

# 澎湖紫菜成分分析

林慧秋、邱韻霖、廖紫熾、許雅筑、陳穎蔡、謝恆毅

水產試驗所澎湖漁業生物研究中心

## 前言

澎湖紫菜（壇紫菜 *Neoporphyra haitanensis*，舊稱長葉紫菜 *Porphyra dentate*）為可食性紅藻，含豐富蛋白質、多醣及許多營養成分，具有免疫及抗氧化等生理活性。無論天然或養殖紫菜澎湖都是產量與產值最大的地區，養殖紫菜大多分布在澎湖縣白沙鄉講美村及白坑鄉白坑村，而野生紫菜以姑婆嶼數量最多，其品質佳但價格相對高昂，由於澎湖紫菜養殖工作辛苦，年輕人大多不想承接祖業，因此紫菜產業日漸衰退。希望能透過本研究協助調查及進行後續開發紫菜產品，使產品優質及精緻化，提高年輕人回鄉工作意願，並且促進產業持續發展。

紫菜含豐富的醣類、蛋白質、維生素及礦物質等成分，是高營養價值的藻類。其蛋白質含量高於一般穀類及豆類，且紫菜中的總胺基酸含量佔其乾重的 33—40%，其中必需胺基酸含量佔總胺基酸含量的 39% (Zeng et al., 1991)，此外，其更含有大量的牛磺酸 (taurine)。紫菜中主要的游離胺基酸為牛磺酸 (1,514—1,824 mg/100g)、丙胺酸 (1,005—2,252 mg/100g)、麩胺酸 (776—1,305 mg/100g) 及天門冬胺酸 (133—236 mg/100g)，佔總游離胺基酸含量的 90% (Sakai et al., 1999)。紫菜中脂肪含量雖低但主要以棕櫚酸 (16:0)、花生四烯酸 (20:4n-6) 及二十碳五烯酸

(20:5n-3) 等為主 (Fleurence et al., 1994)，部分達總脂肪酸的 50%。紫菜也含豐富的無機鹽類，例如碘、鈣、鐵、磷、鎂、鈉、鉀等 (江和張，1991)。此外，紫菜也含大量的紫菜多醣 (porphyran)，其屬於硫酸多醣 (sulfated polysaccharides) 的一種，主要為硫酸半乳聚糖 (sulfated galactan)，且化學結構與瓊脂相類似，含有約 5—11% 3, 6-anhydro- $\alpha$ -L-galactopyranose、6—11% sulfate esters、3—28% 6-Omethyl galactose 及 24—45% galactose，其組成會隨著環境與季節之不同而有所差異 (Ress and Conway, 1962)。紫菜也是很好的膳食纖維來源，可供食用 (Nisizawa et al., 1987)。Goni 等學者在 2001 年，以 5% 之紫菜粉末取代纖維素，作為一般膳食纖維中之成分，實驗證實可明顯增加盲腸重量及其內容物含量 ( $p < 0.05$ )。Noda 在 1993 年指出，紫菜中游離胺基酸有助於人體中膽酸的合成，可防止膽結石產生及控制血液中膽固醇等。

Dunlap 和 Yamamoto (1995) 指出，紫菜之水萃液能清除過氧化自由基，進而抑制由過氧化自由基所誘發磷脂質之自氧化，且推論紫菜水萃液抗氧化之能力來自於所含 mycosporine-glycine。Kuda 等人 (2005) 指出，紫菜之水萃液其總酚含量約 9.41 mg/g，高於其他三種褐藻之總酚含量 2.33—6.64 mg/g，且具有抗氧化之能力 [包含還原力、



螯合亞鐵離子及清除 DPPH (1,1-二苯基-2-3-硝基苯肼) (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)。

## 材料與方法

### 一、紫菜樣品

樣品計有 7 組：講美養殖 1、2 期，白坑養殖 1、2 期，姑婆嶼、花嶼野生紫菜 (以上均購自漁民)，進口紫菜 (購自澎湖特產行)。價格以姑婆嶼野生 600 元/斤最貴，講美及白坑養殖紫菜介於 200—270 元/斤，花嶼紫菜雖然與姑婆嶼紫菜同是野生，但價格卻是親民的 240 元/斤，與養殖紫菜相近，進口紫菜最便宜，只要 100 元/斤 (圖 1)。樣品價格以脫水後之濕紫菜計算，分析樣品則是經過乾燥後，以粉碎機粉碎後進行。

