

蔡慧君，藍惠玲，廖志學，王文政，陳聰松

臺灣省水產試驗所 水產加工系

(1995 年 6 月 18 日接受)



孳生吳郭魚棘條硬度及其軟化處理之研究

摘要

無論是淡水或海水養殖的孳生吳郭魚，其棘條之硬度值皆以臀鰭最高（2.06；2.15 kg/mm），其次為腹鰭（1.77；1.51 kg/mm）和背鰭（1.38；1.17 kg/mm），而脊椎骨與鰓蓋骨系列之硬度值最低。棘條硬度較高值之分佈，在背鰭約自第 7 根硬棘起至第 14 根硬棘之間；腹鰭與臀鰭則分佈於第 1、2 根硬棘；兩側鰓蓋骨系列與脊椎骨間之硬度值則無顯著差異。養殖於不同環境之吳郭魚，棘條硬度除臀鰭無顯著差異外，其餘各部位皆以海水養殖者高於淡水養殖者。魚體成分之鈣磷比因棘條部位之不同而有明顯變化，其鈣磷比與淡水養殖吳郭魚棘條之硬度值成正比，但海水養殖者則成反比。養殖吳郭魚在 121 °C、2.01 atm 下加熱處理 60 分鐘，即可將棘條軟化，惟全魚加工利用時，仍須考慮加熱對魚體外觀色澤及其棘條硬度對口感之影響。

關鍵字：棘骨，硬度，軟化

吳郭魚年產量達四萬七千公噸，為本省重要養殖魚類。本所為解決養殖吳郭魚生產過剩之問題，曾進行生食、調味魚片及速食調味魚乾之加工試驗，惟因吳郭魚棘條（Spine）硬度高，加工時硬棘不易軟化，致使產品之接受性不佳。又因吳郭魚旺盛的繁殖力與生命力，常造成養殖池內大量未達上市體型長不大的小型吳郭魚（亦俗稱孳生魚，魚體體重一般在 300 克以下⁽¹⁾），而此種生長緩慢之小型魚，在養殖場中大都閒置任其自然生長或廢棄，對於養殖戶易造成損失。因此，本計畫即在探討孳生吳郭魚棘條硬度之分布及其硬度的影響因子，並研究加工軟化之最適條件，期能降低吳郭魚棘條硬度，改進加工成品品質及接受性，以充分利用孳生吳郭魚作為加工之原料，增進業者之收益。

材料與方法

淡水養殖孳生吳郭魚係由台南縣民間之養殖場提供，海水養殖孳生吳郭魚則由本所台西分所及台西地區養殖戶所提供，經冰藏攜回實驗室，洗淨後再分成小包裝凍藏於 -30 °C 之凍結庫，每次取樣分別進行

下列各項實驗：

一、棘條硬度測試

淡水或海水養殖吳郭魚各取 37 尾，平均體重、尾叉長分別約在 60 克及 15 公分以下，經解凍後再以微波水煮 4 分鐘，挑取背鰭（Dorsal fin: DF）、腹鰭（Ventral fin: VF）、臀鰭（Anal fin: AF）、脊椎骨（Vertebrae: VB）、鰓蓋骨系列（Opercular series: OP，包含主鰓蓋及前鰓蓋）等五個部位，置於本所自行研發設計之載物台（Fig. 1）上，再以物性測定儀進行棘條硬度測定，本測定係參考渡邊等⁽²⁾之方法，以單一棘條距其頂點等距之棘條寬度所承受之應力值來代表該棘條之硬度，其硬度值之單位為 kg/mm。

二、影響棘條硬度因子之探討

將海水養殖吳郭魚和台南縣同一養殖場中所飼育相同飼料之淡水吳郭魚、鯉魚與鯽魚，依 AOAC⁽³⁾ 法分析其體組成與飼料成分後，再各取 28 尾魚進行

棘骨硬度測試，以探討不同養殖環境對吳郭魚體組成之影響，以及其鈣磷比與棘條硬度之關係。

測試方法，以物性測定儀測棘條軟化程度，並依官能判定魚肉色澤變化情形。

三、棘條軟化最適加工條件之探討

將淡水和海水養殖吳郭魚在 5 °C 恆溫箱中解凍後，每次每組各取 12 尾魚分別在 121 °C，2.01 atm 下加熱處理 60，90 與 120 分鐘後，依棘條硬度之

四、統計分析

上述測定結果皆以 SAS 之 Duncan's multiple comparison test 比較差異性 (Significant level: $p < 0.05$)。

