

以體導電度預測超集約養殖鰻魚之一般成分

葉蕙玲* · 王文政

行政院農業委員會水產試驗所 水產加工組

摘 要

本研究旨在利用非破壞性快速檢測技術，分析養殖鰻魚之一般成分，於加工時預估鰻魚原料成分，適當調整加工條件，或於加工前預估活鰻成分，作為改善養殖條件參考，使養殖鰻魚達最適加工條件時，再收穫供加工之用。

供試魚為超集約方式養成已達上市體型之日本鰻 (*Anguilla japonica*) 及歐洲鰻 (*A. anguilla*)。以電磁掃描儀 (electromagnetic scanning, EM-SCAN) 測定兩種鰻魚各 50 尾之體導電度 (total body electrical conductivity, TOBEC)，由每尾日本鰻及歐洲鰻測得之 TOBEC 與其水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪及瘦肉值 (lean body mass, LBM) 分別進行迴歸，由其相關係數 (R^2) 顯示 TOBEC 與各成分間有明確線性相關。

利用 TOBEC 為參數 (parameter)，與魚體一般成分測定值進行統計，求得各項成分之預測方程式 (predicted equation) 來估算養殖鰻的一般成分，再與化學分析之實測值進行 paired *t*-test 檢測，結果顯示於本試驗之魚體體長、體重之範圍內 (日本鰻 151 ~ 483 g, 45 ~ 69 cm; 歐洲鰻 143 ~ 438 g, 41 ~ 61 cm)，使用預測方程式來預測養殖鰻的一般成分為可行，其中預估養殖鰻魚水分、粗蛋白及瘦肉值之結果較預估粗脂肪及灰分之結果為佳。

關鍵詞：日本鰻、歐洲鰻、體導電度、一般成分。

前 言

鰻魚為國內重要的養殖魚類之一，為改善養殖方式，減少抽用地下水，行政院農業委員會水產試驗所多年來積極進行超集約循環水養殖系統之研究，已有成果 (徐等, 1997)，此種養殖系統於 1991 年初引進後，日本鰻由傳統養殖提升約十倍的養殖密度，亦成功應用於歐洲鰻之繁養殖。超集約循環水養殖為減少系統中之氮量，故利用高油脂含量的高能量飼料來飼養鰻魚。雖高能飼料有促進鰻魚成長、增加肥滿度及穩定水質之優點，但亦有文獻指出餵食油脂含量高之飼料容易造成魚體脂肪的蓄積 (Shiau and Huang, 1990)。

鰻魚體脂肪含量過高 (20% 以上)，易造成烤鰻的油脂氧化，或於蒲燒鰻加工時調味液不易滲

入等問題。本所曾針對養殖日本鰻 (*Anguilla japonica*) 及歐洲鰻 (*A. anguilla*) 進行一般成分分析，其中日本鰻之體脂肪含量約為 12 ~ 20 %，歐洲鰻則約為 19 ~ 27 %。相較之下，歐洲鰻的脂肪含量比日本鰻高，因此前述問題更形嚴重。近年來養殖鰻魚加工用原料品質屢受關切，若能預先瞭解原料魚脂肪含量範圍，則可適時調整加工條件或調味液浸泡時間來改善上述狀況。

利用低週波電磁掃描 (electromagnetic scanning, EM-SCAN) 生物活體係一種非破壞性的檢測技術，活體動物因血液循環系統持續運作，對電磁波之影響比死體明確，又因其測定活體之優勢，故可做為非破壞性分析之方法。以電磁掃描所測得之體導電度 (total body electrical conductivity, TOBEC)，快速估算生物體之一般成分，目前已使用於測定老鼠 (Bell *et al.*, 1994)、鳥 (Walsburg, 1988; Castro *et al.*, 1990)、羊 (Wishmeyer *et al.*, 1996) 以及人類 (Presta *et al.*, 1983) 的體脂肪及瘦肉值 (lean body mass,