### 二、分析方法

一般成分分析依據 AOAC (2003) 分析，膳食纖維—參考 AOAC (1990) 15ED 及 AOAC (2000) 45.4.07 (AOAC 985.29)。脂肪

酸組成分—參考 96 年 10 月 19 日署授食字第 0961800343 號公告方法。鈣、鐵—參考 NIEA C302.0 及 NIEA M104.0 制定標準作業程序與 103 年 8 月 25 日部授食字第 103901169 號公告修正—重金屬檢驗方法總則 (MOHWH 0014.03)。砷及汞—依據 103 年 8 月 25 日部授食字第 1031901169 號公告修正—重金屬檢驗方法總則 (MOHWH0014.03)。鉛、鎘—參考 109 年 7 月 1 日衛授食字第 1091901111 號公告訂定—蔬果植物類果醬和果凍食品中重金屬檢驗方法 (MOHWH0024.00)。游離胺基酸組成分析方法依據 CNS12632 (2004)。

## 結果

### 一、一般成分分析

粗蛋白含量以講美養殖 1 期  $31.54 \pm 0.17$  g/100g 最高，其次為進口，粗脂肪含量以講美養殖 1 期  $0.48 \pm 0.03$  g/100g 及 2 期  $0.37 \pm 0.13$  g/100g 最高 (表 1)。



圖 1 澎湖養殖、野生紫菜及進口紫菜

表1 紫菜粉一般成分分析 (g/100g)

| 種 類    | 水 分                    | 灰 分                    | 粗 蛋 白                   | 粗 脂 肪                   | 碳水化合物                   |
|--------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 講美養殖1期 | 5.87±0.02 <sup>c</sup> | 9.10±0.10 <sup>a</sup> | 31.54±0.17 <sup>a</sup> | 0.48±0.03 <sup>a</sup>  | 53.00±0.35 <sup>f</sup> |
| 講美養殖2期 | 5.53±0.02 <sup>d</sup> | 7.62±0.14 <sup>c</sup> | 22.31±0.07 <sup>e</sup> | 0.37±0.13 <sup>ab</sup> | 64.16±0.24 <sup>c</sup> |
| 白坑養殖1期 | 8.97±0.01 <sup>a</sup> | 6.78±0.08 <sup>e</sup> | 21.86±0.05 <sup>f</sup> | 0.22±0.03 <sup>c</sup>  | 62.17±0.15 <sup>d</sup> |
| 白坑養殖2期 | 4.69±0.14 <sup>e</sup> | 6.30±0.07 <sup>f</sup> | 22.26±0.04 <sup>c</sup> | 0.25±0.05 <sup>bc</sup> | 66.51±0.11 <sup>a</sup> |
| 姑婆嶼野生  | 3.15±0.12 <sup>b</sup> | 8.62±0.09 <sup>d</sup> | 22.73±0.04 <sup>c</sup> | 0.22±0.03 <sup>bc</sup> | 65.28±0.07 <sup>e</sup> |
| 花嶼野生   | 7.89±0.18 <sup>f</sup> | 7.33±0.32 <sup>b</sup> | 24.78±0.07 <sup>d</sup> | 0.27±0.03 <sup>c</sup>  | 59.73±0.12 <sup>b</sup> |
| 進 口    | 8.93±0.04 <sup>a</sup> | 8.62±0.09 <sup>b</sup> | 29.71±0.01 <sup>b</sup> | 0.35±0.10 <sup>b</sup>  | 52.38±0.08 <sup>g</sup> |

## 二、膳食纖維含量

紫菜膳食纖維含量高低依序為白坑養殖2期 > 姑婆嶼野生 > 講美養殖2期 > 進口 > 講美養殖1期 > 花嶼野生 > 白坑養殖1期 (表2)。膳食纖維是指無法被人體小腸酵素消化的碳水化合物(醣類)及木質素, 主要為植物細胞壁與細胞間質所含的多醣類, 有提供飽足感、幫助排便順暢、延緩血糖上升等功效。

