

張勝雄¹，黃珮芬¹，蕭泉源²，陳聰松¹

¹行政院農業委員會 水產試驗所 水產加工系

²國立台灣海洋大學 食品科學系

(2000 年 11 月 23 日接受)



燻製加工對歐洲鰻化學組成與品評接受性之影響

摘要

歐洲鰻 *Anguilla anguilla* 為台灣自動化超集約養殖系統之重要魚種，本試驗探討燻製加工對歐洲鰻化學組成與品評接受性之影響，以其建立燻製產品最適加工條件。以 6~8% 食鹽水浸漬後之燻鰻接受性較佳，經煙燻加工後之製品水分減少，粗蛋白、灰分含量增加，粗脂肪則變動不大。脂肪酸不因加工過程或煙燻條件不同而影響其組成，而胺基酸與游離胺基酸總量則有增加的趨勢，離胺酸在加工過程中損失比例最大， β -丙胺酸與組胺酸含量則增加，但肌肽卻相對地減少。煙燻時間較長，魚肉中的酚類含量明顯增高，色澤上也以煙燻時間較長或一段式熱燻之產品著色較深。四種煙燻製品之外觀、風味、質地與整體接受性並無顯著差異 ($p>0.05$)，整體產品的接受性為中等偏上。

關鍵詞：煙燻加工，歐洲鰻，化學成分，接受性

全世界鰻魚之種類共十八種，就生物量而言，歐洲鰻 *Anguilla anguilla* 最多，其次為美洲鰻 *Anguilla rostrata*、日本鰻 *Anguilla japonica*^(1,2)。歐洲鰻傳統產地除西歐、北歐和地中海沿岸國家以外，還包括北非的突尼斯和摩洛哥、東歐的波蘭、拉托維亞和愛沙尼亞以及南歐的南斯拉夫等國家，整個歐洲和北非的江河湖泊都可以捕撈到天然的歐洲鰻，從 1985 年至 1999 年間，上述國家的年總產量約維持在 1.5~1.8 萬噸之間⁽³⁾，屬未積極開發之魚種。

鰻魚養殖需要大量淡水，為避免超抽地下水造成地層下陷，農業委員會水產試驗所由丹麥引進自動化超集約養鰻系統，經不斷測試與改良，成效頗為良好，不但克服歐洲鰻養殖技術，以每尾平均 3 克重之鰻苗 212 公斤，飼養 7 個月後可收成 2,412 公斤，飼料轉換效率 (FCR) 平均約 1.5，活存率達 95%，與傳統養殖池比較，養殖密度約提升為 35~50 倍，每噸水養魚可達 100 公斤以上，單位產出用水量更僅為傳統式者的 1/30⁽⁴⁾。由於養殖技術的突破，而歐洲鰻線又有價格低廉（每尾約 3~4 元）及來源充足的優點，使飼養生產成本大大地降低，同時歐洲鰻良好的肉質與口感，亦能博得消費者的青睞，故吸引業

者投入生產。

養殖鰻魚傳統上以烤鰻為主，建立加工產品的多樣化實有其必要，而歐洲鰻在歐洲地區係以燻製品之消費為主，為此歐洲鰻燻製品之開發，可以增加鰻魚之加工產品型態，擴大內外銷市場，對於日漸沒落與外移之鰻魚產業應有所助益。由於歐洲鰻燻製品之加工資料欠缺，故本研究擬以超集約養殖之歐洲鰻為原料，就其燻製條件、加工前後化學組成變化加以探討，俾建立燻製品之加工利用資料，以為業者開發該產品之參考。

材料與方法

(一) 材料

集約養殖歐洲鰻原料由水試所養殖系提供，體重 500~600 g，體長約 60 cm。

(二) 方法

1. 鹽漬與燻製加工條件

將活鰻置於桶中，加入魚體約 1/4 重量之食鹽，待鰻

魚不動後，以清水刷除魚體之黏液，並立即自魚腹切開去除內臟及鰓，再以清水沖洗乾淨。將處理後之魚體放置於不同濃度（4、6、8、10%）之食鹽水（1:1 w/v）中，於 4℃ 下浸漬 17 小時後將魚體置入清水中去除鹽分後，以掛勾勾頭吊置於煙燻機（FESSMANN Wilhelm Fessmann GmbH. Co., Germany）中，先以 30℃，RH 70%，60 min 吹乾體表水分後，在相同溫、濕度下施行冷燻 30 min，接著以 60℃ RH 55% 熱燻 60 min，最後將溫度提高至 70℃ 並維持 20 min。燻製完成之產品，冷卻剝皮後進行食鹽含量、水分、官能品評與水活性等分析。

