

功能性鱼类蛋白(FFP)

1. 从浓缩鱼类蛋白到功能性鱼类蛋白

浓缩鱼类蛋白 (Fish Protein Concentrate FPC) 是用鱼类制成的营养价值高、热量低、具有鱼腥味, 除去乳白色水分和脂肪的可供保存的蛋白粉末, 另一种为含有脂肪近于10%, 保有比较浓重的鱼腥味制品, 大体就是这两种。

人类处于狩猎时代的同时, 也有了渔业生产, 致力于获得动物性的蛋白质来源, 这是史前期所特有的情况, 为了保存渔获物而制作干鱼的历史也很早就有了。现今在大英博物馆里还保存有埃及古墓出土公元前1240年的干鱼。

1890年, 挪威首先在商业范围内生产浓缩鱼类蛋白, 以后在1930年到1940年在德国也大量生产所谓“烘烤蛋白”, 用来代替鸡蛋。另外, 在同一时期在南非也有所开发, 1950年在国家帮助下, 被列入强化面包蛋白质用。但从那以后, 却不见有多大的进展。所有这类浓缩鱼类蛋白由于均属于含有脂肪一类, 故目前只有挪威还有生产。

从本世纪60年代到70年代, 联合国和一些国家政府和民间有关浓缩鱼类蛋白开发工作, 仍在继续进行, 这里有加拿大、美国、智利、摩洛哥等国家。其中美国有国际协力局 (AID), Alpine 公司以及商业渔业局 (BCF) 都以鳕鱼为原料搞了浓缩鱼类蛋白的生产试验, 但由于技术上存在问题, 而且销路也没有打开而被迫中断。

在摩洛哥由联合制氮公司进行开发, 以鳕鱼为原料, 由国家鱼粉公司制造浓缩鱼类蛋白的生产设备, 这个计划虽有联合国粮农组织的协助, 但因产品和资金方面的问题, 以后仍没有获得进展。

与以上情况截然不同的是瑞典民间企业Astra公司完成了浓缩鱼类蛋白的生产。早在1957年北欧最大的一家医药公司——Astra公司就已开始了浓缩鱼类蛋白的开发研究工作。当初的目的是因为鱼类蛋白质具有优异的营养性和消化性, 专供病人食用而生产的。1960年时, 最早开设浓缩鱼类蛋白试验工厂邻近哥德堡附近的布阿。以后在1966年又建立了一座年产12,000吨的工厂, 分别生产饲料用“动物蛋白”和食用的“Astra蛋白”两种产品。这家公司其所以开发

取得成就, 原因是拥有医药方面优良的技术条件, 又得到瑞典国家政府的帮助。这两种浓缩鱼类蛋白成分如表1。

表1 饲料用与食用浓缩鱼类蛋白组成

	饲料用	食用
粗蛋白	>80.0%	80~85%
粗脂肪	<0.3%	约0.2%
水分	<8.0%	6~8%
灰分	约12.0%	10~15%
钙	3~4%	约3%
磷	2~3%	约2%

1970年Astra公司在Nabisco公司协助下, 特向发展中国家提供高级营养食品。饲料浓缩鱼类蛋白主要供小牛等作代乳原料, 而食用浓缩鱼类蛋白则作为面包等食品中强化营养销售之用。

1969年以来, Astra公司还派出“M.S.Astra”号年产鱼类40,000吨(自重25,000吨)渔轮去大西洋各地渔场作业, 直接生产浓缩鱼类蛋白。然而不幸的是1974年4月17日早晨于非洲西海岸突然触礁沉没了。好在斯堪的纳维亚各国之间原料可以彼此调剂, 因此, 浓缩鱼类蛋白生产仍在顺利进行。

另外, 瑞典政府的国际开发机关 (SIDA) 与联合国世界食品计划 (WFP) 一起从1973年以来曾向发展中国家提供了用浓缩鱼类蛋白强化了的小麦粉。1973~1974年, 提供给发展中国家4%强化小麦粉24,000吨。