表2 紫菜粉膳食纖維含量 (g/100g)

| 產 地    | 檢驗結果  | 定量/偵測極限 |
|--------|-------|---------|
| 講美養殖1期 | 47.62 | 0.05    |
| 講美養殖2期 | 49.34 | 0.05    |
| 白坑養殖1期 | 40.15 | 0.05    |
| 白坑養殖2期 | 56.58 | 0.05    |
| 姑婆嶼野生  | 49.64 | 0.05    |
| 花嶼野生   | 45.76 | 0.05    |
| 進 口    | 48.26 | 0.05    |

## 三、脂肪酸含量

紫菜脂肪酸分析結果顯示, 亞麻油酸(C18:2) 只有講美養殖1、2期及白坑養殖1期紫菜含有, 且以白坑養殖1期 (11.81 g/100g) 含量較高。亞麻油酸屬於 $\omega$ -6脂肪酸, 可維持生長、維持紅血球以及皮膚的結構完整。文獻指出亞麻油酸能減低組織內的氧化壓力、降低膽固醇及增加高密度脂蛋白

(HDL)、減低血小板之凝集作用, 並修正免疫系統細胞的脂肪酸組成分, 進而降低罹患心血管疾病的風險。花生四烯酸(C20:4) 是人體大腦和視神經發育的重要物質, 對提高智力和增強視敏度具有重要作用, 對預防心血管疾病、糖尿病和腫瘤等亦具有重要功效。紫菜花生四烯酸含量以白坑養殖2期 (15.34 g/100g) 含量最高, 但野生紫菜則無此含量。 $\alpha$ -次亞麻油酸及EPA都是屬於 $\omega$ -3脂肪酸。 $\omega$ -3脂肪酸在調整和預防人體疾病方面, 扮演重要的角色。這些疾病包括心血管的疾病、乳癌、結腸癌、前列腺癌、自身免疫性疾病、輕微的血壓高和類風濕性關節炎等。紫菜 $\alpha$ -次亞麻油酸含量只有講美養殖1期及進口含有 (1.58 g/100g)。全部紫菜樣品皆含有高含量EPA, 其中姑婆嶼及花嶼野生紫菜含量較高 (45.57及43.42 g/100g) (表3)。

## 四、游離胺基酸含量

紫菜胺基酸比較特別的有:(1)磷絲胺酸—具有活化腦細胞功效, 以花嶼野生 (23.99 mg/100g) 及講美養殖1期 (22.23 mg/100g) 含量較高。(2)牛磺酸—具有保護心臟功能、振奮精神及增加運動耐力功效, 以講美養殖1期 (484.76 mg/100g) 含量較高。(3)天門冬胺酸—具恢復疲勞的作用及保持肌膚呈現健



表 3 紫菜粉脂肪酸含量 (g/100g)

