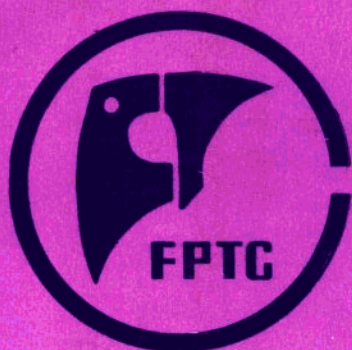


B-6532

第 3 辑

总第18辑

水产品加工技术资料



上海水产品加工技术开发中心

1991年

775

5

目 录

鱼油对血液必需脂肪酸的组成及抗氧化能力的影响

.....王建中 朱瑞龙 邱仁芳 陈松鹤 应赛亚 (1)

鱼贝类盐干制品原料的加工适应性.....奚印慈 (6)

鱼类的熏制技术.....肖光翠 (10)

中上层鱼类软罐头食品加工技术.....吕玉英 (16)

鱼油对血液必需脂肪酸的组成及抗氧化能力的影响

王建中 朱瑞龙 邱仁芳
(上海东海制药厂)

陈松鹤 应赛亚
(上海中山医院)

摘要: 不同年龄组志愿者血小板、红细胞膜脂质中必需脂肪酸组成的增龄变化是 EPA、DHA 减少, AA 增加。同时脂质过氧化分解产物MDA的生成增多, SOD的活性降低。LDL的孵育可增强此过程, EPA的孵育则抑制了这一过程。老年组服用鱼油多不饱和脂肪酸4周, 每日6克, 红细胞膜中EPA、DHA增加, AA降低, MDA的生成减少, SOD活性增加。指出血液成分必需脂肪酸的组成对过氧化-抗氧化的平衡有重要影响, 鱼油是潜在的抗衰老药物。

关键词: 鱼油、廿碳五烯酸、廿二碳六烯酸、丙二醛、超氧化物歧化酶。

鱼油脂肪酸组成的特点是富含n-3系多不饱和脂肪酸, 特别是作为鱼油特征脂肪酸的EPA(廿碳五烯酸, Eicosapentaenoic acid)和DHA(廿二碳六烯酸 Docosahexaenoic acid), 近年来, 这两种脂肪酸已经超越了传统的鱼油中维生素A、D是主要营养成分的概念, 引起了广泛的注意和研究^[1,2], 在心血管疾病和慢性炎症性疾病的防治中被广泛应用^[3,4]。对人体白细胞的影响也正被关注^[5]。

作为必需脂肪酸、鱼油中的EPA、DHA参与并影响了人体和细胞的生理生化过程。由于鱼油易于氧化, 食用鱼油对人体内过氧化脂质生成的影响, 是一个重要的课题。本文以血小板、红细胞的n-3系脂肪酸EPA、DHA及n-6系脂肪酸AA(花生四烯酸, Arachidonic acid)的组成与过氧化脂质分解产物MDA(丙二醛, Malondialdehyde), 人体内抗过氧化的主要生理活性成分SOD(超氧化物歧化酶, Superoxide Dismutase)的相关性为主要线索, 探讨了清除人体自由基的新途径。

一、材料和方法

1. 材料

(1) 志愿者: 19名健康志愿者, 其中A组(中青年期21~44岁)6名; B组(中老年期45~59岁)6名; C组(老年期60~83岁)7名。服鱼油脂肪酸制剂12人(60~83岁)。

(2) 鱼油脂肪酸制剂: 以海产鱼肝油为原料, 经溶剂结晶法制得的鱼油混合脂肪酸, 甲酯化后经气相色谱测定, 含DHA33%, EPA10%, 制剂中添加1%的维生素E。

(3) 剂量: C组志愿者每日6g, 共4周。

2. 方法

(1) 血小板悬液的制备: 肘静脉取血, ACD抗凝^[6], 600rpm离心8min, 取上层富含血小板血浆(PRP)。再2000rpm离心15min, 获压积血小板, 用CGS^[6]缓冲液洗涤血小板二

致谢: 本研究承蒙日本名古屋大学药学院奥山治美教授提供资料, 特此表示谢意。

次,以Hepes-Tyrode缓冲液^[6]制成洗涤血小板悬液。

(2) 红细胞及红细胞膜的制备:ACD抗凝600rpm离心8min,去上层富血小板血浆,下层再以2000rpm离心20min,得压积红细胞。用生理盐水洗涤三次,配成洗涤红细胞悬液。如供气相色谱分析,再加入4℃的蒸馏水,静置30min,进行溶血。10000rpm离心10min,吸去上层液,再用蒸馏水洗二次,得红细胞膜^[7]。

(3) 低密度脂蛋白(LDL)的制备:参照Redgrave的密度梯度超速离心法分离^[8]。

(4) 气相色谱测定血小板,红细胞膜脂肪酸成分:脂质的抽提,甲酯化及气相色谱测定,参照笔者先前的报告^[9]。

(5) 血小板、红细胞MDA的测定^[10]:洗涤血小板、红细胞50 μ l中加入N/12硫酸4ml,10%磷钨酸0.5ml,混匀放置5min,3000rpm离心10min。沉淀中加入N/12硫酸4ml,10%磷钨酸0.3ml,再3000rpm离心10min沉淀中加入2ml双蒸水,0.5mlTBA(硫代巴比妥酸)溶液,95℃油浴1小时,冷却后加2.5ml正丁醇,充分混匀,3000rpm离心15min,取正丁醇相测荧光强度,以TEP(1,1,3,3-四甲氧基丙烷)作标准曲线,算出被测标本MDA浓度。血小板的MDA单位为:nmol/10⁸Pla,红细胞为:nmol/g·Hb。