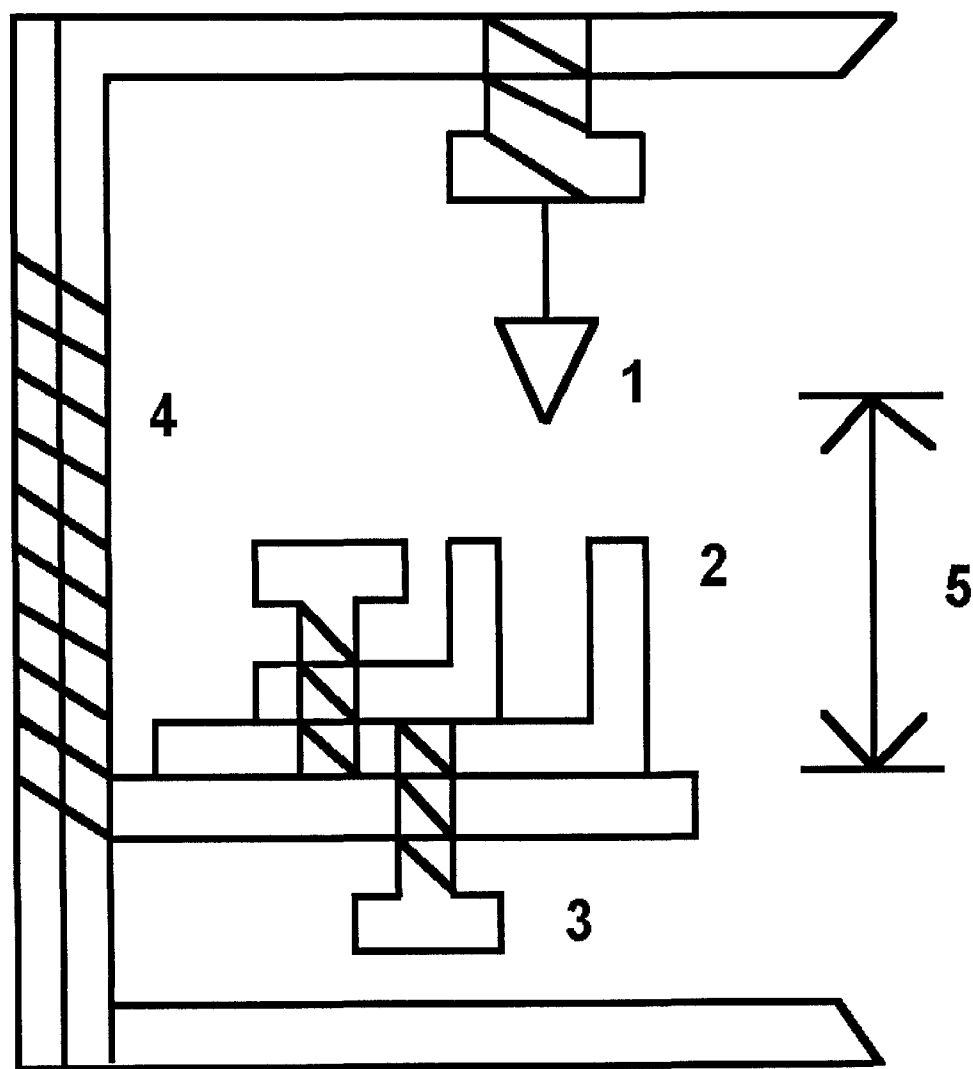


Fig. 1. Side view of hardness tester. 1: cutter 2: holder 3: screw 4: lifter 5: measure distance

結果與討論

(一) 孳生吳郭魚棘條硬度分佈調查

將淡水及海水養殖吳郭魚各取 200 尾，測其體重 (g) 與尾叉長 (Fork length: cm)，再依 SAS

作統計分析後發現，無論是淡水或海水養殖吳郭魚其體重與尾叉長皆呈正相關，其相關係數分別為 0.9297 和 0.9387 (Fig. 2)。由於體重較體長易於測定，故本實驗以魚體體重在 60 g 以下之小型魚為實驗對象，探討棘條硬度之分布與不同養殖環境對其棘條硬度之影響，其結果如下：