| 脂 肪 酸 名 稱                                      | 講美養<br>殖 1 期 | 講美養<br>殖 2 期 | 白坑養<br>殖 1 期 | 白坑養<br>殖 2 期 | 姑婆嶼<br>野生 | 花嶼<br>野生 | 進口    |
|------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------|-------|
| 8:0辛酸(Caprylic acid)                           | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 10:0癸酸(Capric acid)                            | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 12:0月桂酸(Lauric acid)                           | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 14:0十四酸(Myristic acid)                         | ND           | 4.87         | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 14:1肉豆蔻烯酸(Myristoleic acid)                    | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 16:0棕櫚酸(Palmitic acid)                         | 32.08        | 36.76        | 24.91        | 44.19        | 32.24     | 28.98    | 29.81 |
| 16:1棕櫚油酸(Palmitoleic acid)                     | ND           | 3.41         | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 18:0硬脂酸(Stearic acid)                          | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 18:1油酸(Oleic acid)                             | 7.29         | 7.30         | 8.62         | ND           | 6.86      | 7.62     | 6.10  |
| 18:2亞麻油酸(Linoleic acid)                        | 6.11         | 4.78         | 11.81        | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 18:3γ-次亞麻油酸(γ-Linolenic acid)                  | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 18:3α-次亞麻油酸(α-Linolenic acid)                  | 1.58         | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | 1.58  |
| 20:0花生酸(Arachidic acid)                        | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 20:1二十碳一烯酸(Eicosenoic acid)                    | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 20:2二十碳二烯酸(Eicosadienoic acid)                 | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 20:3γ-二十碳三烯酸<br>(γ-Eicosatrienoic acid)        | ND           | ND           | ND           | ND           | 7.77      | ND       | ND    |
| 20:3α-二十碳三烯酸<br>(α-Eicosatrienoic acid)        | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 20:4二十碳四烯酸(Arachidonic acid)                   | 13.45        | 7.76         | 10.51        | 15.34        | ND        | ND       | 10.69 |
| 20:5ω3 (EPA)二十碳五烯酸<br>(Eicosapentaenoic acid)  | 35.99        | 24.20        | 33.55        | 40.47        | 45.57     | 43.42    | 32.67 |
| 22:0二十二酸(Behenic acid)                         | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 22:1二十二碳一烯酸(Erucic acid)                       | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 22:2二十二碳二烯酸<br>(Docosadienoic acid)            | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 22:4二十二碳四烯酸<br>(Docosatetraenoic acid)         | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 22:5ω3 (DPA)二十二碳五烯酸<br>(Docosapentaenoic acid) | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 22:6ω3 (DHA)二十二碳六烯酸<br>(Docosahexaenoic acid)  | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 24:0二十四碳酸(Lignoceric acid)                     | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 24:1二十四碳一烯酸(Nervonic acid)                     | ND           | ND           | ND           | ND           | ND        | ND       | ND    |
| 其他(others)                                     | 3.49         | 10.92        | 10.60        | ND           | 6.56      | 13.55    | 20.73 |

ND : not detected (未檢出)

康狀態，以花嶼野生 (89.64 mg/100g) 含量較高。(4) 酰胺酸—用於骨骼和軟骨的形成。酰胺酸是人體膠原蛋白及牙齒琺瑯質之重要成分，它還可以防止肝臟脂肪堆積，以姑婆嶼野生 (66.46 mg/100g) 含量較高。(5) 麩胺酸—麩胺酸是動物體內中樞神經系統的一種重要的神經傳導物質，可增加肌肉量及減少脂肪囤積，以花嶼野生 (375.97 mg/100g) 及講美養殖 1 期 (343.13 mg/100g) 含量較高。(6)  $\alpha$ -胺基己二酸—可作為人類體內葡萄糖穩定的調節劑。紫菜只有花嶼野生 (0.40 mg/100g) 及姑婆嶼野生 (0.36 mg/100g) 含有。(7) 甘胺酸—是中樞神經系統的神經遞質，具有抗發炎作用，以姑婆嶼野生 (17.79 mg/100g) 及花嶼野生 (16.79 mg/100g) 含量較高。(8) 丙胺酸—肌肉組織及腦部中樞神經之能源之一，可幫助產生抗體，協助糖類及有機酸的代謝，以講美養殖 1 期 (666.77 mg/100g) 含量較高。(9) 瓜胺酸—在體內會代謝成精胺酸。文獻指出西瓜富含瓜胺酸對患有前期高血壓的人有降低血壓的作用 (Florida State University, 2010)，以姑婆嶼野生 (558.67 mg/100g) 及花嶼野生 (461.54 mg/100g) 含量較高。(10) 纈胺酸—有助於防止肌肉分解，並從肝臟清除多餘的蛋白質。促進腦力、改善肌肉協調功能及安定情緒，以白坑養殖 1 期 (13.06 mg/100g) 及講美養殖 1 期 (12.86 mg/100g) 含量較高。(11) 胱胺酸—清除自由基，延緩老化及抗輻射，它是皮膚構造的重要成分，幫助皮膚再生，使燙傷及外傷加速癒合，只有白坑養殖 2 期 (2.68 mg/100g)、講美養殖 2 期 (0.25 mg/100g) 及白坑養殖 1 期 (0.13 mg/100g) 含有。(12) 異

