

# 數種養殖魚不同部位嘌呤相關物質的分布

5

駱錫能<sup>1</sup> 陳翠瑤<sup>2</sup> 陳輝煌<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立宜蘭技術學院食品科學系教授

<sup>2</sup> 國立宜蘭技術學院食品科學系講師

10

15

宜蘭技術學報 第七期

中華民國九十年十二月

# 數種養殖魚不同部位嘌呤相關物質的分布

駱錫能<sup>1</sup> 陳翠瑤<sup>2</sup> 陳輝煌<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立宜蘭技術學院食品科學系教授

<sup>2</sup> 國立宜蘭技術學院食品科學系講師

5

## 摘 要

本研究針對養殖魚類吳郭魚、鱸魚和鯉魚等，就其不同魚體部位的嘌呤  
10 相關物質含量加以分析定量。結果顯示，鱸魚的平均總嘌呤含量為  $49.04 \pm 5.19$   
 $\mu\text{mole/g dry wt.}$ ，吳郭魚則含有  $42.26 \pm 3.09 \mu\text{mole}$ ，含量最低者為鯉魚的  
 $37.56 \pm 7.92 \mu\text{mole}$ ；三種魚類各部位間並無顯著差異 ( $p > 0.05$ )；其中次黃嘌呤  
(Hyp)含量佔總嘌呤含量的74-80%以上，吳郭魚和鱸魚的前腹部含較高的鳥  
糞嘌呤。各魚種的總游離嘌呤相關物質含量分別為鱸魚  $41.02 \pm 4.04 \mu\text{mole/g}$   
15  $\text{dry wt.}$ 、吳郭魚則含有  $36.16 \pm 4.01 \mu\text{mole}$  和鯉魚的  $28.70 \pm 3.00 \mu\text{mole}$ ，其  
中以肌苷酸 (IMP)為最高，其次為肌苷 (Inosine)，各不同部位間的 IMP 多  
以背肉為最高，而 Inosine 則大多以腹部為較高，其餘游離嘌呤物質在不同  
部位間並無明顯的差異，顯示鱸魚、吳郭魚和鯉魚的核苷酸降解過程中皆屬  
IMP 及 Inosine 蓄積型，其主要途徑可能為  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} \rightarrow \text{AMP} \rightarrow$   
20  $\text{IMP} \rightarrow \text{Inosine} \rightarrow \text{Hypoxanthine}$ 。以總嘌呤含量扣除游離嘌呤相關物質含量  
代表大分子嘌呤物質含量，顯示鱸魚含  $8.02 \pm 6.58 \mu\text{mole/g dry wt.}$ ，吳郭魚  
則含  $6.10 \pm 5.05 \mu\text{mole}$ ，而鯉魚則含有  $8.86 \pm 8.46 \mu\text{mole}$ 。對痛風症患者的  
影響可能為鱸魚>吳郭魚>鯉魚，不同部位間可能背部肉較腹部肉的影響更顯  
著。

25

關鍵詞：嘌呤相關物質、魚體分布、吳郭魚、鱸魚、鯉魚

# Distribution of purine related compounds in some cultured fish

Shyi-Neng Lou<sup>1</sup> Tsui-Yao Chen<sup>2</sup> Hui-Huang Chen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Professor and <sup>2</sup>Instructor of Department of Food Science, National I-Lan Institute of Technology, I-Lan, Taiwan, R.O.C.

5

The purpose of this study was to investigate the purine content and free purine related compounds in different muscle parts of tilapia, sea perch and carp. The results indicated that the total purine content of sea perch was  $49.04 \pm 5.19 \mu \text{mole/g}$  dry wt.. Tilapia and carp contained  $42.26 \pm 3.09 \mu \text{mole}$  and  $37.56 \pm 7.92 \mu \text{mole}$  total purine contents, respectively. No significant difference ( $p > 0.05$ ) was observed between the various muscle parts in each of fish. The major purine base of these three fish was Hyp, which was over 74-80% of total purine content. The highest guanine content located in frontier vetral part of tilapia and sea perch. The total contents of free purine related compounds in sea perch, tilapia and carp were  $41.02 \pm 4.04 \mu \text{mole/g}$  dry wt.,  $36.16 \pm 4.01 \mu \text{mole}$  and  $28.70 \pm 3.00 \mu \text{mole}$ , respectively. IMP and inosine were the two highest free purine related compounds in these fish. The IMP dominated in dorsal muscle part, while the inosine in vetral muscle part. Besides, no significant difference ( $p > 0.05$ ) of the other free purine related compounds between different muscle parts was observed. Since IMP and inosine accumulated in three fish, the pathway of ATP degradation might be proposed as the following route :  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} \rightarrow \text{AMP} \rightarrow \text{IMP} \rightarrow \text{Ino} \rightarrow \text{Hyp}$ . The contents of high molecular purine substances were in the range of  $6.10\text{-}8.86 \mu \text{mole/g}$  dry wt. Collectively, the increasing effect of human serum uric acid might be in order of sea perch > tilapia > carp; and the dorsal muscle part had a larger effect on serum uric acid level than vetral muscle part.