在此期间, Astra公司在国家技术厅的协助下, 在具备浓缩鱼类蛋白技术成果的基础上, 经过三年来的努力研制成功功能性鱼类蛋白。这种功能性鱼类蛋白 (FFP) 和以往的浓缩鱼类蛋白 (FPC) 是大不一样的。浓缩鱼类蛋白仅为鱼类蛋白的浓缩物, 而功能性鱼类蛋白, 则具有水和性、凝胶性、油脂乳化性等保留有鱼类蛋白固有的各种功能性的产品。从很早以来, 日本就已有采用水晒法取得鱼类蛋白的磨碎肉的技术, 并已成为鱼肉糜产品的主要原料, 实际上功能性鱼类蛋白就是干燥化了的鱼肉制品。在生产功能性鱼类蛋白方面, 应尽量避免由于干燥化而引起的

鱼类蛋白质变性，所以在具体工艺操作方面要格外加以注意。

Astra公司当初研制功能性鱼类蛋白的目的，是因该公司地处北欧，可以充分利用北大西洋出产的鳕鱼加工鱼片剩下的鱼头、鱼骨刺和内脏等回收其有用的蛋白质。因此，采用这种方法就可以更加经济地利用鱼类资源。功能性鱼类蛋白制品因具有浓缩鱼类蛋白所不具有的加工性能，所以可以在鱼肉或畜肉中作添加物用。

在研制功能性鱼类蛋白方面，也曾获得Uniliver公司的大力支持，该公司拥有大量加工鱼片的下脚料，又有广泛应用功能性鱼类蛋白的优越条件，在这种条件下，Astra公司着重研究生产的开发和营养的评价。

这以后随着功能性鱼类蛋白的生产发展和利用面不断扩大，利用价值低的鱼类进行加工，进一步研制出

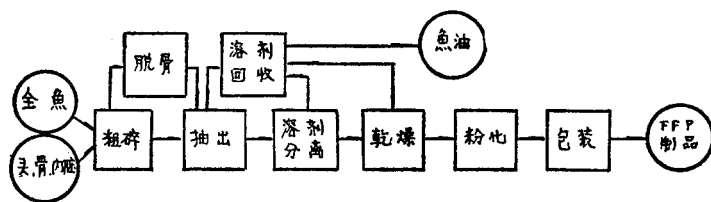
地中海出产的整条鳕鱼制成功能性鱼类蛋白的技术。

对于鱼种不同的日本，过去一年来曾用鲱子地区出产的真鳕鱼和小鲱鱼进行了功能性鱼类蛋白的试验。以下就Astra公司生产功能性鱼类蛋白及有关制品作一概述。

2. Astra公司和Bua工厂

AB Astra是北欧斯堪的纳维亚半岛最大的制药公司，也是世界上40家最大的制药公司之一。该公司设在斯德哥尔摩郊区，1978年销售额约900亿元，其中利润约为60亿元，现有职工7000人。该组织内Astra营养公司负责功能性鱼类蛋白的研制，业务上由Astra发展部负责管理。公司内Bua工厂拥有生产每小时1000公斤浓缩鱼类蛋白主厂房，每小时生产400公斤浓缩鱼类蛋白和每小时生产150公斤功能性鱼类蛋白厂房。厂房靠近渔港。

图1 功能性鱼类蛋白生产流程图



生产浓缩鱼类蛋白，如上所述，主要是用丹麦产的鱼类作为原料，作小麦粉的强化营养之用，销往发展中国家以及欧洲各地。瑞典不是个渔业国家，其原料有赖于进口。所以说选定工厂地点，如Bua厂设在靠近北海，那是最适合不过的。

3. 功能性鱼类蛋白的生产工艺

新研制的功能性鱼类蛋白生产工艺流程如图1所示。首先是将鲜鱼原料加以捣碎，进行溶剂提取，溶剂可用异丙醇，二级丁醇，乙醇，醋酸乙酯。在日本作为食品用的溶剂只用乙醇。溶剂与水分一起被分离回收，再反复进行提取溶剂这道工序。在液状部分除掉之后，再转入干燥工序，把干燥品加以微粉化，即可获得功能性鱼类蛋白的制品。

在生产上加工脱骨工序也是有可能做到的，由于增加这道工序，可使制品中含有的灰分减少，相对地就可提高蛋白质的含量，但一般都省略这道脱骨工序，这是因为对钙类矿物质营养是有利的。在生产操作上，影响制品品质主要有以下几方面。这就是所用的鱼类原料的种类和鲜度，抽出油脂溶剂的种类，pH值，温度，水溶性蛋白质的残留量，以及蛋白分