(6) SOD活性的测定^[11]:采用极谱氧电极法微量测定SOD活性。即在测氧仪反应室中加入0.1mol Tris-HCl缓冲液0.8ml,再加入含SOD的标本(充分溶血的红细胞或超声波处理的血小板),再加入5 μ l0.01N的邻苯三酚。由于SOD使氧化过程中产生的超氧自由基歧化成分子氧,而抵消了氧的消耗。此差值可换算成SOD活性单位(u)红细胞SOD活性单位为u/g·Hb,血小板SOD活性单位为u/10⁸Pla。

(7) 红细胞的孵育:

对照组的红细胞在20℃孵育120min。LDL组的红细胞在20℃孵育60min后加入终浓度为1mg/ml的LDL再孵育60min,EPA组的红细胞加入终浓度为0.2mg/ml的EPA(Sigma产品)20℃孵育120min,EPA加LDL组的红细胞先与上述浓度EPA孵育60min,再加入上述浓度LDL孵育60min。

二、结 果

健康志愿者低年龄分为A、B、C3组,分别测定了血小板中n-6脂肪酸AA与n-3脂肪酸EPA、DHA的增龄变化及相关的MDA、SOD的变化,见表1。

表1 志愿者增龄与血小板必需脂肪酸的组成及MDA、SOD的相关性($\bar{X} \pm SE$)

组 别	必需脂肪酸组成 (%)			血小板 MDA (nmol/10 ⁸ Pla)	血小板SOD活性 (u/10 ⁸ Pla)
	AA	EPA	DHA		
A组(21~44岁)	5.2 $\pm$ 0.9	1.2 $\pm$ 0.3	1.3 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	3.4 $\pm$ 0.9
B组(45~59岁)	6.3 $\pm$ 1.9	0.9 $\pm$ 0.3	0.8 $\pm$ 0.4*	0.8 $\pm$ 0.4*	1.9 $\pm$ 0.6*
C组(60~83岁)	6.9 $\pm$ 2.1*	0.7 $\pm$ 0.2*	0.5 $\pm$ 0.2*	10.0 $\pm$ 0.6**	1.5 $\pm$ 0.4**

与A组比较: *P<0.05, **P<0.01

表1揭示了人随年龄的增加,血小板中n-6脂肪酸AA增加(P<0.05),EPA、DHA减少(P<0.05, P<0.01),而反映体内过氧化脂质的MDA随龄增加(P<0.01),人体内能消

除过氧化过程中产生的超氧自由基的SOD则随龄降低。就是AA随龄增加并且与MDA呈正相关性,与SOD呈负相关性,EPA、DHA随龄减少,与MDA呈负相关性,与SOD呈正相关性。

表2是不同年龄组志愿者红细胞的脂肪酸组成与MDA、SOD的关系。同表1,AA随龄增加,与MDA呈正相关性,与SOD呈负相关性,EPA、DHA随龄减少,与MDA呈负相关性,与SOD呈正相关性。LDL的孵育对A组的影响较弱,而使B、C组的MDA、AA增高($P<0.05$);SOD、EPA、DHA降低。EPA的孵育对A组的影响要较弱,而使B、C组的EPA、DHA增加,SOD活性增加($P<0.05\sim P<0.01$),MDA减少($P<0.05$)。在EPA孵育后加入LDL孵育,LDL的作用被明显抑制。LDL、EPA孵育的结果显示发生了必需脂肪酸的细胞膜转移^[12]。

表2 志愿者增龄与红细胞必需脂肪酸的组成及MDA、SOD的相关性及LDL、EPA孵育的影响($\bar{X} \pm SE$)

组别	孵育	必需脂肪酸组成 (%)			红细胞 MDA (nmol/g·Hb)	红细胞SOD活性 (u/g·Hb)
		AA	EPA	DHA		
A组 21~44岁	对 照	4.8±0.7	1.0±0.2	1.2±0.2	2.4±0.3	770±121
	LDL	5.2±0.8	0.9±0.2	1.0±0.1	2.6±0.3	737±140
	EPA	4.2±0.7	1.3±0.3*	1.3±0.2	2.2±0.2	799±149
	EPA±LDL	4.7±0.6	0.9±0.2*	1.1±0.2	2.3±0.5	786±136
B组 45~59岁	对 照	5.9±0.6	0.8±0.8	0.9±0.1	3.8±0.4*	611±114*
	LDL	7.0±0.6*	0.6±0.1*	0.7±0.1*	4.6±0.6*	527±74*
	EPA	5.5±0.5	1.2±0.2*	1.2±0.2*	3.1±0.6*	689±201*
	FPA±LDL	6.0±0.6	1.0±0.2*	0.9±0.1*	3.5±0.8*	610±142*
C组 60~83岁	对 照	6.7±0.9*	0.7±0.1*	0.7±0.1**	4.9±0.9**	569±144*
	LDL	7.9±1.0*	0.4±0.1**	0.5±0.1*	6.1±1.7*	501±107*
	EPA	6.3±1.1	1.2±0.2**	1.1±0.1**	3.9±0.8*	638±118*
	EPA±LDL	6.8±0.9*	0.9±0.1**	0.7±0.2*	4.4±1.2*	589±101*

与对照组比较: * $P<0.05$ ** $P<0.01$

与对LDL照组比较: * $P<0.05$ ** $P<0.01$

与A组比较: * $P<0.05$ ** $P<0.01$

表3是C组志愿者服用鱼油多不饱和脂肪酸前后红细胞多不饱和脂肪酸的组成与MDA、SOD的关系,摄入鱼油多不饱和脂肪酸增加了红细胞膜中的EPA、DHA,减少了AA,导致了MDA的减少与SOD的增加($P<0.05$)。

表3 老年志愿者服用鱼油脂肪酸制剂前后红细胞必需脂肪酸的组成及MDA、SOD的变化^{a)} ($\bar{X} \pm SE$)

	必需脂肪酸组成 (%)			红细胞 MDA (nmol/g·Hb)	红细胞 SOD (u/g·Hb)
	AA	EPA	DHA		
服用前	6.5±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1	5.0±0.8	561±133
服用后	5.2±0.7*	0.9±0.2*	1.0±0.2*	3.6±0.7*	636±126*