15

20

25

Key words: purine related compounds, various muscle part, tilapia, sea perch, carp

## 一、前 言

水產品一般被歸類為高嘌呤含量食品[1-6]，養殖魚類吳郭魚、鱸魚和鯉魚在台灣地區廣泛地被食用，其總嘌呤含量分別達106、112和 116 mg/ 100g 5 生鮮魚肉[7]，顯示攝取多量的此類水產品有可能會導致痛風症患者血液中尿酸濃度的升高，進而影響痛風症狀[8, 9]，惟動物體不同部位所含的嘌呤含量有所不同，畜產品的內臟含量遠高於肌肉等部位[2, 6]，Fujii 等分析鮭魚和鱒魚不同部位魚皮的嘌呤含量，發現主要含有鳥糞嘌呤(Gua)，且腹部含量較之背部為高[10]，駱和陳等曾針對虱目魚不同部位肌肉嘌呤含量和其 10 相關物質加以研究[11]，嘌呤相關物質確有不同的分布，但是總嘌呤含量並無明顯的差異，主要嘌呤物質為次黃嘌呤(Hyp)。又坊間漁民經驗流傳痛風症患者攝食魚體不同部位時，導致『急性痛風』之程度各有不同，其原因是否與嘌呤含量有關，或為以訛傳訛之誤，值得了解。

又長期以來均以食品中的總嘌呤含量為評估營養效應的基準，但是不 15 同的嘌呤相關物質存在的型態，對人體尿酸濃度亦會有不同的影響 [1,8,9,12,13]，因此本研究不僅針對三種不同養殖魚類的總嘌呤含量加以分析，同時亦對其所含的嘌呤相關物質分布進行研究，比較不同魚種和部位間的異同，以提供資訊俾益國人對水產品嘌呤相關物質的認知，有助營養保健上的利用。

20

## 二、材料與方法

(一)、材料與試藥：

25 (a)材料

採樣自宜蘭地區生鮮市場的吳郭魚(*Oreochromis niloticus*)、鯉魚(*Cyprinus carpio*)和鱸魚(*Lateolabrax japonicus*)等冰藏魚，吳郭魚、鯉魚和鱸魚的平均體重分別為 $558\pm 21\text{g}$ 、 $581\pm 31\text{g}$ 和 $548\pm 25\text{g}$ ，其平均體

長則分別為 $24\pm 3\text{cm}$ 、 $28\pm 5\text{cm}$  和  $40\pm 5\text{cm}$ ，採購後立即置於冰藏採樣箱中，直接運送至實驗室處理進行不同部位嘌呤相關物質的分析。

#### (b) 試藥及標準試劑

5 三氟醋酸 (trifluoroacetic acid)、甲酸 (formic acid) 和過氯酸 (perchloroacid) 等均為Riedel de haen GR級，磷酸氫鉀 ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) 和磷酸二氫鉀 ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 為Merck GR級。嘌呤相關物質標準試劑包括 ATP (adenosine 5'-triphosphate, 腺苷三磷酸)、ADP (adenosine 5'-diphosphate, 腺苷二磷酸)、AMP (adenosine 5'-monophosphate, 腺苷酸)、IMP (inosine 5' monophosphate, 肌苷酸)、Ino (inosine, 肌苷)、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)。

10

#### (二)、試驗條件

15 魚體去頭、尾和去皮後依體長三等分切割,取前、中、後等三段，以側線為基準,又區分背肉及腹肉予以切割採樣，合計分為六個部位，分別為前腹部、中腹部、後腹部、前背部、中背部和後背部等六份，分別以英文字母A、B、C、D、E 和 F 等代表之(圖一)，取其可食部份進行下列分析，每次取三尾魚為一組,實驗採三重覆進行。

20

#### (三)、分析方法：

##### (1) 總嘌呤含量測定

參考駱等[7,11,14,15]和Benkmann[16]的方法加以修飾後，對水產樣品進行酸水解，再以高效液相層析儀分析嘌呤物質含量。

25

##### (a) 酸水解

稱取約 100 mg 樣品於加蓋螺旋玻璃試管中，加入 0.5 mL 蒸餾水及 5 mL 三氟醋酸及甲酸 (1:1) 之混合分解液，振盪均勻後，置水浴鍋中  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ，加熱 35 分鐘，迅速流水冷卻後，再以蒸餾水洗入圓底燒瓶中，於  $50\text{ }^\circ\text{C}$  下減壓濃縮，加水濃縮三次至完全乾燥且無

酸味後，加入 5 mL 緩衝溶液 (0.02 M  $K_2PO_4$  + 2.5 mM Dimethyloctylamine, pH = 3.2) 溶解之，經 0.2  $\mu m$  濾膜過濾，以 HPLC 分離定量嘌呤含量。

5 (b) 離子對高效能液相層析儀 (Ionic pair-HPLC) 之分析條件

HPLC 採用 Beckman Gold System Chromatograph, USA.

