

加热对远东拟沙丁鱼鱼糜制品 质量的影响*

吴 光 红

(江苏省淡水水产研究所, 南京)

提 要 本文对沙丁鱼鱼糜就不同的加热方法初步探讨了其最佳加热条件, 采用了新的压出水分指标(Ip-A)方法评价鱼糜制品的保水性, 讨论了加热方法和保水性的关系, 并测定了鱼糜加热前后肌球蛋白的变化。结果表明: 以 30°C120 分钟、90°C 30 分钟和 40°C20 分钟、90°C30 分钟的加热方法, 鱼糜制品的质量为好; 60°C 是远东拟沙丁鱼鱼糜的凝胶劣化温度。压出水分(Ip-A)与凝胶强度呈线性负相关($\gamma = -0.9649$); 在 30°C 和 40°C 的凝胶化温度下, 肌球蛋白残留量迅速下降, 而在 60°C 加热时, 下降反而缓慢; 在 90°C 加热时, 肌球蛋白的残留量与加热时间的对数呈线性负相关($\gamma = -0.9957$)。

关键词 远东拟沙丁鱼, 加热, 凝胶形成能, 保水性, 盐溶性蛋白

鱼肉或鱼糜制品含有 70~80% 的水分, 这些水分的状态可分为结合水、半结合水和自由水。鱼糜制品的保水性对食品的口味及风味有较大影响, 保水性的优劣可以用自由水和结合水的量来表示。保水性好的食品, 其自由水和半结合水的量就少。测定食品中水的状态的方法很多, 如离心法、核磁共振法、导电分析法、示差热分析法以及热重量分析法等等^[3,4]。但因使用的方法不同, 所得的测定结果也不尽相同。但目前, 仍以压出水分作为评价鱼糕保水性指标。这种方法是对凝胶化的鱼糕施加一定时间的压力, 测定所游离出的水分量, 简便地计算出其压出水分。最近赤羽等人用同样的加压方法, 对鱼肉凝胶中水的存在状态作了尝试性的区分^[3]。

笔者依据赤羽等^[3]的方法, 对各种加热条件下远东拟沙丁鱼鱼糕的凝胶形成能、保水性以及它们之间的关系作了初步的试验, 同时测定了在不同加热条件下的盐溶性蛋白质的变化情况。

材 料 与 方 法

试验鱼为 1987 年 12 月 2 日在日本青森县八户市第一渔港码头卸下的冰鲜远东拟沙丁鱼, 经去头、去内脏、水洗、采肉后用碱盐漂洗法处理。第一次漂洗用 0.2% 的 NaHCO₃ 和 0.5% 的 NaCl 溶液; 第二次和第三次漂洗用冷却水; 第四次用 0.3% 的 NaCl 溶液漂洗。然后用压榨机脱水, 过滤机过滤, 加入 4% 的砂糖、4% 山梨糖醇、0.3% 多磷酸盐, 用真空搅拌机混合均匀, 经 -40°C 冷冻 20 小时, 在 -30°C 冷藏备用。

* 本实验在日本青森县水产物加工研究所完成, 实验过程中, 得到该所福田裕、村井裕一、石川哲和松原久等先生的指导, 在此致以感谢。

收稿年月: 1990 年 5 月; 同年 11 月修改。

备用冷冻鱼糜经半解冻,以小型斩拌机斩拌鱼肉温度至 0°C 后,加入 3% 食盐,继续斩拌 10 分钟,用手动灌肠机装入直径 3cm 的塑料肠衣中,然后加热。

加热方法是在 30°C、40°C、60°C 和 90°C 四个温度下分别加热 20 分钟和 120 分钟,即称为一段加热法。然后在一段加热的基础上,再以 90°C 加热 30 分钟,即为二段加热法。

加热后的样品立即投入冰水中冷却至室温,测定其凝胶强度(包括破断强度、凹陷大小、抗张强度、延伸率)、保水性、折叠试验、蛋白质变化等。

测定项目及方法:

(1) 破断强度、凹陷大小、抗张强度及延伸率 用不动工业(株)制 NRM-2010J-CW 型流变仪测定,探头直径 5mm,球形,压入速度为 6cm/min;凝胶强度由破断强度和凹陷大小之积求得。测定台以 2cm/min 速度下降,以测定抗张强度和延伸长度。

(2) 折叠试验 将鱼糕试样切成 3mm 厚,对折重叠成二层,再转过 90° 对折成四层。第二次对折不开裂为 AA 级,缓慢开裂为 A 级;第一次对折不开裂为 B 级,缓慢开裂为 C 级;手指轻压鱼糕便开裂为 D 级。

