

燻秋刀魚加工之探討

彭昌洋* · 蔡雪貞 · 張嘉琦 · 楊小玲

行政院農業委員會水產試驗所 沿近海資源研究中心

摘 要

冷凍秋刀魚經解凍、鹽漬、煙燻處理加工成燻秋刀魚。鹽漬時，秋刀魚分為三種前處理型態，一為全魚（去鰓），二為半處理魚（去鰓及內臟），三為背開魚片。不論何種型態，也不論浸泡於 5 %，10 % 或 15 % 食鹽溶液中，魚肉之食鹽含量均於第一天急速上升，隨後則趨緩。鹽漬時，魚肉之 pH 無顯著變化，揮發性鹽基態氮（volatile basic nitrogen, VBN）下降，硫巴比妥酸價（2-thiobarbituric acid value, TBA value）上升；好氣性生菌數，嗜冷菌菌數，大腸桿菌群及大腸桿菌均無增加。

鹽漬條件係採用半處理魚型態原料浸泡於 10%食鹽溶液中，於 5 °C 靜置 1 天，後續煙燻處理使用兩組方式，一組於 65 °C 蒸燻（100 % RH）15 min，再於 72 °C，40 % RH 煙燻 15 ~ 45 min (HHS)；另一組於 65 °C，40 % RH 煙燻 15 min，後續於 72 °C，40 % RH 繼續煙燻 15 ~ 45 min (LHS)。煙燻期間，兩組魚肉的水分含量均顯著下降，pH 和 VBN 無顯著變化，TBA 價則顯著增加。煙燻後秋刀魚腹部表皮 L* 值下降，a* 值和 b* 值增加，呈現黃褐色；肉質的硬度和凝集性顯著增加，微生物無檢出；成品的官能品評結果，除了外觀外，風味、質地和接受性均無顯著差異（ $p > 0.05$ ）。綜合各項結果顯示，燻秋刀魚的適宜煙燻條件為在 65 °C，40 % RH 煙燻 15 min，再於 72 °C，40 % RH 煙燻 30 min。

關鍵詞：秋刀魚，鹽漬，煙燻，接受性

前 言

秋刀魚 (*Cololabis saira*) 係在太平洋亞極帶和亞熱帶海域間迴游之表層魚類，為日本與台灣之重要漁獲物，其產量受到 ENSO (El Niño-southern oscillation) 現象之影響，呈現週期性變動 (Tian *et al.*, 2003)；由於秋刀魚之西北太平洋漁場距我國不遠，1976 年由水產試驗所派遣海功號試驗船前往作業而開啟我國秋刀魚漁業之持續發展 (黃與陳, 2000)。近年來，更由於魷釣業者積極投入兼營秋刀魚棒受網作業，秋刀魚產量激增，據台灣區遠洋魷漁船魚類輸出同業公會的統計，2003 年的產量高達 9 萬 1 千多公噸，因此，如何促進其加工利用，以維持產銷平衡預防魚價

滑落，已成為一項重要的研究課題。

煙燻處理是古老的食物加工方式之一，主要的步驟包括了鹽漬、乾燥及煙燻等，其加工品會呈現特有的燻色、燻味及質感 (山村, 1947; Nishibori, 1965; Nishibori and Okamoto, 1971; Kasahara and Nishibori, 1979a; 1979b)；由於秋刀魚的肉質多脂 (Tsuchiya *et al.*, 1953)，富含 DHA 及 EPA (彭與楊, 1987)，口感細緻，極為適合加工成燻製品，因此本研究探討秋刀魚在鹽漬和煙燻時的品質變化，並比較製品的接受性，以評估建立燻秋刀魚的適宜加工條件。

材料與方法

一、原料和試藥

秋刀魚購自高雄市前鎮區某冷凍廠，為遠洋捕獲之冷凍原料，依照台灣區遠洋魷漁船魚類輸

*通訊作者 / 高雄市前鎮區漁港北一路 1~1 號, TEL: (07) 821-8104 ; FAX: (07)821-8205 ; E-mail: cypeng@mail.tfrin.gov.tw

出同業公會分級標準為一號品。攜回研究室後存放於 -40°C 冷凍櫃中備用。鹽漬處理所使用的食鹽，為台灣製鹽總廠之普通精鹽；分析用試藥均為 Merck 或 Sigma 藥廠之分析級試藥。

二、加工處理

(一) 鹽漬處理

將冷凍秋刀魚解凍後，前處理成三種型態：

1. 全魚：僅去鰓，保留內臟；2. 半處理魚：去鰓和去內臟，但不剖開成兩片；3. 背開魚片：自背部剖開成蝴蝶片，帶頭去鰓和去內臟。然後浸泡於 5%、10% 及 15% (w/w) 之食鹽溶液中（魚肉重量與食鹽溶液體積之比例為 1:1.5），再靜置於 5°C 之恆溫箱中。每隔一天取樣一次，測定魚肉的食鹽含量，並且分析其化學及微生物指標。

(二) 煙燻處理

鹽漬後之魚體，以掛鉤懸掛於吊桿上，再置放於煙燻台中，推入煙燻機 (MAURER AFR1295, Germany)，進行煙燻處理。由於煙燻溫度、濕度、時間及循環風速是影響成品品質的重要因素 (Deng *et al.*, 1974; Monagle *et al.*, 1974; Chan *et al.*, 1975)，因此，配合本試驗所使用煙燻機的特性，經過預備試驗後，篩選出一組適宜的加熱溫度，搭配兩種濕度進行加工。一種為先在 65°C 蒸燻 15 min (導入水蒸汽於 65°C 燻煙中，RH 為 100% 的條件下煙燻 15 min)，後續則維持於 72°C ，40% RH，煙燻 15~45 min (HHS 處理組)；另一種為在 65°C ，40% RH 煙燻 15 min，後續在 72°C ，40% RH 繼續煙燻 15~45 min (LHS 處理組)；燻材為粒徑 6~10 mm 之山毛櫸碎片 (beech chip, RÄUCHER GOLD® JRETTENMAIER & SÖHNE, Germany)。在整個煙燻過程中，分別於 30、45、60 min 採樣，分析試樣的顏色、物性、化學與微生物等項目之變化情形。供品評使用之試樣則經過真空包裝後凍藏於 -20°C ，於 7 天內進行官能品評。

三、分析方法

(一) 食鹽含量

稱取約 5 g 樣品於坩堝中，於灰化爐中以 600°C 灰化 6 小時後，放冷，加入去離子水溶解坩堝

中的食鹽，以濾紙 (Toyo Adventec No. 5A, Japan) 過濾後，將濾液定容至 100 ml；取此濾液 10 ml，加 20 ml 去離子水，以 AgNO_3 滴定法 (李與賴, 1979) 測定之。

(二) 水分

精稱約 2 g 之樣品置於鋁皿中，於 105°C 烘箱中，烘乾至恆重，由試樣減少之重量計算出其水分含量。

(三) pH

約取 5 g 之樣品置入均質袋中，加 45 ml 去離子水，經鐵胃 (Stomacker Lab-Blender 80 Tekmar® Company, USA) 均質 1 min，以 pH 計 (Eutech pHScan 3BNC, Singapore) 測定之。

(四) 揮發性鹽基態氮 (Volatile basic nitrogen, VBN)

採中國國家標準之冷凍魚類檢驗法 (經濟部中央標準局, 1980)，以康威氏 (Conway's) 微量擴散法測定之。

(五) 硫巴比妥酸價 (2-thiobarbituric acid value, TBA value)