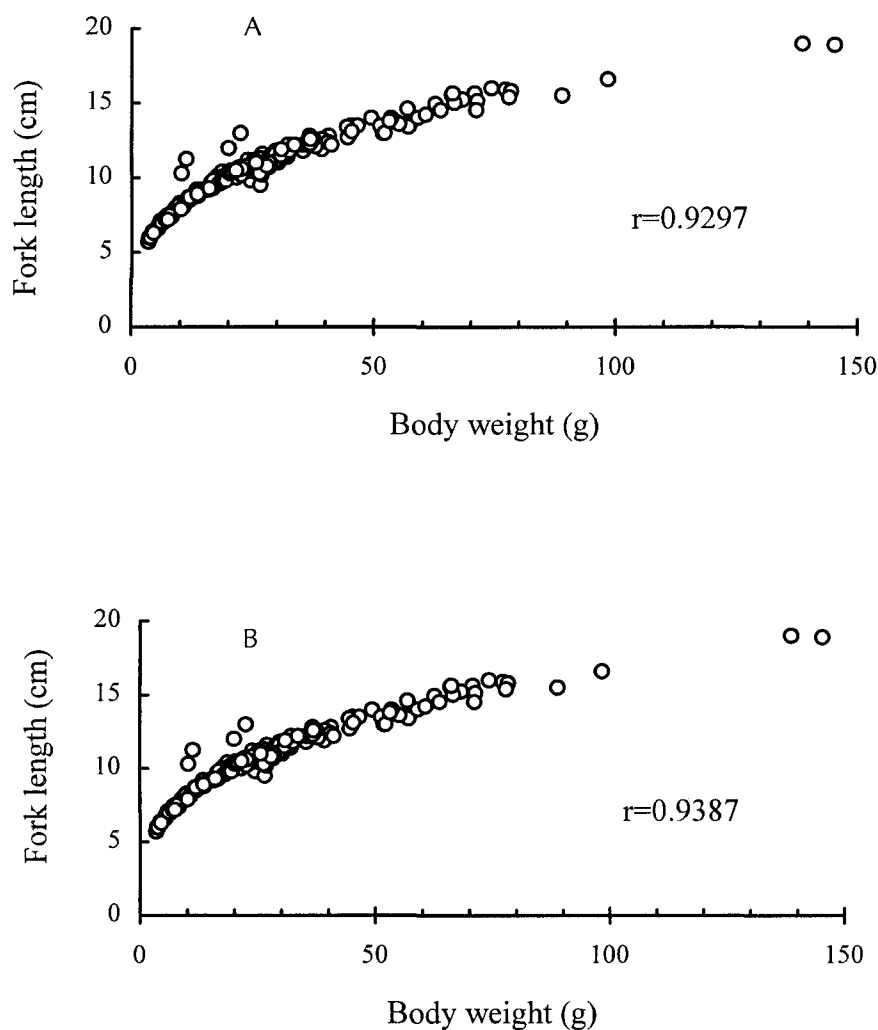


Fig. 2. Correlation between the body weight and fork length of tilapia breeding in fresh (A) or brackish (B) water.

(一) 淡水養殖孳生吳郭魚棘條之硬度

淡水養殖吳郭魚置於水中, 經微波加熱 4 分鐘後, 分取背鰭、腹鰭、臀鰭、主鰓蓋及前鰓蓋、脊椎骨等 5 部位之硬棘, 依棘條順序進行硬度測定後結果顯示, 在背鰭之 15 根硬棘中, 除第 1, 2 根棘條之硬度值顯著較低外, 其餘 13 根棘條之硬度值則大抵相近, 而其中以第 8 根棘條硬度值最高 (1.19 kg/mm), 次為第 12 根和第 14 根棘條 (1.17, 1.16 kg/mm), 再次為第 6 根棘條 (1.14 kg/mm) (Fig. 3A)。

腹鰭與臀鰭依序各取 4 根硬棘測定, 其硬度值皆以第 1, 2 根硬棘 (腹鰭分別為 1.54 和 1.41 kg/mm, 臀鰭分別為 2.08 和 2.22 kg/mm) 大於第 3, 4 根者並有顯著差異。在頭部兩側之主鰓蓋及前鰓蓋, 其硬度值介於 0.14 ~ 0.15 kg/mm 之間, 且二者間無顯著差異 ($p>0.05$)。將脊椎骨自連接頭部起, 每 2 公分取一段, 共取 5 段, 以其每段脊椎骨寬度所能承受壓力為其硬度值, 其測定結果以第 3、4 段之硬度值顯著高於第 1, 2, 5 段者。

(二) 海水養殖孳生吳郭魚棘條之硬度

海水養殖孳生吳郭魚各部位棘條硬度之測定, 在背鰭部位共取 15 根硬棘進行測定, 以第 1, 2, 3 根硬棘之硬度值較低, 而第 7 和 13 根硬度值最高 (皆為 1.39 kg/mm), 次為第 10 和 12 根, 硬度值皆為 1.37 kg/mm, 其餘各根棘條之硬度值間無顯著差異。此結果與淡水養殖吳郭魚相近, 因此無論是淡水或海水養殖之小型吳郭魚, 在 15 根背鰭棘條中, 其棘條硬度較高值約分布自第 7 根棘條至第 14 根棘條之間 (Fig. 3B)。

在腹鰭及臀鰭則各取 4 根硬棘依序測定, 其結果同淡水養殖者, 仍以第 1, 2 根棘條之硬度值 (腹鰭分別為 1.75 和 1.71 kg/mm, 臀鰭分別為 1.94 和 2.13 kg/mm) 顯著高於第 3, 4 根。

吳郭魚兩側之主鰓蓋及前鰓蓋進行測定, 前鰓蓋之硬度值略高於主鰓蓋, 但二者間則無顯著差異 ($p>0.05$)。在脊椎骨部分, 以第 3, 4, 5 段之硬度值大於前 1, 2 段, 且有顯著差異, 分別為 0.21, 0.23, 0.19 kg/mm。

(三) 不同養殖環境對其棘條硬度之影響

將淡水和海水養殖吳郭魚背鰭之 15 根硬棘中分取 4 根硬度值最高的棘條, 而腹鰭與臀鰭中則各取第 1, 2 根棘條, 以及分別自脊椎骨中取 4 段與主鰓蓋、前鰓蓋等進行測定, 並將其硬度值以 SAS

作統計分析, 以探討不同養殖環境對其棘條硬度之影響, 其結果如 Fig. 4 所示 (圖中小寫字母代表組內差異; 大寫字母代表組間差異), 無論是淡水或海水養殖之小型吳郭魚, 其棘條硬度較高值依序為臀鰭 > 腹鰭 > 背鰭 > 鰓蓋骨系列和脊椎骨。而不同養殖環境對棘條硬度之影響, 除臀鰭之棘條硬度值在淡水與海水養殖魚間無顯著差異外, 其餘各部位棘條之硬度值, 皆以海水養殖者高於淡水養殖者。