白胺酸及(13)白胺酸—促進人體肌肉生長、預防肌肉流失、增加瘦肉組織及快肌肉恢復等，以講美養殖 1 期 (12.4 mg/100g、12.23 mg/100g) 含量較高。(14) 酪胺酸—是制造激素所必需的物質，包括腎上腺素、甲狀腺荷爾蒙和多巴胺、黑色素及褪黑激素，以花嶼野生 (13.58 mg/100g) 含量較高。(15) 苯丙胺酸—幫助生產激素、改善記憶及對抗憂鬱，以姑婆嶼野生 (7.19 mg/100g) 花嶼野生 (7.08 mg/100g) 含量較高。(16) 色胺酸—參與促進睡眠、減輕焦慮及憂慮、改善頭痛、加強免疫功能及減少心臟血管疾病機會，以講美養殖 1 期 (1.66 mg/100g)、姑婆嶼野生 (1.58 mg/100g)、花嶼野生 (1.55 mg/100g) 及白坑養殖 1 期 (1.33 mg/100g) 含量較高。(17) 鳥胺酸—對於預防宿醉與恢復疲勞很有效果，以花嶼野生 (6.19 mg/100g) 及姑婆嶼野生 (6.08 mg/100g) 含量較高。(18) 離胺酸—可幫助鈣質吸收，促進膠原蛋白形成，幫助抗體激素及酵素之製造，可以輔助治療單純性疱疹，以講美養殖 1 期 (9.85 mg/100g) 含量較高。(19) 組胺酸—是人體血紅素的主要成分之一，可以用來治療類風濕關節炎等，缺乏組胺酸會造成聽力減退，以姑婆嶼野生 (2.40 mg/100g)、白坑養殖 1 期 (2.25 mg/100g) 及花嶼野生 (2.18 mg/100g) 含量較高。(20) 甲肌肽與(21) 肌肽—文獻指出具有抗氧化、捕捉自由基及預防心血管疾病等作用，甲肌肽及肌肽只有姑婆嶼野生含有，各為 1.42 及 0.50 mg/100g。(22) 精胺酸—可以增強人體對抗細菌、病毒及腫瘤之免疫力、促進生長激素之分泌、促進傷口癒合及肝細胞再生。精胺酸還能促進肌肉形成及減少脂



肪囤積，以進口 (17.26 mg/100g) 含量較高。(23)脯胺酸－對於維持關節及肌腱的正常功能有舉足輕重的地位，它還可以強化心肌的功能，以講美養殖 1 期 (6.65 mg/100g) 及花嶼野生 (6.31 mg/100g) 含量較高。

綜合紫菜各項游離胺基酸含量高低依序為講美養殖 1 期 1,932 mg/100g > 花嶼野生 1,712 mg/100g > 姑婆嶼野生 1,532 mg/100g > 白坑養殖 1 期 1,334 mg/100g > 講美養殖 2 期 795 mg/100g > 白坑養殖 2 期 773 mg/100g > 進口 128 mg/100g。研判進口紫菜比其他組游離胺基酸低很多，原因為進口紫菜為乾

燥品項，出產年份未明。其他組紫菜皆為當年度新鮮現採，所保留之游離胺基酸相對較高，尤其以養殖 1 期及野生紫菜皆然 (表 4)。

## 五、礦物質含量

紫菜鈣含量普遍都很高，其中以講美養殖 2 期 6,140 ppm 最高，鐵含量以花嶼野生 696 ppm 最高，鉛含量以姑婆嶼野生 1.973 ppm 最高，鎘則以進口 2.463 ppm 高出其他組許多，總砷含量以白坑最高 1 期 20.32 ppm、姑婆嶼野生 19.17 ppm、花嶼野生 19.11 ppm 含量較高，汞含量都在 0.02 ppm 以下，普遍都很低 (表 5)。

表 4 紫菜粉游離胺基酸含量 (mg/100g)