參照 Tarladgis *et al.* (1960) 的方法測定之。稱取 10g 魚肉於均質袋中，加入 50 ml 去離子水，以鐵胃 (Stomacker Lab-Blender 80 Tekmar® Company, USA) 均質 1 min，將均質液倒入 300 ml 三角瓶中，再以 50 ml 去離子水清洗均質袋後倒入上述三角瓶中，加入 2.5 ml 4N HCl 溶液並滴入三滴消泡劑 (Antiform A Emulsion; Sigma A-6457)，隨即進行蒸餾，收集約 45 ml 蒸餾液，再以去離子水定量至 50 ml，取 5 ml 蒸餾液於試管中，加入 5 ml TBA 試劑 (0.02 M 2-thiobarbituric acid in 90% glacial acetic acid)，旋緊試管蓋，振勻後，置沸水中加熱 35 min，取出冷卻後，以分光光度計 (MultiSpec-1501, Shimadzu Company, Japan) 測量波長 532 nm 下的吸光值，與空白組 (以去離子水取代蒸餾液進行測定) 的吸光值相減後乘以 7.8，即為 TBA 價，單位為 mg of malonaldehyde/kg of meat。

(六) 顏色之測定

以色差儀 (Minolta CM-3500d Spectrophotometer, Japan) 測定魚體腹部之 L^* 、 a^* 、 b^* 值，採用反射式測色，測色孔徑 10 mm，視角 10° ，光源 D_{65} 。

(七) 硬度 (Toughness) 及凝集性 (Cohesiveness) 之測定

參考 Jittinandana *et al.* (2002) 的方式進行測定。將試樣剝開成兩片去除脊椎骨後切成 4 cm 長之肉塊，以物性測定儀 (Sun Scientific CR-200D, Japan) 配合同廠編號為 No. 1 的測定棒 ($\phi=10$ mm)，進行咀嚼試驗 (Chewing test)，載物台以 24 cm/min 速度升降，壓縮深度為肉塊厚度之半，進行兩次壓縮。硬度為第一次壓縮之最大值，單位為 g，凝集性為兩次壓縮面積之比值 (%)。

(八) 好氣性生菌數 (Aerobic plate count; APC) 和嗜冷菌菌數 (Psychrophilic plate count; PPC) 之測定

取 10 g 試樣置於均質袋中，加 90 ml 已滅菌之磷酸緩衝液 (pH=7.2；內含 0.85% NaCl)，以鐵胃 (Bagmiser[®]400, interscience, France) 均質 1 min，再以已滅菌之磷酸緩衝液進行 10 倍系列稀釋，然後取 10^{-1} 和 10^{-2} 稀釋液各 1 ml，接種至好氣性生菌數測試片 (Petrifilm[™] Aerobic count plate, 3M Co., USA)，每一稀釋倍數接種 4 片，將其中兩片置於 35 °C 恆溫箱中培養 48 ± 2 hr，取出計算其菌落數，換算出 APC。另外兩片置於 10 °C 恆溫箱中培養 7 天，取出計算其菌落數，換算出 PPC。

(九) 大腸桿菌群 (Coliform) 和大腸桿菌 (*Escherichia coli*) 之測定

稱 10 g 試樣置於均質袋中，加 90 ml 已滅菌之磷酸緩衝液 (pH=7.2；內含 0.85% NaCl)，以鐵胃 (Bagmiser[®]400, interscience, France) 均質 1 min，取此溶液 1 ml 接種至大腸桿菌測試片 (Petrifilm[™] *E. coli* count plate, 3M Co., USA)，每一個樣品接種 2 片，置於 35 °C 恆溫箱中培養 24 hr，由菌落性狀判斷為大腸桿菌群抑或為大腸桿菌，並分別計算其菌落數。

(十) 收率

將原料和各階段的成品分別秤重後，代入下列公式計算之。

$$\text{收率 (\%)} = (\text{成品重}) \div (\text{原料重}) \times 100 \%$$

(十一) 官能品評

供外觀及燻味評比之試樣，於品評當天，自冷凍櫃中取出，不打開包裝袋直接置入 75 °C 熱水中復熱 8 min，以整尾型態盛裝於白色磁盤中，進行評分。供質地及接受性評比用之試樣，則預先切成約 4 cm 長之帶皮魚塊，排盤凍藏於 -20 °C 中，於品評當天，自冷凍櫃中取出，以上述方式復熱後置於白色磁盤中供食，品評員包括中心同仁和加工業者計 20 位。評分方式採 9 分制 (彭與王, 1991)，9 分為非常喜歡，5 分為喜歡，1 分為非常不喜歡。

(十二) 數據分析

試驗數據以 SAS 軟體進行變異數分析 (one way ANOVA)，再經由 Duncan's 多變異法進行差異性分析。

結 果

一、鹽漬處理時魚肉品質之變化

全魚、半處理魚及背開魚片等三種前處理方式的魚肉，分別浸漬於 5 %、10 % 及 15 % 的食鹽溶液中，其食鹽含量的變化如 Fig. 1 所示，不論浸漬於何種濃度的食鹽溶液中，魚肉的食鹽含量均隨著鹽漬時間的增加而顯著增加 ($p < 0.05$)，第一天的增加量大於第二天，尤其是背開魚片無脊椎骨側魚肉，其食鹽含量顯著高於其他型態魚肉的食鹽含量 ($p < 0.05$)，至於全魚和半處理魚兩者則無顯著差異 ($p > 0.05$)；而且食鹽溶液的濃度愈高，則魚肉最終食鹽含量也愈高，浸泡於 5 %、10 % 及 15 % 的食鹽溶液中魚肉的最終食鹽含量分別為全魚 $1.39 \pm 0.20 \%$ ， $2.18 \pm 0.42 \%$ 及 $3.59 \pm 0.59 \%$ ；半處理魚 $1.53 \pm 0.20 \%$ ， $2.63 \pm 0.34 \%$ 及 $3.72 \pm 0.47 \%$ ；背開魚片附脊椎骨側魚肉 $2.13 \pm 0.02 \%$ ， $4.41 \pm 0.32 \%$ 及 $6.76 \pm 0.28 \%$ ；背開魚片無脊椎骨側魚肉 $2.64 \pm 0.09 \%$ ， $4.80 \pm 0.15 \%$ 及 $7.10 \pm 0.07 \%$ ，三者之間有顯著差異 ($p < 0.05$)。