解酵素的处理时间长短等情况。为了防止蛋白质变性，全部生产过程要保持在低温条件下进行，同时还要注意调节其pH值。

使用鱼的原料生产功能性鱼类蛋白的产量，也要根据不同的鱼类品种，是否经过脱骨工序，以及水溶性蛋白质的回收程度不同而异，但一般来讲，每用6~7吨鱼原料可生产出1吨功能性鱼类蛋白。

4. 功能性鱼类蛋白的性状

α. 一般性状

用鳕鱼肉加工后的全部下脚废料（头、骨、内脏）等，经过脱骨工序和使用异丙醇抽出工序制成在欧洲具有代表性的功能性鱼类蛋白，其一般性状如下表。

表2 功能性鱼类蛋白的一般性状

	鳕鱼 (下脚料)	鲱鱼 (原鱼)
粗蛋白	85~90%	87.8%
水分	7~8%	5.1%
灰分	6~8%	9.4%
粗脂肪	0.1~0.2%	0.3%
碳水化合物	微量	微量

表 3 功能性鱼类蛋白必需氨基酸组成(原料鳕鱼废料)

	FFP	酪蛋白	鸡蛋	牛肉	小麦粉	大米	大豆
异白氨酸	5.1	6.4	6.3	4.8	3.6	4.2	4.5
白氨酸	8.6	7.9	8.8	8.1	7.0	8.2	7.8
赖氨酸	8.5	8.9	7.0	8.9	2.1	3.6	6.4
蛋氨酸	3.8	2.5	3.4	2.7	1.5	2.1	1.3
胱氨酸	1.4	0.4	2.4	1.3	2.5	1.5	1.3
苯丙氨酸	4.7	4.6	5.7	4.4	4.9	4.8	4.9
酪氨酸	4.2	8.1	4.2	3.6	2.3	3.2	3.1
苏氨酸	5.1	4.9	5.1	4.6	2.7	3.3	3.9
色氨酸	1.2	1.6	1.5	1.1	1.1	1.3	1.3
缬氨酸	5.7	6.3	6.8	5.0	4.1	5.8	4.8

单位: g/16gN

表 2 中鳕鱼是用的整鱼作原料,减少脱骨工序,使用乙醇抽出方法制成的日本功能性鱼类蛋白。表 3 为表 2 所示鳕鱼功能性鱼类蛋白与酪蛋白,鸡蛋等动植物蛋白质必须氨基酸的比较表。

b. 营养的性状

鉴定功能性鱼类蛋白(即表 2 内的鳕鱼制品)的生物学品质,可以用小白鼠作氮平衡的试验,用酪蛋白作蛋白效价试验,其结果如表 4。

从表 3 来看,在必需氨基酸的构成方面,功能性鱼

类蛋白与酪蛋白其实并没有多大的差别,而在表 4 中所表现的生物学品质评价上,结果却比酪蛋白品质要好。

功能性鱼类蛋白的矿物质成分如表 5 所示,并与其它日常食品作了比较。

最近一个时期以来,日本学龄儿童存在有软骨病,从营养上来讲,钙与磷之比以牛奶的 1.0 与 0.9 看来比较合适,但在主食类,鱼类、肉类中却缺少钙质。机能性鱼类蛋白在补充钙质营养上优于其它任何食品,磷质含量也远比其它食品为丰富。

表 4 功能性鱼类蛋白氮平衡及蛋白效率

含氮物平衡试验*			蛋白效率试验*		
	FFP	酪蛋白		FFP	酪蛋白
饲料摄取量(g)	42.7±1.6	43.6±3.6	饲料摄取量(g)	294	288
体重增重量(g)	15.0±0.9	18.0±3.5	体重增加量(g)	100.5	91.4
消化率	95.2±0.2	94.2±1.1	蛋白效率	3.4±0.19	3.2±0.14
生物价	92.5±0.7	83.4±2.0			
纯蛋白利用率	98.3±1.2	78.6±1.3			

* 蛋白饲料 10%

表 5 功能性鱼类蛋白的矿物质成分

	FFP 鳕鱼下料	FFP 鳕鱼全鱼	精白米饭	学生面包	水豆腐	真鳕干鱼	鳕鱼 可食部	鸡蛋	牛肉	牛奶
钙	900	2700	2	48	90	1350	7	55	5	100
磷	900	1930	4	85	65	1200	190	200	130	90
钠	600	181	2	520	4	2100	80	130	95	50
钾	500	369	—	—	—	—	—	—	—	—
铁	10	17	0.1	1.0	1.1	10	1.5	1.8	2.8	0.1