*通訊作者 / 基隆市 202 和一路 199 號, TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-2677; E-mail: hlyeh@mail.tfrin.gov.tw

LBM)，而在測定魚類一般成分之應用則有鱸魚 (Brown *et al.*, 1994; Sutcliffe *et al.*, 1995; Gillooly and Baylis, 1999; Barziza and Gatlin III, 2000)、黑斑紅鱸 (red drum, *Sciaenops ocellatus*) (Bai *et al.*, 1994; 葉等, 1995)、鯰魚 (channel catfish, *Ictalurus punctatus*) (Jaramillo *et al.*, 1994)、黃鱸 (yellow perch, *Perca flavescens*) (Lantry *et al.*, 1999)、鱒魚 (brook trout, *Salvelinus fontinalis*) (Novinger and Del Rio, 1999) 及黃鰭鯛 (yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*) (葉等, 1998)。

針對實施環境管理之執行標準 (ISO14000) 及 HACCP (Bernard, 1998)，必須大量減少使用化學藥品及降低環境污染等迫切問題之需要，應用此等非破壞性分析方法，除可減少一般化驗所需化學藥品用量，降低廢液處理成本外，並且可即時瞭解魚體一般成分之變化。本研究擬利用此種非破壞性分析，建立預估養殖鰻魚一般成分之方法，以利掌握原料魚之適切加工條件或加工時機。

材料與方法

一、原料

以循環水超集約型態養成之日本鰻及歐洲鰻各 50 尾，日本鰻體重 151 ~ 483 g，體長 45 ~ 69 cm；歐洲鰻體重 143 ~ 438 g，體長 41 ~ 61 cm。

二、前處理方式

供試魚以 150 ppm MS-222 (tricaine methanesulfonate) 溶液進行麻醉，待活動力減弱時，分別測定每尾魚之體長、體重及計算其肥滿度 (Condition factor = Body weight / Total length³ × 1000)。以電磁掃描儀掃描魚體後，依鰻魚加工處理方式去頭、內臟及中骨，取下含皮魚片，並計算兩種鰻魚採肉率 (魚肉 / 體重 × 100)，以供加工業者參考。每尾供試魚肉分別剝碎，測定其一般成分 (水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪) 百分比，因為 TOBEC 為整尾魚之測定值，故將每尾魚所測得之一般成分百分比，依該魚體重量換算成一般成分之含量 (g)，再與 TOBEC 進行迴歸。

三、TOBEC 測定

使用低週波 (10 MHz) 之電磁掃描儀 (model

SA-2, Springfield, Illinois, USA) 進行分析，其測定艙為深 43 cm、寬 31.5 cm、高 26.5 cm 之圓筒形狀，將麻醉後擦乾之魚體，頭朝內先固定位置於載物板 (animal carriers) 上，魚體長度若超過載物板則將魚尾彎曲使魚體全部放入測定艙內進行掃描，每次掃描 10 sec，每尾魚至少測定 5 次，讀取測定值並加以平均，即為該尾魚之 TOBEC。

四、一般成分分析

依照 A.O.A.C. (1998) 的方法進行測定，分別敘述如下：

(一) 水分測定

秤取樣品 1 ~ 2 g，放入已烘乾並秤重之玻璃製水瓶中，再置於 105 °C 恆溫箱乾燥。每 2 hr 取出一次，置於乾燥器中冷卻 30 min 並秤重後，再放入恆溫箱中乾燥，反覆操作至恆重後計算水分含量。

(二) 粗蛋白質測定

秤取樣品約 3 g，加催化劑 3 g (K₂SO₄ : CuSO₄·5H₂O = 9 : 1) 及 20 ml 濃硫酸於分解管中，以 380 ~ 400 °C 加熱分解至呈淡藍色，再以全氮蒸餾器 (BÜCHI Kjeldahl Line, Model B-324 Distillation Unit, CH-9230 Flawil Switzerland) 蒸餾，用 4 % 硼酸溶液收集，5 min 後以 0.1 N 硫酸溶液滴定至淡粉紅色並計算蛋白質含量。