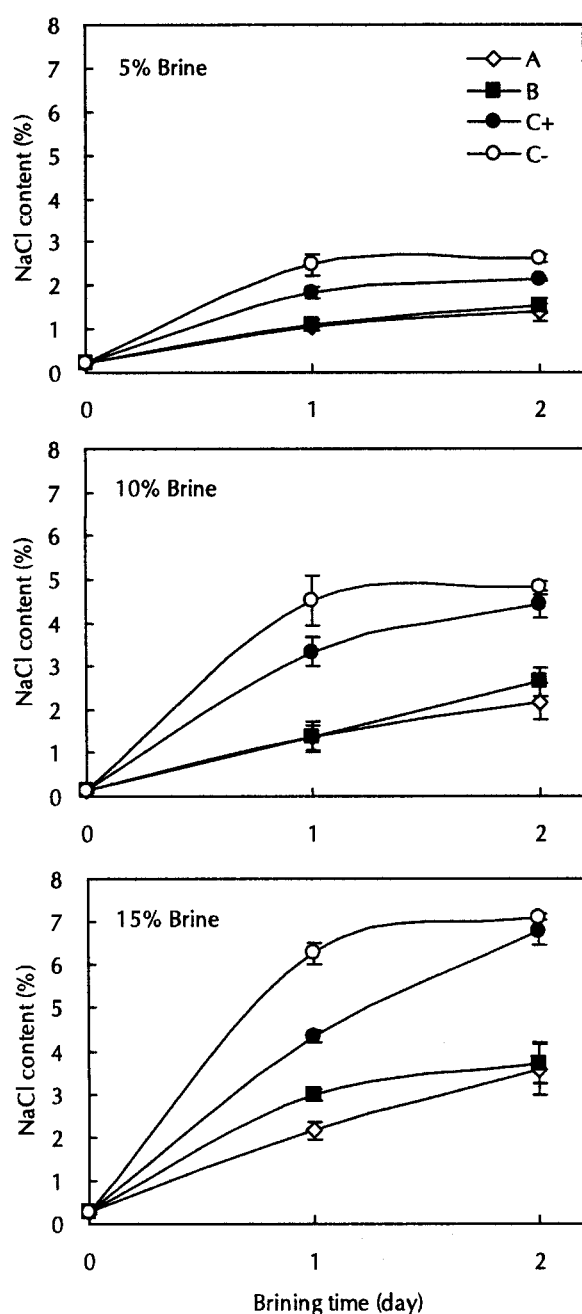


Fig. 1 Changes in NaCl content of Pacific saury during brining. A: round, gilled; B: semi-dressed; C+: semi-dressed and split from the back, with vertebrae; C-: semi-dressed and split from the back, without vertebrae.

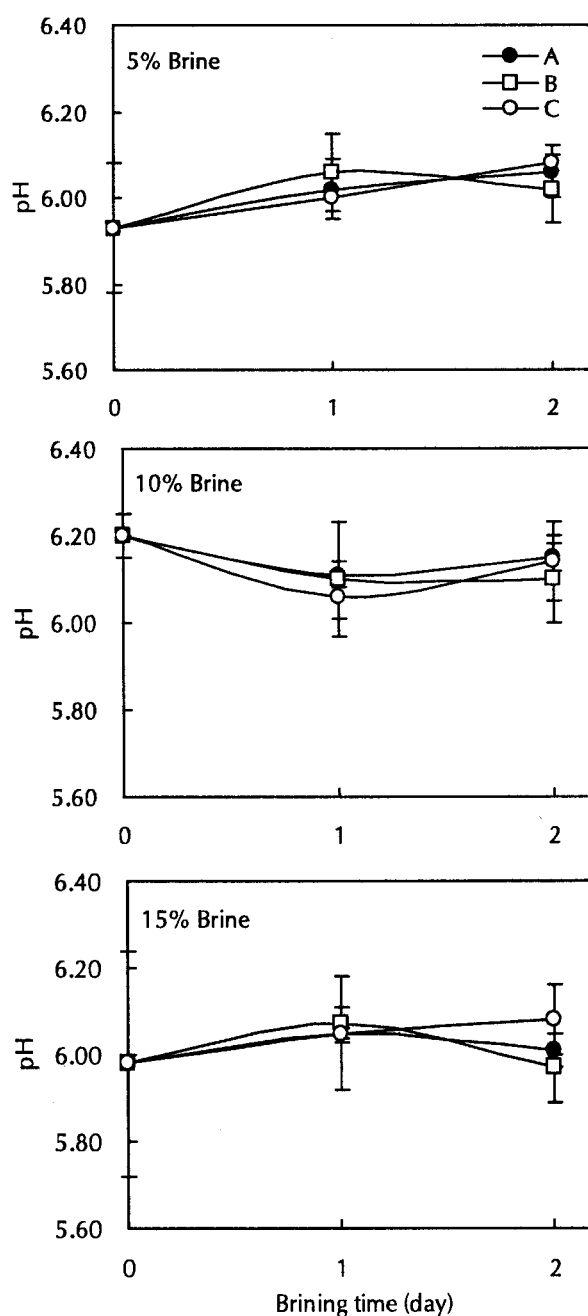


Fig. 2 Changes in pH of Pacific saury during brining. A: round, gilled; B: semi-dressed; C: semi-dressed and split from the back.

不論浸漬於何種食鹽溶液中，也不論哪一種前處理型態，魚肉的 pH (Fig. 2) 均無明顯的變化 ($p > 0.05$)，浸泡於 5%、10% 及 15% 的食鹽溶液中，2 天後魚肉的 pH 值分別是全魚 6.05 ± 0.06 、 6.15 ± 0.03 及 6.01 ± 0.04 ；半處理魚 6.02 ± 0.08 、 6.10 ± 0.10 及 5.97 ± 0.08 ；背開魚片 6.08 ± 0.09 、 $6.14 \pm$

0.09 及 6.08 ± 0.08 ；VBN (Fig. 3) 均顯著減少 ($p < 0.05$)，最終 VBN，背開魚片 (5% 為 6.07 ± 0.51 mg%，10% 為 3.97 ± 0.89 mg%，15% 為 5.39 ± 0.11 mg%) 顯著低於全魚 (5% 為 9.79 ± 0.86 mg%，10% 為 8.80 ± 1.51 mg%，15% 為 11.58 ± 1.84 mg%) 和半處理魚 (5% 為 9.26 ± 0.38

mg %, 10 % 為 8.03 ± 0.95 mg %, 15 % 為 11.15 ± 1.50 mg %) 兩種型態 ($p < 0.05$) ; 魚肉的 TBA 價 (Fig. 4) 除了浸泡於 10 % 食鹽溶液經過 2 天的全魚 (5.56 ± 3.28 mg/kg) 和半處理魚 (5.90 ± 1.56 mg/kg) 兩者顯著增加 ($p < 0.05$) 外, 其餘試樣間均無顯著差異 ($p > 0.05$) 。

微生物的變化情形列於 Table 1。魚肉的好氣性生菌數, 僅背開魚片的樣品有少量的增加, 至於全魚和半處理魚兩種前處理型態者, 則無改變甚至反而減少; 試樣的嗜冷菌菌數無變化; 除了背開魚片浸漬於 5 % 食鹽溶液的魚肉檢測出大腸桿菌群外, 其餘所有試樣均無檢測出大腸桿菌群和大腸桿菌。

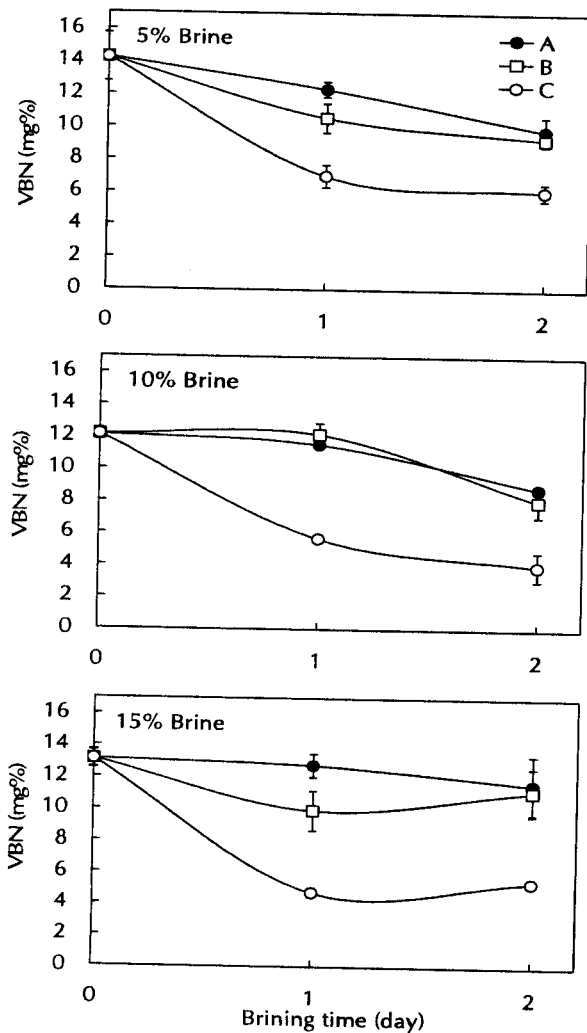


Fig. 3 Changes in volatile basic nitrogen (VBN) values of Pacific saury during brining. A: round, gilled; B: semi-dressed; C: semi-dressed and split from the back.