与服用前比较: * $P<0.05$ a) 参加本实验人数为12名

三、讨 论

鱼油中的 n -3系脂肪酸EPA、DHA是必需脂肪酸仅是近年的认识,与 n -6系必需脂肪酸AA的生理作用不同,对保持高度的脑机能和视力是不可缺少的,对人的智力和行为有很大的影响^[13]。

长期以来,由于鱼油富含易于氧化的EPA、DHA,鱼油的摄取被认为生成了多量的过氧化脂质,根据过氧化脂质—自由基的链锁理论,过氧化脂质分解产生了自由基,自由基促成了更多的过氧化脂质,而过氧化脂质的进一步分解又增殖了自由基。结果损伤了人的遗传因子,酶和磷脂质,导致了老化、癌症。但在鸡的喂养实验中,给鸡以缺乏维生素E而富含亚油酸的饲料,鸡会患脑症而死亡。被认为是缺乏抗氧化剂亚油酸过氧化所致。而喂以同样是抗氧化剂缺乏的鱼油,却可抑制鸡的死亡。奥山氏的理论认为这是 n -3系脂肪酸在人体内作为抗氧化剂或自由基的清除剂而起作用。即在氧化后生成稳定的羟基过氧化物而清除了游离基,并且谷胱甘肽过氧化物酶参与了此过程^[14]。Fisher的研究指出,适量地食用鱼油可降低刺激人单核细胞自由基的产生,并且削弱了从单核细胞由来的巨噬细胞促进LDL胆固醇氧化的能力以及相应的细胞毒性^[15]。Prabha对败血症病人研究表明,必需脂肪酸缺乏导致了自由基和过氧化脂质的增多^[16]。这就对传统的论理提出了挑战。

本研究以血小板、红细胞必需脂肪酸的组成入手,探讨了年龄与必需脂肪酸的关联以及过氧化产物MDA,抗氧化生理活性成份SOD的活力相关性。 n -3系和 n -6系必需脂肪酸的增龄变化明确指出EPA、DHA的减少与衰老的二个重要指征MDA的增加与SOD的活性降低相关。因此人体通过食用鱼油增加血液成分脂肪酸组成中EPA、DHA的含量^[9],不仅有抗血栓炎症的作用^[17],而且有抗衰老的作用。老年人容易缺乏 n -3系必需脂肪酸EPA、DHA很可能是老年性疾患重要病因^[18],DHA对脑机能的作用和痴呆症的防治是研究的热点。LDL是致动脉粥样硬化因子,EPA是抗动脉粥样硬化因子,EPA、LDL的红细胞孵育相对地改变了 n -3, n -6必需脂肪酸的组成与相应的MDA、SOD变化,这是由于发生了脂肪酸的细胞膜磷脂质间的转移^[12],而改变了红细胞的功能所致,EPA对LDL的抑制是预料中的作用。

本研究的结果指出,EPA、DHA抑制过氧化有4条可能的途径,首先是和自由基结合形成稳定的羟基过氧化物,清除自由基^[19]。第二是细胞脂质成份中EPA、DHA的增加与AA的减少使AA代谢产物刺激细胞,产生自由基的能力减弱,功能状态也被减弱^[15]。第三是激活了SOD等抗氧化生理活性成份。第四,抑制了其它血液成分如LDL的影响。因此,可以认为鱼油中的EPA、DHA作为必需脂肪酸的一个新的生理机制是调节体内抗氧化能力,清除自由基,而起起了抗衰老的作用。

参 考 文 献

- [1] 奥山治美: 人の健康と魚. 1988, 2, P1—187, 名古屋大学, 名古屋
- [2] Weaver BJ et al: Prog. in Food and Nutr., Sci., 1988, 12: 111
- [3] 王建中等: 医药工业, 1988, 19(3): 109
- [4] Bilo HJG et al: Biomed & Pharmacother, 1990, 44: 169
- [5] 王建中等: 中国海洋药物, 1990, 9(2): 8

- (6) 阮长庚: 血小板的生化研究方法, 1987, P245, 上海科技出版社, 上海
- (7) 小沢昭夫 他: 分析化学, 1983, 32: 174
- (8) Redgrave et al: *Anal. Biochem.*, 1975, 65: 42
- (9) 王建中等: 中国医药工业杂志, 1990, 21(3): 124
- (10) 翁玉椿等: 细胞生物学杂志, 1985, 7(3): 142
- (11) Moscone D: *Analytica Chimica Acta*, 1988, 211: 195
- (12) 杉浦隆之: 生化学, 1990, 62(9): 1154
- (13) 奥山治美: 化学と生物, 1990, 28(3): 175
- (14) 奥山治美: 油, ニのあいしくて不安なキの, 1989, P183, 农文协・东京
- (15) Fisher M et al: *Am. J. Clin. Nutr.*, 1990, 51: 804
- (16) Prabha PS et al: *Prostaglandins leukotrienes and Essential Fatty Acid.*, 1991, 42(1): 61
- (17) 王建中、朱瑞龙: 中国油脂, 1988, 4: 56
- (18) 铃木平光: 鱼を食べると头が良くなる, 1991, 3, P1-238, 大文社, 东京

鱼贝类盐干制品原料的加工适应性

姜印慈

一、加工原料的适应性和品质特性

一般鱼贝类各具有特有的性状，加工产品也具有各自固有的品质要求。因此，鱼贝类不一定能适应做所有产品，换言之，作为某种加工产品的原料，必须具有适应这种制品的特性，我们将这种特性称为原料的加工适应性，将制品在品质上必须具有的性状称为品质特性。

原料鱼贝类的加工适应性因组织学特性和成分特性不同而异，即使种类相同，也还受生理和环境等条件的影响。

水产品往往不经加工处理就直接食用。这时，生鲜鱼贝类所具有的性状就是其品质特性。但是，冷冻鱼贝类解冻后生食时情况就不同，由于冻结前后所具有的性状不一定相同。因此，作为冻结品的原料具有加工适应性，解冻鱼贝类则具有冻结、冻藏和解冻处理后的品质特性。生食鱼贝类必须根据生鲜品和冷冻品分别考虑其品质特性和加工适应性。