又各部位棘條之硬度值與魚體體重之關係, 在淡水養殖吳郭魚魚體體重與其棘條硬度值間無明顯相關性, 但海水養殖者其背鰭、腹鰭、臀鰭、脊椎骨與鰓蓋骨系列等之棘條硬度值皆與魚體體重呈正相關, 其相關係數分別為 0.52, 0.64, 0.53, 0.29, 0.16, 亦即魚體體重越大的海水吳郭魚其棘條硬度有越硬的趨勢。

(二) 棘條硬度與鈣、磷含量之關係

將台南縣同一養殖場中, 以相同飼料所飼育之吳郭魚、鯉魚 Common carp (俗稱魷仔) 與鰱魚 Crucian carp, 分析其體組成與棘骨硬度值, 結果如 Fig. 5, 無論是淡水或海水養殖吳郭魚, 其體成分大抵相近, 惟海水養殖者之粗脂肪量較高。而鯉魚與鰱魚同屬鯉科 Carps⁽⁵⁾, 兩者之一般組成成分亦較為相近, 且其粗脂肪量皆明顯高於淡水或海水養殖吳郭魚, 但其鈣含量卻比吳郭魚低。又鯉魚與鰱魚僅在背鰭及臀鰭各有 1 根硬棘外, 其餘則皆為軟條, 因此, 分取 12 尾鯉魚與鰱魚測其棘骨硬度之平均值並與淡水或海水養殖吳郭魚相比較後, 發現背鰭和臀鰭的硬度值, 在鯉魚 (各為 0.34 ; 0.34 kg/mm) 及鰱魚 (各為 0.48 ; 0.51 kg/mm), 都遠比吳郭魚棘骨硬度值低 (2.15 ~ 1.17 kg/mm; 見 Table 1), 且前二者之外觀觸感滑溜順手, 不似吳郭魚易被棘條所傷。因此不同的魚種即使以相同飼料飼育, 魚骨棘條硬度之差異頗大。

鈣和磷為動物體內最重要之無機鹽類, 約有 99 % 的鈣和 80 % 的磷係提供作為骨骼之成分⁽⁴⁾, 而魚類可藉由鰓自水域或經食物消化攝取所需之鈣質, 此外, 代謝速率 (如饑餓狀況)、溫度變動或水域中鈣的濃度皆會影響鈣質之吸收率⁽⁶⁻¹¹⁾。磷則可由消化之食物中提供, 再經腸管吸收而來⁽¹²⁾, 食物中磷的含量亦影響鈣的吸收⁽¹³⁻¹⁴⁾。淡水或海水養殖之吳郭魚、鯉魚與鰱魚等三種魚體組成成分中之鈣、磷含

量與鈣磷比和魚體棘條硬度之關係，可看出，淡水或海水養殖吳郭魚之棘條硬度值較鯉魚與鯽魚高，同時其鈣含量也明顯較高。而鈣磷比和魚體棘條硬度值亦成正相關，即魚體棘條硬度越高時，其鈣磷比亦有較高的趨勢，在淡水或海水養殖吳郭魚、鯉魚與鯽魚之鈣磷比分別為 3.38，2.98，0.62 和

1.82。此外，在淡水養殖吳郭魚各部位之棘條硬度值與鈣含量和鈣磷比之變化趨勢皆成正比，即硬度值較高之腹鰭和臀鰭，其鈣含量 (Fig. 6) 和鈣磷比 (Fig. 7) 亦相對較高，但海水養殖吳郭魚之棘條硬度值與鈣含量成正比，但與鈣磷比之變化趨勢則恰成反比。