鹽漬濃度以上述產品之官能品評中評分最高者進行鹽漬，而燻製溫度、溼度與時間則分別以下列四種條件進行，所得產品之分析項目包括官能品評、一般成分、鹽分、水活性、顏色（L, a, b）與總酚等。

2. 燻製前後化學成分之變化

取原料鰻魚肉及經最適條件燻製之鰻魚產品，比較燻製前後化學與營養組成之差異。分析項目包括一般成分、胺基酸、游離胺基酸、雙胍肽、氨、脂肪酸與鹽分等。

(三) 分析測定方法

1. 一般成分：依 A.O.A.C.⁽⁵⁾方法測定。

2. 胺基酸組成：取魚肉 1 g 置於分解管中，加入 5 ml 的 6 N HCl，灌入氮氣後迅速封管，再置於導熱良好之鋁質試驗槽中，以 110℃ 分解 24 小時。待溫度下降後，將分解液以濾紙過濾至圓底濃縮瓶後，反覆加入蒸餾水 5~6 次，以 40℃ 水浴減壓濃縮至 HCl 完全去除。將所得之濃稠狀液體定容至 10 ml 後，以 0.02 M 之 Sodium citrate 緩衝溶液調整 pH 值至 2.2 後，以 Backman 6300 型胺基酸自動分析儀分析。

3. 游離胺基酸、雙胍肽與氨：依照 Konosu et al.⁽⁶⁾方法萃取，再以 Backman 6300 型胺基酸自動分析儀分析。

4. 脂肪酸：總脂質依照 Folch et al.⁽⁷⁾方法抽出，脂肪酸甲基酯化採用 A. O. A. C.⁽⁵⁾方法進行，另外添加 C_{13:0} 甲基酯作為內標準劑，再以氣相層析儀分析脂肪酸組成與含量。

5. 水分活性（Aw）：秤取細碎後之魚肉 1.5-2 g 置於水活性測定儀（Novasina, model AG 8050）測定

之。

6. 色澤：使用 Minolta 公司之色差儀（Hunter color difference meter, model: CR-300 型）測定。切取 2 cm x 2 cm 面積之試料，以色差儀測得 L（亮度），a（紅色度），b（黃色度）值。

7. 鹽分：依 A. O. A. C.⁽⁵⁾方法測定。

8. 酚類成分含量：依照 Luten et al.⁽⁸⁾之方法，從燻鰻中抽出酚類成份，再修飾 Greenberg et al.⁽⁹⁾方法求得酚類成分的含量。即取煙燻魚肉 5 g 置入 50 ml 離心管中，加入 15 ml 5% NaOH 後均質、離心收集上澄清液，殘留物加入 15 ml 5% NaOH 後再次萃取、離心，收集所有上澄清液後加入 10 ml 40% 三氯醋酸，再離心收集上澄清液，加入 10 ml 乙醚，抽出上澄清液中之油脂二次後將乙醚移除，以 1 N NaOH 調 pH 至 8 後加入 3 ml 2% 4-Aminoantipyrine 與 3 ml 8% Potassium ferricyanide 放置 15 min，使與 Phenols 反應呈黃色，以 10 ml Chloroform 將 Phenols 化合物萃取出，其萃取液再次添加 10 ml Chloroform 萃取，收集所有 Chloroform 部份並定容至 20 ml，於 460 nm 測吸光值，再由標準物酚在同樣條件下所測定的標準曲線，求得試料中酚類成分之含量。

9. 官能品評：採用嗜好品評法以 7 分制進行，由 25 位品評員就燻鰻之鹹度、外觀、風味、口感及接受性等進行評分。評分標準為：1 分，無法接受；2 分，勉強接受；3 分，尚可接受；4 分，可接受；5 分，稍微喜歡；6 分，喜歡；7 分，很喜歡。

10. 統計分析：實驗數據以 SAS (Statistical Analysis System) 套裝軟體進行變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA)，以鄧肯式多變域測驗 (Duncan's multiple range test) 檢定各組間之差異，顯著水準定在 0.05。