層析管：Lichrospher 5C<sub>18</sub>, 4.6×250 mm

移動相：0.02 M  $KH_2PO_4$ + 2.5 mM Dimethyloctylamine,

pH = 3.2

10 檢出器：UV 254nm

流 速：1 mL/min

注入量：20  $\mu L$

(2).游離嘌呤相關物質含量的分析:

15

參考Tsuchimoto[17]和邱等[18]的方法經修飾後，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。

(a) 抽出方法

20

取 5 g 魚肉加入 15 mL 冰冷的 10% 過氧酸，均質 2 分鐘，均質液經 2,500 $\times g$ , 4°C 離心 10 分鐘，收集上澄液，沉澱物再加入 10 mL 冰冷的 10% 過氧酸，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 4°C 靜置 30 分鐘後過濾，沉澱物以  
25 中和過之冰冷過氧酸 (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°C 冷凍櫃中備用。

(b) HPLC 分析條件：

使用 HPLC (Beckman System Gold TM Chromatographic System)，管柱為 250×4.6 mm (ID) Lichrospher 5C<sub>18</sub> (Merck, Germany)，以 0.05 M

$\text{KH}_2\text{PO}_4$ ，與 0.05 M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (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 uL，嘌呤相關物質的定量以標準品的面積比較後計算之。

### 5 (3).統計分析

實驗資料以 SAS (Statistical Analysis System) 統計分析軟體[19]進行變異數分析，並用 Duncan's test 比較各組間的差異程度 ( $\alpha=0.05$ )。

## 10 三、結果與討論

### (一)、魚體不同部位的嘌呤含量

為瞭解魚體不同部位嘌呤含量的差異，將魚體區分為六部位(圖一)，就各部位的肌肉部分分析其總嘌呤含量及嘌呤相關物質的含量。吳郭魚各不同部位嘌呤物質的含量如表一，總嘌呤含量界於39.81到44.84 umole/g dry wt. 之間，個別嘌呤含量以 Hyp 含量最高，佔總嘌呤含量的 80% 以上，Ade 及 Gua 的含量則介於 2.67 到 4.07 umole/g dry wt, Xan 則皆甚微量或未檢出。比較各不同部位的嘌呤量，發現 Ade，Hyp，Ade + Hyp 及總嘌呤含量皆無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，Gua 的含量則以前腹部及後背部的含量較高 ( $p < 0.05$ )，前背部及中背部則最低，Xan 含量各部位間亦有明顯的差異 ( $p < 0.05$ )，後背部含量最高，前腹部及前背部則最低，唯 Xan 含量極低，皆在 0.82 umole/ g dry wt. 以下。Clifford et al.[9]曾指出影響人體血液中尿酸濃度升高，最主要的嘌呤物質為 Ade 及 Hyp，吳郭魚所含 Ade、Hyp、Ade + Hyp 及總嘌呤含量於各部位間皆無明顯的差異，顯示吳郭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。

鱸魚不同部位間嘌呤含量的分布情形列於表二，總嘌呤含量界於 46.05 到 52.15 umole/ g dry wt.較之吳郭魚為高，個別嘌呤含量亦以 Hyp 為最高，且佔總嘌呤含量的 80% 以上，其次則為 Ade 及 Gua，Xan 含量皆甚低

( $<0.94 \mu\text{mole/g}$ )，比較各部位嘍呤含量的差異，Ade、Hyp、Ade+Hyp 及總嘍呤含量皆無顯著差異 ( $p>0.05$ )，Gua 含量則以前腹部為最高 ( $p<0.05$ )，其餘各部位則無差異，此點與吳郭魚相似，Gua 為魚鱗及魚皮產生光澤的主要成分，於魚皮含量甚高[5,6,10,11,20]，前腹部通常為光澤白亮的部位，含有較高量的 Gua，可能其鄰近的肌肉亦含有較高量的 Gua，Fuji 等[10]分析鮭魚皮的嘍呤含量，發現腹部較背部的 Gua 含量高約四至六倍，可為佐證。Xan 含量在中背及後背部則較高，唯其量仍小於  $1 \mu\text{mole/g dry wt.}$ 。

表三為鯉魚不同部分嘍呤含量的分布，總嘍呤含量為  $32.10\sim41.65 \mu\text{mole/g dry wt.}$ ，較其他魚種為低，Hyp 含量佔其中大部分，唯較其他魚種少，約僅達74%，不論是總嘍呤含量、Ade+Hyp 或是個別嘍呤含量，在不同部位間皆無顯著的差異 ( $p>0.05$ )。

綜合以上，三種養殖魚的不同部位間總嘍呤含量及個別嘍呤含量皆無顯著的差異 ( $p>0.05$ )，唯吳郭魚及鱸魚的前腹部 Gua 含量較高。各餘種皆含較高 Hyp 含量，代表可能含有 IMP、Ino 或 Hyp 等相關物質，由於 IMP 為水產品的呈味成分[20]，因而可能味較鮮美，唯對人體尿酸濃度的影響可能亦較大。