原料的加工适应性和制品具有的品质特性，二者并非完全独立，加工适应性具有支配产品品质特性的作用。因此，有必要深入研究原料的加工适应性。然而，由于加工技术的进步，由缺乏加工适应性的原料得到具有优良品质特性的制品已逐渐成为可能。事实上，加工适应性和品质特性之间的关系，与以往相比，正在起着变化。

二、干制品原料的加工适应性

1. 原料种类

干制品有淡干品、煮干品、盐干品、冻干品、调味干品等，还包括在加工过程中进行干燥的节类制品和熏制品，按照原料的成分和组织特性，可加工成不同种类的产品。

干制品加工较简单，其原料常使用沙丁鱼、鲱鱼、秋刀鱼、乌贼、虾、贝类等小型多获性鱼贝类。

2. 加工适应性

(1) 成分特性

干制品原料的加工适应性，就其成分，可以脂肪含量作为判断适应与否的基准。一般选用脂肪含量低的原料制作。

鱼贝类的含脂量因种类而异，软体动物、甲壳类等脂肪含量较少，鱼类中鳕、鲽等底栖鱼，肌肉中脂肪含量低，而沙丁鱼、鲱鱼等洄游鱼，因渔获期，渔场不同变动较大，脂肪含量如沙丁鱼在2~14%，鲱鱼在0.5~14%。所以，鳕、鲽等很适合作为干制品原料，而章鱼、贝类等适合加工成淡干或煮干品。

另外,若将鲭、鲐、沙丁鱼、鲱等洄游性含脂高的鱼作为原料制作干制品时,脱水后残留在肉中的脂肪会妨碍肉质的硬化,而使制品肉质松散乏味。而且制品保藏中,体内的脂肪容易氧化产生异臭、异味和色变。因此,用这类鱼加工干制品,要考虑到渔获期和渔场,有必要选择脂肪含量少的作为原料。

加工淡干品、煮干品、调味干制品,必须将原料充分干燥,水分控制到10~40%,其原料的含脂量要低。但是盐干品的含水量在50~60%的干制品及熏制品,从口味考虑,最好选用含脂量为5~10%的鱼为原料。

熏制品原料常用鲑、鳟鱼类及鲱、鳕、沙丁鱼、鲐鱼、章鱼、牡蛎等由于含脂量低的原料制成的熏制品口味较差。所以,象墨鱼、章鱼、牡蛎等除熏制外,还另加食用油或调味处理,制成调味制品。此外,脂肪含量低不仅烟熏难以入味,且外观差得率也低。反之,若原料含脂量过高,则难以干燥,且容易引起油烧。因此,冷熏品原料鱼的含脂量以7~10%之间为妥,而温熏品的原料含脂量最好在10~15%之间。

日本的鲑节原料用真鲭,用含脂量高的鲭作为原料时制品的香味差,贮藏中易变成灰白色,最好使用含脂在1~3%的鲭,南方鲭一般水分和脂肪含量高,加工后不仅得率低,呈味物少,制成的鲑节味道差。

(2) 组织特性

鲑鱼类一旦冻结,其肉质变成海绵状的结构,解冻后,也恢复不到生鲜状态,肌纤维间失去了相互的粘结性,变成粘状组织。这种现象还常见于底栖性水分多的鲈鲉和鲆、鳎等鱼类。

一般,快速冻结鱼肉时,肌纤维中产生细小的冰结晶,将这些冻结后的鱼肉贮藏时,纤维中的冰晶逐渐升华,移动到纤维外,形成大型冰结晶。这种情形,底栖性鱼类比起鲭、鲐等洄游性鱼类来说容易产生。其原因是底栖性鱼类的纤维中,有一些冰晶生成时,溶存在鱼体水分中的气体气化,游离后形成较大的压力将未冻结的水分压到纤维外,结果在纤维外面形成了较多的冰结晶。

如上所述,鳕和狭鳕经冻结,肉组织损伤明显。所以,很适合于利用其纤维的损伤来制作冻干品、调味干品(各种珍味加工品、鱼松)等制品。

鲛鱼珍味加工品中,有一种细条调味鲛鱼干,在制造中利用肌纤维具有的方向性,加热后用压延滚筒机械性地将肌纤维拉松,再趁热用机械撕裂成细片。

3. 干制品有关原料的利用情况

干制品的原料种类很多,主要以含脂量和水分含量为基准,分别加工成不同的种类。

(1)沙丁鱼中,含脂量在1~4%的远东拟沙丁,在日本通常加工成淡盐干品、煮干品、烤干品,含脂量在5~8%的常作为咸干鱼串和淡盐干品等干燥度较低的制品原料。而脂眼鲱或日本鲱鱼,含脂量常年都比远东拟沙丁高,所以常被加工成咸干鱼串和甜酒渍干制品,日本鲱鱼还特别适于做成煮干品。

(2)日本鲐鱼由于产卵的原因脂肪含量从4~5月份开始减少,6~7月份达到最低值。所以,5~7月捕获的鱼适宜作为盐干品的原料。

(3)8月份出现在北海道海域逐渐南下到伊豆海面产卵的秋刀鱼,由于含脂量极低,个体消瘦,适宜做酒渍干制品等调味干品。

(4)日本竹筴鱼,中等大小的鱼体适于作为盐干品的原料,红背圆鲹在南日本海捕

获，9月下旬到翌年1月下旬的鱼体，适宜作为盐干品原料。红背圆鲂生鲜时，肉质疏松，滋味美，但蛋白凝胶性能好，做成干制品后肉质有弹性味美。

(5) 鲑、鳟鱼类中的红大马哈鱼，和大鳞大马哈鱼、适宜做熏制品。

(6) 由于产卵而游到日本沿岸的春鲱，通常是5~8年的成鱼群，鱼体大但脂肪含量不高，季节性捕获量很大，因来不及精加工，只能大量加工成去头鲱鱼干。

(7) 大头鳕，除加工成淡盐干品以外，还因肌纤维较长可用于鱼粉加工。1~2月份产卵期间在寒冷的水域中捕获的狭鳕，以鱼子加工为主外，鱼体可在车间外零度以下的环境中做成冻干品，也可加工成淡盐干品。