結果與討論

(一) 食鹽浸漬濃度對燻鰻肌肉中鹽含量及品評接受性之影響

由於歐洲鰻脂肪含量高，食鹽不易滲入肉中，又為使鰻魚肉中鹽分分布較均勻，本研究乃採用於低溫（4℃）下進行較長時間（17 小時）之食鹽浸漬程序，經以不同濃度（4, 6, 8, 10%）食鹽水浸漬後燻製為成品。燻鰻肌肉中鹽分含量與水相鹽（Water

phase salt, WPS) 比例，隨浸漬鹽濃度之增加而遞增，但製品中水分變動不大 (Table 1)。在 Ravesi and Krzynowek⁽¹⁰⁾鹽漬比目魚、李⁽¹¹⁾之鹽漬實驗與許⁽¹²⁾鹽漬鱈魚肉片試驗中，亦皆顯示浸漬食鹽濃度越高其魚肉片之鹽分越高，此現象乃因食鹽滲透情形受到用鹽量多寡所支配，且滲透速度及滲透量亦隨食鹽用

量越多而越大⁽¹³⁾。

以 6 ~8 % 食鹽水浸漬後之煙鰻，在官能品評上之接受性較佳 (Table 1)，依大部份品評人員之描述，以 10% 食鹽水浸漬後之煙鰻則有稍鹹的感覺，由此可知煙鰻魚肉中合適之平均食鹽含量約在 1.4 ~ 1.7% 之間，WPS 則介於 2.38% 至 2.88% 之間。

Table 1. Effect of brine concentration on salt content and organoleptic acceptability of smoked eel*.

Brine***	Smoked eel			
	Moisture (%)	Salt content (%)	Water phase salt (%)	Sensory test****
4%	56.82 ± 0.48 a**	1.13 ± 0.02 d	1.96 ± 0.04 d	2.44 c
6%	56.40 ± 0.27 ab	1.38 ± 0.03 c	2.38 ± 0.05 c	2.88 b
8%	56.07 ± 0.27 b	1.66 ± 0.02 b	2.88 ± 0.02 b	2.88 b
10%	56.82 ± 0.22 a	1.86 ± 0.02 a	3.18 ± 0.04 a	3.88 a

*Smoking at 30°C, RH 70% for 45 min, and 60°C, RH 55% for 90 min.

** Mean ± S.D. (n=3).

***Eel was immersed in brine for 17 hr at 4°C prior to smoking processing.

**** Sensory test : 1, very light in salinity, and 5, very strong in salinity.

a-d : Means values in the same column with different superscripts differ significantly (p>0.05).

(二) 煙製加工對鰻肉一般成分之影響

比較歐洲鰻原料肉與四組不同加工條件，一般成分之差異如 Table 2 所示，原料肉之水分為 59.93%，加工後略為減少，煙製後各組水分最高為 57.85% (COND1)，最低為 54.72% (COND4)。COND 1 與 COND 3 加工時間 (110 min) 低於其他兩組 (155 min)，故有較高的水分含量；COND 2 水分含量稍高於 COND4，可能由於 COND4 為一段式煙製方式，並無先經冷煙的步驟所致。整體而言，歐洲鰻經加工過後，水分損失並不劇烈，Bhuiyan et al.⁽¹⁴⁾指出造成此一現象可能是由於含較高脂肪之魚體，皮下脂肪含量較高，可在煙製加工中防止水分的流失。

在粗蛋白質方面，四組加工產品之含量 (19.37~18.83%) 均較原料肉 (15.75%) 高，不同的加工條件下，各組粗蛋白含量並無顯著差異性 (p>0.05)。加工後各組粗脂肪含量與原料肉之差異

不大，在經食鹽水浸漬後，四組加工產品之灰分 (1.65~1.97%) 均較原料肉 (0.93%) 高，但在不同加工條件下，對灰分含量之影響並不大。

(三) 煙製加工對鰻肉脂肪酸之影響

不同煙製條件之產品與原料肉之脂肪酸組成如 Table 3 所示，加工前後主要脂肪酸組成爲 C_{18:1} 及 C_{16:0}，EPA 與 DHA 與加工前之比例相仿，其餘個別脂肪酸比例亦與原料肉無明顯差異，四種不同加工條件產品間的脂肪酸組成亦無顯著之差異，可知脂肪酸並不因加工過程及煙製條件之不同，而影響其組成。Bhuiyan et al.⁽¹⁵⁾比較煙製處理與未經處理的大西洋鯖魚試驗中，也證明脂質中之三酸甘油酯 (Triglyceride)、磷脂質 (Phospholipid) 與脂肪酸 (Fatty acid)，並不因煙製加工而影響其含量與組成。

Table 2. Effect of smoking on proximate composition (%) of European eel meat.