## (二)、魚體不同部位嘍呤相關物質的分布

吳郭魚不同部位游離嘍呤相關物質的分布列於表四，各嘍呤相關物質中以 IMP 含量最高，其次為 Inosine，隨後為 Hyp、ADP、ATP 及 AMP 的含量，顯示吳郭魚的 ATP 代謝過程中，主要蓄積產物為 IMP 及 Inosine，Azam等[21] 和 Yoon等[22]曾研究指出吳郭魚貯藏過程中蓄積 Ino 和 IMP，與一般水產品的蓄積情形相似[20]。其代謝路徑推測可能為  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} \rightarrow \text{AMP} \rightarrow \text{IMP} \rightarrow \text{Inosine} \rightarrow \text{Hypoxanthine}$ 。比較不同部位各物質含量，IMP 以中背部含量最高，前腹部含量最低，Inosine 則以腹部肉較背部為高，Hyp 亦以前腹部為最高，此結果暗示腹部肉中 IMP 分解酵素活性似較背肉為強。ATP 及 ADP 皆以中背肉含量最高，而後背肉最低，綜合觀之，以中背肉所含的嘍呤相關物質含量為較高。



鱸魚游離嘌呤相關物質中 (表五)，與吳郭魚的分布情形相似，其蓄積產物以  $IMP > Inosine > Hyp$ 、 $ADP$  等，顯示  $ATP$  的降解過程中， $AMP$  可能直接經由  $AMP$ -deaminase 脫氨或核苷酸酶 ( $5'$ -nucleosidase) 作用後產生  $IMP$ 。Marseno 等 [23] 研究認為魚肉中  $IMP$  含量的蓄積和核苷酸酶 ( $5'$ -nucleotidase) 的活性有關。虹鱖筋肉中蓄積  $IMP$  亦被認為係因  $AMP$  deaminase 和 nucleosidase 的活性不同所致 [24]。不同部位間  $IMP$  含量以中背及後背最高，後腹部則較低，前腹部的  $Inosine$  含量最高， $Hypoxanthine$  含量各部位間並無顯著的差異， $ATP$  以中腹最高，後腹最低。 $ADP$ 、 $AMP$  則各部位間無明顯的差異。

10 鯉魚游離嘌呤相關物質含量的蓄積亦以  $IMP$  及  $Inosine$  為主 (表六)，其中尤以  $IMP$  含量達  $12\sim 23 \mu mole/g$  之間，佔非常大的比例，顯示  $ATP$  降解過程中  $AMP$  deaminase 的作用具有重要的地位。 $IMP$  含量以中背部為最高，而中腹部則最低， $Inosine$  及  $Hypoxanthine$  皆無明顯變化， $ATP$  皆未檢出， $ADP$ 、 $AMP$  皆以背肉為較高，顯然背肉含有較多的游離嘌呤物質，  
15 尤以中背肉最多，而其總游離嘌呤含量較其他魚類為少。

綜合以上，各魚種的游離嘌呤物質中， $IMP$  含量皆以背部為最高，而  $Inosine$  則大多以腹部較背部為高，其餘各游離嘌呤與不同部位間的關係並不明顯，由不同部位間不同游離嘌呤相關物質的含量，顯示出不同部位的生理特性、酵素種類和活性大小可能皆有所不同。唯各養殖魚種的  $ATP$  代謝降解途徑，皆以蓄積  $IMP$  及  $Inosine$  為主。主要途徑應為  $ATP \rightarrow ADP \rightarrow AMP \rightarrow IMP \rightarrow Ino \rightarrow Hyp$ 。

### (三)、各魚種間的比較

比較各養殖魚不同部位總嘌呤含量，前腹部、前背部及中背部以鱸魚含量最高。後腹部以鱸魚最高，鯉魚則最低。中腹部和後背部的總嘌呤含量，  
25 魚種間則無明顯差異。平均總嘌呤含量以鱸魚含  $49.04 \pm 5.19$  為最高，吳郭魚 ( $42.26 \pm 3.09$ ) 則次之，最低者為鯉魚的  $37.56 \pm 7.92 \mu mole/g \text{ dry wt.}$  (圖二)。各總嘌呤含量的標準差變異大，顯示魚體個別差異性甚大。

各魚種間總游離嘌呤相關物質的含量分布比較，顯示前腹部及前背部均以鱸魚的含量最高，其餘部位吳郭魚的含量亦高，鯉魚則均為最低。觀察其總平均相關物質含量，其大小依序為鱸魚 > 吳郭魚 > 鯉魚，含量分別為  $41.02 \pm 4.04$ 、 $36.16 \pm 4.01$  和  $28.70 \pm 3.00 \mu\text{mole/g dry wt.}$  (圖二)。以總嘌呤含量扣除游離嘌呤相關物質含量代表大分子嘌呤物質含量，顯示鱸魚含  $8.02 \pm 6.58 \mu\text{mole/g dry wt.}$ ，吳郭魚則含  $6.10 \pm 5.05 \mu\text{mole}$ ，而鯉魚則含有  $8.86 \pm 8.46 \mu\text{mole}$ 。