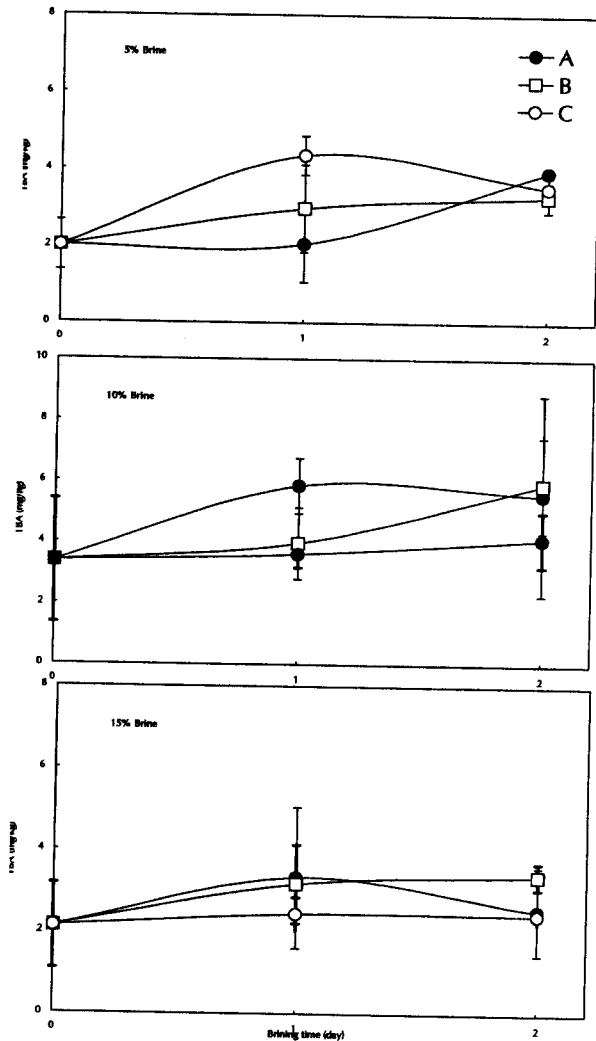


Fig. 4 Changes in 2-thiobarbituric acid (TBA) values of Pacific saury during brining. A: round, gilled; B: semi-dressed; C: semi-dressed and split from the back.

全魚型態是由於考量部分消費者在食用秋刀魚時, 會連內臟一起食用而設計出的前處理方式, 由預備試驗煙燻處理後的試樣, 發現背開魚片型態燻秋刀魚的外觀不如全魚和半處理魚兩者美觀, 而全魚與半處理魚兩者的外觀並無明顯差異, 因此決定選用半處理魚型態進行鹽漬, 其條件為以 10 % 食鹽溶液於 5 °C 浸泡一天, 此時魚肉的食鹽含量為 1.36 ± 0.36 %, 在鹹度上也相當適宜。

二、煙燻處理時魚肉品質之變化

試樣的水分含量、pH、VBN 及 TBA 價的變化情形如 Fig. 5 所示。魚肉的水分含量隨著煙燻

Table 1 Changes in aerobic plate count (APC), psychrophilic plate count (PPC), coliforms, and *E. coli* of Pacific saury during brining

Brine (%)	Treatment	Brining time (day)	APC (log ₁₀ cfu/g)	PPC (log ₁₀ cfu/g)	Coliform (log ₁₀ cfu/g)	<i>E. coli</i> (log ₁₀ cfu/g)
5	Raw	0	2.66±0.19	2.63±0.20	—	—
		1	1.45±0.21	2.81±0.25	—	—
	Round fish, gilled	2	1.74±0.18	2.26±0.28	—	—
		1	1.52±0.43	2.69±0.24	—	—
	Semi-dressed	2	2.34±0.15	2.75±0.29	—	—
		1	3.00±0.20	2.61±0.11	1.12±0.63	—
	Semi-dressed and split from the back	2	3.11±0.30	3.60±0.10	1.28±0.27	—
		1	1.02±0.56	—*	—	—
	Raw	1	1.50±0.17	—	—	—
		2	<1	—	—	—
10	Round fish, gilled	1	<1	—	—	—
		2	1.06±0.39	—	—	—
	Semi-dressed	1	2.83±0.29	<1	—	—
		2	3.01±0.06	—	—	—
	Semi-dressed and split from the back	1	1.96±0.27	<1	—	—
		2	<1	—	—	—
	Round fish, gilled	1	<1	—	—	—
		2	<1	—	—	—
	Semi-dressed	1	<1	—	—	—
		2	<1	—	—	—
15	Semi-dressed and split from the back	1	2.50±0.09	1.40±0.50	—	—
		2	2.34±0.33	<1	—	—

*no growth detected on the plates.

時間的增加而顯著減少 ($p < 0.05$)，HHS 和 LHS 兩處理組試樣之間無顯著差異 ($p > 0.05$)，最終水分含量，分別是 HHS 處理組為 $62.50 \pm 1.73\%$ ，LHS 處理組為 $62.11 \pm 2.25\%$ ；煙燻 30 ~ 60 min 期間，HHS 和 LHS 兩組試樣之間的 pH 和 VBN 均無顯著差異 ($p > 0.05$)；煙燻至 60 min 時，HHS 處理組的 pH 為 6.13 ± 0.09 ，VBN 為 $16.66 \pm 1.41 \text{ mg}\%$ ；LHS 處理組的 pH 為 6.10 ± 0.04 ，VBN 為 $15.75 \pm 1.31 \text{ mg}\%$ 。HHS 處理組的 TBA 價於煙燻 30 和 45 min 時，分別為 $6.47 \pm 0.41 \text{ mg/kg}$ 和 $6.03 \pm 1.29 \text{ mg/kg}$ ，顯著高於 ($p < 0.05$) LHS 處理組 (分別為 $3.82 \pm 1.00 \text{ mg/kg}$ 和 $3.71 \pm 1.62 \text{ mg/kg}$)，不過，煙燻 60 min 時，HHS 和 LHS 兩處理組試樣之

間的 TBA 價無顯著差異 ($p > 0.05$)，前者為 $5.25 \pm 0.60 \text{ mg/kg}$ ，後者為 $4.99 \pm 1.06 \text{ mg/kg}$ 。

秋刀魚的體表顏色，於煙燻後有明顯的改變，其 L^* 、 a^* 及 b^* 值測定結果如 Fig. 6 所示。隨著煙燻時間的增加， L^* 值顯著下降 ($p < 0.05$)，煙燻 30 ~ 60 min 期間，HHS 和 LHS 兩處理組試樣之間無顯著差異 ($p > 0.05$)，其 L^* 值分別為 68.87 ± 3.89 和 68.77 ± 1.88 ；但是 a^* 值和 b^* 值均顯著增加 ($p < 0.05$)，HHS 處理組於煙燻 30、45 及 60 min 時， a^* 值分別為 -0.69 ± 0.43 、 1.11 ± 1.27 及 1.14 ± 0.50 ，顯著低於 ($p < 0.05$) LHS 處理組 (分別為 0.68 ± 0.74 、 3.54 ± 1.57 及 3.13 ± 0.95)。HHS 處理組的 b^* 值於煙燻 30、45 及 60 min 時，

