虱目魚魚體不同部位及大小與嘌呤相關物質的關係

駱錫能* 陳翠瑤

國立宜蘭農工專科學校食品工業科

摘　　要

虱目魚的總嘌呤含量介於 48.13-54.17 μmole/g dry wt.，魚體個別差異甚大，各別嘌呤中以次黃嘌呤 (Hyp) 的含量最高，佔 80% 以上，不同部位的嘌呤含量並無顯著的差異 ($p>0.05$)。然而，比較不同部位間的游離嘌呤含量，發現肌甘酸 (IMP) 含量以後背部及中腹部爲最高，肌甘(Ino) 亦以後背部含最高量，中背部則含有較高含量的 Hyp，應係不同部位魚肉所含的酵素種類或活性大小不同所致。各部位的游離嘌呤含量皆以 IMP 爲最多，其次爲 Ino 的含量，Hyp 則又次之，顯示虱目魚死後腺甘三磷酸 (ATP) 降解過程中主要蓄積產物爲 IMP 和 Ino 。觀察不同虱目魚魚體大小與嘌呤相關物質的關係，發現腺嘌呤 (Ade) 及鳥糞嘌呤 (Gua) 的含量和魚體體重、體長及肥滿度間呈顯著的負相關，亦即體重愈重、體長愈長及肥滿度愈大者可能其 Ade 和 Gua 的含量愈少；相反地，Hyp 的含量 (μmole/g protein) 則呈顯著正相關，唯游離嘌呤含量中的 Hyp 又與體重和體長有顯著的負相關性，可能不同大小魚體的酵素活性各有不同，尤其是 AMP deaminase 和 nucleosidase 的不同活性大小可能具有重要的影響。

關鍵詞：虱目魚、嘌呤相關物質、魚體不同部位、體重、體長、肥滿度。

Studies on purine related compounds of milkfish as related to different parts of muscle and body size

Shyi-Neng Lou* and Tsui-Yao Chen
Department of Food Industry, National I-Lan institue of
Agriculture and Technology, I-Lan, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate purine content in different muscle of milkfish (*Chanos chanos*), the relationship between purine content and body size was also evaluated. Results indicated that total purine content of milkfish ranged from 48.13 to 54.17 μmole/g dry wt. Around 80% of total purine was hypoxanthine (Hyp), the dominant of four purine bases (Ade, Gua, Xan and Hyp). The purine content were not significantly different between the different muscle of milkfish. However, the highest amount of free IMP and Ino were found in posterior part of dorsal muscle, whereas the free Hyp dominated in central part of dorsal muscle. This implied that the spices and activities of enzyme in varied muscle might be different. Milkfish contained high level of free IMP and Ino. Thus, it was proposed that the IMP and Ino were the major accumulation products as ATP degraded. Evaluating the relationship between purine substances and the body size of milkfish, a negative regression of Ade and Gua was observed. However, there were positive regression between Hyp (μmole/g protein) and body weight as well as Hyp and body length. Furthermore, a negative regression between free Hyp and body size was also found. These might due to the different activities of enzyme, such as AMP deaminase or nucleosidase, in different body size of milkfish.

Key words: milkfish, purine related compounds, muscle purine content, body size.

一、前　言

痛風 (gout) 及高尿酸血症 (hyperuricemia) 爲國人日益常見之中老年人嘌呤代謝異常之疾病。人體由於缺乏尿酸分解酵素 (urinase)，因而嘌呤物質在人體中之代謝最終產物即爲尿酸 (uric acid)(1)。爲減少人體內尿酸的蓄積，控制飲食中嘌呤物質的攝取遂爲醫學界在治療痛風病患時的重要配合措施。虱目魚 (*Chanos chanos* Forsskal) 爲本省重要的養殖魚種，產地主要以雲林以南地區爲主(2)，北部宜蘭地區亦有養殖，消費形態大都爲生鮮料理。大部分水產品通常皆被認爲屬於高嘌呤含量食品(3-8)，本實驗室曾分析虱目魚的嘌呤含量，發現其總嘌呤含量達 139 mg/100 g，且爲養殖魚類中含量最高者(8)。何氏(3)亦報告虱目魚的總嘌呤含量高達 180 mg/100 g，歸類虱目魚爲高嘌呤含量食品。