#### 四、結論

10

各魚種的平均總嘌呤含量在魚體中的個別差異甚大，其中以鱸魚的含量為最高，吳郭魚次之，鯉魚則最低，個別嘌呤含量主要為Hyp，三種魚類各部位間並無顯著差異。各魚種的游離嘌呤相關物質含量依序為鱸魚 > 吳郭魚 > 鯉魚，背肉含較高的 IMP，而 Inosine 則大多以腹部為較高。三種魚的大分子嘌呤物質含量約為  $6.10-8.86 \mu\text{mole/g dry wt.}$ 。對痛風症患者的影響可能為鱸魚 > 吳郭魚 > 鯉魚，不同部位間可能背部肉較腹部肉的影響更顯著。

15

20

#### 五、謝誌

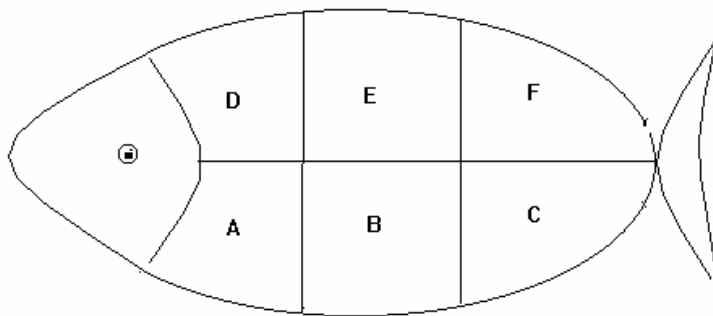
本研究承蒙行政院衛生署計劃經費補助 (DOH 86-TD-111)，實驗期間承海洋大學孫寶年教授提供寶貴意見，本校許慧雯、李怡慧、張義銘和薛青欣等同學協助，在此一併誌謝。

25

#### 六、參考文獻

1. Montag, A., I. Koelling, S. Jaenicke, R. Benkmann and S.L. Lou (1989), "Purine bases contents in foods", *Akt. Ernaehr*, Vol. 14, pp.243-247.
2. Herbel, W. and A. Montag (1987), "Nucleostoffe in proteinreichen Lebensmitteln", *Z. Lebensm. Unters Forsch*, Vol. 185, pp.119-122.
- 5 3. Brule, D., G. Sarwar, and L. Savoie (1988), "Purine content of selected canadian food products", *J. Fd. Comp. Anal*, Vol. 1, pp.130-138.
4. Wolfram, G. and M. Colling (1987), "Gesamt puringehalt in ausgewaehlten Lebensmitteln", *Z. Ernaehrungswiss*, Vol. 26, pp.205-213.
5. Shinoda, T., Y. Aoyagi and T. Sugahara (1981), "Contents of purine bases in fishes and fish products", *J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci*, Vol. 34, pp.153-162 .
- 10 6. 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, 第十二卷, 第 41-62 頁。
7. 駱錫能、陳翠瑤、陳輝煌 (1996), 「水產品嘌呤含量的分析」, 中華營誌, 第二十一卷, 第四期, 第 433-444 頁。
- 15 8. Mertz, D.P. (1993), *Hyperurikaemie und Gicht*. Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
9. Clifford, A.J., J.A. Riumallo., V.R. Uoung. and N.S. Scrimshaw (1976), "Effect of oral purines on serum and urinary uric acid of normal, hyperuricemic and gouty humans", *J. Nutr.*, Vol. 106, pp.428-434.
- 20 10. Fujii, Y., J. Yamada and T. Onishi (1971), "Studies on silvering of fish skin-I. Purines in the skin of cultured salmon and trout", *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, Vol. 37, pp. 55-62.
11. 駱錫能、陳翠瑤 (1998), 「虱目魚魚體不同部位及大小與嘌呤相關物質的關係」, 宜蘭農工學報, 第十六期, 第 85-98 頁。
- 25 12. Griebisch, A. (1978), "Purine, aus: Allgemeine und spezielle klinische Ernaehrungslehre", Bd. II. Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
13. Brule, D., G. Sarwar and Savoie, L. (1992), "Changes in serum and urinary uric acid levels in normal human subjects fed purine-rich foods containing different amount of adenine and hypoxanthine", *J. Am. Coll. Nutr.*, Vol. 11, pp. 353-358.

