代谢组学(metabonomics)分支。

随着科技和生物技术的快速发展, 目前已出现基因组学(genomics)、转录组学(transcriptomics)、代谢组学、蛋白组学(proteomics)等组学领域。脂质代谢组学概念由 Han 等(2005)提出[1], 应用电喷雾质谱(electrospray ionization mass spectrometry, ESI-MS)分析生物组织样本脂质物质的含量与分布, 旨在揭示脂质物质之间的交互作用以及与其他物质之间的作用。

2. 脂质代谢组学分析方法

脂质组学是对生物组织、细胞等整个脂质进行系统性分析得新兴学科, 通过对不同生理条件下样本脂质代谢和相关调控机制的比较, 解析脂质的功能、含量, 进而揭示脂质物质在不同生理状态下的调控机制。常见的检测方法包括:

2.1. 薄层色谱法(TIC)

通过物质中组分对同一吸附剂吸附强度的不同, 使各类物质在移动相至固定相的过程中, 连续进行吸附、解吸附操作, 从而达到物质分离的目的。主要用于物质的快速分离, 具有成本低、自由度大、直观快捷等优点, 但需要的样本量较大, 且灵敏度有限[2]。

2.2. 气相色谱质谱联用法(GC-MS)

GC-MS 方法基本原理是利用电离的方式将物质击碎为碎片离子, 由于离子电荷数和电性不同, 在飞行过程中轨迹发生变化, 通过对扫描图分析定性物质[3]。其主要优势在于灵敏度高和抗干扰性强, 在分析复杂物质中应用广泛。根据其二级结构和工作原理又可以分为: 三重四极杆质谱(QQQ-MS/MS)、离子阱质谱(IT-MS/MS)、四极杆飞行时间质谱(Q-TOF MS)等[4]。GC-MS 是目前主流技术。

2.3. 电喷雾电离质谱法(ESI-MS)

电喷雾电离技术最早出现于上世纪 80 年代末, 通过高电压喷射将物质形成带点的雾滴, 经过加热后形成气相离子进入质量分析器中, 对分子离子进行定性分析。此类方法具有速度快、定量容易、样品处理简便等有点, 但由于前期样品处理简单, 往往含有较多杂质[5] [6]。

2.4. 高效液相色谱质谱联用法(HPLC-MS)

高效液相色谱质谱联用法出现的时间比较晚, 样品经过液相色谱仪分离后, 被离子化, 进入质量分

析器。通过质荷比实现物质分离鉴定的目的; 具有灵敏度高、分离效率高、选择性高、分析速度快等优点。但其仪器价格比较昂贵, 在应用上受到一定的限制。

3. 脂质代谢组学在水产动物研究中的应用

近年来, 脂质代谢组学发展迅速, 已广泛应用于疾病、营养、繁殖、食品、药品等领域中。在鱼类研究中主要包括仔稚鱼繁殖、疾病防控、饲料营养、药物残留等方面。许多学者利用 HPLC-MS 方法对鱼体内抗菌药物、氯霉素、抗生素等药物残留进行研究[7] [8] [9]; 徐盼盼等(2017)研究了褐藻糖胶对黄颡鱼幼鱼脂质水平的影响[10]; Höller 等利用脂质组学技术对饲料、食品、药品、预混料中生物素含量进行定量研究[11]; Falch 等(2006)利用核磁共振技术对鳕鱼类生殖腺中磷脂组分进行分析, 确定了鱼卵和脾脏分别含有 44.8%和 36.3%的 n-3 脂肪酸, 鱼卵中 PC:PE 值和三酰基甘油含量均显著高于脾脏, 但脾脏中胆固醇含量是鱼卵的 2.4 倍[12]; Shendge & Pawar (2014)研究了不同成熟期驼背鱼(*Notopterus notopterus*)生殖腺和肌肉脂质含量的变化, 结果表明性腺成熟过程中, 性腺脂质含量增加, 肌肉脂质含量减少, 雌、雄鱼性腺中均有较高的脂质含量[13]; 李磊等(2018)采用毛细管气相色谱法对中间球海胆(*Strongylocentrotus intermedius*)繁殖前后性腺中脂质和脂肪酸含量进行研究, 鉴定出 24 种脂肪酸, 繁殖钱卵巢中脂质水平显著高于雄性, 繁殖后磷脂水平增加, 甘油三酯和游离脂肪酸水平降低[14]。

鱼类在性腺发育时会大量积累营养物质, 主要是为生殖细胞提供能源物质, 其次也为机体活动提供能量[15]。生殖细胞中营养物质主要包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素等, 通过糖异生、糖酵解、脂肪酸代谢、蛋白代谢等途径为机体提供能量。而脂质物质是胚胎中主要的能源物质, 主要以磷脂形式储存在卵黄或油球中, 为鱼类胚胎发育、孵化和其他生理活动提供能量保证。黄旭雄等(2014)研究表明银鲳(*Pampus argenteus*) V 期卵巢中脂肪水平高达 35.7%, 其中极性脂肪:中性脂肪为 3:7 [16]; 鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)繁殖期间性腺和肝脏中总脂含量均达到最高水平, 且饱和脂肪酸含量升高, 多不饱和脂肪酸, 特别是 n-3 系列达到最低水平[17]; 河鲈(*Perca fluviatilis*)在性腺成熟期间二十二碳六烯酸、亚麻酸、亚油酸含量增加, 且产卵后卵巢中总脂含量明显下降[18]; 软体动物性腺成熟期精巢中胆固醇和磷脂水平均显著升高, 与之不同, 卵巢中胆固醇微量增加, 磷脂含量显著升高, 这可能是由于精巢中脂质的位置不会发生改变, 但睾丸随着发育体积增大, 需要更多的膜磷脂; 而卵黄发生过程中细胞膜数量增加, 卵泡细胞增殖并融合, 形成一个紧密的上皮细胞网, 参与卵黄体的形成[19] [20]。