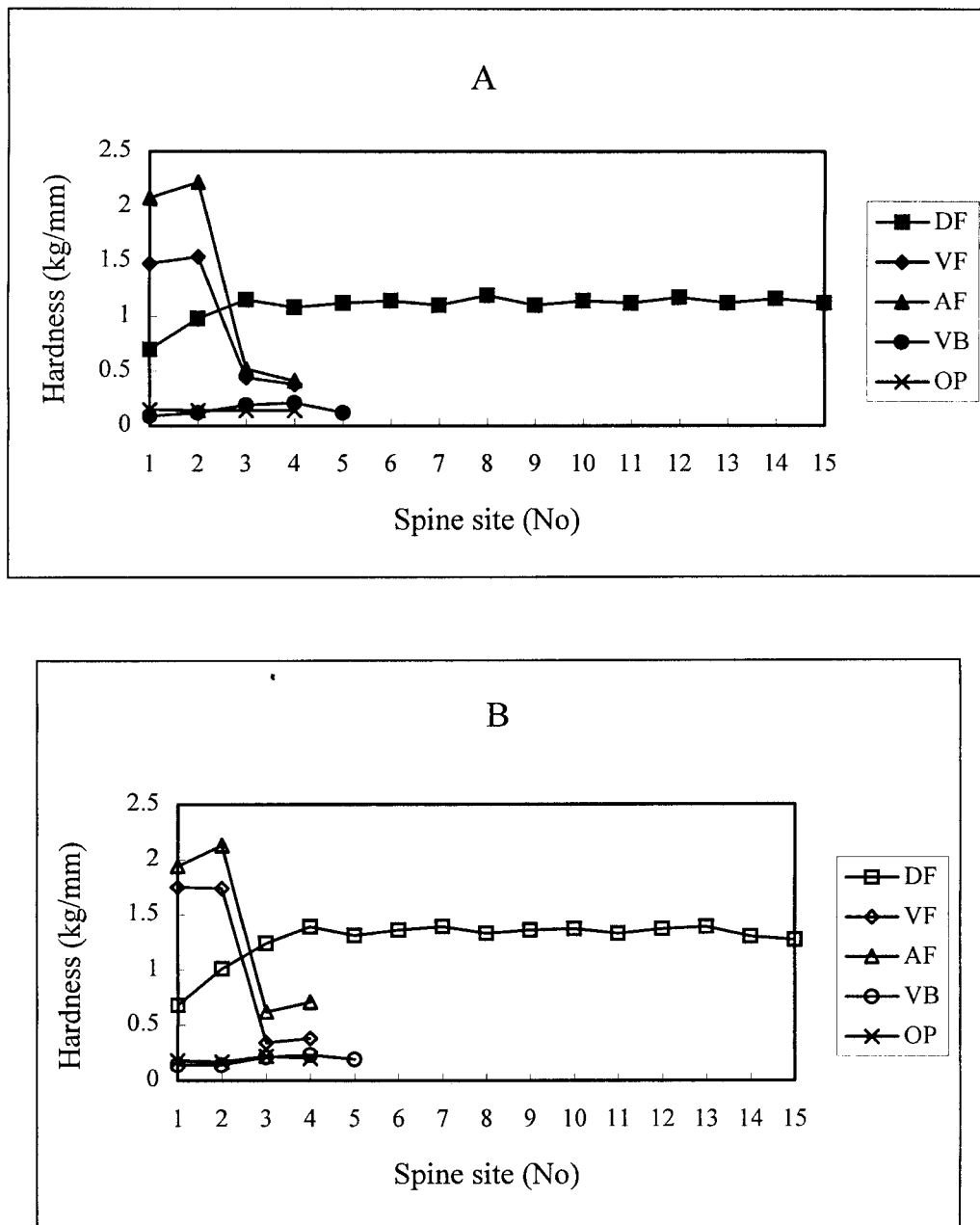


Fig. 3. Comparison in the spine hardness of tilapia beeding in fresh (A) or brackish (B) water.

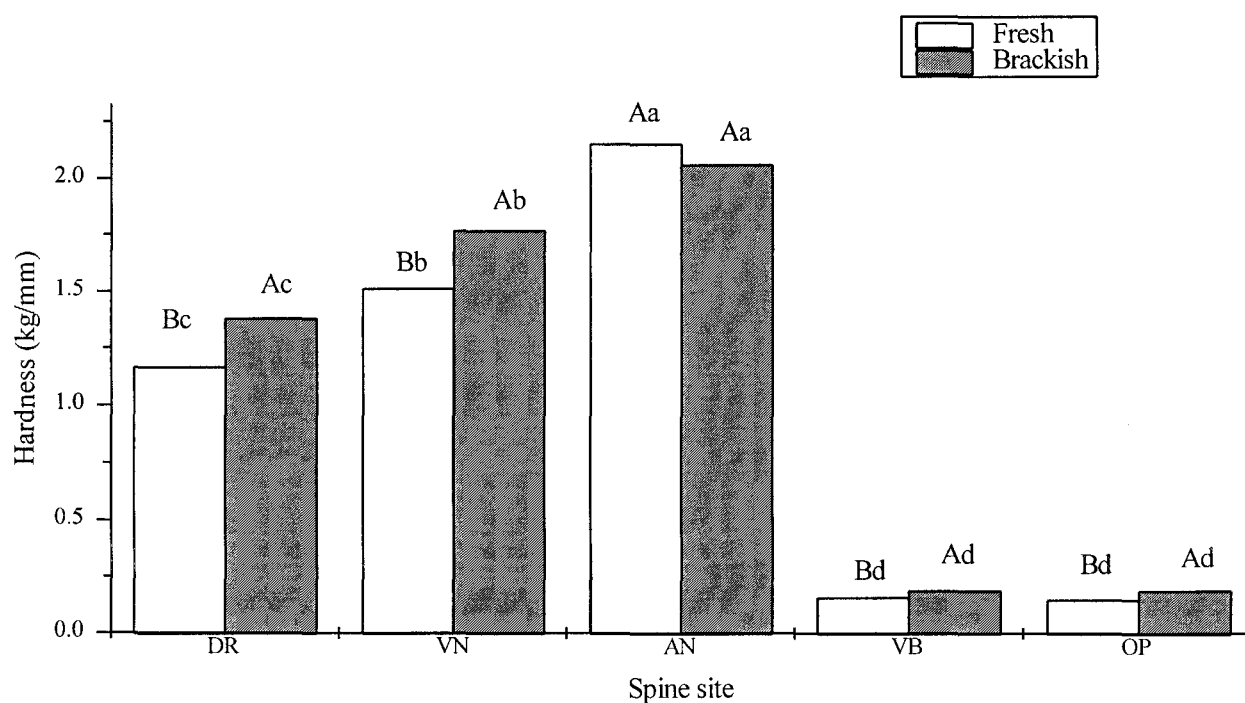


Fig. 4. Difference comparison on the hardness of tilapia breeding in fresh or brackish water among dorsal fin (DF), ventral fin (VF), anal fin (AF), vertebrae (VB) and opercular series (OP).