- 14.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, 第二十四卷, 第 1-11 頁。
- 15.Lou, S.N. (1998), "Change in purine content of grass shrimp during storage as related to freshness", J. Food Sci., Vol. 63, pp. 442-444.
- 5 16.R. Benkmann (1995), Nucleostoff-Verteilung in definiertem Schlachtfleisch, Dissertation, Inst. Biochem. and Lebensm.-chem., Uni. Hamburg, Germany.
- 17.Tsuchimoto, M., T. Misima., T. Utsugi., S. Kitajima., S. Yada and M. Yasuda (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., Vol. 51, pp. 1363-1369.
- 10 18.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, 第二十二卷, 第 46-58 頁。
- 19.SAS: SAS User's Guide (1993), Basic Statistical Analysis. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- 15 20.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。
- 21.Azam, K., M.S. Rahman, M.A.H. Miah and I.M. Mackie (1996), "Effect of slaubhter method on the degradation of nucleotides and related compounds in tilapia and rainbow trout during iced storage", Bangladesh J. Zool., Vol. 24, pp.1-8. (In Biol. Abstr. 102 (11), Ref. 161604)
- 20 22.Yoon, H.D.,T.J. Kim.,S.J. Kim and J.H.Lee (1996), "Postmortem change in muscle of sea water acclimated tilapia *Oreochromis niloticus*", J. Korean Fish. Soc., Vol. 29, pp.279-286. (In Biol. Abstr. 102 (09), Ref. 130761)
- 23.Marseno, D.W., K. Hori and K. Miyazawa (1994), "Comparison of membrane bound and cytosol 5'-nucleotidase from black rockfish *Sebastes inermis* muscle and their influence on the freshness of fish", Fish. Sci., Vol. 60, pp. 115-121.
- 25 24.關伸夫 (1971), "Nucleotide of seafood", Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., Vol. 37, pp. 777-783.



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

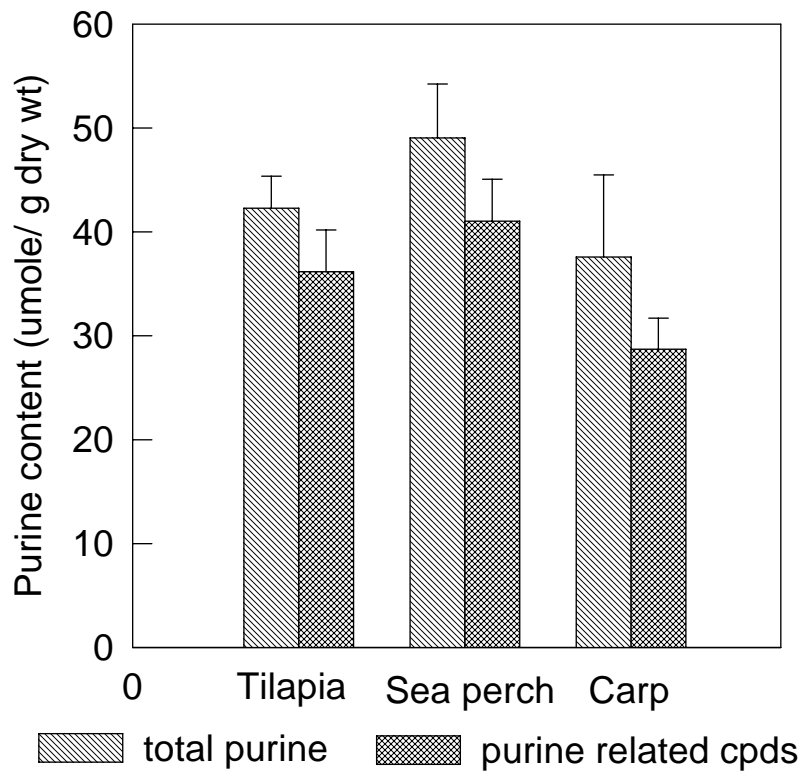


Fig. 2 Comparison of total purine and free purine related compounds between different fish

圖二、不同魚種間總嘌呤和游離嘌呤相關物質的比較

5

10

表一 吳郭魚不同魚體部位嘌呤含量的分布

Table 1 Distribution of purine content in different parts of tilapia\* (umole/g dry wt.)

Muscle**	Adenine	Guanine	Hypoxanthine	Xanthine	Total purine***	Adenine + Hypoxanthine
A	2.67±0.48 <sup>a</sup>	4.07±0.71 <sup>a</sup>	32.67±0.53 <sup>a</sup>	0.24±0.21 <sup>c</sup>	39.81±1.06 <sup>a</sup>	35.34±0.46 <sup>a</sup>
B	3.12±0.17 <sup>a</sup>	3.38±0.58 <sup>ab</sup>	36.03±0.91 <sup>a</sup>	N.D.****	42.53±4.07 <sup>a</sup>	39.15±3.82 <sup>a</sup>
C	3.50±0.48 <sup>a</sup>	3.48±0.18 <sup>ab</sup>	37.40±0.77 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>b</sup>	44.84±1.23 <sup>a</sup>	40.90±1.24 <sup>a</sup>
D	3.65±0.34 <sup>a</sup>	2.82±0.27 <sup>b</sup>	35.79±3.07 <sup>a</sup>	0.21±0.10 <sup>c</sup>	42.51±3.15 <sup>a</sup>	39.44±3.29 <sup>a</sup>
E	3.58±0.82 <sup>a</sup>	3.01±0.18 <sup>b</sup>	35.55±0.52 <sup>a</sup>	0.47±0.22 <sup>ab</sup>	42.62±0.46 <sup>a</sup>	39.13±0.50 <sup>a</sup>
F	3.65±0.71 <sup>a</sup>	4.05±0.47 <sup>a</sup>	32.99±4.51 <sup>a</sup>	0.82±0.26 <sup>a</sup>	41.23±5.55 <sup>a</sup>	36.63±5.18 <sup>a</sup>

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

\*\* See figure 1.