(三) 粗脂肪測定

秤取 10 g 樣品，以濾紙包好裝入圓筒濾紙中，先在 105 °C 恆溫箱中乾燥 2 hr，再放入脂肪抽出器，以乙醚於 45 °C 迴流 16 hr 進行萃取，待乙醚回收之後，取下脂肪受瓶，以 105 °C 烘乾至恆重後計算粗脂肪含量。

(四) 灰分測定

秤取 1 ~ 2 g 樣品，放入烘乾過之坩堝中，置於 550 °C 之灰化爐內，灰化 6 hr 以上，取出置於乾燥器中，冷卻後秤重，計算灰分含量。

五、LBM 計算

$$\text{魚體粗脂肪重量 (g)} = \frac{\text{魚體粗脂肪含量 (\%)} \div 100 \times \text{魚體重量 (g)}}{100}$$

Table 1 Mean $\pm$ standard deviation of proximate compositions of cultured Japanese and European eel

	CF ¹	Flesh (%) ²	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Lipid (%)
Japanese eel	1.60 $\pm$ 0.14*	75.60 $\pm$ 2.50	65.27 $\pm$ 2.16*	1.13 $\pm$ 0.08	15.88 $\pm$ 0.73	18.88 $\pm$ 1.96*
European eel	2.03 $\pm$ 0.25*	75.81 $\pm$ 1.84	57.39 $\pm$ 3.06*	1.02 $\pm$ 0.09	15.70 $\pm$ 0.76	27.58 $\pm$ 3.44*

¹Condition factor = Body weight / Total length³ $\times$ 1000.²Flesh weight / Body weight $\times$ 100.*Significant difference ($p < 0.05$) in the same column.

$$\text{LBM (g)} = \text{魚體重量 (g)} - \text{魚體粗脂肪重量 (g)}$$

六、預測方程式之建立與可行性之評估

以 Microsoft Excel XP 軟體對於所測得之魚體 TOBEC、體長、體重與一般成分分析結果，進行各項統計分析、迴歸、變異數分析及 paired t 檢測。

將每尾魚測得之 TOBEC 與其化學方法分析之一般成分結果予以對應，每項成分各有 50 個數據進行統計，其中若有數據超過 50 個數據統計值之 4 個標準差 (Standard deviation, SD) 者，則判定為離群值 (outliers) (Neter *et al.*, 1990)，不予進行迴歸。將一般成分測定值適用數據與 TOBEC 進行迴歸，求得各項成分之預測方程式 (Predicted equation)，作為估算魚體一般成分之用。

為瞭解魚體一般成分之預測值與實測值間之差異，參考 Bai *et al.* (1994) 之試驗方式，另任取 5 尾供試日本鰻及歐洲鰻進行一般成分預估，方法為測定其 TOBEC 與體長、體重後，先以每種成分之預測方程式估算此 5 尾鰻魚一般成分預測值，再以化學分析方法測定 5 尾魚之一般成分，將各尾魚體一般成分預測值對應分析後之實測值，進行 paired t -test 檢測，藉以判定此種方法之可行性。

結 果

一、EM-SCAN 測定與一般成分分析結果之統計分析

供試之 50 尾日本鰻及歐洲鰻魚肉，經測定肥滿度、採肉率及一般成分結果如 Table 1 所示，相較之下，日本鰻的肥滿度、粗脂肪和水分含量均與歐洲鰻的肥滿度、粗脂肪和水分含量有顯著差

異 ($p < 0.05$)；至於兩者的採肉率、粗蛋白和灰分含量則無顯著差異 ($p > 0.05$)。

在日本鰻之分析結果中，水分有 2 個、灰分有 3 個、粗蛋白質有 2 個、粗脂肪有 3 個離群值，為求所有進行統計之供試魚含有一般成分所有數據，故雖各成分離群值非同一尾魚，仍不予進行統計，故日本鰻部分，刪除不具完整成分分析數據計 10 尾，而以 40 尾魚體成分分析結果進行統計分析；在歐洲鰻部分，水分有 1 個、灰分有 3 個、粗蛋白質有 3 個、粗脂肪有 5 個離群值，故刪除 12 尾數據後，以 38 尾魚體成分分析結果進行統計分析。