(8) 乌贼中的太平洋斯氏柔鱼，巴氏狭乌贼等可作为淡盐干品、熏干品、调味干品等的原料，剑尖长枪乌贼，做成淡干品有一股特有的香味，而金乌贼，适宜做成调味干品。日本富山县沿岸捕获的萤乌贼多加工成淡干品和甜酒渍干制品。

三、盐藏品原料的加工适应性

1. 原料种类

盐藏品的主要原料有大马哈鱼、鲑、大头鳕、狭鳕、沙丁鱼、秋刀鱼、远东多线鱼等。鱼卵制品的原料有鳕鱼卵、鲱鱼卵、大马哈鱼卵、中吻鲟卵等。

大马哈鱼类主要有大马哈鱼、红大马哈鱼、银大马哈鱼、大鳞大马哈鱼和鳟鱼，前四种鱼常做成用盐量较少的新卷鲑鱼盐藏品，而鳟鱼常做成用盐量较多的盐鳟鱼。红大马哈鱼也常盐藏后再做成冷熏品。

沙丁鱼、鲑、秋刀鱼等多获性红身鱼类常做成低盐食品（用盐量3~5%），但必须低温流通。

日本国鱼卵制品的消费量很大，单靠国内原料满足不了需求，还需从阿拉斯加、加拿大、苏联等进口。

盐腌品中主要有盐腌乌贼、盐腌海胆、盐腌鳗。盐腌乌贼的原料有太平洋斯氏柔鱼、巴氏狭乌贼、萤乌贼。盐腌海胆主要用美球海胆、紫海胆、红海胆等。鳗的盐腌品可使用鳗内脏，有盐腌鳗胃，还可利用其肠、肝脏、幽门垂等制造盐腌品。另外，还有利用海参的肠作为原料的盐腌海参肠，用卵巢腌制的盐腌参卵，利用鱼肾脏做的盐腌鱼肾，用鲑鱼肠腌的咸鲑鱼肠，鲍鱼内脏的腌渍品，香鱼卵做的腌香鱼卵及其精巢做的腌白精巢和内脏做的盐腌香鱼内脏，以及将其碎肉混入后的腌制品。另外，利用蟹、虾、糠虾等甲壳类，牡蛎、蛤仔、文蛤等贝类，海鞘等原素动物为原料，可制成各种盐腌制品。

鱼露的原料主要是日本叉牙鱼、玉筋鱼、远东拟沙丁、日本鯷鱼、日本银带鲱等小型鱼类，连同其内脏一起腌制，牡蛎、蛤仔、文蛤、虾夷盘扇贝等的煮汁也可利用作为鱼露的原料。

2. 加工适应性

盐腌制品和鱼露，主要是其鲜味受到重视。因此，从呈味成分这一点来考虑是相当重要的。

(1) 成分特性

鱼贝类的鲜味主要是由于谷氨酸的存在。黑鲍、蛤仔、虾夷盘扇贝等贝类和三疣梭子蟹、日本对虾中含有大量的谷氨酸。因此，这些水产品很适应作为发酵食品的原料。

甘氨酸具有甜味，与扇贝、虾类、乌贼类、蟹类等的鲜味有密切的关系。

金枪鱼、鲭、鲐等红身鱼中含有较多的组氨酸，组氨酸含量愈高，味道就愈好。而且，组氨酸和乳酸、磷酸钾一起有增强味道的作用。

丙氨酸和甘氨酸一样呈甜味，海胆的一部分甜味就是来自丙氨酸，甲硫氨酸能增强谷氨酸的鲜味，是构成海胆味道的成分之一。

很多鱼死后，肌苷酸在体内积蓄，它与谷氨酸钠的叠加效果，形成了鲜味的本体。另外，无脊椎动物能积蓄与肌苷不一样的腺苷酸，它也能与谷氨酸钠起叠加作用呈现鲜味。

琥珀酸和乳酸与鱼贝类的鲜味也有关系。

(2) 组织特性

鲱、鲐、狭鳕、鳕、鲷鱼、日本燕鳷、中吻鲟等的鱼卵常作为鱼卵制品的原料。鱼卵制品多数是通过其滋味和嚼劲来体现其食品价值的。如果没有固有的嚼劲，其价值就低。通常，卵巢中的卵是通过卵膜形成一定的形状，未成熟的卵膜薄，用食盐脱水时，卵中的内容物易溶出，卵膜之间相互粘结成胶状，成为缺乏嚼劲的制品。另一方面，过熟卵卵膜极其肥厚，卵粒间又缺少粘性，即使用盐渍，卵粒也难粘结在一块。虽然，过熟卵富有嚼劲，但卵膜过于坚硬不易咬碎，即使咬碎了，膜还会残留在口中。所以，作为鱼卵制品的原料，应该选择成熟度适宜的鱼卵。

鱼卵的成熟度可通过从鱼体取出的鱼卵来观察，视其水分多少，卵粒形状、色泽、分布在卵膜中血管系统的机能状况等来判定其加工适应性。比如：鲱鱼子，当能明显地看到卵巢为月牙形时，血管系统机能下降，整个卵巢呈黄色，用指尖按压，会感觉到有弹性，这样的鲱鱼子作为制品的原料比较合适。