<i>Group</i>	<i>Moisture</i>	<i>Crude protein</i>	<i>Crude fat</i>	<i>Ash</i>
Raw meat	59.93 ± 1.62 ^{a*}	15.75 ± 0.94 ^b	25.96 ± 3.37 ^a	0.93 ± 0.04 ^b
COND1**	57.82 ± 0.93 ^b	19.37 ± 0.76 ^a	22.80 ± 0.55 ^b	1.97 ± 0.22 ^a
COND2	55.79 ± 0.71 ^c	19.06 ± 0.90 ^a	24.24 ± 0.63 ^a	1.65 ± 0.33 ^a
COND3	56.83 ± 0.26 ^b	18.98 ± 0.38 ^a	23.35 ± 0.96 ^a	1.93 ± 0.04 ^a
COND4	54.72 ± 0.43 ^d	18.83 ± 0.17 ^a	24.59 ± 1.02 ^a	1.94 ± 0.11 ^a

*Mean± S.D. (n=3).

**COND1: 30°C RH 70%, 30 min→60°C RH 55%, 60 min→70°C, 20 min.

COND2: 30°C RH 70%, 45 min→60°C RH 55%, 90 min→70°C, 20 min.

COND3: 60°C RH 55%, 90 min→70°C, 20 min.

COND4: 60°C RH 55%, 135 min→70°C, 20 min.

a-d : Means values in the same column with different superscripts differ significantly (p>0.05).

Table 3. Effect of smoking on fatty acid composition(%) of European eel meat.

	<i>Raw meat</i>	<i>COND1**</i>	<i>COND2</i>	<i>COND3</i>	<i>COND4</i>
14:0	4.49±0.24*	4.52±0.09	4.41±0.04	4.23±0.05	4.28±0.14
15:0	0.04±0.09	0.16±0.14	0.15±0.13	0.23±0.02	0.24±0.01
16:0	21.10±1.05	22.14±1.19	21.97±0.20	20.36±0.45	21.26±0.76
16:1	9.73±0.57	9.06±0.10	9.08±0.24	8.57±0.65	8.64±0.28
17:0	0.37±0.18	0.49±0.02	0.31±0.27	0.54±0.13	0.49±0.01
18:0	2.49±0.15	2.70±0.12	2.78±0.17	2.92±0.36	2.67±0.11
18:1	36.55±0.64	34.59±0.11	34.70±0.85	35.74±1.73	35.21±1.24
18:2n-6	4.55±0.21	4.68±0.39	4.41±0.33	4.74±0.41	4.92±0.13
18:3n-3	0.64±0.08	0.70±0.02	0.65±0.04	0.76±0.16	0.68±0.05
20:1	3.29±0.10	3.51±0.05	3.54±0.24	3.59±0.25	3.74±0.25
20:2	0.28±0.15	0.40±0.04	0.26±0.23	0.29±0.11	0.39±0.04
20:4n-6	0.46±0.22	0.55±0.02	0.57±0.03	0.53±0.04	0.58±0.02
22:1	1.47±0.12	1.62±0.06	1.69±0.15	1.61±0.10	1.69±0.11
20:5n-3	2.98±0.09	3.25±0.16	3.47±0.23	3.13±0.30	2.93±0.07
22:3	0.28±0.14	0.36±0.05	0.46±0.16	0.37±0.03	0.34±0.02
22:6n-3	7.62±0.32	8.25±0.39	8.43±0.41	8.05±0.61	7.95±0.35
Unknown	3.67±0.88	3.02±0.91	3.12±0.38	4.33±0.84	3.97±0.56

* Mean± S.D. (n=3).

**Refer to the footnote on table 2.

(四) 煙燻加工對鰻肉胺基酸、游離胺基酸及雙胜肽之影響

煙燻加工後鰻魚肉中之胺基酸總量有較原料肉增高的趨勢 (Table 4)，但各組間總量差異

並不大，最低 185 mg/g，最高為 198 mg/g。但就以個別胺基酸所佔比例而言，異白胺酸 (Ile) 減少 1.5% 左右，而白胺酸 (Leu) 增加約 1.5%，其餘組成分之比例與原料肉並無太大差異。

Table 4. Effect of smoking on amino acid (mg/g) composition of European eel meat.