嘌呤含量在動物體內不同部位的含量皆不相同，在畜肉產品的內臟(3,5)和不同部位肌肉(9)等均已被證實。而水產品的嘌呤物質在魚皮部位較肌肉中含有更高量的鳥糞嘌呤 (Gua) 亦早爲所知，藤井豐等(10)更進一步分析不同魚體部位魚皮的嘌呤含量，發現各部位的 Gua 含量各有差異。然而，有關魚體不同部位和魚體大小與肌肉中嘌呤含量關係的研究則仍付闕如。

因此，本實驗以本省重要的消費水產品虱目魚爲材料，針對其不同部位和體形大小所含嘌呤相關物質加以研究分析，並探討其間之相關性，期對水產品的嘌呤含量分布有更深一層的認識。

二、材料與方法

(一) 實驗材料：

1.虱目魚材料

實施魚體不同部位嘌呤含量分析之虱目魚 (milkfish, *Chanos chanos*) 購自宜蘭地區生鮮市場之產品總計九尾，平均體重爲 507±83 g，平均體長爲37.3±2.4 cm。不同大小虱目魚總計三十尾，則採樣自宜蘭五結地區養殖池之活體；上述兩種實驗材料，於採樣後立即置於冰藏採樣箱中，直接運送至實驗室中處理進行試驗，運送時間約在0.5-2小時之間。

2.試藥及標準試劑

三氟醋酸 (trifluoroacetic acid)，甲酸 (formic acid) 和過氯酸 (perchloroacid) 等均爲Riedel de haeen GR級，磷酸氫鉀 (K_2HPO_4) 和磷酸二氫鉀 (KH_2PO_4) 爲 Merck GR 級。 嘌呤相關物質標準試劑包括ATP (adenosine 5’-triphosphate，腺甘三磷酸)、ADP (adenosine 5’-diphosphate，腺甘二磷酸)、AMP (adenosine 5’-monophosphate，腺甘酸)、IMP (inosine 5’monophosphate，肌甘酸)、

Ino (inosine，肌甘)、Hyp (hypoxanthine，次黃嘌呤)、Ade (adenine，腺嘌呤)、Gua (guanine，鳥糞嘌呤)、Xan (xanthine，黃嘌呤)等均購自 Sigma 公司 (USA)。

(二) 試驗條件：

1.不同部位試驗

虱目魚去頭、尾及皮後，以尺量度魚體後依體長分三等分切割，取前、中、後等三段，各占三分之一後，以側線爲基準，區分爲背肉及腹肉予以採樣，合計分爲六個部位，分別爲前腹部、中腹部、後腹部、前背部、中背部及後背部等六等分，分別以英文字母A、B、C、D、E 及 F 代表之 (圖一)，就各部位的肌肉部分分析其總嘌呤含量及游離嘌呤相關物質的含量，每次取三尾魚爲一組，實驗採三重覆進行。

2. 不同大小試驗

養殖之虱目魚於達市場銷售大小時採樣，選取不同大小魚體總計 30 尾，記錄體重、體長後去皮取其背部普通肉切碎並混合均勻後，分析其嘌呤相關物質含量。

(三) 分析方法：

1. 水分和蛋白質含量皆以 A. O. A. C.(11)之方法分析。
2. 總嘌呤含量之測定(12)

(1) 酸水解

稱取約 200 mg 樣品於加蓋螺旋玻璃試管中，加入 1 mL 蒸餾水及 10 mL 三氟醋酸及甲酸之混合分解液，振盪均勻後，置水浴鍋中 90 ℃，加熱 14 分鐘，迅速冷卻後，再以蒸餾水洗入圓底燒瓶中，於 50℃ 下減壓濃縮至完全乾燥後，加入 10 mL 緩衝溶液 (0.02 M K2PO4) 溶解之，經 0.2 μm 濾膜過濾，以 HPLC 分離定量嘌呤含量。

(2) 高效能液相層析儀 (HPLC) 之分析條件

HPLC 採用 Beckman Gold System Chromatograph, USA.

