

鱼脑的研究现状及发展前景

王彩霞,姜启兴,许艳顺,夏文水*

(江南大学食品学院,江苏无锡 214122)

摘要:综述了鱼脑的国内外研究历史和科研成果,重点叙述了鱼脑中丰富的多不饱和脂肪酸及磷脂含量对智力发育及人体健康的积极作用。对鱼脑未来的研究重点和应用前景进行了展望,指出除益智功效外,新的生理功效,如抗菌、抗氧化、抗血小板活化、抗肿瘤等功能的研究为鱼脑保健品赋予新的功能。具有多重功能鱼脑保健品的开发将具有广阔的市场前景。

关键词:鱼脑,脂肪酸,磷脂,肽,生物活性

Research status and development of fish brains

WANG Cai-xia, JIANG Qi-xing, XU Yan-shun, XIA Wen-shui*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The paper reviewed the research status and the achieving results of fish brains. The high amounts of physiologically and intelligently beneficial polyunsaturated fatty acids and phospholipids were elaborated. The research emphasis and product development prospect of fish brains were also discussed. Besides intelligently beneficial, the research of other physiological functions, such as anti-bacterial, antioxidant, anti-platelet-activating, anti-cancer, etc. would provide new information for prospective industrial exploitation of fish brains, and the multifunction fish brains healthy food would have good market prospect.

Key words: fish brains; fatty acids; phospholipids; peptides; biological activity

中图分类号:TS201.1

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2014)18-0370-03

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2014.18.075

我国是渔业生产及加工大国,鱼加工产生大量下脚料,占原料鱼重量的50%左右^[1],若不进行有效处理,不仅浪费资源,且污染环境。鱼头是鱼下脚料的重要组成部分,占下脚料重量的60%以上^[1],目前对鱼头的利用途径除极少量鱼头食品加工如鱼头罐头外^[2],主要为动物饲料加工,原料综合利用水平不高,附加值低,许多重要功能性成分如不饱和脂肪酸、磷脂、活性多肽等未加分离。如何利用鱼头开发新型高档产品,提高附加值吸引了众多研究者^[3-4]。中国人有吃脑补脑的传统,鱼脑更被视为婴幼儿及青少年补脑佳品。鱼脑营养丰富,富含多不饱和脂肪酸、磷脂、蛋白等物质,其中被称为“脑黄金”的二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)含量较高,特别是DHA,是大脑细胞及脑神经形成、发育及运作的物质基础,因此DHA具有帮助婴幼儿中枢神经系统发育及提高记忆力等功效^[5]。目前对鱼下脚料的利用中,鱼脑未经分离直接和鱼头被作为饲料处理或简单加工为低值产品,对有价值的功能性成分尚未提取和利用,造成资源的极大浪费。

1 国内外研究现状

国内外对鱼脑的营养性、功能性及相关产品开

发做过一定研究。本实验室通过对鲢鱼脑脂肪理化性质、挥发性风味成分及脂肪酸组成分析发现鲢鱼脑脂肪含量高,具有较好的感官及理化特性,不饱和脂肪酸含量高,比例合理,是优质不饱和脂肪酸的良好来源^[6]。Reppond等对阿拉斯加岩鱼、银大马哈鱼、红大马哈鱼的鱼脑进行酶解,对酶解产物的脂肪、氨基酸及矿物质进行了研究^[7]。黑鲈^[8]、七鳃鳗^[9]、虹鳟鱼和鳕鱼^[10]、大西洋真鳕、绿青鳕、雄鲑、大西洋鲑、虹鳟鱼、葡萄牙狗鲨、黑狗鲨以及叶鳞刺鲨^[11]的脑脂肪也得到了深入分析,结果均表明鱼脑多不饱和脂肪酸含量高,比例合理,尤其作为细胞膜磷脂主要成分及中枢神经系统主要不饱和脂肪酸的二十碳四烯酸(ARA)、EPA和DHA含量较高,因此鱼脑具有益智功效。另外,DHA和EPA还可降低胆固醇吸收^[12],从而降低心脑血管疾病的发病率^[13]。

磷脂是细胞生物膜的基本组成成分,具有重要的生理调节机能和营养价值。磷脂在体内水解成胆碱,与乙酰辅酶A作用生成乙酰胆碱。乙酰胆碱是构成中枢神经系统神经传递质的主要物质,各种神经细胞之间的信息传递由它来实现。本实验室研究发现鲢鱼脑富含磷脂,其中磷脂酰胆碱(卵磷脂)、磷脂酰乙醇胺(脑磷脂)和磷脂酰丝氨酸是鱼脑中重要的三种磷脂,不同磷脂组分脂肪酸分析表明脑磷脂中多不饱和脂肪酸含量最高^[6]。张丽以鲢鱼脑为原料,以正己烷-乙醇为提取溶剂,采用超声波辅助提取法