	Raw meat	COND1**	COND2	COND3	COND4
L-Aspartic acid	16.20±0.69*	21.30±0.18	20.70±0.32	20.30±0.61	19.80±0.34
L-Threonine	7.23±0.29	9.81±0.08	9.39±0.24	9.35±0.26	9.10±0.09
L-Serine	6.42±0.18	8.47±0.04	8.12±0.14	8.16±0.23	7.98±0.09
L-Glutamic acid	24.92±1.15	31.8±0.39	30.93±0.38	29.63±0.50	29.20±0.24
L-Proline	6.78±0.25	8.37±0.12	8.24±0.32	8.62±0.46	7.76±1.26
Glycine	10.71±0.55	12.51±0.21	12.41±0.79	13.30±1.01	13.12±1.02
L-Alanine	9.35±0.46	11.80±0.03	11.50±0.17	11.32±0.70	11.41±0.18
L-Valine	8.36±1.71	9.21±0.71	8.75±0.13	8.14±0.70	8.02±0.07
L-Methionine	4.68±0.97	5.42±0.27	5.32±0.02	4.69±0.52	4.95±0.09
L-Isoleucine	9.52±4.07	8.75±0.16	8.80±0.04	7.96±0.68	7.89±0.11
L-Leucine	12.23±0.40	16.3±0.35	15.92±0.48	15.00±0.34	15.14±0.13
L-Tyrosine	3.27±0.17	4.36±0.44	4.35±0.50	3.52±0.54	4.14±0.20
L-Phenylalanine	6.22±0.30	8.30±0.15	8.01±0.10	7.57±0.51	7.62±0.11
L-Lysine	14.41±0.69	19.72±0.30	19.01±0.35	18.57±0.34	18.40±0.59
L-Histidine	6.33±0.33	8.55±0.07	8.06±0.30	8.05±0.46	8.01±0.16
L-Arginine	9.74±0.34	13.11±0.07	12.53±0.46	14.52±1.87	12.73±0.13
Total	156.11±1.73	198.24±0.66	192.05±1.01	189.44±4.95	185.21±0.46

* Measn ± S.D. (n=3).

**Refer to the footnote on table 2.

歐洲鰻肉經煙燻加工過後，各組之游離胺基酸 (Free amino acids, FAA) 總量均有增加的現象，原料肉總量平均為 157 mg/100 g，四組不同加工條件則介於 172~193 mg/100 g 間 (Table 5)。就個別的 FAA 而言，Lys 在加工過程中損失比例最大，未煙燻前之原料肉含量 8.16 mg/100 g，經煙燻後之四組產品，其含量為 3.4~2.8 mg/100 g，損失比例達 58~66% 之間，而不同煙燻條件之各組產品 Lys 則無明顯差異 ($p>0.05$)。Randall et al.⁽¹⁶⁾指出，煙燻中胺基酸的損失，以 Lys 最具代表性，在煙燻加工

中 Lys 的破壞主要可分為兩部分，一為加熱而破壞，另一原因為梅納反應，Lys 中之 ϵ -胺基 (ϵ -amino group) 易和煙燻中之 Carbonyl group 反應， ϵ -amino group 被結合後，使 Lys 進入人體後不能被消化酵素作用進而為人體所消化吸收，而成為無效離胺酸。

主要之 FAA 中， β -Ala 與 His 在加工後含量有增加的趨勢，Tau 則變化不大 (Table 5)，而雙胜肽的 Car 含量與加工前原料肉相較下則有減少的現象。

Table 5. Effect of smoking on free amino acid and dipeptide (mg/100 g) of European eel meat.