由 EM-SCAN 測得每尾供試魚之 TOBEC 與其一般成分測定值之線性迴歸相關係數 (R^2) 與方程式如 Figs. 1 & 2 所示。日本鰻 TOBEC 與水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、LBM 各測定值之 R^2 分別為 0.942、0.950、0.945、0.912 及 0.943；歐洲鰻 TOBEC 與水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、LBM 各測定值之 R^2 則為 0.943、0.939、0.948、0.837 及 0.956，顯示 TOBEC 與魚體各成分分析結果有明確之線性關係。

二、預測方程式之檢測結果

任取 5 尾日本鰻及歐洲鰻測定其 TOBEC，先依據 Figs. 1 & 2 中，TOBEC 與日本鰻及歐洲鰻各成分之線性迴歸方程式，計算其預估值，再與各該魚體一般成分化學分析之實測值進行 paired t -test 檢測，其結果如 Tables 2 & 3 所示。由檢測結果看出以線性迴歸方程式推測日本鰻或歐洲鰻活體一般成分之方法，在各項成分中，其預測值與實測值在 95 % 可信度範圍內兩者無顯著差異 ($p > 0.05$)，故若以此方法進行預測，粗估日本鰻及歐洲鰻魚體之一般成分應為可行。

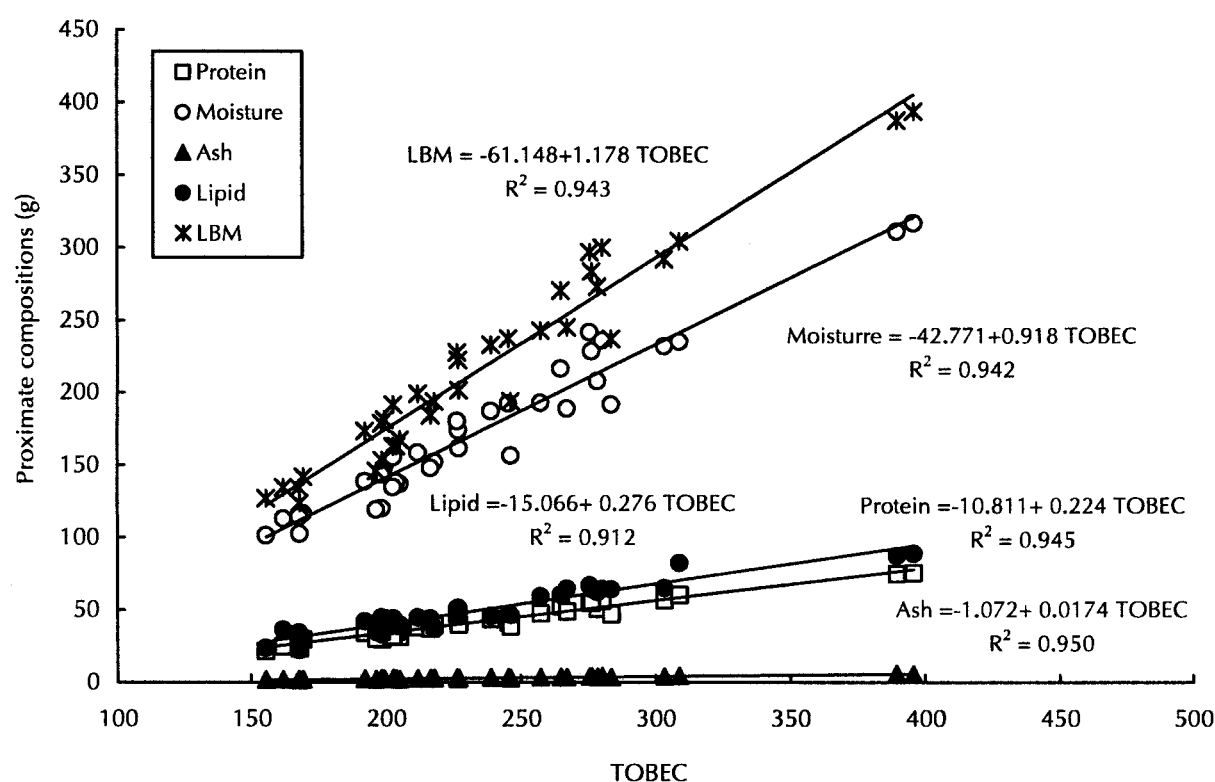


Fig. 1 Linear regressions between proximate composition and TOBEC of cultured Japanese eel.

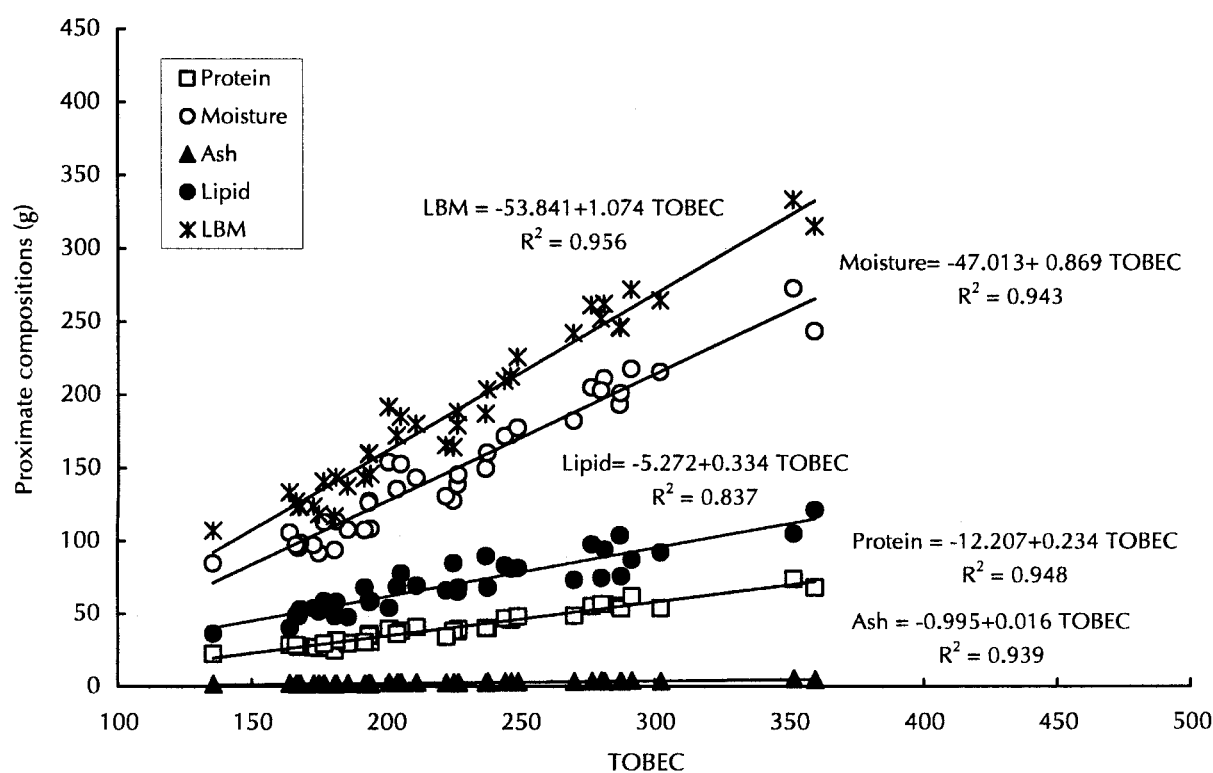


Fig. 2 Linear regressions between proximate composition and TOBEC of cultured European eel.