|    | 游離胺基酸名稱                       | 講美養殖 1 期 | 講美養殖 2 期 | 白坑養殖 1 期 | 白坑養殖 2 期 | 姑婆嶼野生  | 花嶼野生   | 進口    |
|----|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|-------|
| 1  | 磷絲胺酸(O-Phosphoserine)         | 22.23    | 9.63     | 13.37    | 8.70     | 15.71  | 23.99  | 3.84  |
| 2  | 牛磺酸(Taurine)                  | 484.76   | 202.18   | 305.42   | 165.35   | 351.33 | 327.91 | 27.48 |
| 3  | 天門冬胺酸(L-Aspartic Acid)        | 78.96    | 34.66    | 46.02    | 19.11    | 68.73  | 89.64  | 4.11  |
| 4  | 蘇胺酸(L-Threonine)              | 31.87    | 28.07    | 32.02    | 20.19    | 66.46  | 22.54  | 3.15  |
| 5  | 麩胺酸(L-Glutamic Acid)          | 343.13   | 107.86   | 266.70   | 77.58    | 255.33 | 375.97 | 14.26 |
| 6  | α-胺基己二酸(L-2-Aminoadipic Acid) | ND       | ND       | ND       | ND       | 0.36   | 0.40   | ND    |
| 7  | 甘胺酸(Glycine)                  | 12.96    | 11.26    | 15.95    | 12.37    | 17.79  | 16.79  | 2.57  |
| 8  | 丙胺酸(L-Alanine)                | 666.77   | 266.54   | 439.46   | 312.54   | 81.75  | 255.82 | 26.96 |
| 9  | 瓜胺酸(L-Citrullin)              | 53.99    | 24.91    | 56.00    | 41.36    | 558.67 | 461.54 | 3.77  |
| 10 | 纈胺酸(L-Valine)                 | 12.86    | 9.31     | 13.06    | 10.10    | 9.39   | 10.54  | 2.77  |
| 11 | 胱胺酸(L-)-Cystine)              | ND       | 0.25     | 0.13     | 2.68     | ND     | ND     | ND    |
| 12 | 異白胺酸(L-Isoleucine)            | 12.40    | 6.95     | 11.93    | 9.21     | 8.32   | 10.59  | 1.36  |
| 13 | 白胺酸(L-Leucine)                | 12.23    | 5.88     | 9.30     | 7.95     | 8.00   | 8.73   | 2.63  |
| 14 | 酪胺酸(L-Tyrosine)               | 7.62     | 5.32     | 6.67     | 5.25     | 9.06   | 13.58  | 0.73  |
| 15 | 苯丙胺酸(L-Phenylalanine)         | 6.67     | 4.36     | 6.99     | 6.44     | 7.19   | 7.08   | 2.14  |
| 16 | 色胺酸(Tryptophan)               | 1.66     | 0.52     | 1.33     | ND       | 1.58   | 1.55   | 0.13  |
| 17 | 鳥胺酸(L-Ornithine)              | 1.59     | 0.86     | 1.96     | 3.55     | 6.08   | 6.19   | 0.53  |
| 18 | 離胺酸(L-Lysine)                 | 9.85     | 7.17     | 7.18     | 6.32     | 8.16   | 7.58   | 4.98  |
| 19 | 組胺酸(L-Histidine)              | 1.99     | 1.46     | 2.25     | 1.03     | 2.40   | 2.18   | 0.21  |
| 20 | 甲肌肽(L-Anserine)               | ND       | ND       | ND       | ND       | 1.42   | ND     | ND    |
| 21 | 肌肽(L-Carnosine)               | ND       | ND       | ND       | ND       | 0.50   | ND     | ND    |
| 22 | 精胺酸(L-Arginine)               | 13.01    | 15.25    | 14.74    | 10.79    | 14.27  | 13.87  | 17.26 |
| 23 | 脯胺酸(L-)-Proline)              | 6.65     | 2.74     | 2.76     | 3.45     | 4.82   | 6.31   | ND    |
| 24 | 磷乙醇胺(O-Phosphoethanolaminic)  | ND       | ND       | ND       | ND       | ND     | ND     | ND    |