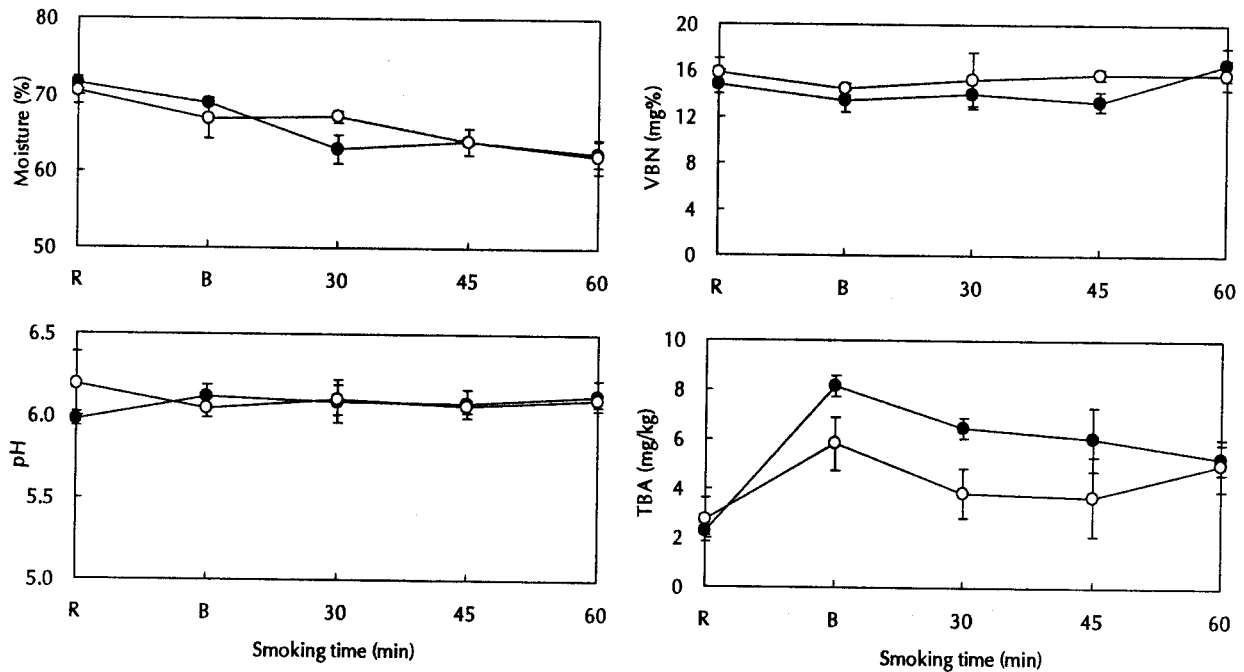


Fig. 5 Changes in moisture, pH, volatile basic nitrogen (VBN), and 2-thiobarbituric acid (TBA) values of Pacific saury during the smoking process. R: raw fish, semi-dressed; B: brined with 10% brine for 1 day; HHS (—●—): smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min; LHS (—○—): smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

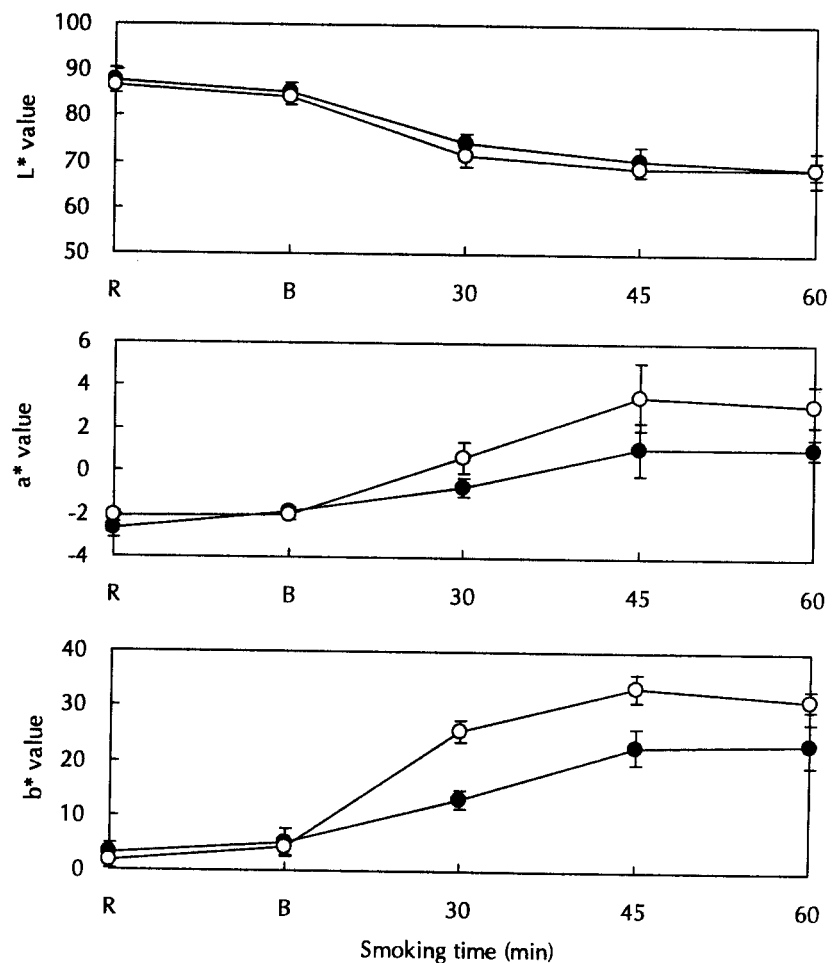


Fig. 6 Changes in L*, a*, and b* values of Pacific saury during the smoking process. R: raw fish, semi-dressed; B: brined with 10% brine for 1 day; HHS (—●—): smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min; LHS (—○—): smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

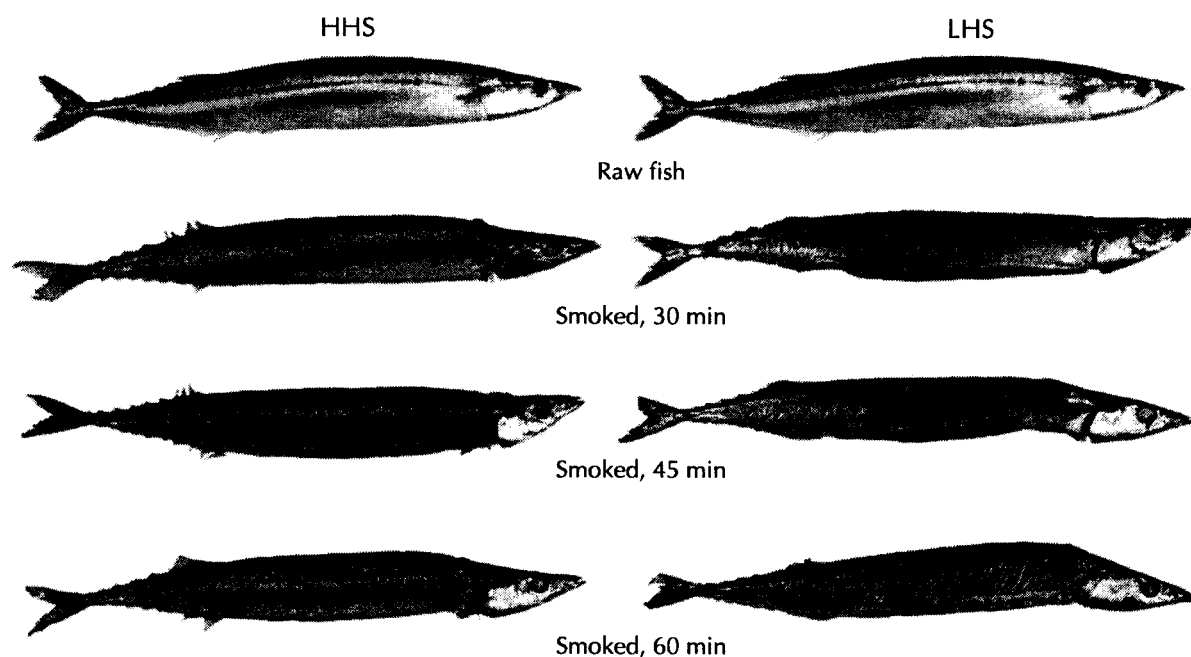


Fig. 7 Appearance of raw and smoked Pacific saury. HHS: smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min; LHS: smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