層析管：Lichrospher 5C_{18}，4.6×250 mm

移動相：0.02 M KH_2PO_4，pH = 3.2

檢出器：UV 254nm

流　　速：1 mL/min

注入量：20 μL

3. 游離嘌呤相關物質含量的分析：

參考 Tsuchimoto等(13)之方法經修飾後，自樣品中抽取游離嘌呤相關物質，抽出液經過濾後注入高效能液相層析儀 (HPLC) 分析定量之。

(1) 抽出方法

取 5 g 魚肉加入 15 mL 冰冷的 10 % 過氯酸，均質 2 分鐘，均質液經 2,500×g，0℃ 離心 10 分鐘，收集上澄液，沉澱物再加入 10 mL 冰冷的 10 % 過氯酸，同上述條件予以均質、離心、收集上澄液，並與第一次所得上澄液混合均均，取 10 mL 以 10 M 及 1M KOH 調整 pH 於 6.5 ～6.8 之間，於 0℃ 靜置 30 分鐘後過濾，沉澱物以中和過之冰冷過氯酸 (5%，pH 6.5～6.8) 洗滌之，收集上澄液並定容至 25 mL後貯存於 -20℃ 冷凍櫃中備用。

(2) HPLC 分析條件：

使用 HPLC (Beckman System Gold TM Chromatographic System)，管柱為 250×4.6 mm (ID) Ultremex 5C18 (Phenomenex，USA)，以 0.05 M KH_2PO_4，與 0.05 M K_2HPO_4 (1:1) 混合液 (pH 6.75) 為移動相，流速為 1 mL/min，檢測器波長設定在 254nm，注入樣品量為 20 μL，使用之標準嘌呤相關物質均購自美國 Sigma 公司。

4. 統計分析

實驗資料以 SAS (statistical Analysis System) 統計分析軟體(14)進行變異數分析，並用 Duncan's test 比較各組間的差異程 (α=0.05)，Pearson相關係數 (r) 以 Microsoft Excel軟體程式分析之。

三、結果與討論

(一)虱目魚不同部位的嘌呤含量

為瞭解虱目魚魚體不同部位嘌呤含量的差異，將魚體區分為六部位 (圖一)，分別分析其嘌呤含量，結果顯示如表一，虱目魚的總嘌呤含量介於 48.13～54.17 μmole/g dry wt. (以下簡稱為 μmole) 之間；觀察各別嘌呤含量中， 次黃嘌呤 (Hyp) 含量最高佔總含量的 80% 以上，而Ade和Gua的含量則介於 3.50-5.63 μmole 間，Xan 含量最少僅於 1.97 μmole以下，Xan 為魚體 ATP 降解物質的後期產物，一般生鮮魚類含量應極微少，本實驗用虱目魚係採購自生鮮市場，魚體可能已經過一段時間的冰藏，因而有稍高的 Xan 含量；比較不同部位間各嘌呤含量及總嘌呤含量的差異性時，發現皆無顯著的差異 ($p>0.05$)。Clifford et al.(15) 曾指出影響人體血液中尿酸濃度升高的最主要嘌呤物質為 Ade 及 Hyp。虱目魚所含 Ade，Hyp， Ade + Hyp 及總嘌呤含量於各部位間皆無明顯的差異 ($p>0.05$)，顯示虱目魚不同魚體部位對人體尿酸濃度的影響，可能亦無顯著的差異；唯虱目魚所含高含量的 Hyp 可能為痛風症患者攝取時較應注意的地方。