鱼类的熏制技术

肖光翠

烟熏技术的起源，可以追溯到火的发明。当时人们发现猎获到的野兽、鱼类，悬挂在树枝燃烧的火焰上，能获得诱人的风味。随着社会的进步，人们在生活中又进一步发现，鱼、肉、禽之类的食品吊在灶前，不仅使其味道鲜美，而且使其保藏性增加。随着科学的发展，烟熏技术就发展成为一种利用食品经过调味、干燥、烟熏等特殊工艺，使其具有烟熏风味，并能较长时间保存的一种食品加工技术。熏制的过程，实质上是利用燃料不完全燃烧而产生的烟气，被烟熏制品吸收的过程，经过熏制的食品，具有特殊的烟熏风味，并改善了制品的外观色泽，还提高了制品的抗氧化性和保藏性。对于鱼类食品来讲，由于鱼都具有某种令人不愉快的腥臭味，烟熏还具有抑制这种腥臭味的效果。

在欧洲各国，工业化生产烟熏制品开始于12世纪左右，传统的烟熏室多采用砖木结构或饶砖结构。现在，一些发达的国家，例如德国、英国、法国、丹麦、日本等，工业化的产业生产烟熏产品的烟熏室已发展成为自动控制温度、控制湿度、控制木材燃烧速度即发烟量的全自动烟熏机，现上海水产品加工技术开中中心的烟熏设备就是这类全自动的烟熏机。

一、熏制的目的及烟熏过程中各组分变化

熏制的主要目的是延长食品的保藏期及增加食品的风味，但从科学的观点来分析，烟熏作用有下列十二种功效：

- (1) 给予制品特有的烟熏气味及风味
- (2) 使肉质内部发色并使肉色稳定
- (3) 防止鱼体脂肪氧化
- (4) 烟熏过程中，由于鱼体内自溶酶的作用，使肉质软化
- (5) 加热作用使鱼体自溶酶破坏
- (6) 高温、多湿条件使肉质软化
- (7) 给予鱼体表面特有的光泽
- (8) 由于重氮反应使亚硝酸量减少
- (9) 干燥作用
- (10) 加热杀菌作用
- (11) 形成表面层树脂保护膜
- (12) 抗菌物质的吸附

上述1~8项主要起使熏制品品质向上作用，9~12项主要起延长保藏效果作用。换句话说，前者是使制品的商品价值提高，后者是使制品卫生安全性能提高。

近年来，随着冷藏设备、冷冻技术、食品包装材料的进步和发展，熏制品的加工目的，已开始由过去的以延长保藏期为主要目的转向为追求食品本身风味和给予食品一种烟熏特有

香味为目的的加工手段。这种食品水分含量较高，软硬适度，既不丧失食品原来所具有的风味，又具有烟熏的特有香味，称之为软熏食品（Soft Smoking Food）。这种烟熏味轻淡的食品已成为消费者在膳食中增加花色品种的一种特殊加工方法。例如，日本的烟熏大马哈鱼（Smoked Salmon）就是这类食品之一。先将原料调味浸渍后，稍经烟熏，使烟熏的程度刚好遮盖住鱼的腥味。这种软熏大马哈鱼，在日本很受消费者的欢迎，是一种请客送礼、酒席、宴请的高档食品。

烟熏过程中，一方面熏烟成分浸入鱼体，另一方面鱼体水分逐渐减少，又由于熏室中的高温条件，鱼肉中的蛋白质和其他成分均不断地发生变化。其主要变化有：

（1）重量的变化：水分蒸发、重量减少，保存性增加。

（2）色泽的变化：熏烟中的着色物质，是由碳水化合物产生的焦糖、有机酸、焦油等形成的苯酚类、醛类与蛋白质、氨基酸等作用形成的黄褐色羰基化合物，附与鱼体表层，使之产生褐变。

（3）滋味的变化：随着烟熏过程的进行，熏烟成分中的呈味成分进入制品中，给予制品一种独特的烟熏风味。

（4）蛋白质的变化：随着烟熏过程的进行，熏制品的盐溶性蛋白质——肌浆球蛋白明显减少，非蛋白质的氨基酸氮增加，胺类氮也减少，特别是游离氨基酸的增加，使制品的风味增加。

（5）脂肪的变化：由于熏烟中含有能防止脂肪氧化的成分，在烟熏过程中，即是在高温的条件下，鱼体中的不饱和脂肪酸的氧化作用，不但能得到控制，而且还会使其抗氧化保藏性能提高。熏烟中具有抗氧化性能的主要成分是苯酚及其苯酚类的芳香族酸类物质。

二、熏烟的成分及影响熏烟沉积的因素

熏烟是由水蒸气、气体、液体（树脂）和微粒固体组合而成的混合物，现在已有200多种化合物从木材发生的熏烟分离出来。当然，这并不意味着烟熏制品中存在着所有这些化合物，熏烟成分常因燃烧温度，燃烧室的条件，形成化合物的氧化变化以及其他许多因素的变化而有差异，而且熏烟中不少成分对制品风味和防腐来说是无关紧要，一般认为熏烟中最重要的成分为酚类、酸类、醇类和羰基化合物类、烃类等。

（1）酚类：从木材熏烟中分离出来并经过鉴定的酚类物质达200种之多，其中有愈疮木酚、4—甲基愈疮木酚、4—乙基愈疮木酚，邻位甲酚、同位甲酚、对位甲酚、4—丙基愈疮木酚、香兰素、2,6—二甲氧基—4—甲基木酚以及2,6—二甲氧基—4—丙基酚等，在烟熏制品中，酚类有三大重要作用：①抗氧化作用；②形成特有烟熏味作用；③抑菌防腐作用。

（2）醇类：木材熏烟中醇的种类繁多，甲醇是各种醇类最简单和最常见的一种，它又是木材分解蒸馏中主要产物之一，故又称之为木醇。熏烟中还含有伯醇、仲醇和叔醇，但它们常被氧化成相应的酸类。木材熏烟中醇类的主要作用是构成挥发性物质的载体，醇对风味及气味并不起任何主要作用，其杀菌作用也比较微弱。