* The spine number in DF, VB and OP are 148; in VF and AF are 74 respectively.

** Each column have the same superscript is insignificantly different ($p > 0.05$), and the difference in the same group used lower case, while among groups used capitals.

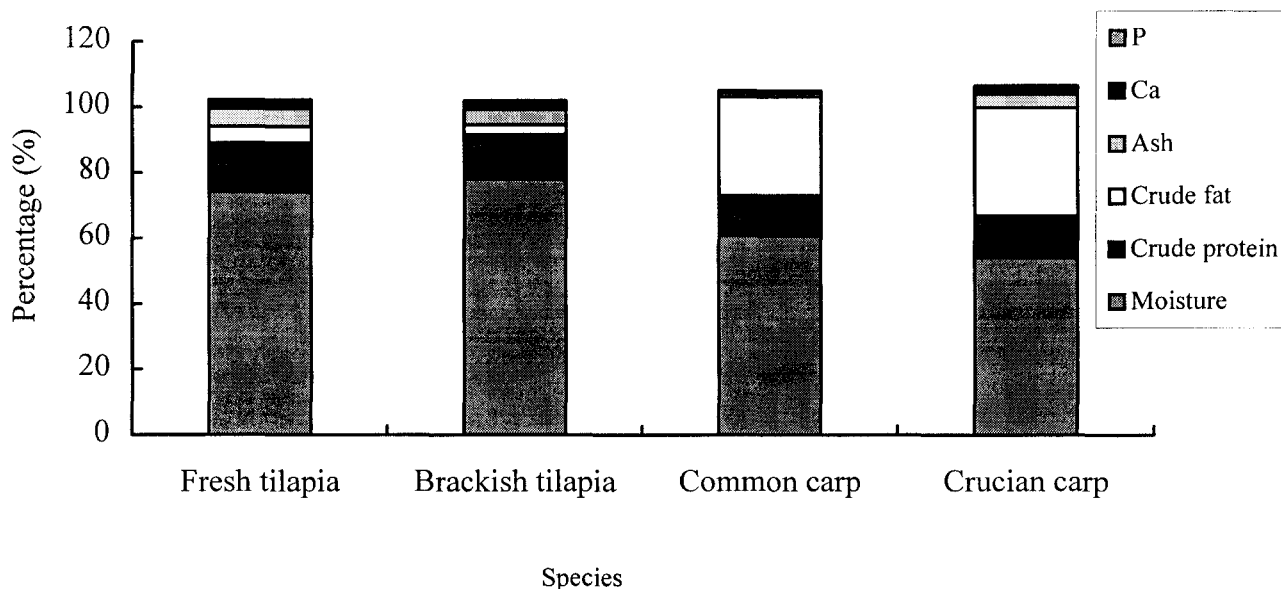


Fig. 5. Proximate composition of tilapia breeding in fresh or brackish water, common carp and crucian carp breeding in brackish water.

* Fed with diet containing 9.5% moisture, 24.8% crude protein, 5.9% crude fat, 4.3% cellulose and 8.7% ash.

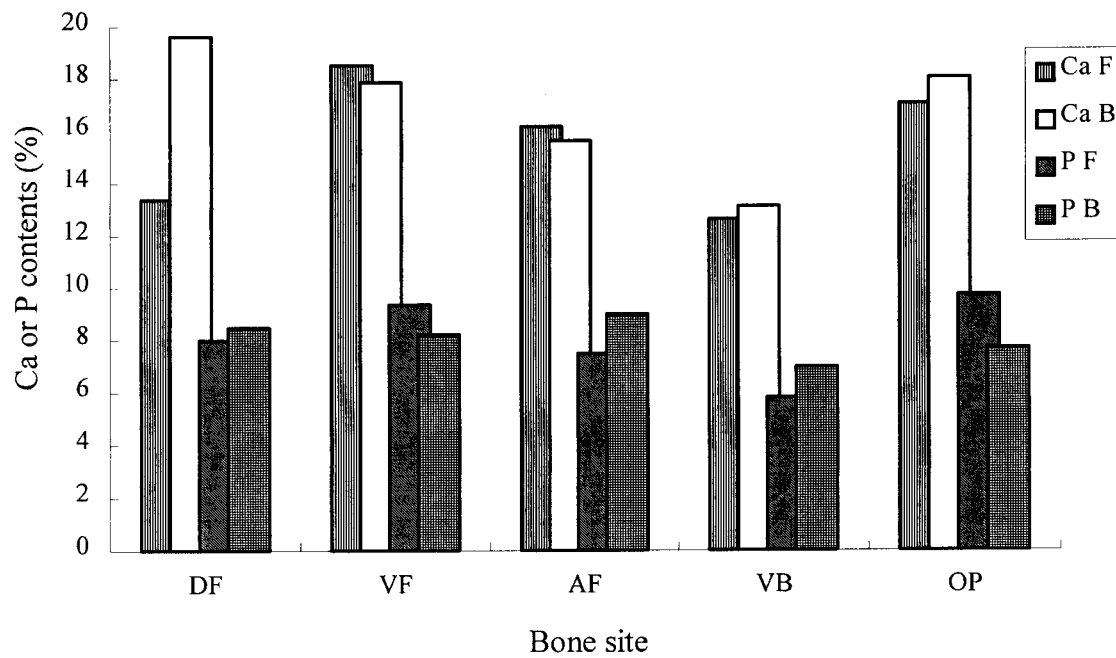


Fig. 6. Contents of Ca and P in the spine of tilapia breeding in fresh (F) or brackish (B) water.