(3) 压出水分、 I_p -A 和 I_p 将鱼糕样品切成厚 3mm、重 0.7~0.9g 的小薄片,用二层东洋 2 号滤纸作内层,一层东洋 4 号滤纸作外层,对折包紧薄片样品,用油压式小型压棒机,加压至 10kg/cm² 并保持 20 秒。测定加压前后的重量变化,计算出压出水分的百分率。即压出水分 = $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$ (W_1 为加压前样品重, W_2 为加压后样品重)。此外,根据 5kg/cm²、10kg/cm² 和 50kg/cm² 三种压力、各种不同保持时间与压出水分的曲线图,作出时间的对数值与压出水分的曲线。5kg/cm² 曲线的转折点即为 I_p -A 水分值,50kg/cm² 曲线的转折点即为 I_p 水分值。

(4) SDS——凝胶电泳^[6] 将 0.4g 样品用 2% SDS(十二烷基磺酸钠)、2% 硫乙醇、8M 尿素的溶解液 7.5ml 溶解后,在 5% 浓度的聚丙烯酰胺凝胶上作电泳分离盐溶性蛋白质。电泳后各区间的蛋白质经染色,用岛津双波长扫描仪测定各类盐溶性蛋白的染色强度。以鱼糜的蛋白质染色强度为 100% 计算出相对染色强度。

(5) Ca-ATPase 活性 按新井氏^[8]的方法定量制备鱼肉肌原纤维溶液,在低离子强度条件下(0.1M KCl),测定 Ca-ATPase 活性。反应条件为 5mmol/l CaCl₂、20mM 三羟甲基氨基甲烷-马来酸缓冲液(pH7),1mmol/l ATP 的 KCl 溶液,25°C 恒温。

(6) 各类蛋白氮的分离定量 取沙丁鱼糜 10g,按志水氏^[9]的分离方法,测定非蛋白氮、水溶性蛋白氮、盐溶性蛋白氮、碱溶性蛋白氮及基质蛋白氮。

(7) K 值^[1] K 值按永峰文洋的高速液相色谱仪测定法测定。

结果与讨论

(一) 原料的一般成分及鲜度状态

原料鱼经加工成鱼糜后,蛋白质、粗脂肪及灰分含量均下降,pH 由 5.8 上升到 7.31

表 1 沙丁鱼原料及鱼糜的一般成分

Table 1 General compositions of both raw and minced true sardine

	水分(%)	粗蛋白质(%)	粗脂肪(%)	灰分(%)	pH
沙丁鱼	64.60	19.20	13.80	1.90	5.80
沙丁鱼糜	74.30	13.60	3.48	0.68	7.31

(表1)。原料鱼的K值为5.71, pH为5.8, 可见原料鲜度很好(表3)。鱼糜的Ca-ATPase比活性为 $0.468\mu\text{mol}\cdot\text{pi}/\text{min}\cdot\text{mg}\cdot\text{Mf}$, 活性较强(表4)。鱼糜盐溶性蛋白氮所占比例很高, 占74.8%(表2)。

表2 沙丁鱼鱼糜各类蛋白氮含量
Table 2 Content of various protein-nitrogen
in minced sardine

项目\成分	总氮(%)	非蛋白氮(%)	水溶性蛋白氮(%)	盐溶性蛋白氮(%)	碱溶性蛋白氮(%)	基质蛋白氮(%)
总量	2.18	0.09	(0.01)	1.68	0.36	0.03
占总氮比例	100	4.1	(0.05)	74.8	16.5	1.4

表3 沙丁鱼原料鲜度
Table 3 Freshness of raw sardine

类别\指标	K值	pH
沙丁鱼	5.71	5.80

表4 沙丁鱼鱼糜肌原纤维Ca-ATPase活性
Table 4 Ca-ATPase activity of muscle
fibroin in minced sardine

类别\成分	Ca-ATPase 比活性	Ca-ATPase 全活性
沙丁鱼鱼糜	$0.468\mu\text{mol}\cdot\text{pi}/\text{min}\cdot\text{mg}\cdot\text{Mf}$	$172\mu\text{mol}\cdot\text{pi}/\text{min}\cdot 5\text{g}$