单位: 每百克食品毫克数。

c. 功能的性质

由于功能性鱼类蛋白都是些低脂肪的干燥制品，故可保存一年以上。其粉末粒度一般在125 μ 以下。在水溶性方面，肌肉蛋白的回收程度一般约含有10%。

应用Smith氏方法测定的功能性鱼类蛋白的水和性，因pH值不同而有影响，但一般在pH为6~8时，约为7~9ml/g，在pH值为6以下时，约为5ml/g。

同样应用Smith氏方法也可以测定出油脂乳化性能在加热条件下的热稳定性。功能性鱼类蛋白对豆油保有40~70ml/g油的乳化性。另外，一般20%的功能性鱼类蛋白与80%的水一经加热，就可产生粘稠状的胶。

功能性鱼类蛋白气味因原料鱼品种而异，但均有固有的鱼肉味和腥气味。在色泽方面也因不同鱼种而异，鳕鱼、鲑鱼制成的功能性鱼类蛋白就发浅灰色，而用鳕鱼、鲱鱼制的就比较白净。

5. 功能性鱼类蛋白的用途

在功能性鱼类蛋白的用途方面，由于欧洲与日本的制品形态不同，自然它们的用途也就不一样。Astra公司生产的制品主要是以应用在制作鱼肉饼，鱼肉丸子，鱼肉糕和鱼肉香肠等鱼肉加工的制品，以及肉丸子，汉堡包和香肠等畜肉馅加工品为对象。

具有代表性的鱼肉加工品的鱼肉饼，其配方如表6。

表 6 应用功能性鱼类蛋白制作

鱼肉饼的配方

	对照鱼肉饼	使用FFP的 鱼 肉 饼
鳕鱼肉片	250 g	200 g
牛 乳	200 g	200 g
土豆淀粉	25 g	25 g
大 豆 油	10 g	10 g
食 盐	6 g	6 g
功能性鱼类蛋白	—	10.3 g
水	—	39.7 g

按照这个配方制作的鱼肉饼，添加功能性鱼类蛋白与不添加功能性鱼类蛋白比较起来并无大逊色。下面表7是代表畜肉馅的加工品午餐肉的试验例子。这个试验是将牛肉馅的一部分用功能性鱼类蛋白代替，特别是研究水与油的结合性的影响而作的。

表8对照区构成：冷冻明太鱼1000分，用食盐2.7分，料酒2.0分，白糖1.0分，Msg1.0分，土豆淀粉5.0分，加水35.0分。

注1. 是否保持在25°C恒温槽中2小时；2. 蒸制鱼糕片厚度25mm，应用食品量规测定；3. 5mm试验片铺垫的强度，10为非常强，6为非常弱；4. 3mm试验片折曲时是否有裂纹，AA折4折不裂，A折2折不裂，B折2折有点裂，C折2折立刻就裂，D一折就崩。

表 7 对功能性鱼类蛋白的肉馅试验

材 料 (g)	午 餐 肉 对 照 区	以FFP加水 代替肉馅10 g 试 验	加脂肪过多时		加 水 过 多 时	
			对照午餐肉	FFP加水代 替10g肉馅	对照午餐肉	FFP加水代 替肉馅 10 g
牛 肉 馅	60	50	60	50	60	50
猪 肉 馅	40	40	40	40	40	40
粘 结 剂	15	15	15	15	15	15
FFP	—	1.9	—	1.9	—	1.9
水	30	30±7.5	30	30±7.5	30+30	30+7.5+30
牛 脂	—	0.6	20	0.6±20	—	0.6
食 盐	1	1	1	1	1	1
加热前重(g)	100	100	100	100	100	100
加热后重(g)	84.0	85.0	78.5	80.1	83.1	76.4
重量损失(g)	16.0	15.0	21.5	19.9	16.9	23.6
加热前水分(%)	71.2	71.5	55.4	57.5	75.1	75.0
加热后水分(%)	65.5	65.8	60.0	60.1	67.9	68.5
加热前油脂(%)	3.9	4.1	13.2	13.7	3.2	4.5
加热后油脂(%)	4.6	5.4	10.8	11.2	4.9	5.6