收稿日期:2013-09-16 * 通讯联系人

作者简介:王彩霞(1981-),女,博士,研究方向:功能性食品。

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-46)。

提取磷脂,从每克鱼脑中(湿重)中提取得到19.59mg磷脂^[1]。Alessandra等对黑鲈脑^[8],Zabelinskii等对七鳃鳗脑^[9]的研究也表明鱼脑磷脂含量丰富。黄楚龙等采用鲨鱼脑提取物对小鼠学习记忆影响及毒性进行研究,发现鲨鱼脑可改善小鼠记忆功能^[14],该功能可归因于鲨鱼脑中丰富的卵磷脂含量,因为卵磷脂是合成胆碱递质的原料,可通过增加中枢胆碱神经递质促进学习记忆。胆碱缺乏是痴呆症的主要原因,因此磷脂含量丰富的鱼脑有利于预防老年痴呆的发生。

头发中锌、铜含量与儿童智商呈正相关关系^[15],因为锌作为体内一些重要生物酶的辅酶,是脑细胞结构和功能必不可少的微量元素,参与脑组织中不少酶类和神经递质的合成。锌缺乏可导致大脑神经元数目减少,神经髓鞘形成障碍,胎儿脑发育延迟,而铜缺乏则致使大脑皮层分子层及颗粒层变薄,神经元减少。鱼脑矿物质元素含量分析发现鱼脑中锌、铜含量明显高于鱼肉,其中鲱鱼、鲑鱼脑的锌含量是鱼肉的10倍左右^[16-17],这是鱼脑益智的又一重要原因。

自由基通过氧化损伤参与心脑血管疾病、癌症、肝病及其他慢性疾病和炎症疾病的形成^[18],冠心病、心肌缺血以及动脉粥样硬化的发生、发展与血小板的活化有着密切的关系^[19],本实验室对鱼脑生物活性功能研究表明,鱼脑脂肪具有清除自由基,抗血小板活化因子及抗菌功效,对其功效机理进一步研究发现鱼脑中极性脂肪抗菌和抗氧化能力大于中性脂肪,而抗血小板活化因子功效则主要来源于中性脂肪^[20]。张丽对鲢鱼脑磷脂的研究发现,鲢鱼脑磷脂具有一定的抗氧化能力、良好的乳化性能及免疫调节活性^[1]。

脑组织含有丰富的蛋白质,由动物脑组织经水解制得的脑蛋白水解物,国内外现已广泛用于临床,其在神经系统发育和正常生理功能的维持及恢复神经损伤中起着重要的作用,主要用于脑血管疾病引起的脑细胞功能损伤及延缓脑细胞死亡,促进脑细胞再生等方面^[21]。已面市的脑蛋白水解物类药物可分为片剂、口服液和注射液。主要成分是动物脑脱脂后再经蛋白酶降解产生的含有游离氨基酸和分子量在10000以下的小分子肽等的混合物^[22]。目前国内外对脑蛋白水解物的研究有猪脑^[23]、牛脑^[24]、鸡脑^[25]、羊脑^[26]等。此外,Reppond等将鱼脑水解,沉淀物干燥后得鱼脑蛋白粉,其蛋白含量可达35.6%,富含人体必需氨基酸^[7]。生物活性肽通常含有3~40个氨基酸残基,其生理功能主要取决于氨基酸的组成和顺序。生物活性肽可通过食物中蛋白质的酶水解作用获得,并且在肠道消化中起到代谢生理调节作用。近年来,从动物组织中分离具有特殊生理功能的活性肽如抗菌肽、抗氧化肽、抗肿瘤肽、神经肽等逐渐成为研究热点,如何从加工下脚料中提取活性肽吸引了众多研究者。Fujimoto等从鲫鱼鱼脑中分离了一种新的生物活性肽,并将其命名为C-RFa,该肽对鱼、蝶螈、鹌鹑及老鼠内脏肌肉组织具有刺激作用^[27]。Cho等从虎纹猫鲨的脑组织中提取了一种神经肽,研究证明该肽具有内脏收缩功效^[28]。鱼脑中丰富的蛋白含量为