(二) 不同加热温度下的沙丁鱼凝胶形成能

由表5可以看出, 编号34(30°C120分钟、90°C30分钟)的凝胶强度最大, 测定值为722g·cm; 其次是编号42(40°C20分钟、90°C30分钟), 凝胶强度测定值为640g·cm, 而一段加热(即90°C加热)的凝胶强度则均在300g·cm以下。可见, 二段加热法有利于提高沙丁鱼鱼糜的弹性。同时, 各种不同加热温度的鱼糜, 其破断强度、凹陷大小、抗张强度、延伸长度及折叠试验结果均与此相一致。

表5中所示的压出水分, 是采用压力 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 加压20秒的测定结果。众所周知, 压出水分多, 鱼糜制品的保水性就差, 即品质也差。90°C一段加热的压出水分比30°C、40°C一段加热的高, 同时也比32号和34号的二段加热法的高。换言之, 30°C和40°C凝胶化加热法能提高鱼糜制品的保水性。但是用60°C加热的二段加热法, 如编号62(60°C20分钟、90°C30分钟)的品质与90°C一段加热法的相近; 编号64(60°C120分钟、90°C30分钟)的压出水分则达到30%以上, 凝胶强度则下降到79.5g·cm。这说明60°C是沙丁鱼鱼糜的凝胶劣化温度, 故应快速通过这一温度区, 以利于提高鱼糜制品的质量。沙丁鱼鱼糜凝胶化这一特点与福田^[6]等所研究的报告相一致。

表 5 不同加热条件的鱼糕品质
Table 5 Fish cake quality at different heating conditions

编 号	加热条件(°C/Min)	凝 胶 强 度			抗 张 强 度		折 叠 试 验 (级)	压 出 水 分 (%)
		凹陷大小 (mm)	破断强度 (g)	凝胶强度 (g·cm)	抗张强度 (g)	延伸长度 (mm)		
31	30/20	9.6	74.9	71.9	78.3	22.8	AA	/
32	30/20;90/30	11.1	452	502	968	19.1	AA	14.80
33	30/120	11.8	288	340	208	19.1	AA	15.53
34	30/120;90/30	10.8	669	722	486	18.8	AA	18.80
41	40/20	14.0	273	332	152	22.8	AA	13.00
42	40/20;90/30	12.3	520	640	283	18.1	AA	16.21
43	40/120	12.1	314	380	237	23.2	AA	13.05
44	40/120;90/30	10.0	476	476	341	16.7	AA	14.77
61	60/20	11.0	358	394	239	18.5	AA	20.25
62	60/20;90/30	9.6	328	312	276	14.1	AA	20.18
63	60/120	5.6	144	80.7	106	8.0	C	33.73
64	60/120;90/30	6.6	121	79.5	88	7.3	C	33.79
92	90/20	10.8	273	300	210	15.4	AA-A	18.28
93	90/30	9.6	276	265	186	13.9	AA	17.17
95	90/50	9.6	260	250	189	14.0	AA	20.34
912	90/120	6.9	190	131	132	10.9	A	20.07
915	90/150	6.5	175	114	128	9.9	B-C	20.89

另外,在 90°C 加热时,随着时间的延长,鱼糕品质即随之下降,这表明以 20~30 分钟的加热时间为佳。

(三) 凝胶强度与保水性的关系

通过测定鱼糕样品在 5kg/cm²、10kg/cm² 和 50kg/cm² 三种压力下,不同加压时间的压出水分,求出加压时间与压出水分的关系(图 1)。从而看出,在加压刚开始的阶段,压出水分迅速增加,尔后逐渐减缓,最后几乎不再增加而趋于一定值。然而压出水分的增加速度,以及达到平衡时的值是根据加压的大小而不同的。加压越大,增速越快,平衡时的压出水分亦越大。

根据赤羽等^[2]的试验方法,得出压出水分与加压时间对数的曲线图(图 2)。以 5kg/cm² 压力曲线转折点处的压出水分作为 I_p-A 水分值(自由水),以 50kg/cm² 压力曲线转折点处的压出水分作为 I_p 水分值(自由水+半结合水)。在图 2 中,压出水分 I_p-A 水分值为 14.0%,I_p 为 51.5%,而全水分为 71.3%,故 II_p+III_p(结合水)为 19.8%。用同样方法测定不同加热方法鱼糕的 I_p-A 和 I_p 水分值得表 6。

经 30°C 二段加热的鱼糕,其 I_p-A 水分及压出水分(10kg/cm²、20 秒)都低,而经 60°C 二段加热的鱼糕,压出水分则为 20.18%,I_p-A 水分则为 15.0%,两值均较高。经 90°C 一段加热的鱼糕,其 I_p-A 及压出水分则介于 30°C 和 60°C 二段加热法之间。