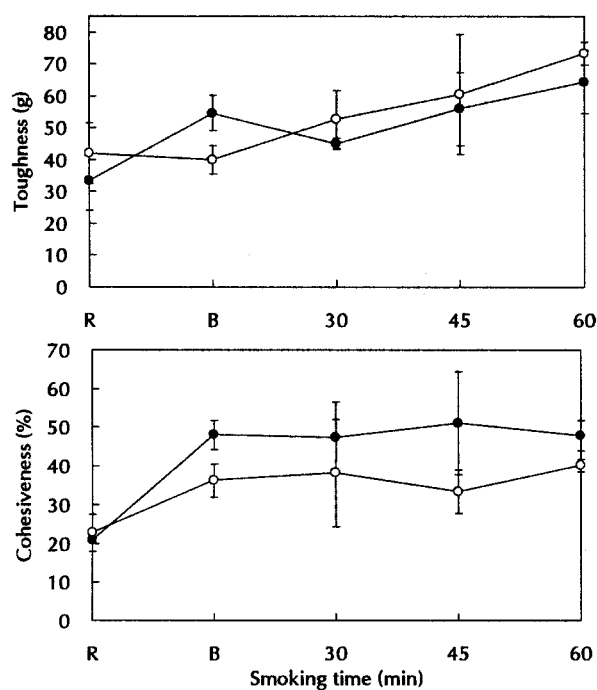


Fig. 8 Changes in toughness and cohesiveness of Pacific saury during the smoking process. R: raw fish, semi-dressed; B: brined with 10% brine for 1 day; HHS (—●—): smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min; LHS (—○—): smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

分別為 13.11 ± 1.70 、 22.76 ± 3.30 及 23.31 ± 3.90 ，顯著低於 ($p < 0.05$) LHS 處理組 (分別為 25.52 ± 2.03 、 33.46 ± 2.67 及 31.23 ± 1.85)。兩組試樣外表都呈現亮麗的黃褐色 (Fig. 7)。煙燻處理後，魚肉的物性變化情形如 Fig. 8，肉質的硬度 (toughness) 和凝集性 (cohesiveness) 均顯著增加 ($p < 0.05$)；煙燻 30 ~ 60 min 時，HHS 和 LHS 兩處理組試樣之間無顯著差異 ($p > 0.05$)，煙燻 60 min，HHS 處理組的硬度為 64.33 ± 9.87 g，凝集性為 47.98 ± 3.94 %，LHS 處理組的硬度為 73.33 ± 3.51 g，凝集性為 40.17 ± 1.64 %。

魚肉微生物含量列於 Table 2，原料幾乎未檢測出好氣性生菌數、嗜冷菌菌數、大腸桿菌群及大腸桿菌。鹽漬後有少量好氣性生菌數和嗜冷菌菌數被檢測出；煙燻後的試樣，不論是 HHS 處理組抑或 LHS 處理組，均無微生物檢出。

於前處理、鹽漬、煙燻 30 min、45 min 及 60 min 各階段產品的收率，HHS 處理組為 85.58 %、88.32 %、79.83 %、78.08 % 及 76.33 %；LHS 處理組為 85.58 %、87.90 %、79.58 %、78.23 % 及 76.20 %。鹽漬後收率略增，這是因為食鹽溶液附著於魚肉表面所致；HHS 和 LHS 兩處理組的產品收率類似。

Table 2 Changes in aerobic plate count (APC), psychrophilic plate count (PPC), coliforms, and *E. coli* of Pacific saury during smoking

	Smoking time (min)	APC (log ₁₀ cfu/g)	PPC (log ₁₀ cfu/g)	Coliform (log ₁₀ cfu/g)	<i>E. coli</i> (log ₁₀ cfu/g)
HHS ¹	R ³	— ⁵	—	—	—
	B ⁴	1.10±0.35	<1	—	—
	30	<1	—	—	—
	45	<1	—	—	—
	60	—	—	—	—
LHS ²	R	—	<1	—	—
	B	1.52±0.31	1.06±0.10	—	—
	30	—	—	—	—
	45	—	—	—	—
	60	—	—	—	—

¹Smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

²Smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

³Raw fish, semi-dressed.

⁴Brined with 10% brine for one day.

⁵No growth detected on the plates.

六種 (即 HHS、LHS 兩種處理方式分別煙燻 30、45 及 60 min) 試樣，經過官能品評後，由各項評分結果 (Fig. 9) 得知，除了 HHS 和 LHS 處理組煙燻 30 min 樣品的外觀得分 (分別是 5.30 ± 1.95 和 5.05 ± 1.47) 顯著低於 ($p < 0.05$) 其餘各組之外，於風味、質地和接受性三個項目中，所有的試樣彼此間並無顯著差異 ($p > 0.05$)。

討 論

鹽漬和煙燻兩項處理作業是燻秋刀魚加工製程中的主要步驟，也是影響產品品質與接受性的關鍵因素。鹽漬時，食鹽滲入魚肉中，會造成胞漿分離，也會改變蛋白質和酵素的形態，使酵素失去活性，蛋白質產生變性和沈澱作用 (Barat *et al.*, 2003)。至於煙燻處理則包括了加熱、乾燥、煙燻附著與滲入等效果，使產品在顏色方面有明顯的改變，也呈現出特殊的風味。從秋刀魚魚肉物性的變化 (Fig. 8) 發現，鹽漬後魚肉的凝集性上升，應與蛋白質變性有關，至於煙燻後魚肉硬度增加，則是脫水作用 (Fig. 5) 與肌纖維產生捲縮現象

(Sigurgisladottir *et al.*, 2000) 所導致；由魚肉水分的變化 (Fig. 5) 情形可以看出，煙燻時加熱所造成的脫水作用，是導致產品收率遞減的主要原因，雖然兩種煙燻處理模式在前 15 min 的濕度並不相同，但是兩者水分的減少量卻相差不大，初步判斷應是魚皮受熱硬化後產生阻絕水分散失的效果所致，也因此兩者最終產品的收率幾無差異 HHS 組為 76.33 %，LHS 組為 76.20 %，此和燻雞腿的情形類似，去皮雞腿煙燻後的收率就顯著低於帶皮雞腿，主要的差別就在於雞皮的隔絕作用，可以減少水分和粗脂肪的損失 (王等, 1997)。魚體顏色，於煙燻時產生明顯的變化， L^* 值下降，而 a^* 值和 b^* 值增加 (Fig. 6)，推測主要是煙燻附著於魚體表面所產生的效果，然而 HHS 和 LHS 處理組的外觀略有不同 (Fig. 7)，HHS 處理組的表面有明顯縐紋，而 LHS 處理組則較為光滑，應是處理濕度不同所致，前 15 min，HHS 處理組的濕度高，而 LHS 處理組的濕度低，所以兩組試樣的水分含量雖然類似 (Fig. 5)，但是在外觀上仍有所不同。