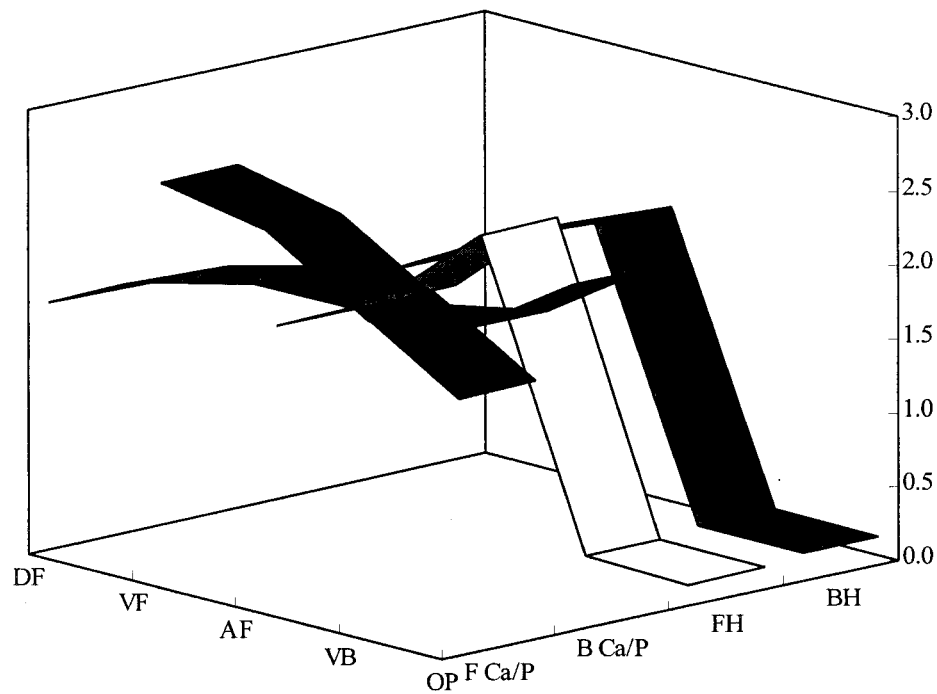


Fig. 7. Comparison on the spine hardness (H) and Ca/P ratio of tilapia breeding in fresh (F) or brackish (B) water.

(三) 棘條軟化最適加工條件之探討

將淡水或海水養殖吳郭魚每次每組各取 12 尾，在 121 °C，2.01 atm 下分別加熱 60，90，120 分鐘後，測其背鰭、腹鰭及臀鰭之棘條硬度值，以探討最適加工酥化條件，結果如 Table 2 所示，在加熱處理前淡水或海水養殖吳郭魚之棘條硬度值介於 1.17 ~ 2.15 kg/mm 之間，經加熱後，其硬度值在淡水養殖吳郭魚降低至 0.11 ~ 0.28 kg/mm，而海水養殖者則降為 0.09 ~ 0.38 kg/mm，且隨加熱時間之增長，各部位的棘條硬度值逐漸遞減，但仍以臀鰭之硬度值最高。

在 121 °C，2.01 atm 下，加熱 60 分鐘，即可將養殖吳郭魚之棘骨軟化，但經官能評定魚體外觀顏色變黃並產生焦味，同時，隨加熱時間之增長，魚體外觀漸由黃轉褐色，且有部分脫水的現象產生。曹⁽¹⁵⁾指出吳郭魚肌肉中含多量的肝醣和核醣，在加熱過程中會顯著減少，而胺基酸量亦會降低，尤以離胺酸為最，其肌肉也因加熱而產生梅納反應，當加熱溫度越高，顏色及氣味則變濃。因此，若欲將孳生吳郭魚進行全魚之加工與利用，以高壓加熱處理（121 °C，2.01 atm）固可軟化其硬棘，但仍須克服加熱所產生之梅納反應，及對魚體外觀及產品風味之影響。

Table 1 Comparison on the hardness among dosal fin (DF), ventral fin (VF), anal fin (AF), vertebrae (VB) and opercular (OP) of fresh or brackish tilapia, common carp and crucian carp.

Spine site	No. of fish	Hardness (kg/mm)					
		Fresh tilapia		Brackish tilapia		Common carp	Crucian carp
DR	148	1.17	(B)	1.38	(A)	0.34	0.48
VN	74	1.51	(B)	1.77	(A)	—	—
AN	74	2.15	(A)	2.06	(A)	0.34	0.51
VB	148	0.16	(B)	0.19	(A)	—	—
OP	148	0.15	(B)	0.19	(A)	—	—

Table 2 Changes in spine hardness of tilapia breeding in fresh or brackish water heated at 121 °C, 2.01 atm by different heating time.