（3）有机酸：在整个熏烟组成中存在有含1~10个碳的简单有机酸，熏烟蒸汽相内的有机酸含1~4个碳，而链较长并含有5~10个碳的有机酸却往往附着在熏烟中的微粒

上,因而熏烟蒸气相中常见的酸为蚁酸、醋酸、丙酸、丁酸和异丁酸,附在微粒上的酸有戊酸、异戊酸,己酸,庚酸、辛酸、壬酸和癸酸。有机酸对熏制品的风味影响较为微弱,它聚积在熏制品的表面上,只是在酸度稍增长的情况下,会使熏制品带酸味,并具有一些微弱的防腐作用。此外有机酸类还能促进熏制品表面蛋白质凝固,促进熏制品形成良好的外皮。

(4) 羰基:熏烟中存在有大量的羰基化合物,同有机酸一样,它们存在于蒸汽蒸馏组分中,也存在于熏烟内的颗粒体上,现已正确确定20种以上的化合物;戊酮、戊醛、丁酮、丁醛、丙酮、丙醛、丁烯醛、乙醛、异戊醛、丙烯醛、异丁醛、丁二酮、5-甲基糠醛、丁烯酮、糠醛、异丁烯醛、丙酮醛等,简单短链的羰基化合物大部分存在于熏烟蒸汽中,其对熏制品的色泽,风味和芳香味起重要作用。

(5) 烃类:从烟熏展品中能分离出不少的多环烃,其中有苯并蒽、二苯并蒽、苯并芘以及4-甲基芘等,这些化合物中苯并蒽和苯并芘被认为有致癌作用,虽然在烟熏制品中,这两种物质的含量相当低,但还是引起了人们的关注,由于这些多环烃对烟熏制品既无防腐作用、又不能使之产生独特的风味,而且这些多环烃类几乎都存在于熏烟中的固体相上,在熏制时,可以过滤清除,并可采用液态熏制剂来熏制,以避免熏制品中所含有的致癌物质。

虽然,刚发生的熏烟好像为气体状态,但它会迅速地分成气相和固相,在气相组分中含有较多挥发性成分,大部分具有烟熏芳香味和风味,熏制品几乎95%的烟熏风味来自气相部分,如果将固相沉淀除去后,熏烟中有害的焦油和多环烃含量也会大幅度地下降。

熏烟发生时伴随许多缩合反应同时发生,醛类和酚类缩合成树脂,在熏烟成分中可占50%以上熏烟品的色泽、抗氧化保护膜大都由这种缩合树脂来完成。

影响熏烟沉积量和熏烟沉积迅速的因素有熏烟的密度,烟熏室的空气流速和相对湿度以及熏烟品的表面状态。熏烟密度越大、熏烟吸收量越大。烟熏室内空气流速也有利于吸收,因为流动越快,与食品表面接触的熏烟也越多。然而,在高速流动空气的条件下,难于形成高浓度的熏烟。因此,气流速度和熏烟密度处在互相对立的地位。为此,在实际操作中就要求既要使气流能与熏制食品充分接触,又不致于使熏烟密度下降,一般采用10米/分左右的空气流速为佳。相对湿度有利熏烟成分的沉积吸着,但不利于色泽的形成,制品表面水固然利用熏烟成分的吸着,但熏烟成分沉积过多,相反会给制品带来酸味。当然,表面过于干燥,会延缓熏烟成分的沉淀。在实际操作中熏制品往往先经风干至表面水分干燥后再进行熏制。

三、熏室和熏材

传统的烟熏室比较简单,但是工业化的生产要求能连续地进行同样烟熏过程,这就使熏制设备变为复杂起来。简单的烟熏室要控制温度、湿度及燃烧速度比较困难。但是,近年来发展起来的全自动烟熏机,不仅可以控制温度、湿度及燃烧速度,而且还可以控制熏烟的浓度。烟熏室最好选择在湿气较少的地方,建造烟熏室时,对经常刮的风向也必须考虑进去,设计烟熏室时,要使得温度、排气及发烟量能够较容易调节,当然还必须考虑到燃料的节省,防火设备的完善等。总之,在建造烟熏室或购买烟熏机时,须考虑下列条件:1. 温度和发烟量可以自由调节;2. 烟熏室中的烟扩散均匀;3. 防火保险装置;4. 通风便利;5. 熏材耗用量节约;6. 建设费用低廉;7. 操作控制方便;8. 如果有可能的话湿度也可以调节。

烟熏食品可采用各种燃料，如玉米棒芯，软质和硬质木材等，各种燃料成分差别甚大，因而烟熏成分的变化也很大，熏烟发生中的各种反应主要决定于燃料的种类和它们的成分。熏烟是熏材的缓慢燃烧或不完全氧化而产生的蒸汽、气体、液体（树脂）和微粒固体的混合物，较低的燃烧温度和适当空气供应是缓慢燃烧的必要条件。木材中含有40~60%的纤维素，20~30%的半纤维素和20~30%的木质素，木屑在热分解时，表面中心存在着湿度梯度，外表面正在氧化时，内部确在进行氧化前的脱水，脱水过程中外逸的化合物有 CO_1 、 CO_2 以及象醋酸那样的某些挥发性短链有机酸，当木屑的中心内部水分接近零时，温度就迅速上升到300~400℃左右，并发生热分解产生熏烟。实际上大多数熏材在200~260℃温度范围内已有熏烟发生，温度达到260~310℃时，则产生焦木液和一些焦油，温度上升到310℃以上木质素裂解产生酚和它的衍生物。正常的烟熏情况下，常见的温度范围在100~400℃左右，如果氧化过多，燃烧过头，不但不利于熏烟的产生，而且造成浪费，如果将空气严格地加以限制，熏烟呈黑色，并含有大量羧酸，并会使环烃化合物量增加，环烃化合物是一种不需要的熏烟成分，应尽量避免。一般来说硬木是最理想的熏材，胡桃木为优质标准熏材，其他不含树脂的阔叶树、樱花树、榉树、榲、山毛榉、赤杨、白杨、白桦、橡树等均可作为熏材，如果使用油脂含量较多的松树之类作熏材，在熏制过程中，不但可能使制品的表面被熏烟污染影响外观，而且可能使松油成分进入制品内部而产生异味，故一般不宜使用。此外，熏材水份的含量也会直接影响制品的质量，熏材太湿，熏烟中湿度增大，非但制品的干燥速度降低，还可能使带烟气和水汽落在鱼体表面，使鱼体表面变黑，并使鱼肉产生酸味，特别是冷熏品长时间的熏制，其污染更为严重。熏材太干，熏制时往往会发生燃烧偏旺，导致产生熏烟量减少，造成熏烟的有效成分被烧掉，故在熏制操作中一般控制在熏材水份为20~30%左右。