	<i>Raw meat</i>		<i>COND1**</i>		<i>COND2</i>		<i>COND3</i>		<i>COND4</i>	
o-Phosphoserine	0.42	± 0.07*	0.56	± 0.01	0.51	± 0.07	0.42	± 0.17	0.55	± 0.01
Taurine	16.04	± 2.22	16.12	± 0.81	15.06	± 1.20	15.49	± 2.69	16.87	± 0.10
o-Phosphoethanolamine	0.39	± 0.47	0.50	± 0.13	0.48	± 0.14	0.49	± 0.10	0.56	± 0.08
L-Threonine	1.76	± 0.68	3.10	± 0.84	2.56	± 1.93	2.67	± 0.55	2.15	± 0.12
L-Serine	1.26	± 0.28	1.05	± 0.19	0.83	± 0.15	0.69	± 0.14	0.76	± 0.03
L-Glutamic acid	2.47	± 0.52	2.09	± 0.40	1.78	± 0.12	1.67	± 0.21	1.70	± 0.03
L-Glutamine	1.61	± 1.17	2.88	± 1.61	2.47	± 1.31	2.07	± 0.08	1.90	± 0.21
L-Proline	0.65	± 0.50	0.75	± 0.42	1.07	± 0.69	1.74	± 1.11	0.82	± 0.45
Glycine	2.23	± 0.38	3.02	± 0.10	2.93	± 1.10	3.01	± 1.95	3.54	± 0.70
L-Alanine	3.29	± 0.52	4.32	± 0.87	3.91	± 1.50	3.66	± 0.21	3.80	± 0.37
L-Valine	1.31	± 0.48	1.67	± 0.21	1.54	± 0.23	1.22	± 0.11	2.01	± 0.42
L-Cystine	0.03	± 0.09	-	***	-		-		-	
L-Methionine	0.50	± 0.21	1.42	± 0.80	1.00	± 0.18	1.17	± 0.55	1.03	± 0.49
L-Cystathionine	0.40	± 0.23	1.29	± 0.64	0.65	± 0.46	0.83	± 0.31	0.59	± 0.21
L-Isoleucine	0.84	± 0.26	0.92	± 0.26	0.68	± 0.08	0.69	± 0.19	0.84	± 0.34
L-Leucine	1.07	± 0.30	1.57	± 0.41	1.31	± 0.07	1.23	± 0.09	1.68	± 0.38
L-Tyrosine	0.51	± 0.21	1.12	± 0.11	0.81	± 0.14	0.85	± 0.08	1.10	± 0.14
L-Phenylalanine	0.61	± 0.30	1.07	± 0.25	1.01	± 0.16	0.88	± 0.08	1.17	± 0.21
β-Alanine	42.86	± 1.31	50.11	± 3.01	57.50	± 2.43	52.70	± 0.95	55.64	± 1.89
Tryptophan	0.75	± 0.33	-		-		-		-	
L-Ornithine	0.16	± 0.26	-		-		0.47	± 0.27	0.47	± 0.40
L-Lysine	8.16	± 1.04	3.40	± 0.96	2.92	± 0.34	2.79	± 1.77	3.19	± 0.29
L-Arginine	3.51	± 1.57	0.65	± 0.04	0.70	± 0.11	0.95	± 0.56	1.21	± 0.18
L-Histidine	66.81	± 2.01	74.91	± 3.36	90.80	± 1.54	84.34	± 2.64	91.81	± 1.85
Total	157.22	± 4.10	171.96	± 8.02	190.00	± 7.78	179.61	± 3.74	192.85	± 6.38
L-Carnosine	72.46	± 1.48	62.77	± 2.63	43.73	± 1.11	56.87	± 1.68	45.74	± 1.15

*Mean ± S.D. (n=3).

** Refer to the footnote on table 2.

-: not detectable.

(五) 煙燻加工對鰻肉水活性、酚類化合物及氮含量之影響

Table 6 為不同煙燻條件對歐洲鰻煙燻製品水活性、酚類化合物及氮含量之影響，各組水活性皆維持於 0.97 左右，而氮含量則在 1.7~2.1 mg/100 g 之間，顯示不同的煙燻條件對水活性與氮含量影響不大。燻製品的風味組成成分眾多，而一般認為酚類化合物與燻味有直接之相關性，因此總酚含量常被作為燻製品風味之化學指標⁽¹⁷⁾。由 Table 6 得知不論是使用一段式或兩段式煙燻，煙燻時間較久，魚肉中的酚類含量明顯高出很多 (COND2, 4 >

COND1, 3)，以相同煙燻時間作為比較基準時，使用兩段式煙燻者之酚類含量皆稍高於一段式煙燻者 (COND2 > COND 4; COND1 > COND3)，顯示在相同之煙燻時間下，先以冷燻再熱燻之兩段式煙燻法應可較一段式熱燻法有較重之燻味。

(六) 煙燻加工對鰻肉色澤之影響

不同煙燻條件對燻鰻之色澤有所影響，製品剝皮後背部肌肉及受燻煙著色之腹膜部位色澤的差異如 Table 7 所示。就已剝皮的肌肉部分而言，除 COND4 之綠色度有較低的現象外，四種煙燻產品