Heating time (min)	Hardness of tilapia (kg/mm)					
	Breeded in fresh water			Breeded in brackish water		
	DR*	VN	AN	DR	VN	AN
60	0.19	0.16	0.24	0.20	0.25	0.38
90	0.13	0.20	0.27	0.13	0.20	0.21
120	0.11	0.15	0.28	0.09	0.14	0.20
No. of fish	120	24	24	120	24	24

* Spine site included dosal fin (DF), ventral fin (VF), anal fin (AF), vertebrae (VB) and opercular (OP).

謝 詞

本計畫之執行，承本所廖所長一久和鹿港分所余分所長廷基對於研究題目之啟發，台西分所何分所長雲達及該所林媽勳先生協助試驗魚之採集，及其他不具名審查者惠賜寶貴意見，謹誌謝忱。

參考文獻

1. 陳學良, 周照仁, 連壯林 (1985) 加工用吳郭魚養殖型態產銷價格基礎資料之建立. 臺灣省水產學會專刊, 臺灣吳郭魚之加工利用, 7-8。
2. 渡邊尙彥, 武輪正彥, 高井陸雄, 酒田愿夫 (1985) 魚の骨のクッキングによる軟化速度. 日水誌, 51(12): 2047-2050.
3. Official Methods of Analysis Chemists (AOAC) (1984) Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington D. C. USA.
4. 于名振增訂 (1986, 陳兼善原著) 台灣脊椎動物誌, 上冊. 硬骨魚綱. 台灣商務印書館發行, 283-291
5. White, A. H., P. Handler, E. L. Smith, and D. Stetten (1959) Principles of biochemistry (2nd ed.). McGraw-Hill Book Co., 1149 pp. New York.
6. Phillips, A. M., F. E. Lovelace, D. R. Brockway, and G. C. Balzar (1953) The nutrition of trout. Cortland Hetchery Report 22. Fish. Res. Bull., 17: 31 pp.
7. Phillips, A. M., F. E. Lovelace, H. A. Podoliak, D. R. Brockway and G. C. Balzar (1954) The nutrition of trout. Cortland Hetchery Report 23. Fish. Res. Bull., 18: 52 pp.
8. Phillips, A. M., F. E. Lovelace, H. A. Podoliak, D. R. Brockway and G. C. Balzar (1955) The nutrition of trout. Cortland Hetchery Report 24. Fish. Res. Bull., 19: 31 pp.
9. Phillips, A. M., H. A. Podoliak, D. R. Brockway and G. C. Balzar (1956) The nutrition of trout. Cortland Hetchery Report 25. Fish. Res. Bull., 20: 61 pp.
10. Phillips, A. M., H. A. Podoliak, D. R. Brockway and P. R. Vaughn (1957) The nutrition of trout. Cortland Hetchery Report 26. Fish. Res. Bull., 21: 93 pp.
11. Eddy, F. B. (1955) The effect of calcium on gill potentials and on sodium and chloride fluxes in the goldfish *Carassius auratus*. J. Comp. Physiol., 296: 131-142.
12. Mullins, L. J. (1950) Osmotic regulation in fish as studied with radio isotopes. Acta Physiol., 21(2): 303-314.
13. McCay, C. M., A. V. Tunison, M. Crowell and H. Paul (1936) The calcium and phosphorus content of the body of brook trout in relation to age, growth, and food. J. Biol. Chem., 114: 259-263.
14. Nakamura, Y. (1982) Effect of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. Nippon Suisan Gakkaishi, 48: 409-413.
15. 曹欽玉 (1989) 吳郭魚加工條件之探討. 水產加工研究計畫成果彙集, 行政院農委會漁業特刊, 20: 96-97.

Huey-Jine Chai, Huei-Ling Lan, Jyh-Shyue Liao, Wen-Cheng Wang and Tsong-Song Chen

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

(Accepted 18 June 1995)



Studies on the Spine Hardness and Its Softening of Stunt Tilapia

Abstract

The stunt tilapia which either raised in fresh or in brackish water, its anal fin give spine hardness in highest value (2.06 ; 2.15 kg/mm), and followed by ventral fin (1.77 ; 1.51 kg/mm) and dorsal fin (1.38 ; 1.17 kg/mm), vertebrae and opercular series give the lower value. Besides the anal fin, the spine hardness of tilapia raised in brackish water usually give the higher value than that of raised in fresh water. The distribution of higher hardness dorsal fin ranged from 7th to 14th of the spine, the ventral or anal fin ranged from 1st to 2nd of the spine. The vertebrae or opercular series of handless did not show the apparent difference with each other. The calcium/phosphate ratio varied with the different portion of the fin. The tilapia raised in fresh water has the higher hardness, but those raised in brackish water higher calicium in fin shows the different trend. The spine of farm tilapia could be softened by heating at 121 °C, 2.01 atm for 60 min. However, further study on the appearance and texture of products was needed.

KeyWords : Spine, Hardness, Softening