Table 2 Comparisons of observed (O) and calculated (P) proximate compositions of cultured Japanese eel by paired *t*-test

	Protein (g)		Moisture (g)		Lipid (g)		Ash (g)		LBM (g)	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
	27.47	29.67	123.12	123.12	34.95	34.81	2.08	2.07	142.82	151.73
	43.01	40.15	168.89	166.07	56.70	47.72	2.96	2.89	207.65	206.85
	45.22	46.73	195.86	193.03	61.79	55.83	3.48	3.40	243.34	241.43
	26.69	28.33	112.56	117.65	34.71	33.17	2.09	1.97	132.44	144.71
	43.62	42.92	175.08	177.42	49.46	51.14	3.34	3.10	219.65	221.41
Result of paired <i>t</i> -test										
Mean difference	0.358		0.356		2.988		0.104		4.046	
SE	1.056		1.709		2.189		0.043		3.117	
SD	2.112		3.417		4.380		0.086		6.235	
<i>t</i> value	0.379		0.233		-1.525		-2.716		1.451	
<i>p</i>	0.724		0.827		0.202		0.053		0.220	

Table 3 Comparisons of observed (O) and calculated (P) proximate compositions of cultured European eel by paired *t*-test

	Protein (g)		Moisture (g)		Lipid (g)		Ash (g)		LBM (g)	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
	26.96	29.91	98.22	109.41	61.52	54.85	1.76	1.89	123.62	139.48
	28.26	27.94	100.86	102.08	52.74	52.03	1.75	1.75	123.87	130.43
	34.61	33.22	123.69	121.69	56.20	59.57	2.30	2.11	162.57	154.67
	50.59	48.73	177.35	179.30	87.87	81.71	3.06	3.17	224.25	225.86
	39.44	36.30	134.36	133.12	74.42	63.96	2.44	2.32	172.24	168.79
Result of paired <i>t</i> -test										
Mean difference	0.752		2.224		4.126		0.014		2.536	
SE	1.152		2.638		2.722		0.070		4.605	
SD	2.304		5.275		5.445		0.140		9.210	
<i>t</i> value	-0.730		0.943		-1.694		-0.223		0.286	
<i>p</i>	0.506		0.399		0.165		0.834		0.571	

討 論

利用 EM-SCAN 測得 TOBEC 對生物體一般成分之推估測定，已有許多報告。大口黑鱸 (Largemouth bass, *Micropterus salmoides*) 之水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪和瘦肉值與其 TOBEC 之相關係數 (R^2) 在 0.860 至 0.999 之間 (Barziza and Gatlin III, 2000)；淡水小龍蝦 (River crayfish, *Procambarus acutus*) 之水分、灰分、粗蛋白與其

TOBEC 之 R^2 分別為 0.978、0.902 和 0.914，但與脂肪之 R^2 則僅為 0.652 (Turker and Eversole, 1999)；10 ~ 138 g 黑斑紅鱸 (Red drum, *Sciaenops ocellatus*) 之體重、水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪和瘦肉值，其與 TOBEC 之 R^2 分別為 0.960、0.967、0.799、0.947、0.959 和 0.809 (Bai et al., 1994)。本試驗中日本鰻之水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪和瘦肉值，其與 TOBEC 之 R^2 分別為 0.942、0.950、0.945、0.912 和 0.943，歐洲鰻之水

分、灰分、粗蛋白、粗脂肪和瘦肉值，其與 TOBEC 之 R^2 則分別為 0.943、0.939、0.948、0.837 和 0.956，試驗結果粗脂肪與 TOBEC 之相關性，日本鰻 ($R^2 = 0.912$) 比歐洲鰻 ($R^2 = 0.837$) 佳，但整體而言無論是日本鰻或歐洲鰻其一般成分與 TOBEC 均有良好相關性。