鱼脑蛋白和鱼脑生物活性肽的开发提供了潜力。

2 发展趋势及前景

大量多不饱和脂肪酸特殊生理功能的发现,不饱和脂肪酸的提取、研究和开发逐渐成为热点。 ω -3型脂肪酸在对保护大脑神经,改善大脑功能和老年痴呆症方面具有显著效果。鱼脑的益智作用已被广泛认可,鱼脑中丰富的脂肪酸尤其是必需脂肪酸,如DHA、EPA、ARA含量为鱼脑益智保健脂类产品的开发提供了物质保证。磷脂在提高大脑活力、增强记忆力方面的功效已得到验证,利用动物脑开发的脑磷脂胶囊已被证实具有改善人体记忆力的功效^[29]。鱼脑中丰富的磷脂含量以及“鱼脑补脑”概念的广泛接受为鱼脑益智高档保健食品的开发提供了理论依据和市场前景。鱼脑脂质抗氧化、抗菌、抗血小板活化及免疫调节等生理功效的发现为鱼脑保健品赋予了新的功能。抗焦虑^[30]、减肥^[31]、抗肿瘤^[32]等生理功效的进一步研究将为鱼脑保健品的应用拓宽领域。

我国渔业资源充沛,鱼加工量大,采用溶剂、碱、酶、微波、超临界流体等从动物组织中提取脂肪的技术也已日趋成熟,这些都为下脚料提取鱼脑脂肪,开发具有多重生理功效的鱼脑脂肪保健品提供了物质和技术保证。陆生动物脑蛋白水解物的神经营养和神经保护作用受到广泛认可,相关产品—脑活素已经作为药物在临床上使用。鱼脑含有丰富的蛋白质,利用鱼脑资源制备蛋白水解物及提取生物活性肽一方面为脑蛋白水解物的开发拓宽领域,为新的脑蛋白水解液生理功能的发现提供可能;另一方面为脂类提取后鱼脑资源的再度综合利用提供新的方向,为新型鱼脑保健食品及药品的开发奠定基础。

3 展望

鱼脑的研究及产品开发一方面可提高原料利用率、提高鱼综合利用的水平和效益、节约资源、降低成本,另一方面功能性脂类、肽类的提取可为新型保健食品和药品的开发提供基础。未来,随着人民生活水平的提高,对保健品的需求日益增长,保健品大众化渐成趋势,青少年益智类保健品、老年营养保健品的需求将更加旺盛。药食同源理念的深入使消费者对绿色、来源安全的保健品更加青睐。因此,开发具有多样化功能的鱼脑保健品具有广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 张丽. 鲢鱼脑的磷脂提取及活性研究[D]. 大连:大连海洋大学,2013.
- [2] 张路遥,姜启兴,许艳顺,等. 高温杀菌冷却速率对食品品质的影响研究[J]. 食品工业科技,2013,34(14):113-116.
- [3] Safari R, Saravi H N, Pourgholam R, et al. Use of Hydrolysates from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) head as peptone for vibrio anguillarum and optimization using response surface method(RSM)[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2011,20(2):247-257.
- [4] Turon F, Rwabwogo B, Barea B, et al. Fatty acid composition of oil extracted from Nile perch (*Lates niloticus*) head[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2005,18(7):717-722.