|    |                                                      |        |       |       |       |       |       |      |
|----|------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 25 | 絲胺酸(L-Serine)                                        | 15.73  | 5.57  | 12.27 | 8.33  | 9.87  | 15.00 | 1.51 |
| 26 | 天門冬醯胺(Asparagine)                                    | 120.75 | 34.82 | 53.55 | 30.56 | 12.22 | 18.47 | 2.92 |
| 27 | 甲基甘膠酸(Sarcosine)                                     | ND     | ND    | ND    | ND    | 1.84  | 4.75  | 0.24 |
| 28 | $\alpha$ -胺基正丁酸<br>(DL-2-Aminobutyric Acid)          | 3.82   | 3.14  | 3.40  | 2.40  | 1.76  | 2.78  | 0.43 |
| 29 | 甲硫胺酸(L-Methionine)                                   | 1.33   | 0.38  | 1.11  | 1.06  | 2.56  | 4.36  | 1.48 |
| 30 | 胱硫胺酸(L-Cystathionine)                                | 4.22   | 0.37  | 2.30  | 1.35  | 3.12  | 0.95  | ND   |
| 31 | $\beta$ -丙胺酸( $\beta$ -Alanine)                      | 1.19   | 1.91  | 3.15  | 1.75  | 0.12  | ND    | 0.15 |
| 32 | $\beta$ -胺基異丁酸<br>(DL-3-Aminosobutyric Acid)         | ND     | 0.14  | ND    | ND    | ND    | 0.12  | ND   |
| 33 | $\gamma$ -胺基丁酸( $\gamma$ -Aminobutyric Acid)         | 2.11   | 2.03  | 2.23  | 1.56  | 0.34  | 0.30  | 0.62 |
| 34 | 乙醇胺(Ethano; Amine)                                   | 1.38   | 1.81  | 2.28  | 2.04  | 1.01  | 2.08  | 1.78 |
| 35 | DL-異經機離胺酸<br>(DL-plus allo- $\delta$ -Hydroxylysine) | ND     | ND    | ND    | ND    | 2.13  | ND    | ND   |
| 36 | 1-甲基組胺酸(L-1-Methylhistidine)                         | ND     | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND   |
| 37 | 3-甲基組胺酸(L-3-Methylhistidine)                         | ND     | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND   |
| 38 | 經基脯胺酸(L-Hydroxyproline)                              | ND     | ND    | ND    | ND    | ND    | ND    | ND   |
|    | 合 計                                                  | 1932   | 795   | 1334  | 773   | 1532  | 1712  | 128  |

ND : not detected (未檢出)

表 5 紫菜粉礦物質含量 (mg/kg)

| 礦物質名稱      | 講美<br>養殖 1 期 | 講美<br>養殖 2 期 | 白坑<br>養殖 1 期 | 白坑<br>養殖 2 期 | 姑婆<br>野 生 | 花<br>野 生 | 進 口   | 檢測極限  |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------|-------|-------|
| 鈣(Calcium) | 4910         | 6140         | 3190         | 3830         | 4430      | 4140     | 4870  | 0.5   |
| 鐵(Iron)    | 568          | 345          | 164          | 270          | 166       | 696      | 368   | 0.5   |
| 鉛(Lead)    | 0.624        | 0.400        | 0.150        | 0.461        | 1.973     | 0.297    | 0.530 | 0.005 |
| 鎘(Cadmium) | 0.806        | 0.634        | 0.332        | 0.305        | 1.098     | 1.015    | 2.463 | 0.005 |
| 砷(Arsenic) | 17.06        | 15.09        | 20.32        | 12.32        | 19.17     | 19.11    | 4.97  | 0.01  |
| 汞(Mercury) | 0.016        | 0.014        | 0.011        | 0.020        | 0.011     | 0.013    | 0.012 | 0.005 |

## 結語

紫菜營養價值廣受大眾認知及喜愛，尤其發展中國家追求海洋天然食品已蔚為時尚，一般家庭會將紫菜做成紫菜蛋花湯、炸紫菜丸子等，而市售紫菜產品大多做成即時調味紫菜片或添加於餅乾、麵條等（顏，2012）及製成紫菜醬及紫菜醬油（李，2004）、紫菜酒（劉，2006）。澎湖是臺灣地區紫菜的產量與產值均居冠的地區，各種紫菜

經過各項成分分析，顯示含有豐富粗蛋白、總膳食纖維、脂肪酸及游離胺基酸，適合各年齡層補充營養，尤其適合銀髮族及素食人口補充植物性蛋白質、鈣質及膳食纖維。除此之外紫菜萃取物亦具有抗氧化、抑制酪胺酸酶活性、促進人類皮膚纖維母細胞增生及分泌膠原蛋白等功效（陳，2009），可製作美妝產品。如能有效利用澎湖紫菜機能性物質，不僅可創造就業機會及增加養殖收入，且可促進澎湖紫菜蓬勃發展。