(二)虱目魚不同部位游離嘌呤物質的含量分布

虱目魚不同部位間游離嘌呤物質的含量分布 (表二)，各嘌呤相關物質中以 IMP 的含量最高者，其次為 Ino，隨後則為 Hyp，ATP、ADP 和 AMP 的含量則皆甚低，顯示虱目魚死後 ATP 的降解過程中，主要的蓄積產物為 IMP 和 Ino 等，可能在降解過程中 AMP脫氨脢(AMP deaminase)和核甘酸 (5'-nucleotidase) 為參與反應的重要酵素，且 AMP deaminase 的活性可能較 5'-nucleotidase 的活性強，核甘 (nucleosidase) 則又更弱，因而有大量 IMP 和部分 Ino 的蓄積。虱目魚被歸類為 Ino 蓄積型的魚種(16)，其貯藏期間 IMP 降解蓄積 Ino 的現象亦已被報告(17,18)，Marseno 等(19)研究認為魚肉中IMP含量的蓄積和核甘酸 (5'-nucleotidase) 的活性有關。虹鱒筋肉中蓄積IMP亦被認為係因 AMP deaminase 和 nucleosidase 的活性不同所致(20)。IMP 為水產品的重要呈味成分(21)，虱目魚含高量的 IMP，對其鮮味顯然具有重要的意義。比較各部位游離嘌呤含量， IMP 以後背及中腹部為最高，前腹及中背部則最低， Ino 含量以後背部最高，前腹部最低，Hyp 含量最高部位在中背部，顯示不同部位的生理特性及酵素種類，活性大小皆有不同；魚體不同部位肌肉成分不同，早經證實(21)，不同魚體部位魚皮的嘌呤含量亦各有差異(10)，不同魚種間的核甘酸 (5'-nucleotidase) 活性有所不同(22)，佐證不同部位間酵素種類和活性不同的可能性。中背部含有最高量的 Hyp ，是否與此部位肌肉中的核甘脢 (nucleosidase) 活性較高有關，仍有待探討；總體而言，游離 IMP 相關物質以背部肉含量較高。ATP、ADP和 AMP 含量皆以後背部較高，唯含量皆低於 1 μmole/ g dry wt.。

(三)不同魚體大小與嘌呤物質的相關性

為瞭解不同魚體大小與所含嘌呤物質的相關性，由宜蘭五結地區養殖池捕撈不同魚體大小的養殖虱目魚，置入冰藏採樣箱中於 2 小時內運至實驗室，進行嘌呤含量分析，表三為 30 個不同大小樣品的基本資料，其體重平均值為 514±181 g ，體長為 37.7±4.1 cm，肥滿度 (體重/(體長)^3×1000)(21)則為 9.346±0.915，水分含量約在 68.4～77.2%，蛋白質含量則在 0.71～0.86 g/g dry wt. 之間。

經分析總嘌呤含量(μmole/ g dry wt.)分布(數據未列表)以 Hyp 含量最高介於 33.47～50.43；Ade 含量 2.51～4.86；Gua 1.77～4.39 ；Xan 含量則未檢出；而總嘌呤含量則達 41.73～59.25，顯示虱目魚魚體含大量 IMP 相關物質的特性。Ade 及 Gua 含量皆甚少。由於樣品係採購自養殖池之活體，因此鮮度極佳故未檢出 Xan 。不同大小虱目魚游離嘌呤物質含量的分布(數據未列表)，其含量以游離 IMP 為最高，其次為 Ino 和 Hyp，ATP、ADP 和AMP 含量皆甚低，顯示魚體經捕撈後，ATP 降解迅速，且代謝過程中以蓄積 IMP 及 Ino 為主。ATP、ADP 和AMP 為一般正常魚體含量較高的核甘酸，本實驗用虱目魚生鮮原料 ATP 等相關物質含量甚低，而具有極高量的IMP ，可能因捕撈過程中魚體劇烈跳動，致使 ATP 相關物質大量降解。又虱目魚的 AMP deaminase 酵素活性可能較強，因而快速的蓄積 IMP。邱等(17)和蕭等(18)於探討虱目魚貯藏中鮮度變化及硬直期間的生化特性時亦有相似的現象產生。

