

冻藏条件对鲢肌肉组织蛋白质变性的影响

严伯奋 何辉 周松涛

(上海水产大学食品科学技术系, 200090)

摘要 本文研究了鲢在各种冻藏条件下鱼体肌肉组织结构及其蛋白质冷冻变性后制成鱼糜制品的弹性品质变化。结果表明, 鲢在低温下冷冻, 肌肉纤维内的水发生内冻结, 冰晶体小, 较好地保持其组织结构的完整性。考虑到冻鱼在冻藏过程中肌肉组织的继续变化, 为保持冻鱼的质量, 一般鲢在 -8°C 冻藏时不应超过 15 d, 在 -24°C 和 -30°C 冻藏时可保持 30 d 和 45 d。从其鱼糜制品弹性品质的结果表明, -8°C 比 -24°C 和 -30°C 冻藏的肉肉随冻藏时间的增加其凝胶强度(JS) 和抗张应力(TS) 值呈明显下降趋势, 折曲质地等级也由 AA 级降至 B、C 级。

关键词 鲢, 肌肉组织, 蛋白质变性, 弹性品质

鲢具有肉质鲜美, 营养丰富等特点, 深受消费者的欢迎。但由于起捕集中, 批量较大, 除部分活销外, 如不及时加工处理, 容易发生腐败变质。为了达到保藏目的, 将鱼品进行冻藏是当前生产中广泛采用的有效保藏方法。但鲢在冻藏过程中, 其鱼肉的性质将会发生明显变化。由于鱼肉肌原纤维蛋白变化所引起性质的变化, 即鱼肉蛋白质的冷冻变性, 结果使鱼肉失去它应有的柔软性、保水性, 使凝胶形成能下降^[1,2], 其变性的速度往往受到冻藏条件变化的影响。因此, 从肌肉组织学^[3,2]和鱼糜制品弹性力学^[4,5]角度研究冻鱼的质量变化, 这对鲢在冻藏过程中的质量控制具有重要意义。

1 料料与方法

1.1 试验用鱼

由鱼市场收购鲜活鲢, 其基本理化指标列于表 1。

表 1 鲢的基本理化指标

Table 1 Basic physical and chemical indices of silver carp

收购年月	体长 (cm)	体重 (g)	体宽 (cm)	体厚 (cm)	采肉率 (%)
1991.4~6	30~45	600~1300	10~12	4~6	29.00~34.00
1992.4~6					
收购年月	蛋白质含量 (%)	脂肪含量 (%)	水份含量 (%)	灰分 (%)	pH
1991.4~6	15.20~16.90	3.60~4.20	79.00~82.00	1.20~1.25	6.50~7.00
1992.4~6					

1993-06-23 收到。

(1) 洪玉菁, 1987. 鱼类蛋白质的冷冻变性及其防止. 水产品加工技术资料, (3): 23—26, 37—39.

(2) 桥本周久, 1986. 鱼类的工艺性质讲授资料, 1—15.

1.2 仪器和设备

1.2.1 NRM—1002 A 型流变仪(日本不动工业株式会社)

测定鱼糜制品的力学参数。应力范围(200±1)g, (2000±10)g。

1.2.2 MDF—330 型低温冰箱(日本三洋电器公司)

鱼体冻藏。冰箱中心温度最低为-30℃。

1.2.3 WMY—01 型数字式温度测定仪(上海医用仪表厂)

测定鱼体中心温度。分辨力 0.1℃, 误差 ±0.4℃, 量程范围 -30~+30℃。

1.3 实验方法

1.3.1 水份测定

105℃常压加热法。

1.3.2 脂肪测定

索氏抽提法。

1.3.3 蛋白质测定

凯氏定氮法。

1.3.4 灰份测定

灼烧称重法。

1.3.5 凝胶强度(JS)测定^[8]

试样切成 15mm 厚度、直径为 25mm 的片基, 用流变仪测定。测定压入球直径 5mm, 应力范围(2000±10)g, 试验台上升速度 6cm/min, 入力电压 500mV。

将试样置于试验台上, 其断面中心对准压入球, 以一定速度升起试验台, 压入球顶入试样, 测定试样的破断强度(J), 单位为 g; 凹陷程度(S), 单位为 cm。凝胶强度以(JS)值表示, 单位为 g·cm。试样需 3 个以上, 取其测定平均值。

1.3.6 抗张应力(TS)测定^[8]