有些成分如水分、瘦肉值與 TOBEC 的相關係數較高，故可應用於試驗研究上，如研究鱸魚 (smallmouth bass) 在孵育期間瘦肉值與其能量增減之關係 (Gillooly and Baylis, 1999)、預測黃鱸及灰西鯡 (alewife, *Alosa pseudoharengus*) 成長過程中之水分含量 (Lantry *et al.*, 1999)。然而亦有成分與 TOBEC 的相關係數較低，如河鱗與黑腿海鷗 (black-legged kittiwakes, *Rissa tridactyla*) 之粗脂肪 (Golet and Irons, 1999; Novinger and Del Rio, 1999)，不適合使用 TOBEC 估算其粗脂肪含量，這是因為生物種類、生長環境溫度以及食物內容之不同會造成其體內極性及非極性脂質比例的差異，導致該生物體內粗脂肪含量增加時，其 TOBEC 並未隨之升高，以致於兩者間無良好的相關性。

本試驗探討以非破壞性檢測方法掃描魚體 TOBEC，預測日本鰻與歐洲鰻一般成分應用於鰻魚加工之可行性，兩種鰻魚雖然在體型及成分有部分差異，但預測之結果仍分別適用於兩種鰻魚，而且預測水分、粗蛋白及瘦肉值之結果較預估粗脂肪及灰分之結果為佳。未來若能進一步建立更多不同養殖地區的日本鰻或歐洲鰻 TOBEC 與預測方程式間之資料，將有助於此種方法之有效應用。

謝 辭

本研究承蒙本所養殖組提供供試之原料鰻魚，周賢鏘助理研究員在蓄養及測定時多方襄助與指導，本組藍惠玲技師於試驗期間之協助，以及審查委員對本文提供之寶貴修改意見，謹致由衷之謝忱。

參考文獻

- 徐崇仁，周賢鏘，黃美瑩，周淑慧，徐雅各 (1997) 自動化超集約循環水養鰻專輯。行政院農業委員會水產試驗所編印，基隆，台灣，64 pp.
- 葉蕙玲，王文政，廖一久 (1995) 利用電磁掃描法測定黑斑紅鱸體成分之可行性探討。台灣水產學會論文發表會摘要，臺灣省水產學會編印，基隆，台灣，178 pp.
- 葉蕙玲，王文政，廖一久 (1998) 利用電磁掃描法測定魚體成分之可行性探討。第三屆世界華人魚蝦營養研討會論文集 (王道尊，蕭錫延主編)，上海水產大學編印，上海，7: 360-362.
- A.O.A.C. (1998) Official Methods of Analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, Chap. 35: 6; Chap. 39: 1-2.
- Bai, S. C., G. R. Nematipour, R. P. Perfra, F. Jaramillo Jr., B. R. Murphy and D. M. Gatlin III (1994) Total body electrical conductivity for nondestructive measurement of body composition of red drum, *Sciaenops ocellatus*. The Prog. Fish-Cult., 56: 232-236.
- Barziza, D. E. and D. M. Gatlin III (2000) An evaluation of total body electrical conductivity to estimate body composition of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. Aquat. Living Resour., 13(6): 439-447.
- Bell, S. C., A. J. Lanou, E. A. Frongillo Jr., D. A. Levitsky and T. C. Campbeel (1994) Accuracy and reliability of total body electrical conductivity (TOBEC) for determining body composition of rats in experimental studies. Physiol. Behav., 56: 767-773.
- Bernard, D. (1998) Developing and implementing HACCP in the USA. Food Control., 9: 91-95.
- Brown, M. L., D. M. Gatlin III and B. R. Murphy (1993) Non-destructive measurement of sunshine bass, *Morone chrysops* (Rafinesque) $\times$ *M. saxatilis* (Walbaum), body composition using electrical conductivity. Aqua. Fish. Manage., 24: 585-592.
- Castro, G., B. A. Wunder and F. L. Knopf (1990) Total body electrical conductivity (TOBEC) to estimate total body fat of free-living birds. Condor, 92: 496-499.
- Gillooly, J. F. and J. R. Baylis (1999) Reproductive success and the energetic cost of parental care in male smallmouth bass. J. Fish Biol., 54(3): 573-584.
- Golet, G. H. and D. B. Irons (1999) Raising young reduces body condition and fat stores in black-legged kittiwakes. Oecologia, 120(4): 530-538.
- Jaramillo, F. Jr., S.C. Bai, B. R. Murphy and D. M. Gatlin III (1994) Application of electrical