虱目魚魚體大小與嘌呤物質的 pearson 相關係數 (r) 列於表四，發現以 μmole/g dry wt. 計算的 Ade 與 Gua 含量和體重、體長及肥滿度間皆有良好的負相關，尤其是 Ade 含量的相關性皆甚佳，其相關係數分別爲 -0.5741 ($p<0.001$)，-0.5969 ($p<0.001$) 和 -0.5417 ($p<0.001$)，而Gua 與體重及體長的相關性亦分別達 -0.6558 ($p<0.001$) 和 -0.7375 ($p<0.001$)，其餘各嘌呤物質則相關性皆無顯著。以每克蛋白質所含嘌呤含量與魚體大小作相關性比較，發現有相似的相關性，Ade和Gua與體重、體長和肥滿度亦均有顯著的相關；同時 Hyp 含量 (μmole/g protein) 與體重、體長則皆呈正相關，相關係數分別爲0.3990 ($p<0.05$) 和0.4224 ($p<0.05$)，而 Ade + Hyp 含量與體長亦呈正相關 ($r=0.3661$, $p<0.05$)，顯示虱目魚體重愈重，體長愈長或肥滿度愈大者其 Ade 及 Gua 的含量則會愈少，是否較小魚體在成長中需較多的核酸物質而有較高的 Ade 和 Gua 含量，而較大魚體由於生長需求已小，故 Ade 和 Gua 含量亦較少?此原因仍有待對虱目魚生理特性的求證。魚體不同器官部位所含核酸關連物質亦不相同(20)，Fujii等(10)曾分析鮭魚和鱒魚在生長過程中魚皮所含 Gua 含量的變化，發現生長過程中鮭魚的 Gua 和 Hyp 含量皆隨時間的延長而增加；而鱒魚的含量則隨時間的延長而減少，顯示不同魚種亦會有不同的變化情形，其並推測可能係因不同魚種的酵素種類和酵素活性強度不同所致。 Hyp 含量 (μmole/g protein) 與體重及體長皆有正相關 ($p<0.05$)，即體重、體長愈大者，Hyp 含量愈高，Hyp 主要代表 IMP，Ino 及游離的 Hyp，因此，推測可能爲體重、體長愈大者(即成熟者)其魚體肌肉中的酵素活性可能愈高，因而致使其代謝產生之 Hyp 相關物質的含量也愈高。唯在每克乾物基礎下，並無明顯的相關性存在 ($p>0.05$)，因此有關此點仍有進一步分析證實的需要。

表五爲虱目魚所含游離嘌呤相關物質含量和魚體大小的 Pearson 相關係數 (r)，僅游離 Hyp (μmole/g dry wt.) 的含量與虱目魚的體重和體長呈顯著的負相關 ($p<0.001$)，其相關係數分別爲 -0.5768和 -0.6321。以 μmole/g protein 爲基礎所計算的游離 Hyp 含量與體重、體長的關係情形，和以每克乾物基礎計算的結果頗爲一致，相關係數爲 -0.5599 ($p<0.001$) 和 -0.6202 ($p<0.001$)，其餘各游離嘌呤含量與體重、體長和肥滿度間皆無顯著的相關性 ($p>0.05$)。由表四已知 Hyp 含量 (μmole/g protein) 與體重及體長皆有正相關 ($p<0.05$)， Hyp 含量主要代表 IMP， Ino 及游離的 Hyp 的總含量，而游離的 Hyp 含量又與體重及體長呈負相關 ($p<0.001$) (表五), 推論可能魚體大小與體內酵素活性有密切的關係存在, 體重與體長較大的虱目魚可能有較高的 AMP deaminase 活性，且其 nucleosidase 的活性則較小，因而有與總 Hyp 含量成正相關，卻與游離的 Hyp 含量成負相關的情形，魚類筋肉中含有強活性的 AMP deaminase 致使魚類蓄積 IMP 的現象早經證實(20)。相反地，體重與體長較小的虱目魚可能 AMP deaminase 的活性較低，而其 nucleosidase 的活性則較高，此點與小魚含有較高 Ade 可相佐證。

四、結　論

虱目魚含 48.13 - 54.17 μmole/g dry wt. 的總嘌呤含量，各別嘌呤含量中以 Hyp 含量最高，佔總含量的 80% 以上，各部位間並無顯著的差異 (p>0.05)。游離嘌呤含量則以後背部肌肉含量較高，主要爲 IMP ，應係不同部位間的酵素種類或活性大小皆有不同，死後蓄積物亦以IMP爲主。Ade 和 Gua 的含量與體重、體長和肥滿度皆有顯著負相關 (p<0.001)，Hyp 含量 (μmole/g protein) 則有正相關 (p<0.05)，而游離嘌呤物質中的Hyp含量則又有顯著的負相關 (p<0.001)，顯然魚體大小與體內酵素活性應有密切的關係存在，推測可能魚體大者有較高的 AMP deaminase活性和較低的 nucleosidase 活性所致，而較小魚體者可能恰有相反的現象。虱目魚含高量的IMP相關物質，爲痛風症患者攝食時應注意之處。

謝　誌

本研究承蒙行政院衛生署計劃經費補助 (DOH 86-TD-111)，實驗期間承海洋大學孫寶年教授提供寶貴意見，本校李怡慧、許慧雯和薛青欣等同學協助，養殖戶周阿坤先生協助採樣，在此一並誌謝。

參考文獻

1. Mertz, D..P. (1993) Hyperuikaemie und Gicht. Thieme Verlag, Stuttgart, New York.

2.沙志一，孫寶年，郭鴻均 (1993) 台灣漁業40年專輯。行政院農委會，台北

3 何威德 (1986) 台灣常用食品的嘌呤和嘧啶含量之分析。中華營誌， 12: 41-62.