- [5] Innis S M. The role of dietary n-6 and n-3 fatty acids in the developing brain[J]. *Developmental Neuroscience*, 2000, 22(5-6): 474-480.
- [6] Wang C X, Xia W S, Xu Y S, *et al.* Physicochemical properties, volatile compounds and phospholipid classes of silver carp brain lipids[J]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2013, 90(9): 1301-1309.
- [7] Reppond K, De Oliveira A, Bechtel P J. Enzymatic digestion of eye and brain tissues of sockeye and coho salmon and dusky rockfish commercially harvested in Alaska[J]. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2009, 18(3): 209-222.
- [8] Alessandra P, Maurizio P, Gianni T, *et al.* Effect of diets containing different oils on brain fatty acid composition in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.)[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology B, Comparative Biochemistry*, 1986, 83B(2): 277-282.
- [9] Zabelinskii S A, Chebotareva M A, Ivanova V P, *et al.* Peculiarities of ultraviolet absorption spectra of lamprey and rat brain lipid extracts and their correlation with fatty acid composition[J]. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 2001, 37(5): 535-541.
- [10] Douglas R T, Douglas G H. Fatty acid compositions of the major phosphoglycerides from fish neural tissues; (n-3) and (n-6) polyunsaturated fatty acids in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and cod (*Gadus morhua*) brains and retinas[J]. *Fish Physiology and Biochemistry*, 1988, 5(4): 229-239.
- [11] Stoknes I S, Okland H, Falch E, *et al.* Fatty acid and lipid class composition in eyes and brain from teleosts and elasmobranchs[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology*, 2004, 138(2): 183-191.
- [12] Xie C L, Woollett L A, Turley S D, *et al.* Fatty acids differentially regulate hepatic cholesteryl ester formation and incorporation into lipoproteins in the liver of the mouse[J]. *Journal of Lipid Research*, 2002, 43(9): 1508-1519.
- [13] Harper C R, Jacobson T A. Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease[J]. *American Journal of Cardiology*, 2005, 96(11): 1521-1529.
- [14] 黄楚龙, 方玉婵, 江涛. 鲨鱼脑提取物对小鼠学习记忆的影响及毒性研究[J]. *广东药学*, 2000, 10(5): 53-54.
- [15] 杨学东, 白秀珍. 头发中锌、铜、铅含量与儿童智商的关系[J]. *数理医药学杂志*, 2006, 19(4): 430-432.
- [16] Nabavi S F, Nabavi S M, Latifi A M, *et al.* Determination of trace elements level of pikeperch collected from the caspian sea[J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2012, 88(3): 401-405.
- [17] 付迎, 韩梅. 火焰原子吸收光谱法测定鱼脑和鱼肉中铜、锌的含量[J]. *光谱实验室*, 2000, 17(2): 229-231.
- [18] Ting H, Hsu Y, Tsai C, *et al.* The *in vitro* and *in vivo* antioxidant properties of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil[J]. *Food Chemistry*, 2011, 125(2): 652-659.
- [19] 刘凯, 魏延津, 李敬田. 血小板活化因子表达与急性冠脉综合症的相关性研究[J]. *山东医学高等专科学校学报*, 2013(1): 15-16.
- [20] Wang C X, Xia W S, Xu Y S, *et al.* Anti-platelet-activating factor, antibacterial, and antiradical activities of lipids extract from silver carp brain[J]. *Lipids in Health and Disease*, 2013, 94(12): 1-6.
- [21] 李想. 脑蛋白水解物类药物中活性成分的比较分析[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [22] 孙中武, 王宏伟. 动物脑蛋白水解物研究进展及生产工艺中若干问题的解决初探[J]. *东北林业大学学报*, 2004, 32(1): 68-69.
- [23] Zhang H M, Zhang X N, Xu B J. Analysis and determination of biological activity of short-chain peptides from porcine brain hydrolysate[J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2005, 37(2): 333-339.
- [24] 白恩侠, 张卫柱. 牛脑蛋白水解物工艺研究[J]. *经济动物学报*, 2002, 6(3): 49-51.
- [25] 刘守峰, 董秀萍, 程婷婷, 等. 鸡脑蛋白水解物的研究[J]. *食品工业科技*, 2006, 27(7): 124-126.
- [26] 安玉会, 章萍, 郑香梅. 羊脑多肽的氨基酸含量分析[J]. *河南医科大学学报*, 2001, 36(1): 36-37.
- [27] Masaaki F, Ken-ichi T, Xiaoyan W, *et al.* Isolation and characterization of a novel bioactive peptide, carassiusrfamide (c-rfa), from the brain of the japanesecruciancarp[J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1998, 242: 436-440.
- [28] Cho Y S, Lung W K, Lee S H, *et al.* A novel visceral excitatory neuropeptide from the brain tissue of cloudy dogfish (*Scyliorhinus torazame*)[J]. *Food Chemistry*, 2009, 115(4): 1306-1311.
- [29] 王琼瑶, 阮征, 李俊侃. 鸽脑磷脂软胶囊改善人体记忆的研究[J]. *中国热带医学*, 2007, 7(10): 1904-1905.
- [30] Ookawa K, Mochizuki K, Shida E, *et al.* Anti-anxiety effect of ovary lipid extracted from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in rats[J]. *Journal of Veterinary Medical Science*, 2007, 69(6): 633-636.
- [31] Barber-Heidal K D, Broughton K S, Malinauskas B M, *et al.* Co-morbidities associated with obesity and the role of omega-3 fatty acid intake in free-living healthy weight, overweight and obese college students[J]. *Faseb Journal*, 2007, 21(5): A327.
- [32] Mandal C C, Ghosh-Choudhury T, Yoneda T, *et al.* Fish oil prevents breast cancer cell metastasis to bone[J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2010, 402(4): 602-607.

(上接第361页)

- [16] 何建瑜, 赵荣涛, 刘慧慧. 舟山海域厚壳贻贝软体部分营养成分分析与评价[J]. *南方水产科学*, 2012, 8(4): 37-42.
- [17] 陈丽花, 肖作兵, 周培根. 中国对虾的脂肪酸分析及其营养价值评价[J]. *上海海洋大学学报*, 2010, 19(1): 125-129.

- [18] YANG Ting, FANG Shi, ZHANG Haixia, *et al.* N-3 PUFAs have antiproliferative and apoptotic effects on human colorectal cancer stem-like cells *in vitro*[J]. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2013, 24(5): 744-753.