目前对鱼类繁殖营养学的研究已有一定成果, 但不难发现大多数研究集中于对大类物质含量变化的研究, 很少有将物质定性并从代谢通路的角度去分析响应的机制。

基金项目

国家自然科学基金课题(41176110)的资助。

参考文献

- [1] Han, X., Yang, K., Cheng, H., *et al.* (2005) Shotgun Lipidomics of Phosphoethanolamine-Containing Lipids in Biological Samples after One-Step *in Situ* Derivatization. *Journal of Lipid Research*, **46**, 1548. <https://doi.org/10.1194/jlr.D500007-JLR200>
- [2] 冯雅斌, 杜靓, 温静. 薄层色谱法在药物分析中的应用及研究进展[J]. 疾病监测与控制, 2011, 5(1): 60-63.
- [3] 肖文, 姜红石. MS/MS 的原理和 GC/MS/MS 在环境分析中的应用[J]. 环境科学与技术, 2004, 27(5): 26-28, 44.
- [4] 陈晓水, 侯宏卫, 边照阳, 等. 气相色谱-串联质谱(GC-MS/MS)的应用研究进展[J]. 质谱学报, 2013, 34(5): 308-320.
- [5] Hou, W.M., Zhou, H., Elisma, F., *et al.* (2008) Technological Developments in Lipidomics. *Briefings in Functional Genomics & Proteomics*, **7**, 395-409. <https://doi.org/10.1093/bfpg/eln042>

- [6] 王涛, 钟秀丽, 梅旭荣, 等. 基于电喷雾电离串联质谱技术的植物脂质组学研究进展[J]. 生物化学与生物物理进展, 2010, 37(10): 1074-1081.
- [7] Cháferpericás, C., Maquieira, A., Puchades, R., *et al.* (2010) Multiresidue Determination of Antibiotics in Aquaculture Fish Samples by HPLC-MS/MS. *Aquaculture Research*, **41**, e217-e225. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02504.x>
- [8] 郑萍, 梁艳, 陈聪, 等. HPLC-MS/MS 检测鱼肉中氯霉素残留研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2012(7): 1520-1522.
- [9] Rezk, M.R., Riad, S.M., Khattab, F.I., *et al.* (2015) Multi-Residues Determination of Antimicrobials in Fish Tissues by HPLC-ESI-MS/MS Method. *Journal of Chromatography B*, **978-979**, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2014.12.002>
- [10] 徐盼盼, 宋悦, 陈娟娟, 等. 基于脂质代谢组学研究褐藻糖胶对黄颡鱼幼鱼的影响[J]. 分析化学, 2017, 45(5): 641-647.
- [11] Höller, U., Wachter, F., Wehrli, C., *et al.* (2006) Quantification of Biotin in Feed, Food, Tablets, and Premixes Using HPLC-MS/MS. *Journal of Chromatography B*, **831**, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2005.11.021>
- [12] Falch, E., St Rseth, T.R. and Aursand, M. (2006) Multi-Component Analysis of Marine Lipids in Fish Gonads with Emphasis on Phospholipids Using High Resolution NMR Spectroscopy. *Chemistry & Physics of Lipids*, **144**, 4-16. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2006.05.001>
- [13] Shendge, A.N. and Pawar, B.A. (2014) Lipid Content of the Gonad and Muscle during the Maturation Cycle in Freshwater Fish *Notopterus notopterus* (Pallas). *Journal of Experimental Zoology India*, **17**, 237-239.
- [14] 李磊, 杨丹, 亓守冰, 等. 中间球海胆繁殖前后性腺中脂类和脂肪酸含量变化[J]. 大连海洋大学学报, 2018, 33(4): 423-429.
- [15] 高露姣, 施兆鸿, 马春艳, 等. 亲鱼的脂类营养与繁殖性能研究进展[J]. 海洋渔业, 2006, 28(2): 163-166.
- [16] 黄旭雄, 温文, 危立坤, 等. 闽东海域银鲳亲鱼性腺发育后期脂类及脂肪酸蓄积特点[J]. 水产学报, 2014, 38(1): 99-108.
- [17] Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, M.Y., *et al.* (2006) Variations in Fatty Acids Composition of Pikeperch (*Sander lucioperca*) Liver with Respect to Gonad Maturation. *Ecology of Freshwater Fish*, **15**, 441-445. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00174.x>
- [18] Blanchard, G., Druart, X. and Kestemont, P. (2005) Lipid Content and Fatty Acid Composition of Target Tissues in wild *Perca fluviatilis* Females in Relation to Hepatic Status and Gonad Maturation. *Journal of Fish Biology*, **66**, 73-85. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00578.x>
- [19] Blanchier, B. and Boucaud-Camou, E. (1984) Lipids in the Digestive Gland and the Gonad of Immature and Mature *Sepia officinalis* (Mollusca: Cephalopoda). *Marine Biology*, **80**, 39-43. <https://doi.org/10.1007/BF00393125>
- [20] Fujii, T. (1960) Comparative Biochemical Studies on the Egg-Yolk Proteins of Various Animal Species. *Acta Embryologiae et Morphologiae Experimentalis*, **3**, 260-285.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1443, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojfr@hanspub.org