4 Montag,A., Koelling,I., Jaenicke, S., Benkmann, R. and S-N. Lou (1989) Purine bases contents in foods. Akt. Ernaehr., 14: 243-247.

5. Herbel, W. and Montag, A. (1987) Nucleostoffe in proteinreichen Lebensmitteln. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 185: 119-122.

6. Brule, D., Sarwar, G. and Savoie, L. (1988) Purine content of selected canadian food products. J. Fd. Comp. Anal., 1: 130-138.

7. Shinoda, T., Aoyagi, Y. and. Sugahara, T (1981) Contents of purine bases in fishes and fish products. J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci., 34: 153-162.

8.駱錫能、陳翠瑤、陳輝煌 (1996) 水產品嘌呤含量的分析。中華營誌，21: 433-444.

9.Benkmann, R. (1995) Nucleostoff-Verteilung in definiertem Schlachfleisch. Dissertation, Inst. Biochem. and Lebensm.-chem., Uni. Hamburg, Germany.

10. Fujii, Y., Yamada J. and Onishi , T. (1971) Studies on silvering of fish skin-I. Purines in the skin of cultured salmon and trout. Bull. Jpn. Soc. Sci. fish., 37: 55-62.

11.A.O.A.C.(1984) Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, 14th Ed. Association of Official Analytical Chemist, D.C..

12.駱錫能、陳翠瑤 (1997) 水產品嘌呤含量定量方法的建立。食品科學，24: 1-11.

13. Tsuchimoto,M., Misima, T., Utsugi, T., Kitajima, S., Yada, S. and Yasuda, M. (1985) Method of quantitative analysis of ATP related compounds on the rough sea foods. -Method of high performance liquid chromatography using reversed-phase column. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 51: 1363-1369.
14.SAS (1988) SAS User’s Guide: Basic Statistical Analysis. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
15.Clifford, A.J., Riumallo,J.A., Uoung, V.R. and Scrimshaw, N.S. (1976) Effect of oral purines on serum and urinary uric acid of normal, hyperuricemic and gouty humans. J. Nutr., 106: 428- 434.
16.Ehira, S. and Uchiyama, H. (1987) Determination of fish freshness using the K-value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness. In D.E. Kramer and J. Liston (eds.), “Seafood Quality Determination”, p.185. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
17.邱思魁、游昭玲、蕭泉源 (1995) 虱目魚貯藏中鮮度及呈味成分之變化。食品科學，22: 46-58.
18.蕭泉源、龐玉珍、邱思魁、丁雲源 (1996) 虱目魚死後硬直過程中之生化學變化。中國農業化學會誌，34: 355-363.
19.Marseno,D.W., Hori, K. and Miyazawa, K (1994) Comparison of membrane bound and cytosol 5’-nucleotidase from black rockfish Sebastes inermis muscle and their influence on the freshne of fish. Fish. Sci., 60: 115-121.
20.關伸夫 (1971) Nucleotide of seafood. J. Jpn. Soc. Sci. Fish., 37: 777-783.
21.須山三千三、鴻巢章二 (1996) 水產食品學，吳清熊、邱思魁譯。國立編譯館，台北.
22. Marseno, D.W., Hori, K. and Miyazawa, K. (1992) Distribution of 5’-nucleotidase in muscle of some marine fishes. Comp. Biochem. Physiol., 102B: 247-253.