化學性指標方面，魚肉的 pH 不論是在鹽漬抑或煙燻處理時均無明顯的變化 (Figs. 2, 5)，可能是

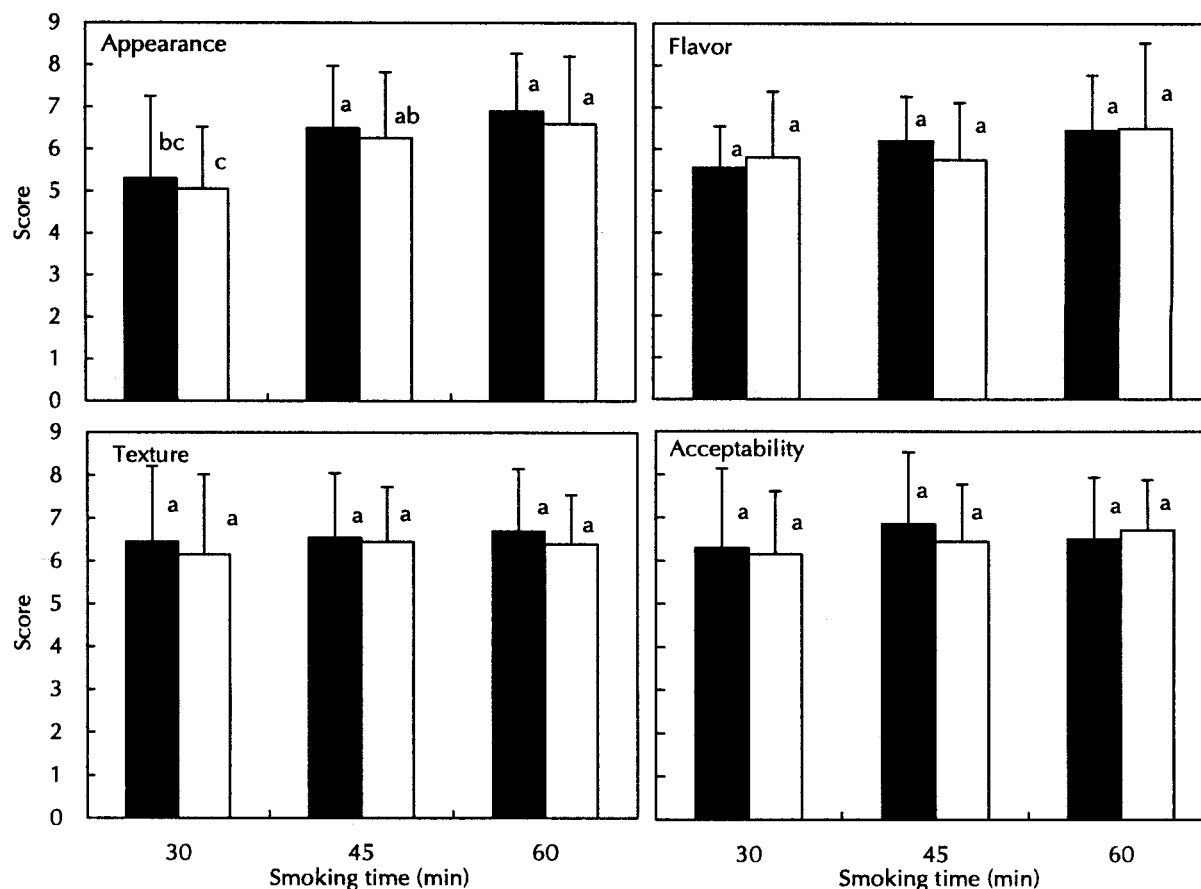


Fig. 9 Sensory scores of smoked Pacific saury. Means within a figure bearing the same letter do not significantly differ ($p > 0.05$). HHS (■):smoking at 65 °C and 100% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min; LHS (□):smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 45 min.

魚肉在鹽漬時並無急遽的分解作用產生，而燻煙中雖然含有酚類、酸類等成分 (Kasahara and Nishibori, 1979a, b)，也因為魚皮的阻隔，以致於滲入量並不多，所以並未造成魚肉的 pH 明顯下降。魚肉 VBN 在鹽漬時明顯減少 (Fig. 3)，又以背開魚片的 VBN 最低，顯示魚肉 VBN 下降的原因是由於溶出作用所造成的。TBA 價的變化與 VBN 的情況正好相反，明顯增加 (Fig. 4)，尤其以鹽漬時的增加量最大。雖然 TBA 價的測定存在一些干擾因素，不過，至今仍是監視油脂氧化常用的指標之一，TBA 價的變化會因肉的種類 (Kim *et al.*, 2002)、凍結速率 (Martí de Castro *et al.*, 1997)、照射處理劑量 (Ahn *et al.*, 2000)、加熱方式與加熱溫度 (Sheu and Chen, 2002) 之不同而有所差異，至於在本研究中，秋刀魚鹽漬時，TBA 價明顯增加，可能與食鹽的作用有關 (Hernández *et al.*, 2002)，然而試樣並無明顯的異

味；煙燻時，由於煙燻成分有抑制油脂氧化的效果 (Estrada-Muñoz *et al.*, 1998)，因此，魚肉的 TBA 價變化減緩。

魚肉的微生物含量於鹽漬時無明顯增加的現象 (Table 1)，顯然以 5 %、10 % 及 15 % 三種濃度的食鹽溶液於 5 °C 進行鹽漬時，對魚肉中所存在的微生物有良好的抑制效果，能確保鹽漬過程中魚肉的品質。煙燻時魚肉的微生物含量反而減少 (Table 2)，推測是因為煙燻處理具有殺菌效果所致，例如大西洋鯖煙燻後，可以減少 1.9 對數值的微生物量 (Kolodziejska *et al.*, 2002)。

經過不同煙燻時間 (30 ~ 60 min) 處理後成品的水分、pH、VBN (Fig. 5) 以及肉質的硬度和凝集性 (Fig. 8) 均無顯著差異；就同一種處理條件而言，煙燻 30 ~ 60 min，魚肉的 TBA 價無顯著差異，但是 HHS 處理組煙燻 30 min 和 45 min 的

TBA 價顯著高於 LHS 處理組同樣處理時間的 TBA 價，只是無明顯的異味產生，另外一項改變在於魚體的顏色，當煙燻時間增加時，魚體顏色有明顯的變化， L^* 值逐漸減少， a^* 值和 b^* 值逐漸增加 (Fig. 6) HHS 和 LHS 兩組的 L^* 值無顯著差異，但是 HHS 處理組的 a^* 值和 b^* 值顯著低於 LHS 處理組。這些測定結果和官能品評有一致性，由於 HHS 或 LHS 處理組煙燻 30 min 的試樣的顏色較淡 (Figs. 6, 7)，因而其外觀的品評得分明顯低於 ($p < 0.05$) 其他的試樣；至於風味、質地和接受性等三項品評得分，各個試樣間均無顯著差異 ($p > 0.05$)，且都達到喜歡以上的程度，不分軒輊 (Fig. 9)。然而 HHS 處理組在前 15 min 進行蒸燻處理後，魚體容易脫鉤掉落，造成損耗，因此推薦以 LHS 處理組的方式，RH 為 40%，先以 65℃ 煙燻 15 min，再以 72℃ 煙燻 30 min 較為適宜。根據試驗結果，初步建議以半處理魚型態進行鹽漬、煙燻及真空包裝後販售，並以凍藏為宜；因為秋刀魚富含脂質，而且加工處理時，也發現其 TBA 價較高，因此，關於產品在貯存中品質的變化情形，特別是油脂的變化，對其貯存壽命的影響，值得進一步探討。