由破断强度(J)除以压入球圆球头的面积 0.785cm², 即为抗张应力(TS), 单位为 g/cm²。

1.3.7 拉伸应变(TN)测定

将厚 0.5cm、宽 2.0cm、长 4.0cm 的试样, 二边用夹子夹住, 以 2cm/min 的速度下降试验台, 测定试样的拉伸应变。先量出试样的原长 l。另以 2cm/min 的记录速度从记录纸上量出纵向移动距离, 即为拉伸长度(Δl), $\frac{\Delta l}{l} \times 100$ 为拉伸应变(TN)。

1.3.8 折曲等级评价标准

折曲等级分为 5 个评价标准。鱼糜制品经四折不裂开的为 AA 级, 对折不裂的为 A 级, 对折缓缓裂开的为 B 级, 对折立即裂开的为 C 级, 指压即崩溃的为 D 级。

1.3.9 鱼糜制品(鱼香肠)的制作工艺^[7]

鲑→解冻→剖肉→漂洗鱼肉→脱水→剁鱼肉→低温擂溃→成型(灌肠)→蒸煮→鱼香肠→去肠衣→试样

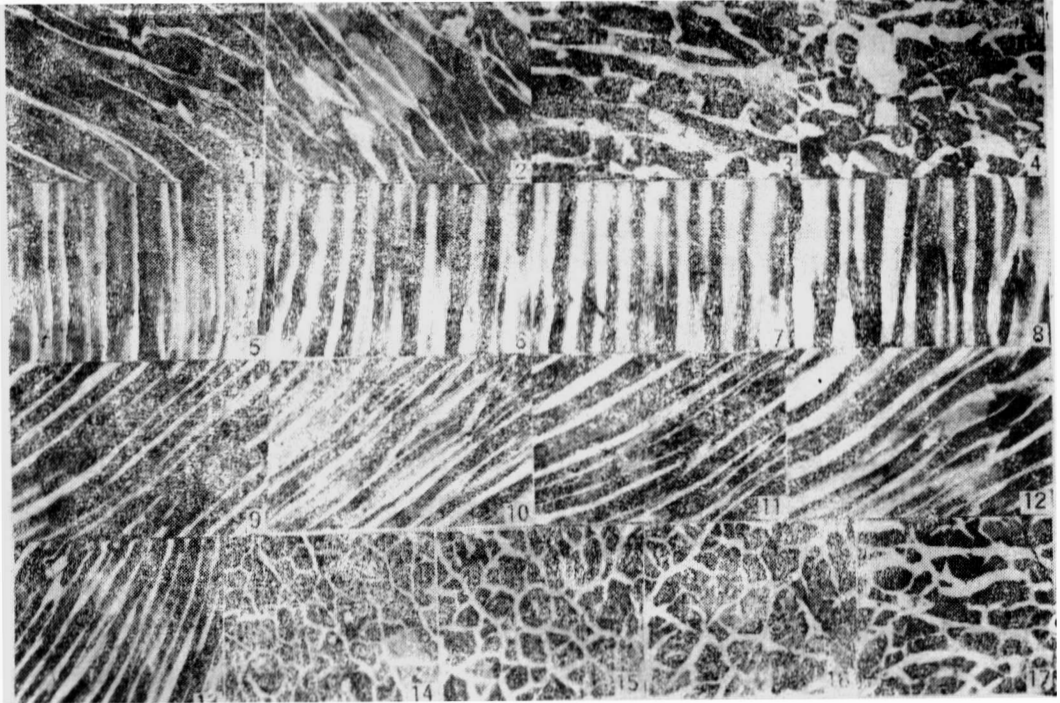
1.3.10 制片方法

试验用冻鱼, 在 1~2℃冰箱中解冻 16~18h 后, 切取背肉, 再切成 3mm×2mm×2mm 小块, 采用石蜡固定法, 制片, 竖、横切面厚度为 7×10⁻⁶m, 用苏木精染色, 伊红复染。

2 结果与讨论

2.1 冻藏温度、时间对鱼肌肉组织结构的影响

将鲜活的鲢去头、去内脏后分别置于 $(-80\pm 1.6)^{\circ}\text{C}$ 、 $(-24\pm 1.6)^{\circ}\text{C}$ 和 $(-8\pm 1.1)^{\circ}\text{C}$ 的低温内冻藏 15、30、45、60d, 观察其冻藏后肌肉组织结构变化的差异(图版 1~12)。