粘结剂为土豆淀粉，牛乳，面包和鸡蛋的混合物。

表 8 功能性鱼类蛋白制鱼糕的试验

		胶冻强度 ¹	凹度大小 ²	感官试验 ³	曲折试验 ⁴
无 变 异	对照区不加FFP	399	8.9	6.0	A
	试验区加 3 %FFP	533	10.5	6.5	A
	加 5 %FFP	542	10.4	6.5	A
有 变 异	对照区不加FFP	584	10.9	6.5	A
	试验区加3%FFP	694	11.4	7.0	A
	加5%FFP	630	10.7	7.0	A

在制作鱼肉饼时，首先将功能性鱼类蛋白放在水中泡涨，并与鳕鱼肉片混合，再加食盐混合，随后再用土豆淀粉和牛乳混合，倒在铺撒面包面并刷了油的盘子里。翻转这个盘子扣在铝锅里用水煮，所用的炉子加热到200°C45分钟。

首先用水将粘结剂泡涨，混合其它材料制成 100 克重面包形状的肉块。用铝锅把它翻转，在 200°C 的大炉子上加热30分钟。这项试验是在加入油脂和大量水的情况下进行的。其结果是加水多的试验除了比对照减重大以外，添加与不添加功能性鱼类蛋白是没有什么差别，而且在味觉品尝上也没有什么差别。

下面是日本使用鳕鱼功能性鱼类蛋白的肉糜制品应用的例子，据日本全国鱼糕工业协会，鱼糕研究所就“鱼糕的调味及效果有关性质”作的试验情况如表8。

从表 8 试验的成绩来看，添加鳕鱼功能性鱼类蛋白3%和5%是差别不大的。但是添加量增大会有咀嚼感的变化，同时也增加食用的可口风味。因此，不添加，添加3%及添加5%的功能性鱼类蛋白在品味比较上，有80%得分最高的都是添加3%的。从上述结果来看，对鱼肉饼和午餐肉试验成绩也可以看出来，添加功能性鱼类蛋白时，是有可能因增加3~5倍量的水分而增量的。在色泽方面，随着增加功能性鱼类蛋白数量，也会增加功能性鱼类蛋白本来的原有的灰色。

以上讲的是用鳕鱼作原料制作的功能性鱼类蛋白，由于不同的鱼种，鱼肉糜种和配制成分的关系，故其在应用上是有区别的。

6. 鱼类蛋白质的蛋白质强化效果

鱼类的蛋白质，从表 3 可以看到它含有的赖氨酸，苏氨酸等的氨基酸要比起小麦，大米之类的粮食要丰富，这些营养成分对处于发育时期的儿童来说，特别显得重要。正因为这样，所以瑞典学校用它来配制面包供应儿童食用。正如前面已讲过的那样，为联合国世界粮食计划所采用，并用它来强化小麦面粉输

向发展中国家。其中有部分是用于市场销售的强化蛋白质面包。

如表 3 所示，浓缩鱼类蛋白与功能性鱼类蛋白在必需氨基酸方面，是极为近似的。即浓缩鱼类蛋白的异白氨酸4.7g/16gN，白氨酸8.1，赖氨酸8.7，蛋氨酸3.2，胱氨酸0.7，苯丙氨酸4.4，酪氨酸3.4，苏氨酸4.8，色氨酸 1.4，缬氨酸 5.4，这首先可以补充粮食中不足的赖氨酸，改善其营养构成，提高其蛋白效价及纯粹蛋白的利用率而具有十分优异的性能。

这类功能性鱼类蛋白强化效果的试验如表9所示。

图 2 “Astra 蛋白”的强化小麦粉表现在血浆中含氮物质的效果曲线。

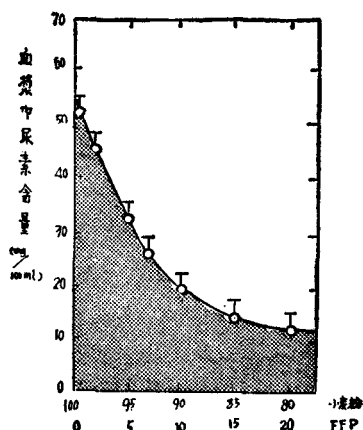
从表 9 中可以看到，尽管添加功能性鱼类蛋白不多，也可看出改善粮食的营养效果。同时，也使粮食蛋白质相应增加。另外添加功能性鱼类蛋白的优良效果，还是由于添加量的增加，而使血浆中的赖氨酸浓度也相应增加，从图 2 来看，血浆中含氮物质也相应有所降低。