之 L 值 (明亮度)、a 值 (紅色度) 與 b 值 (黃色度) 無顯著差異, 可知有表皮遮蔽的肌肉部分受煙煙著色之影響並不大。在暴露於煙煙下之腹膜部位相較於已剝皮的肌肉部分而言, L 值降低而 a、b 值則大幅增加, 即暴露在煙煙之部分明亮度降低, 紅色與黃

色度增加。不同煙煙條件下, 較長煙煙時間與以一段式熱煙的 COND4 有較低的 L 值, a 值與 b 值也較其他三組為高。同為一段式熱煙, 但較短的煙煙時間之 COND3, 其 a 值與 b 值數值則僅次於 COND4, 可知色澤受溫度與時間之雙重影響。

Table 6. Effect of smoking on water activity, phenolic compound and ammonia of European eel meat.

Group	Water activity	Phenolic compound (ug/g)	NH ₃ (mg/100g)
COND1**	0.97	6.02 ± 0.91 ^{c*}	2.12 ± 0.56 ^a
COND2	0.97	12.52 ± 0.73 ^a	2.08 ± 0.20 ^a
COND3	0.97	5.28 ± 0.42 ^c	2.06 ± 0.29 ^a
COND4	0.97	11.11 ± 0.64 ^b	1.73 ± 0.21 ^a

*Mean ± S.D. (n=3).

**Refer to the footnote on table 2.

a-c : Means values in the same column with different superscripts differ significantly (p>0.05).

Table 7. Effect of smoking on color of European eel meat.

Group	Peeled dorsal portion			Cavity portion		
	L	a	b	L	a	b
COND1**	82.51±1.53 ^{a*}	-2.90±0.69 ^b	7.83±0.18 ^a	49.46±0.37 ^a	11.43±0.72 ^b	23.68±1.57 ^b
COND2	83.66±0.97 ^a	-2.32±0.58 ^b	8.67±0.97 ^a	47.94±1.31 ^a	11.30±0.01 ^b	25.68±1.27 ^{ab}
COND3	83.81±1.47 ^a	-2.78±0.43 ^b	8.30±1.23 ^a	47.05±0.74 ^a	12.13±0.32 ^{ab}	25.91±2.27 ^{ab}
COND4	84.61±1.54 ^a	-1.85±0.27 ^a	8.72±0.28 ^a	41.71±2.74 ^b	12.79±0.79 ^a	27.94±1.44 ^a

*Mean ± S.D. (n=3).

**Refer to the footnote on table 2.

a-b : Means values in the same column with different superscripts differ significantly (p>0.05)

(七) 製品官能品評之比較

比較四組不同煙煙條件對歐洲鰻煙煙製品官能品評之影響如 Table 8 所示。在經過 25 位人員對煙煙產品進行品評後, 結果顯示無論是在外觀、風味、質地與整體接受性上, 四種煙煙製品並無顯著差異

(p>0.05)。整體產品的接受性為中等偏上 (評等分數 4.61 ~ 4.88), 由評分統計出現較大之標準偏差值(1.18 ~ 1.38)可知, 品評分數隨著個人對煙煙口味或鰻魚產品之喜好性有相當大之差距, 亦即煙煙鰻魚之接受性與品評人員個人對產品型式之嗜好性有較大關連性。

Table 8. Effect of smoking on sensory evaluation of European eel meat.

Group	Appearance	Texture	Flavor	Acceptability
COND1*	4.78 ± 1.04 ^{***}	5.24 ± 1.15 ^a	4.70 ± 1.33 ^a	4.65 ± 1.37 ^a
COND2	4.87 ± 1.06 ^a	5.06 ± 1.09 ^a	4.78 ± 1.41 ^a	4.88 ± 1.38 ^a
COND3	4.65 ± 1.19 ^a	5.00 ± 1.37 ^a	4.57 ± 1.44 ^a	4.70 ± 1.18 ^a
COND4	4.43 ± 1.08 ^a	5.06 ± 1.20 ^a	4.57 ± 1.27 ^a	4.61 ± 1.20 ^a

*Same as table 2.

**1-7 scale: 1=dislike very much, 7=like very much (n=25 panelists).

a : Means values in the same column with different superscripts differ significantly (p>0.05).