图版 Plate

1, 2, 3, 4 在 -8°C 时冻藏 15, 30, 45, 60d 鲢的肌肉组织; 5, 6, 7, 8 在 -24°C 时冻藏 15, 30, 45, 60d 鲢的肌肉组织; 9, 10, 11, 12 在 -30°C 时冻藏 15, 30, 45, 60d 鲢的肌肉组织; 13 未冷冻鲢的肌肉组织; 14, 15, 16, 17 在 -30°C 冷冻室中单向冷冻; 底层, 冻速 120min, 第 2 层, 冻速 760min, 第 3 层, 冻速 1100min, 第 4 层, 冻速 1550min 鲢片的肌肉组织。

从图版 1~13 的显微照片(竖切)可以看出, 未经冷冻的鲢肌肉组织, 其内部结缔组织彼此相互紧密连接, 排列整齐, 纤维内的原生质分布均匀。在 -24°C 和 -30°C 冷冻的肌肉组织, 由于纤维内水份大多在纤维膜内冻结, 因而肌肉纤维间形成较小冰晶体, 间距小, 纤维不致受到挤压, 所以能较好地保持纤维的完整性。但在 -8°C 冷冻的肌肉组织, 由于纤维内的水份被分离出来, 在纤维膜外逐渐冻结, 而留在纤维内的水份也多聚集于边缘, 致使纤维内的原生质呈不均匀状态, 纤维间形成大的冰晶体, 挤压附近的纤维, 使之发生不同程度的扭曲, 形态紊乱, 使组织的亲水性和肌肉纤维膜的弹性减弱。另外, 鲢的冷冻保藏, 还与冻藏时间长短密切相关。在 -8°C 、 -24°C 和 -30°C 冻藏的鱼往往随着冻藏时间的延长, 其纤维组织结构的变化也逐渐加剧。相比之下, -8°C 下冻藏的鱼, 变化尤为明显, 冻藏 15d 的鱼体, 部分纤维间已出现空隙, 形成较大的冰晶, 使纤维出现扭曲; 冻藏到 30d 后的鱼体, 肌肉纤维组织结构逐渐向恶劣方向发展, 肌肉组织受到严重的损坏。在 -24°C 和 -30°C 冻藏的鱼, 肌肉组织的受损程度明显要比 -8°C 时冻藏的为小, 一般要在 30d 和 45d 后, 肌肉纤维组织结构才发生较明显的

变化。

2.2 冷冻速度对鱼肌肉组织结构的影响

将鲜活鲢沿椎骨剖开后,切成大小相同,厚约 2cm 的鱼片 4 片,堆叠竖立,每片间用铝箔隔离,鱼片四周及上部用棉花绝热,然后将其置于低温冰箱冷冻室内,底部与冷冻室底直接接触,使鱼片由下向上进行单向冷冻,愈向上则冷冻速度愈慢,鱼的冷冻速度以其中心温度由 0°C 至 -5°C 所需的时间(min)表示。各种鱼片的肌肉组织结构状况见附图 14~17。

在冻结过程中,鱼片肌肉组织的变化与冷冻速度有关。一般冷冻速度愈快,肌肉组织中形成的冰晶体愈小,冷冻的质量较好;相反,冷冻速度愈慢,形成的冰晶体大,能引起肌肉组织结构较大的破坏。一般冰晶体大小不超过 $1 \times 10^{-4}m$ 的谓之快速冷冻;但 Love(1962)认为只有几段冷冻速度才会促使肌肉纤维产生明显的破坏^[6]。从图版 14~17 的单向冷冻鲢鱼片显微照片(横切)中观察到的情况,基本与 Love 的研究结果相一致,除冻速为 1550min 的鱼片肌肉纤维出现明显裂口外,高于该冻速的其他各组鱼片,仅部份肌肉纤维稍有裂缝,其中冻速为 120min 的鱼片肌肉纤维,在形状和结构上基本无明显变化。

2.3 冻藏温度、时间对鲢鱼糜制品弹性品质的影响

将鲢在 -8°C、-24°C 和 -30°C 条件下进行 15、30、45、60d 的冷冻保藏,由于其肌原纤维冷冻变性的速度受到冻藏时间和时间的影响,观察其在不同温度和时间冻藏后制作的鱼糜制品凝胶形成能降低速率的差异,其鱼糜制品的弹性品质也将发生明显变化。

表 2 冻藏温度、时间对鲢鱼糜制品弹性品质的影响

Table 2 Effect of freezing temperature and time on elastic quality of fish paste products from silver carp