目前,鱼糕的保水性测定是采用压力 10kg/cm² 保持 20 秒的测定法,由此法测出的

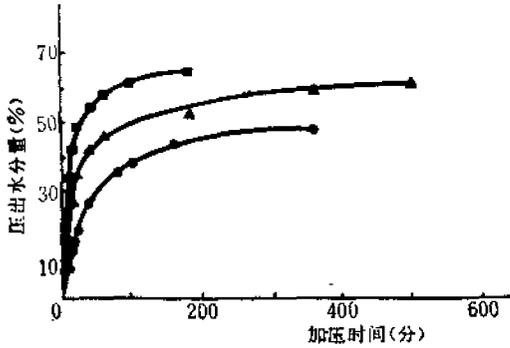


图1 沙丁鱼鱼糕的加压强度、时间和压出水分量的关系

Fig. 1 Relation among pressure magnitude, time and quantity of expressible water on minced sardine

■——50kg/cm², ▲——10kg/cm², ●——5kg/cm²

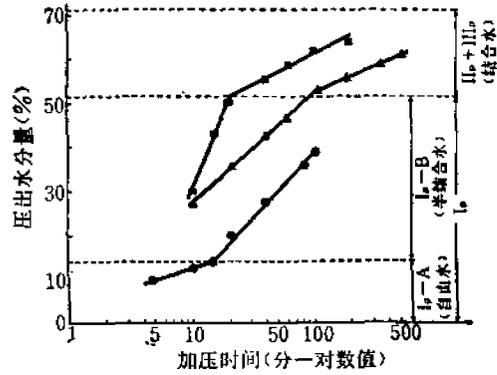


图2 压出水分的状态变化

Fig. 2 Change of state of expressible water

■——50kg/cm², ▲——10kg/cm², ●——5kg/cm²

表6 不同加热条件的鱼糕保水性

Table 6 Water-holding property of sardine fish cake at different heating conditions

编号	加热条件 (°C/min)	压出水分(%)	Ip-A 水分(%)	Ip 水分(%)	凝胶强度(g·cm)
82	30/20;90/30	14.8	10.8	—	502
83	30/120	15.58	13.5	—	340
84	30/120;90/30	18.8	5.1	—	722
62	60/20;90/30	20.18	15.0	53.0	312
92	90/20	18.28	12.7	50.5	300
93	90/30	17.17	14.0	47.7	265
95	90/50	20.94	14.5	51.7	250

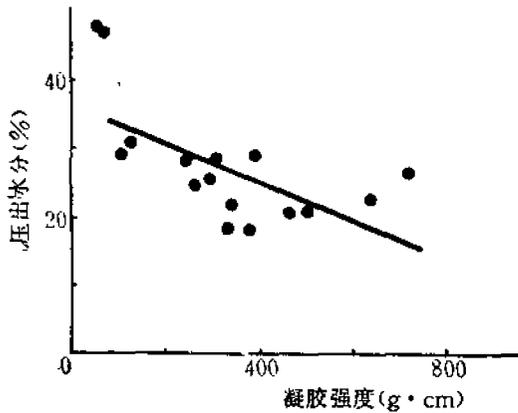


图3 凝胶强度与压出水分的关系

Fig. 3 Interrelation of gelling strength and expressed water

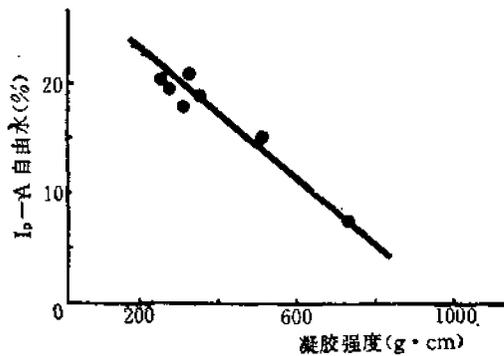


图4 凝胶强度与Ip-A的关系

Fig. 4 Relation between gelling strength and Ip-A

压出水分和凝胶强度之间的关系如图 3 所示,其相关系数为 0.624,比较低。凝胶强度低的其压出水明显高,但凝胶强度高的其压出水分并不很低。

用图 2 所求得的 I_p-A (自由水)和凝胶强度的关系(图 4)显示了极显著的相关性,相关系数为 -0.9649 。凝胶形成能强的鱼糕,其自由水就减少。反之,自由水就增加。