表 9

	蛋 白 利 用 率	蛋白效价 ^③	纯 蛋 白 利 用 率 ^④
小麦粉 ^①	43.6	0.89	48.1
小麦粉+3%FPC ^②	70.2	2.21	57.2
小麦粉+6%FPC	88.4	2.94	62.4
小麦粉+10%FPC	100.0	3.35	73.8
	消 化 率 (D)	生 物 价 (BV)	
大 米 粉	91.1	71.7	65.3
大米粉+5%FPC	91.2	81.1	73.9

注：1. 小麦粉蛋白含量10.4%；
2. FPC蛋白含量81.6%；
3. 小白鼠试验 4 星期；
4. 由含氮物质平衡试验求出值。

使用浓缩鱼类蛋白来强化小麦粉的配比量,据联合国世界粮食计划所采用的,以4%为适当。对大米来讲,因为它比小麦含有蛋白质数量少,所以添加5%为合适。



7. 结束语

据瑞典Astra公司就最新研制成功的功能性鱼类蛋白,其始末概述如下:

功能性鱼类蛋白是与经过几十年研究历史的著名的浓缩鱼类蛋白,其用意和用途是完全不同的。新的

制作方法和制品的特征,主要有以下几方面。

1. 不论是什么鱼种还是鱼的哪一部分,都可以用来制作高质量的干燥的蛋白制品。
2. 制品具有水和性、乳化性、胶化性等性能性质,很容易与鱼类和肉类加工品配合使用。
3. 制品具有自然食品所具有的风味和色泽。
4. 所用鱼的原料可以全部加以利用,没有加工损耗,节约制作原料。
5. 由于原料用鱼没有废料,故无公害污染。
6. 制品中钙磷等矿物质含量丰富,可以补充营养需要。
7. 制品是含脂肪很少的干燥制品,便于在常温下贮存,使用起来也很方便。
8. 由于采用乙醇为溶剂的处理,可以抑制细菌,保证制品卫生。在日本搞这项技术有利条件很多,可以利用大量的低价鱼类。为适应国际上动物性蛋白需要的增长和供应不足,日本完全可以充分利用200海里的水产资源的。同时用这项技术,也可以考虑有效利用红肉鱼类,扩大其应用范围,作鱼肉,畜肉辅助材料,作粮食的营养强化材料等等。

姜珍元 丘志祥译自日文《食品工业》1980.4下

(上接第11页)

表5 酱油低沸点物在气相色谱分析时所出现高峰的比较

峰号 种类	DMS 2	乙醛 3	丙酮 5	乙酸乙酯 7	甲乙酮 8	异戊醛 9	乙醛 10	计
贮藏前	3.6	1.2	13.3	57.3	0	19.5	1.2	100
10日后	4.6	3.4	14.8	47.4	0	20.4	1.9	100
20日后	3.4	5.3	16.7	38.5	1.2	22.0	2.0	100
30日后	6.5	6.4	18.5	27.1	2.0	23.6	2.5	100

高氨基酸的生成。可是一旦变成毫无营养价值的色素实在可惜。以前用小麦、大豆生产酱油色泽发红而浅,为了调节色泽,加用糖色,而糖色可用糖或淀粉糖化液制成,一般色泽呈红色,添加适量即可满足色泽的要求,而且不会产生苦味。另一方面,从经济或合理使用资源来讲,蛋白质是较贵的,经过复杂的工艺,好容易生成营养价值高的氨基酸,特意令其变成毫无营养价值的黑色色素,实是得不偿失,不符合合理使用资源的原则。

焦糖色是目前世界各国常用的天然着色剂。生产

时用铵盐作催化剂,焦糖化时产生4-甲基咪唑,是一种惊厥剂,有损人的神经系统,经过联合国粮农组织及世界卫生组织(FAO/WHO)进行了广泛地市售糖色的分析,氨法所制糖色中4-甲基咪唑含量在50~700ppm,并作了许多药理试验,对糖色的应用作了规定:氨法生产糖色的4-甲基咪唑含量应在200ppm以下,每日最大允许食用量(ADT)为100mg/kg,至于非铵盐生产糖色不限其用量。因此使用合格糖色于酱油就可以免去损失大量氨基酸,是比较合理的。