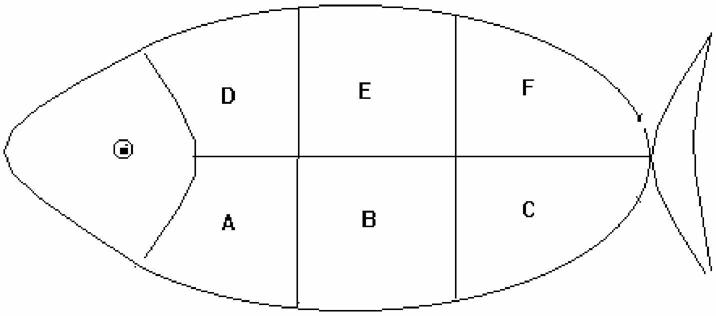

Fig.1 Sampled six parts of fish muscle in present study.
圖一 魚體不同取樣部位的代號

表一　虱目魚魚體不同部位嘌呤含量的分布

Table 1. Distribution of purine content in different parts of muscle of milkfish* (μ mole/g dry wt.)

Parts of muscle**	Adenine	Guanine	Hypoxanthine	Xanthine	Total purine***	Adenine + Hypoxanthine
A	4.07±0.67[a]	5.43±1.24[a]	40.54±6.72[a]	1.30±1.00[a]	51.73±6.94[a]	44.62±7.31[a]
B	4.24±0.55[a]	4.16±0.79[a]	43.63±4.60[a]	1.39±0.87[a]	53.43±4.93[a]	47.87±5.05[a]
C	3.89±0.88[a]	5.63±0.23[a]	40.37±2.74[a]	1.83±0.79[a]	51.72±2.04[a]	44.26±3.60[a]
D	3.70±0.46[a]	3.64±0.23[a]	39.45±4.96[a]	1.97±0.78[a]	48.95±4.78[a]	43.15±5.06[a]
E	4.61±1.39[a]	3.50±0.71[a]	44.33±7.66[a]	1.72±0.54[a]	54.17±9.36[a]	48.94±9.04[a]
F	3.71±0.25[a]	3.60±1.47[a]	40.65±1.95[a]	N.D.****	48.13±3.25[a]	44.36±2.16[a]

* Value (mean±S.D., n=3) in same column with same letter are not significantly different (p>0.05).

** See figure 1.

*** Total purnine = Adenine + guanine + Hypxanthine + Xanthine

**** N.D. = Not detected.

表二　虱目魚魚體不同部位游離嘌呤相關物質的分布

Table 2.　Distribution of free purine related compouds in different parts of muscle of milkfish* (μ mole/g dry wt.)

Parts of muscle**	ATP	ADP	AMP	IMP	Ino	Hyp
A	0.29 ± 0.04^{c}	0.44 ± 0.03^{b}	0.33 ± 0.07^{b}	17.33 ± 0.67^{c}	1.37 ± 0.28^{d}	0.44 ± 0.08^{b}
B	0.60 ± 0.15^{a}	0.72 ± 0.07^{ab}	0.77 ± 0.15^{a}	30.78 ± 5.34^{a}	3.48 ± 0.66^{bcd}	1.35 ± 0.51^{b}
C	0.57 ± 0.14^{ab}	0.70 ± 0.08^{ab}	0.53 ± 0.12^{ab}	26.17 ± 0.42^{ab}	5.91 ± 1.84^{ab}	1.35 ± 0.52^{b}
D	0.39 ± 0.02^{bc}	0.52 ± 0.09^{b}	0.39 ± 0.17^{b}	20.19 ± 3.90^{bc}	4.43 ± 2.09^{abc}	0.94 ± 0.45^{b}
E	0.37 ± 0.15^{bc}	0.62 ± 0.36^{ab}	0.67 ± 0.33^{ab}	14.93 ± 4.05^{c}	2.30 ± 0.79^{cd}	7.48 ± 2.02^{a}
F	0.53 ± 0.06^{ab}	0.87 ± 0.05^{a}	0.85 ± 0.09^{a}	33.17 ± 5.28^{a}	6.07 ± 1.27^{a}	1.25 ± 0.08^{b}

* Value (mean±S.D.) in same column with same letter are not significantly different ($p>0.05$).

** See figure 1.

表三　虱目魚魚體大小、蛋白質及水分含量

Table 3. The body size, protein content and moisture content of sampled milkfish.