四、熏制工艺

一般来说，生鲜、冷冻、盐藏鱼类均可作为熏制原料，但是脂肪过多、过少的鱼均不大适合于熏制，脂肪含量过多，不但干燥困难，保藏性能差，而且在熏烟过程中，往往出现熏烟成分与脂肪一起流失的情况，并发生油脂酸败；脂肪含量过低，非但味道欠佳，且熏烟的香气成分不易附着，同时制品太硬，外观及得率也不好，作为熏制原料的脂肪含量一般来讲，冷熏品为7~10%。温熏品为7~15%。

当然在实际生产中，往往根据原料的性质、制品的目的不同，而采用不同的熏制方法，由于熏制方法不同，所得制品的品质、保存性也随之不同。

熏制法大体可分为：①冷熏法（Cold Smokjng），该法主要用于提高制品的贮藏性强为目的；②温熏法（Hot Smokjng），该法主要用于调味为目的，温熏法进一步可分为温熏和热熏两种；③液态熏制法，该法是以熏液代替熏制的方法。

1. 冷熏工艺路线

原料→去头、内脏、鳞→洗净→盐渍→脱盐→调味→干燥→烟熏→成

品、包装

(1) 原料处理：冰鲜或冷冻原料，去头、去内脏、去鳞洗净，原料的脂肪不超过10%为好。

(2) 盐渍：冷熏品主要是长期保存为目的的，食盐的含量较高，鱼肉中的水分需要脱去，一般采用撒盐法进行盐渍，盐的用量为原料重量的12~15%，盐渍目的在于使鱼肉脱水，肉质紧密，盐渍温度以5~10℃为宜，采用边排鱼、边撒盐的方法，尽量使盐均匀撒布，盐渍后上面最好压上重石，重石的重量为原料重量的10~30%左右，盐渍至盐渍溶液波美度为18~20度为止。

(3) 脱盐：表面看来，盐渍工艺后，又进行脱盐处理，似乎是一步多余的操作，其实不然，脱盐有以下两个作用：1、除去鱼肉中多种盐分，调整制品的食味；2、除去容易腐败的可溶性物质。脱盐时间与原料鲜度、食盐的浸透度、水的温度有关。有条件的情况下，最好用流水脱盐，如果用静水脱水，应不时轻轻搅动，并换水。脱盐程度判定方法是将脱盐处理后的鱼，烤后尝味，稍带咸味为宜。

(4) 调味浸渍：用脱盐原料50%量的调味液，在5~10℃的温度条件下调味浸渍3小时以上。调味液配方：食盐2~4%、砂糖1~2%、味精0.5~2%，当然还可以根据口味不同加入酱油（经验数据是1Kg酱油可减少200g盐）或其他调味料。

(5) 干燥：沥干调味液，将鱼平铺于网片上，18~20℃冷风吹至表面干燥。

(6) 烟熏：冷熏的理想烟熏温度为24℃，最低温度为18℃左右，开始的三天，温度较低18~20℃。第4~7天为20~22%，一周以后可用23~24℃的温度烟熏至水分为40~45%。

(7) 包装：整形后，用复合袋真空包装，可常温保存3个月左右。

2. 温熏的工艺路线

原料→开片、去中骨、去鳞→洗净→调味浸渍→干燥→烟熏→成品包装

(1) 原料处理：冰鲜或冷冻原料，去头、去内脏、去鳞、剖片、去中骨、洗净。原料脂肪为7~15%为宜。

(2) 调味浸渍：用处理原料鱼片的50%的调味液，进行浸渍调味，调味料的配方一般为：在波美4~5度的盐水中加入2~4%的糖，0.5%的味精，及其他香辛料，于5℃温度条件下浸渍2~3小时。

(3) 干燥：用40℃左右的热风吹干表面。

(4) 烟熏：开始2小时用30~60℃的较低温度熏，最后的1~2小时用70~90℃较高的温度熏，制品水分含量一般为55~60%左右。

(5) 包装：冷却至室温后，整形，用复合塑料袋真空包装，或冷冻保藏，或杀菌后室温保存。

从上面两种熏制方法的工艺路线来看，温熏工艺简单，熏制时间短，熏材耗用省，还可以根据不同的原料、不同地方的口味改用不同的调味配方。所得产品水分含量高，口感较好，且适用鱼种范围广，多脂的沙丁鱼、鲱鱼、鲱鱼、秋刀鱼等均适用，这是在我国可以推广的一种烟熏方法，上海水产品加工技术开发中心所开发的烟熏鲱鱼，就是这种温熏产品。

3. 液态烟熏剂湿熏法

用熏液代替烟熏的方法称之为湿熏法，现在我国已开始使用，和天然烟熏相比有不少优点。首先它无须熏烟发生器和熏室这就可以节约投资，其次是熏液中的多环烃固相已除去，特别是无苯并芘的存在，只是在鱼体表面喷洒熏液即可，喷洒时最好用水将熏液稀释1~1.5倍左右。当然熏液也可加入调味配方中，总之，液体烟熏剂安全方便，成本低廉，是一种较有发展前途的熏制方法。