\*\*\* Total purine = Adenine + guanine + Hypoxanthine + Xanthine

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

表二 鱸魚不同魚體部位嘌呤含量的分布

Table 2 Distribution of purine content in different parts of sea perch\* (umole/g dry wt.)

Muscle**	Adenine	Guanine	Hypoxanthine	Xanthine	Total purine***	Adenine + Hypoxanthine
A	3.12±0.50 <sup>a</sup>	5.87±1.60 <sup>a</sup>	38.86±1.64 <sup>a</sup>	0.70±0.15 <sup>ab</sup>	48.56±2.77 <sup>a</sup>	41.98±2.14 <sup>a</sup>
B	2.99±1.05 <sup>a</sup>	3.88±0.58 <sup>b</sup>	38.94±9.37 <sup>a</sup>	0.20±0.14 <sup>c</sup>	46.05±10.53 <sup>a</sup>	41.93±10.11 <sup>a</sup>
C	3.64±0.24 <sup>a</sup>	4.30±0.38 <sup>b</sup>	41.96±5.74 <sup>a</sup>	0.44±0.30 <sup>bc</sup>	50.26±5.88 <sup>a</sup>	45.61±5.63 <sup>a</sup>
D	3.33±0.46 <sup>a</sup>	3.51±0.10 <sup>b</sup>	42.69±5.13 <sup>a</sup>	0.57±0.27 <sup>b</sup>	50.18±4.72 <sup>a</sup>	46.02±4.70 <sup>a</sup>
E	4.03±0.69 <sup>a</sup>	3.73±0.14 <sup>b</sup>	43.44±1.61 <sup>a</sup>	0.94±0.36 <sup>a</sup>	52.15±1.48 <sup>a</sup>	47.47±1.48 <sup>a</sup>
F	3.37±0.37 <sup>a</sup>	3.38±0.40 <sup>b</sup>	39.46±3.17 <sup>a</sup>	0.84±0.33 <sup>a</sup>	47.04±3.54 <sup>a</sup>	42.83±3.19 <sup>a</sup>

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

\*\* See figure 1.

\*\*\* Total purine = Adenine + guanine + Hypxanthine + Xanthine



表三 鯉魚不同魚體部位嘌呤含量的分布

Table 3. Distribution of purine content in different parts of carp\* (umole/g dry wt.)

Muscle**	Adenine	Guanine	Hypoxanthine	Xanthine	Total purine***	Adenine + Hypoxanthine
A	4.90±1.72 <sup>a</sup>	5.56±0.77 <sup>a</sup>	27.63±1.02 <sup>a</sup>	N.D.****	38.49±2.78 <sup>a</sup>	32.56±2.02 <sup>a</sup>
B	3.87±2.40 <sup>a</sup>	4.29±0.83 <sup>a</sup>	25.99±8.73 <sup>a</sup>	N.D.	34.15±11.76 <sup>a</sup>	29.86±11.13 <sup>a</sup>
C	4.34±1.44 <sup>a</sup>	3.72±1.64 <sup>a</sup>	24.04±5.76 <sup>a</sup>	N.D.	32.10±8.75 <sup>a</sup>	28.38±7.13 <sup>a</sup>
D	4.06±1.15 <sup>a</sup>	4.14±1.62 <sup>a</sup>	30.46±6.60 <sup>a</sup>	N.D.	38.66±9.18 <sup>a</sup>	34.52±7.58 <sup>a</sup>
E	4.94±1.44 <sup>a</sup>	4.53±1.75 <sup>a</sup>	29.83±1.38 <sup>a</sup>	N.D.	41.65±4.27 <sup>a</sup>	34.77±2.75 <sup>a</sup>
F	4.80±2.01 <sup>a</sup>	4.28±2.34 <sup>a</sup>	28.29±6.11 <sup>a</sup>	N.D.	40.29±10.34 <sup>a</sup>	33.09±8.03 <sup>a</sup>

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

\*\* See figure 1.