樣品編號	體重(g)	體長(cm)	肥滿度*	水分含量	蛋白質含量 g/g dry wt.
1	489.5	36.8	9.822	72.26±0.69	0.78±0.02
2	430.0	35.7	9.451	74.56±0.09	0.82±0.02
3	736.5	41.2	10.530	73.20±0.89	0.77±0.01
4	495.0	36.0	10.610	73.33±1.29	0.82±0.02
5	262.5	31.1	8.727	74.95±0.50	0.83±0.01
6	802.0	43.5	9.743	71.68±0.11	0.78±0.01
7	961.5	44.0	11.287	70.68±1.24	0.77±0.05
8	157.5	27.5	7.549	77.21±0.43	0.86±0.02
9	617.5	41.2	8.830	72.78±0.42	0.80±0.03
10	559.0	38.0	10.187	76.06±4.51	0.81±0.04
11	401.0	34.0	10.203	75.93±1.00	0.79±0.01
12	376.5	36.0	8.070	75.60±0.18	0.84±0.03
13	506.5	37.8	9.378	74.30±2.50	0.75±0.01
14	547.5	38.4	9.669	72.10±0.77	0.80±0.04
15	166.5	27.9	7.667	75.63±0.59	0.83±0.00
16	468.5	35.5	10.472	72.60±0.76	0.80±0.01
17	578.0	39.5	9.379	72.89±0.08	0.80±0.00
18	600.0	40.0	9.375	72.97±0.74	0.81±0.01
19	784.5	42.1	10.513	68.41±1.44	0.77±0.02
20	453.0	38.1	8.191	74.82±0.09	0.80±0.00
21	495.5	38.4	8.751	74.27±0.37	0.79±0.01
22	436.5	37.0	8.617	76.85±0.21	0.82±0.01
23	768.5	44.2	8.900	72.24±0.40	0.75±0.01
24	485.5	36.4	10.067	72.01±0.11	0.76±0.00
25	397.5	34.6	9.596	72.72±0.22	0.78±0.02
26	469.0	38.2	8.414	73.71±0.35	0.78±0.02
27	509.0	38.8	8.714	73.60±0.06	0.81±0.03
28	620.0	41.0	9.068	71.04±1.00	0.71±0.04
29	625.0	41.2	8.937	73.10±0.95	0.81±0.03
30	534.5	38.1	9.664	73.44±0.16	0.78±0.01

*體重(g)/體長(cm)^3 ×1000[21]

表四　虱目魚嘌呤物質與魚體大小的相關係數

Table 4.　Pearson correlation (r) between the purine content and body size of milkfish.

Purine content	體重(g)	體長(cm)	肥滿度[a]
μ mole/g dry wt.			
Ade	-0.5741***[b]	-0.5969***	-0.5417***
Gua	-0.6558**	-0.7375***	-0.4580**
Hyp	0.1575	0.1766	0.0119
Total purine	-0.0281	-0.0271	-0.1212
Ade + Hyp	0.0883	0.1037	-0.0465
μ mole/g protein			
Ade	-0.4471*	-0.4639**	-0.4833**
Gua	-0.6118***	-0.6940***	-0.4264*
Hyp	0.3990*	0.4224*	0.1624
Total purine	0.2401	0.2478	0.0437
Ade + Hyp	0.3450	0.3661*	0.1134

[a.]肥滿度[(21)]＝體重/(體長)^3 ×1000

[b.*,**,***]　　*p<0.05,　　**p<0.01,　　***p<0.001

表五　虱目魚游離嘌呤相關物質與魚體大小的相關係數

Table 5. Pearson correlation (r) between the free purine related compounds and body size of milkfish.

Purine compounds	體重(g)	體長(cm)	肥滿度[a]
μ mole/g dry wt.			
IMP	0.1011	0.1799	-0.0736
ATP	-0.1299	-0.0778	-0.2354
ADP	-0.1781	-0.1480	-0.0782
AMP	-0.0222	0.0454	-0.1957
Hyp	-0.5768***[b]	-0.6321***	-0.3245
Ino	-0.1446	-0.2036	0.2162
μ mole/g protein			
IMP	0.2271	0.2909	-0.0032
ATP	-0.0866	-0.0369	-0.2141
ADP	-0.1567	-0.1297	-0.0630
AMP	0.0155	0.0800	-0.1726
Hyp	-0.5599***	-0.6202***	-0.3081
Ino	-0.0901	-0.1552	0.2564

a. 肥滿度[21]＝體重/(體長)^3 ×1000

b. *** ***p<0.001