謝辭

感謝本所水產養殖系提供試驗用歐洲鰻，實驗期間並承蒙周賢鏘先生、潘泰安先生、簡煌彬先生以及本系同仁與工作夥伴的各項協助與分析，在此一併敬致謝忱。

參考文獻

- 曾萬年 (1994) 歐洲鰻及美洲鰻資源量的變化. 中國水產, **504**: 63-69.
- 曾萬年 (1997) 台灣的鰻魚資源及產業. 生物產業, **8**: 49-52.
- 謝忠明 (1999) 歐洲鰻鰻飼養技術. 中國農業出版社, 北京, 1-17.
- 徐崇仁 (1997) 自動化超集約鰻魚養殖管理. 養魚世界, **238**: 20-26.
- A. O. A. C. (1998) "Official Methods of Analysis," 16th edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Konosu, S., K. Watanabe and T. Shimizu (1974) Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **40**: 909-915.
- Folch, J., M. Lee and G. H. Sloanestanley (1957) A simple method for the isolation and purification for total lipid from animal tissues. J. Biol. Chem., **226**: 497-509.
- Luten, J. B., J. M. Ritskes and J. M. Weseman (1979) Determination of phenol, guaiacol, and 4-methylguaiacol in wood smoke and smoked fish-products by gas-liquid chromatography. Z. Lebensm. Unters. Forsch., **168**: 289-292.
- Greenberg, A. E., L. S. Clesceri and A. D. Eaton (1992). Phenols 5530C-Chloroform extraction method. In Standard Method-For the Examination of Water and Waste Water. 18th Edition, American Public Health Association, Washington.
- Ravesi, E. M. and J. Krzynowek (1991) Variability of salt absorption by brine dipped fillet of cod (*Gadus morhua*), blackback (*Pseudopleuronectes americanus*), ocean perch (*Sebastes marinus*). J. Food Sci., **56**: 648-652.
- 李家樸 (1996) 鹽醃品質風味改善之研究. 國立台灣海洋大學食品科學系 碩士論文.
- 許泰郎 (2000) 以遠紅外線加熱製造液燻鰻魚肉片及貯藏安定性之探討. 國立台灣海洋大學食品科學系 碩士論文.
- 吳清熊、邱思魁 (1996) 水產食品學, 國立編譯館, 台北, 1-428.
- Bhuiyan, A. K. M. A., W. M. N. Ratnayake and R. G. Ackman (1986a) Effect of smoking on the proximate composition of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). J. Food Sci., **51**: 327-329.
- Bhuiyan, A. K. M. A., W. M. N. Ratnayake and R. G. Ackman (1986b) Stability of lipids and polyunsaturated fatty acids during smoking of Atlantic mackerel

- (*Scomber scombrus*) J. Am. Oil Chem. Soc., **63**: 324-327.
16. Randall, C. J. and L. J. Bratzler (1970) Changes in various protein properties of pork muscle during the smoking process. J. Food Sci., **35**: 248-249.
17. Maga, J. A. (1987) The flavour chemistry of wood smoke. Food Rev. Int., **3**: 139-183.



Sheng-Hsiung Chang¹, Pei-Fen Huang¹, Chyuan-Yuan Shiau² and Tsong-Song Chen¹

¹Department of Marine Food Technology, Taiwan Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Rd., Keelung 202, Taiwan.

²Department of Food Science, National Taiwan Ocean University, Keelung 202, Taiwan.

(Accepted 23 November 2000)

The Effect of Smoking Processing on Chemical Composition and Sensory Evaluation of European Eel Meat

Abstract

European eel *Anguilla anguilla* is an important fish species of automatic recirculating and intensive culture system in Taiwan. The optimal smoking condition, sensory quality and biochemical changes of processed eel before and after smoking were investigated. Comparing with the raw eel, lower moisture, higher crude protein and ash were obtained in smoked sample ($p < 0.05$). However, there were no significant difference in crude fat and composition of fatty acid during smoking ($p > 0.05$). Decrease in lysine and carnosine, and increase in β -alanine and histidine were observed during smoking process. Content of phenolic compounds and degree of browning increased with the duration of smoking. Much darker browning occurred on sample prepared by one-step smoking. Nevertheless, no significant differences in appearance, flavor, texture, and overall acceptability were obtained among sample smoked by 4 different conditions ($p < 0.05$). The overall ranking of all samples were acceptable or highly acceptable.

Key words: Smoking processing, European eel, Chemical composition, Acceptability