(四) 不同加热条件下鱼肉肌球蛋白的变化

鱼糜加热后的电泳图谱,通过双波长扫描仪测定出各类蛋白质的染色强度,并以加热前生鱼糜的染色强度作为 100%,计算出加热后的各类蛋白质的相对染色强度(%),其中肌球蛋白的相对染色强度见图 5 和图 6。

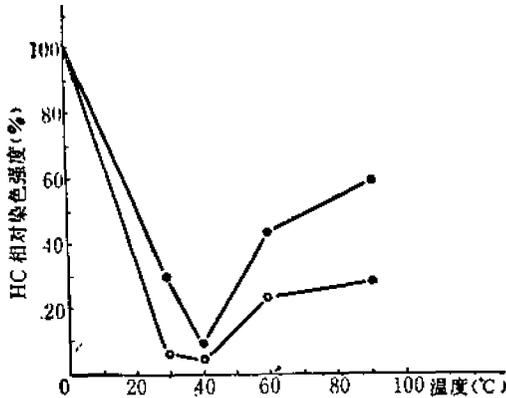


图 5 不同加热温度(一段加热法)肌球蛋白(HC)的变化

Fig. 5 Change of myosin(HC) at different heating temperatures (one-stage heating method)

●——20 分钟加热,
○——120 分钟加热

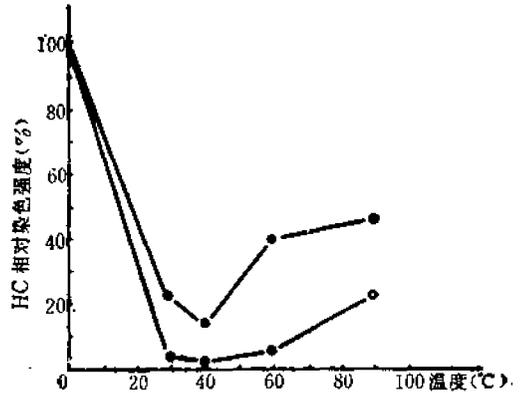


图 6 不同加热温度(二段加热法)肌球蛋白(HC)的变化

Fig. 6 Change of myosin(HC) at different heating temperatures (two-stage heating method)

●——20 分钟后 90°C 30 分钟加热,
○——120 分钟后 90°C 30 分钟加热

由图 5 可见,经 30°C 20 分钟加热后,HC 相对染色强度下降到 29.6%,40°C 20 分钟加热后下降最明显,低至 8.5%,但 60°C 20 分钟加热后反而较快升高至 43.7%,90°C 20 分钟加热的 HC 相对染色强度最高为 58.5%。在各温度下加热 120 分钟后,HC 相对染色强度都比相同温度加热 20 分钟的要低,这说明随着加热时间的延长,HC 的量逐渐减少;而 120 分钟加热后的曲线形状则与 20 分钟加热相似(图 5)。

由于 HC 的减少,由若干个 HC 结合成的 $(HC)_n$ 所形成的立体网状结构,在宏观上便反映出了鱼糕的弹性。但处于 60°C 加热的凝胶劣化区内,HC 的量也分别有所减少,凝胶强度却只有 80.7g·cm(60°C 120 分钟),其折叠试验为 C 级。这是因为 HC 的减少并不都形成若干个 HC 结合的 $(HC)_n$,而是有相当一部分被分解为更小的分子,即分子量小于 HC (20 万) 的蛋白质,这可以从各电泳图谱上直接观察到。经 60°C 加热的分子量为 43~200K 的成分较多,同时从相当染色强度的分析结果来看,经 60°C 120 分钟加热后,分子量为 43~200K 的蛋白质成分为 187.2% (同样以生鱼糜为 100% 计算),而经 30°C、

40°C120分钟加热的,其成分分别只有127.1%和127.5%。经90°C120分钟加热的其成分为178%(凝胶强度为131g·cm),其增加的原因,笔者认为是由于温度高、加热时间长而引起结合(HC)_n和HC的裂解断链而造成的。在90°C加热各时间的电泳图谱中可以看出,随着加热时间的延长,43~200K成分的量逐渐增加,这就再一次证明90°C加热的时间不宜过长,以免(HC)_n的裂解而引起凝胶强度的下降。

图6显示了在各温度加热下,再经90°C30分钟加热的鱼糕,其各类蛋白质的变化情况。HC的变化,总的来看与图5的一段加热法相一致,同样经120分钟预加热的HC比20分钟的要低。