\*\*\* Total purine = Adenine + guanine + Hypoxanthine + Xanthine

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

表四 吳郭魚不同部位游離嘌呤相關物質的分布

5 Table 4. Distribution of free purine related compounds in different parts of tilapia\* (umole/g dry wt.)

Muscle**	ATP	ADP	AMP	IMP	Ino	Hyp
A	0.84±0.35 <sup>b</sup>	2.78±0.72 <sup>ab</sup>	0.46±0.09 <sup>a</sup>	18.19±2.07 <sup>b</sup>	7.13±1.31 <sup>a</sup>	4.29±2.44 <sup>a</sup>
B	0.82±0.17 <sup>b</sup>	2.58±0.63 <sup>b</sup>	0.88±0.14 <sup>a</sup>	23.25±2.34 <sup>ab</sup>	8.19±2.32 <sup>a</sup>	1.42±0.05 <sup>b</sup>
C	0.79±0.38 <sup>bc</sup>	2.21±0.33 <sup>b</sup>	0.91±0.62 <sup>a</sup>	23.43±7.29 <sup>ab</sup>	8.08±1.97 <sup>a</sup>	1.62±0.29 <sup>b</sup>
D	0.57±0.28 <sup>bc</sup>	1.99±0.35 <sup>bc</sup>	0.87±0.47 <sup>a</sup>	23.93±2.66 <sup>ab</sup>	5.79±1.10 <sup>ab</sup>	1.31±0.10 <sup>b</sup>
E	1.34±0.12 <sup>a</sup>	5.33±0.34 <sup>a</sup>	1.17±0.48 <sup>a</sup>	30.88±3.52 <sup>a</sup>	4.47±0.79 <sup>b</sup>	1.50±0.46 <sup>b</sup>
F	0.29±0.06 <sup>c</sup>	1.08±0.38 <sup>c</sup>	0.44±0.15 <sup>a</sup>	22.68±5.11 <sup>ab</sup>	3.68±1.35 <sup>b</sup>	1.75±0.51 <sup>b</sup>

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

\*\* See figure 1.

表五 鱸魚不同部位游離嘌呤相關物質的分布

5 Table 5. Distribution of free purine related compounds in different parts of sea perch\* (umole/g dry wt.)

Muscle**	ATP	ADP	AMP	IMP	Ino	Hyp
A	0.45±0.04 <sup>bc</sup>	2.05±0.55 <sup>a</sup>	0.70±0.06 <sup>a</sup>	27.20±5.55 <sup>ab</sup>	7.84±1.63 <sup>a</sup>	2.89±2.02 <sup>a</sup>
B	0.70±0.03 <sup>a</sup>	1.10±0.22 <sup>a</sup>	0.92±0.18 <sup>a</sup>	28.51±3.11 <sup>ab</sup>	5.93±0.49 <sup>b</sup>	1.47±0.22 <sup>a</sup>
C	0.40±0.06 <sup>c</sup>	1.46±0.11 <sup>a</sup>	0.65±0.06 <sup>a</sup>	24.57±4.81 <sup>b</sup>	5.84±0.41 <sup>b</sup>	1.32±0.38 <sup>a</sup>
D	0.61±0.15 <sup>ab</sup>	1.66±0.44 <sup>a</sup>	0.70±0.18 <sup>a</sup>	29.62±2.48 <sup>ab</sup>	6.82±1.14 <sup>ab</sup>	1.34±0.10 <sup>a</sup>
E	0.46±0.13 <sup>bc</sup>	1.78±0.88 <sup>a</sup>	0.89±0.31 <sup>a</sup>	32.78±2.36 <sup>a</sup>	6.91±0.41 <sup>ab</sup>	1.41±0.50 <sup>a</sup>
F	0.57±0.10 <sup>abc</sup>	1.33±0.25 <sup>a</sup>	0.91±0.15 <sup>a</sup>	35.94±4.61 <sup>a</sup>	6.62±0.72 <sup>ab</sup>	1.77±0.31 <sup>a</sup>

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

\*\* See figure 1.

表六 鯉魚不同部位游離嘌呤相關物質的分布

Table 6. Distribution of free purine related compounds in different parts of carp\* (umole/g dry wt.)

5

Muscle*	ATP	ADP	AMP	IMP	Ino	Hyp
A	N.D. <sup>***</sup>	0.70±0.20 <sup>c</sup>	1.38±0.30 <sup>ab</sup>	18.31±2.14 <sup>b</sup>	5.64±2.16 <sup>a</sup>	1.00±0.04 <sup>a</sup>
B	N.D	0.74±0.15 <sup>c</sup>	0.92±0.22 <sup>b</sup>	12.93±1.43 <sup>c</sup>	5.04±2.91 <sup>a</sup>	0.90±0.17 <sup>a</sup>
C	N.D	1.20±0.05 <sup>b</sup>	1.35±0.29 <sup>ab</sup>	19.81±0.34 <sup>ab</sup>	6.22±2.59 <sup>a</sup>	0.83±0.31 <sup>a</sup>
D	N.D	1.16±0.15 <sup>b</sup>	1.73±0.22 <sup>a</sup>	21.07±1.53 <sup>ab</sup>	5.79±0.50 <sup>a</sup>	0.64±0.13 <sup>a</sup>
E	N.D	1.51±0.06 <sup>a</sup>	1.73±0.27 <sup>a</sup>	23.25±3.60 <sup>a</sup>	6.93±3.97 <sup>a</sup>	0.74±0.36 <sup>a</sup>
F	N.D	1.53±0.19 <sup>a</sup>	2.04±0.36 <sup>a</sup>	20.49±1.79 <sup>ab</sup>	5.76±0.79 <sup>a</sup>	0.83±0.17 <sup>a</sup>

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

\*\* See figure 1.

10