- conductivity for non-structure measurement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, body composition. *Aquat. Living Resour.*, 7: 87-91.
- Lantry, B. F., D. J. Stewart, P. S. Rand and E. L. Mills (1999) Evaluation of total-body electrical conductivity to estimate whole-body water content of yellow perch, *Perca flavescens*, and alewife, *Alosa pseudoharengus*. *Fish. Bull.*, 97 (1): 71-79.
- Neter, J., N., W. William and H. K. Michael (1990) *Applied Linear Statistical Models*. 3rd ed., Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois., 121-122.
- Novinger, D. C. and C. M. Del Rio (1999) Failure of total body electrical conductivity to predict lipid content of brook trout. *North Am. J. Fish. Manage.*, 19(4): 942-947.
- Presta, E., J. Wang, G. G. Harrison, P. Bjornorp, W. H. Harker and T. B. Van Itallie (1983) Measurement of total body electrical conductivity: a new method for estimation of body composition. *Am. J. Clinic. Nutr.*, 37: 735-739.
- Shiau, S. Y. and S. L. Huang (1990) Influence of varying energy levels with two protein concentrations in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 91: 143-152.
- Sutcliffe, J. F., S. W. Smye and M. A. Smith (1995) A further assessment of an electromagnetic method to measure body composition. *Phys. Med. Biol.*, 40: 659-670.
- Turker, H. and A. G. Eversole (1999) Evaluation of a nondestructive method for determining body composition of white river crayfish *Procambarus acutus*. *North Am. J. of Aqua.*, 61(3): 230-234.
- Walsburg, G. E. (1988) Evaluation of a non-destructive method for determining fat stores in small birds and mammals. *Physiol. Zool.*, 61: 153-159.
- Wishmeyer, D. L., G. D. Snowden, D. H. Clark and N. E. Cockett (1996) Prediction of live lamb chemical composition utilizing electromagnetic scanning (TOBEC). *J. Anim. Sci.*, 74: 1864-1872.

Prediction of the Proximate Composition in Intensively Cultured Eels Using Total Body Electrical Conductivity

Hwei-Ling Yeh* and Wen-Cheng Wang

Seafood Technology Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The purpose of this study was to use a rapid nondestructive technique to analyze the proximate composition of cultured eels. The processing conditions could be adjusted in accordance with the calculated composition of the eels. We were able to forecast the composition of live eels before processing. The eels can thus be harvested only when they reach the optimal condition for processing.

Two species of market-size eels, Japanese eel (*Anguilla japonica*) and European eel (*A. anguilla*) from an intensively cultured system were randomly sampled for this study. The total body electrical conductivity (TOBEC) values of 50 individuals for each species were measured using electromagnetic scanning (EM-scan). TOBEC values were regressed against moisture, ash, crude protein, crude lipids, and lean body mass (LBM), and all of which showed significant linear correlations.

The predicted equation and experimental measurements were tested using paired *t*-test. Results showed that length and weight values within the ranges used in this experiment (Japanese eel 151 ~ 483 g, 45 ~ 69 cm; European eel 143 ~ 438 g, 41 ~ 61 cm) could feasibly be used for predicting the proximate composition of cultured eels. The prediction for moisture, crude protein, and LBM was more accurate than for crude lipid and ash contents.

Keywords: Japanese eel, European eel, total body electrical conductivity, proximate composition.

*Correspondence: 199 Ho-lh Road, Keelung202, Taiwan. TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-2677; E-mail: hlyeh@mail.tfrin.gov.tw.