冻藏温度(°C)	冻藏时间(d)	JS(g/cm)		TS(g/cm ²)		TN($\frac{\Delta l}{l} \times 100$)		折曲等级评比
		平均值	标准偏差(±)	平均值	标准偏差(±)	平均值	标准偏差(±)	
-8	15	379.6	32.1	493.4	34.7	46.3	4.4	B
	30	288.0	29.4	370.6	38.6	46.0	3.8	B
	45	232.7	24.0	308.8	32.8	45.6	4.4	C
	60	183.1	17.2	238.0	25.0	45.3	4.6	C
-24	15	417.8	40.4	543.1	45.6	48.1	4.6	A
	30	355.7	36.3	462.4	42.4	47.9	5.1	A
	45	317.0	33.2	389.8	38.3	47.8	4.6	B
	60	287.6	28.1	381.6	32.0	47.5	4.3	B
-30	15	437.4	36.6	562.8	44.6	49.2	3.4	AA
	30	379.8	35.8	488.7	42.8	49.0	4.2	A
	45	349.0	29.4	472.9	50.2	48.9	3.8	A
	60	325.5	27.7	431.9	39.1	48.8	4.4	B
鲜鲢		652.7	21.1	848.8	35.0	52.0	5.2	AA

表 2 结果表明,用经过冻藏的鲢制作的鱼糜制品,对照鲜鲢制作的鱼糜制品,它们的(JS)、(TS)、(TN)值和折曲等级评比结果虽均有所下降,但其下降的速率将随着冻藏温度的下降而有所变缓。在 -8°C 时冻藏的鱼,随着冻藏时间的增加,其鱼糜制品的各种力学性质均

呈明显下降趋势,而在 -24°C 和 -30°C 冻藏的明显地要比 -8°C 时冻藏的为佳,冻藏时间在 30d 内的鱼制作的鱼糜制品,仍能保持较佳的弹性品质,但随着冻藏时间的继续增加,其(JS)、(TS)、(TN)值均相应下降。这说明采用低温冻结保藏对延长选用淡水鲢来制作鱼糜制品、防止其快速冷冻变性具有较明显的效果。

参 考 文 献

- [1] 张廷序, 1981. 鱼在冷冻冷藏中肌肉组织学的变化. 海洋水产研究, (2):57—68.
- [2] 小林博·西川升平, 1968. 冻结鱼的品质变化. 日本农林省水产講習所研究報告, 4(2):189.
- [3] 山崎小万う, 1988. フランクフルトソーセージのテクスチャーについて. 調理科学, 16(2):104—109.
- [4] 浜田盛承, 1979. マイワシかまぼとの品質に及ぼす坐りの影響. 日本水産大学研究報告, 28(1):75—82.
- [5] Hamada, M. and Y. Inamasu, 1983. Influences of temperature and water content on the viscoelasticity of Kamaboko. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49(12):1897—1902.
- [6] Love, B. M., 1962. Histological changes of mullet fillet frozen at different rates. *Recent Advances in Food Science*, (1):147.
- [7] Okada, M. et al., 1973. "Kamaboko"—The giant among Japanese processed fishery products. *Mar. Fish. Rev.*, 35(12):1—6.

EFFECT OF FREEZING AND FROZEN STORAGE CONDITIONS ON PROTEIN DENATURATION OF SILVER CARP MUSCLE TISSUE

Yan Bo-fen, He Hui and Zhou Song-tao

(Department of Food Science and Technology, SFU, 200090)

ABSTRACT The present paper deals with the structure changes of muscle tissue of silver carp fillet and the elastic quality changes of fish paste products under various frozen storage conditions. The results showed that when the fish was frozen at low temperatures, the water in muscle fiber was frozen out in small ice crystals within sarcolemma and the muscle structure of the fish was kept more intact. Therefore, it was preferable to freeze the fish not exceeding 15 days at -8°C , and the best frozen storage temperature and time were at -24°C to -30°C and 30—45 days for the prevention of further changes in quality of frozen fish during storage. Moreover, the jelly strength (JS) and tensile stress (TS) values of the fish paste products frozen storage at -8°C , as compared with those at -24°C to -30°C , decreased markedly with the increase of frozen storage time. The quality of fish paste products was reduced from AA rank to B or C ranks which were assessed by the folding test.

KEYWORDS silver carp, muscle tissue, protein denaturation, elastic quality