謝 辭

沿近海資源研究中心林主任俊辰博士提供卓見，及中心同仁們熱心參與品評，使試驗工作得以順利完成，謹致上誠摯謝意。

參考文獻

- 王中奇, 郭俊欽, 蔡正宗, 紀學斌 (1997) 煙燻對常溫貯藏調味雞腿化學物理、官能特性之影響。食品科學, 24(1): 108-119.
- 李秀, 賴滋漢 (1979) 食品分析與檢驗。精華出版社出版, 台中市, 台灣省, 58-59.
- 黃文彬, 陳志圻 (2000) 秋刀魚的生活史及漁場形成。中國水產月刊, 56(8): 51-60.
- 彭昌洋, 楊俊郎 (1987) 血合肉油脂之利用—秋刀魚油脂之製備及貯藏耐性之探討。台灣省水產試驗所試驗報告, 43: 91-99.
- 彭秋妹, 王家仁 (1991) 食品官能檢查手冊。食品工業發展研究所出版, 新竹市, 台灣省, 11-14.
- 經濟部中央標準局 (1980) 冷凍魚類檢驗法, 中國國家標準, 總號 1451, 類號 N6029, 1-3.
- 山村彌六郎 (1947) 油鯧的燻製時に現はれる弾力に就て。日本水產學會誌, 13(2): 95-97.
- Ahn, D. U., C. Jo and D. G. Olson (2000) Analysis of volatile components and the sensory characteristics of irradiated raw pork. Meat Sci., 54: 209-215.
- Barat, J. M., S. Rodríguez-Barona, A. Andrés and P. Fito (2003) Cod salting manufacturing analysis. Food Res. Int., 36: 447-453.
- Chan, W. S., R. T. Toledo and J. Deng (1975) Effect of smokehouse temperature, humidity and air flow on smoke penetration into fish muscle. J. Food Sci., 40: 240-243.
- Deng, J., R. T. Toledo and D. A. Lillard (1974) Effect of smoking temperatures on acceptability and storage stability of smoked spanish mackerel. J. Food Sci., 39: 596-601.
- Estrada-Muñoz R., E. A. E. Boyle and J. L. Marsden (1998) Liquid smoke effects on *Escherichia coli* O157:H7, and its antioxidant properties in beef products. J. Food Sci., 63(1): 150-153.
- Hernández, P., D. Park and K. S. Rhee (2002) Chloride salt type/ionic strength, muscle site and refrigeration effects on antioxidant enzymes and lipid oxidation in pork. Meat Sci., 61: 405-410.
- Jittinandana, S., P. B. Kenney, S. D. Slider and R. A. Kiser (2002) Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillets. J. Food Sci., 67(6): 2095-2099.
- Kasahara, K. and K. Nishibori (1979a) Volatile components of smoked salmon-I. Nippon Suisan Gakkaishi, 45(12): 1543-1545.
- Kasahara, K. and K. Nishibori (1979b) Volatile components of smoked salmon-II. The relationship between flavors of smoked salmon and smoke-tar. Nippon Suisan Gakkaishi, 45(12): 1547-1549.
- Kim, Y. H., K. C. Nam and D. U. Ahn (2002) Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. Meat Sci., 61: 257-265.
- Kolodziejaska, I., C. Niecikowska, E. Januszewska and Z. E. Sikorski (2002) The microbial and sensory quality of mackerel hot smoked in mild conditions. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 35: 87-92.
- Martí de Castro, M. A., M. C. Gómez-Guillén and P. Montero (1997) Influence of frozen storage on

- textural properties of sardine (*Sardina pilchardus*) mince gels. Food Chem., 60(1): 85-93.
- Monagle, C. W., R. T. Toledo and R. L. Saffle (1974) Effect of smokehouse temperature, humidity and air velocity on rate of heating and quality of frankfurters. J. Food Sci., 39: 602-604.
- Nishibori, K. (1965) Studies on flavor of "Katsuobushi" – II. Relation between flavors of "smoke" and of "katsuobushi". Nippon Suisan Gakkaishi, 31(1): 47-51.
- Nishibori, K. and K. Okamoto (1971) Studies on flavor of "Katsuobushi" – III. Comparison of flavor constituents between "Katsuobushi" and "Niboshi". Nippon Suisan Gakkaishi, 37(2): 156-163.
- Sigurgisladdottir, S., M. S. Sigurdardottir, O. Torrissen, J. L. Vallet and H. Hafsteinsson (2000) Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Food Res. Int., 33: 847-855.
- Sheu, K. S. and T. C. Chen (2002) Yield and quality characteristics of edible broiler skin fat as obtained from five rendering methods. J. Food Eng., 55: 263-269.
- Tarladdis, B. G., B. M. Watts and M. T. Younathan (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. J. Am. Oil. Chem. Soc., 37: 44-48.
- Tian, Y., T. Akamine and M. Suda (2003) Variations in the abundance of Pacific saury (*Cololabis saira*) from the northwestern Pacific in relation to oceanic-climate changes. Fish. Res., 60: 439-454.
- Tsuchiya, Y., M. Hata., M. Asano., I. Takahashi., T. Nomura. and Y. Suzuki (1953) Biochemical studies on skipper (*Cololabis saira*) – I. General component. Nippon Suisan Gakkaishi, 19(4): 513-517.

Studies on the Processing of Smoked Pacific Saury (*Cololabis saira*)

Chang-Yang Peng*, Hsueh-Chen Tsai, Chia-Chi Chang and Hsiao-Ling Yang

Coastal and Offshore Resource Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Frozen Pacific saury (*Cololabis saira*) were thawed, brined, and smoked. Raw fish were pretreated with three treatments including round (gilled), semi-dressed, and semi-dressed and split from the back. The samples were soaked in 5%, 10%, or 15% brine for 2 d at 5 °C. The NaCl content of the flesh significantly increased on the first day, and thereafter continued to slowly increase. During the brining process, the pH value of the flesh remained unchanged; however volatile basic nitrogen (VBN) decreased, and the 2-thiobarbituric acid (TBA) value increased. This shows that there was little change in the aerobic plate counts (APCs), psychrophilic plate counts (PPCs), coliforms, and *Escherichia coli* during brining.

The semi-dressed fish were immersed in 10% brine at 5 °C for 1 d, and then smoked. The smoking process included two methods: steam smoking (100% RH) at 65 °C for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 15~45 min (HHS); and smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 15~45 min (LHS). During the smoking process, the moisture contents of both samples decreased, while the pH and VBN remained almost constant, and the TBA value increased. The L* value of the ventral skin of smoked Pacific saury decreased, while the a* and b* values increased. The appearance turned yellowish-brown after smoking. The toughness and cohesiveness of the flesh of smoked Pacific saury increased. Neither APC, PPC, coliforms, nor *E. coli* were detected. With the exception of the appearance, the flavor, texture, and acceptability of both products did not significantly differ ($p > 0.05$) according to the results of a sensory evaluation. These results show that the suitable smoking conditions for smoked Pacific saury are smoking at 65 °C and 40% RH for 15 min followed by smoking at 72 °C and 40% RH for 30 min.

Key words: pacific saury, *Cololabis saira*, brining, smoking, acceptability

*Correspondence: 1-1 North 1st Rd., Chien Chen Fishing Harbour, Kaohsiung 806, Taiwan. TEL: (07) 821-8104; FAX: (07) 821-8205; E-mail: cypeng@mail.tfrin.gov.tw