在40°C加热20分钟后,肌球蛋白的量迅速下降,再继续加热100分钟,肌球蛋白量的变化不大。在30°C和60°C加热过程中,肌球蛋白量的变化相类似,20分钟后肌球蛋白量下降到原有的40%左右,继续加热则肌球蛋白量仍有较大幅度的下降,达到原有的10~20%。在90°C加热过程中,肌球蛋白量的下降与加热时间的对数值呈线性相关($\gamma = -0.9957$)。

结 论

1. 二段加热,即经30°C加热120分钟后再经90°C加热30分钟与经40°C加热20分钟后再经90°C加热30分钟的两种加热方式。经这样二段加热后,鱼糜制品弹性最好,凝胶强度最大,保水性也好;而在60°C温度区,随着时间的延长,弹性就迅速下降;用90°C的一段加热法时,以20分钟或30分钟的加热时间为好,如果时间延长,特别是超过50分钟后,其弹性就明显下降。

2. Ip-A水分与凝胶强度呈极显著的线性负相关($\gamma = 0.9649$),而压出水分与凝胶强度的相关系数仅为0.6238。因此,用Ip-A水分代替压出水分作为鱼糜制品保水性指标有着广泛的应用前景。

3. 用40°C二段加热法时,肌球蛋白相对染色强度最低,即肌球蛋白的量最少,肌球蛋白的聚合物(HC)_n的量较多。故在此加热条件下的凝胶强度最大,这就佐证了肌球蛋白的聚合物(HC)_n是形成弹性之基础。

4. 30°C加热与40°C加热的肌球蛋白量相近;随着温度升高,肌球蛋白相对染色强度反而增大,即肌球蛋白的量增大。

5. 在同一温度下加热(30°C、40°C、60°C),随着预加热时间的延长,其肌球蛋白量下降。在预加热基础上再用90°C30分钟加热,肌球蛋白的含量进一步减少。

6. 90°C一段加热的鱼糕的肌球蛋白,随时间延长,肌球蛋白相对染色强度下降,且肌球蛋白相对染色强度与加热时间的对数呈线性负相关, $\gamma = -0.9957$ 。也就是说肌球蛋白的量随时间的延长而减少。

参 考 文 献

- [1] 永峰文洋 福田裕,1985。高速液体クロマトグラフィーによるK値の測定。青森県水産物加工研究所研究报告。昭和60年度,111—116。

- [2] 赤羽義章 志水寛,1987。かまぼこ製造工程におけるすり身中の状態变化。昭和 62 年度日本水产学会秋季大会講演要旨集,220。
- [3] 高木一郎,1978。かまぼこの中の水の状態。食品の水,25,恒星社厚生閣(東京)。
- [4] 鈴木たね子,1978。水产食品の物性で水の存在状態。New Food Industry, 20(5): 58—59。
- [5] 福田裕ほか,1986。昭和 60 年度魚介類有効营养成分利用技術研究成果の概要。449—481。
- [6] 関伸夫,1974。水産生物化学・食品学実験書,124—132。恒星社厚生閣。
- [7] 志水 寛,1981。新版魚肉ねり制品(岡田稔ほか),21。恒星社厚生閣。
- [8] 新井健一,1974。水産生物化学・食品学実験書,189—202。恒星社厚生閣。

THE EFFECT OF HEATING PROCESS ON THE QUALITY OF MINCED SARDINE FISH PRODUCTS

Wu Guanghong

(Freshwater Fisheries Research Institute of Jiangsu Province, Nanjing)

ABSTRACT Different methods of heating minced sardine fish were carried out in order to evaluate the quality of the products. Water-holding property is analysed by using the new method of expressible water indication (Ip-A), the relation between heating method and water-holding property was discussed, and the change of minced fish myosin in post-heating and pre-heating is measured in this paper.

The experiment results show that those samples quality is best to process minced fish at 30°C 120 min., 90°C 30 min. and after 40°C 20 min., 90°C 30 min. Gelling broken area is at 60°C in minced sardine. The relation of water pressured with gelling strength showed negative linear correlation, $\gamma = -0.9649$. Remainder of myosin decreased rapidly between 30°C and 40°C, but it decreased slowly afterward when it was heated at 60°C. By heated at 90°C the relation between myosin-remainder and logarithm of heating time showed a negative linear correlation, $\gamma = -0.9957$.

KEYWORDS sardine, minced fish, gel-forming ability, water-holding property, salt soluble protein