

食品營養簡訊

第34期



Newsletter from the Department of Food & Nutrition - Providence University

系主任的話

靜宜大學食品營養學系主任 詹吟菁

各位親愛的系友們，大家平安！

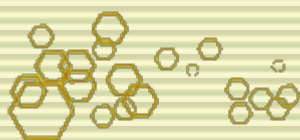
在99年度的下半學期，首先要大大的賀喜本系教授，同時也是優秀系友周淑姿教授榮獲 99 學年度校級績優導師獎。本學期除專業理論的各項課程外，系上仍舊持續舉辦了多元的創意競賽，包括食品營養學系成果展之「加工食品創意競賽」與「輕食下午茶創意競賽」，另有「百年一嚐、菇且一試」工廠實務成果展、食物製備成果展及膳食計畫與供應成果展等，充分展現同學的專業學習成效、團隊合作的精神、與另人驚豔的各項巧思。

這幾年來，相信藉由各項活動的呈現，讓同學的學習於無形之中，均能朝著本系所訂立的「強化基礎與應用課程，連結理論與實務之訓練，以培育食品與營養專業兼備之人才」之教育目標而邁進；也因此更強化了本系學生於畢業前所應具備之核心能力，儲備其日後的競爭力。但是千萬別忘了，除了系上課程所提供的專業訓練外，個人不斷的求知、持續成長、抗壓能力的培養與尊重職場倫理，更是致勝的關鍵要素喔！

時光荏苒，轉眼間又到了學年度交換的時刻。個人也將於此，將此重任轉交給詹恭巨老師。相信在他的領導之下，靜宜食營系定會朝更好的方向，繼續發光發亮!讓我們共同努力!

民國百年 祝福大家
幸福百分百 快樂到永久

詹吟菁 敬上 100年盛夏





食品專欄

纖維素水解酵素於綠藻工業之應用研究

Application of the cellulose hydrolase on chlorella industry

江善宗 (Shann-Tzong Jiang)、殷儷容 (Li-Jung Yin)

我國對於單胞綠藻的培養研究，始於民國46年，首先由中央研究院、中興大學、糖試所等機構各自從事研究工作，由於日本中村浩博士所著的「綠藻飼料」、「綠藻飼料之實際」(Nakamura, 1963)二書，以及武智芳郎所著「綠藻-其基礎與應用」等著作，引起學術界普遍的關注，亦有畜牧業者以及商人投資於單胞綠藻生產，並透過報章雜誌的宣傳，至民國53年，全省約有300餘戶從事不同規模大小的培養生產。

民國55年時，單胞綠藻培養技術有很大改進，在政府輔導下，屏東地區增加50多戶，其他在台南、玉里等地亦設有方形水車轉動培養池、屏東糖試所採用階段式人工攪拌培養池、屏東合作農場圓形噴水式培養池，以及屋頂式培養方式皆適合做為一般生產設計之標準。在工業化生產方面，則有水泥池機械攪拌培養和密閉式醱酵培養，以化學培養基配方生產可供人類食用的綠藻粉末，應用於食品及藥劑方面已有許多研究，在市場冷飲方面也曾有利用單胞綠藻製成之乳酸飲料，又有綠藻麵包、綠藻醬油等，更有數家大藥廠及醱酵公司，研究由綠藻中抽取維生素和製成綠藻生長素(CGF)以做為補充人體營養的健康食品。在民國65年創造綠藻製品外銷的最佳實績。然而在民國67年間，日本及歐洲國家發生眾多「光過敏」事件，例如：1977年日本發生因綠藻攝取過量所引起的中毒事件。患者在攝取綠藻後，被日光曝曬到的身體表面部分會產生紅斑(內皮細胞腫大，真皮層的小血管及皮下的脂肪組織產生血栓)。研究結果證實，乃因綠藻在加工過程中，會產生脫鎂葉綠酸鹽(pheophorbide)及其酯類，造成光過敏現象(Jitsukawa et al., 1984)。在歐洲亦發生家畜因攝取特定的牧草後，對日光敏感引起皮膚炎，嚴重者甚至死亡，亦為去鎂葉綠酸鹽所致。一般而言，植物在儲存、加工或烹調時，會使葉綠素轉變為脫鎂葉綠酸鹽(圖一)，同時顏色由綠色轉棕色。由於這些光過敏事件，使得綠藻的相關研究與消費逐漸減少。在台灣，有許多工廠亦因此而倒閉。事實上，發生這些事件的主因多是由於早期品管不合格的工廠製造出之不良產品所造成，而以現今之綠藻食品生產技術，且各生產工廠多有嚴格的製程控管下，消費者已毋需擔心食用綠藻會有任何的不適症狀。近來綠藻產品又開始興盛於日本及台灣，且產品形式已開發具多樣性、期能在符合衛生法規上，發展出兼具營養性、機能性與方便性的保健食品。

(A) 綠藻之培養與形態

綠藻為一種單細胞的藻類植物，細胞大小約為 2-8 μm ，與人體紅血球體積相似，必須藉由600倍以上的顯微鏡方可看見。

表一、綠藻與藍藻之培養與形態差異性

種類	比較項目	綠藻	藍藻
	發展起源	1948年美國開始戶外培養 1960年日本各國大量培養	非洲原住民已食用多年，1975年開始作為健康食品

培養方式	淡水培養	鹹水培養
細胞大小	小(約比藍藻小100 倍) 600 倍顯微鏡下才可看見	大 藉由放大鏡即可觀察到
細胞形狀	球狀	螺旋狀
細胞色素	葉綠素	藻藍素
外觀顏色	濃綠色	藏青色
細胞壁結構	以纖維素為主，較硬	醣與蛋白質化合物，較薄
食用國家	日本，台灣、東南亞	歐美各國
供給之營養	纖維素、鐵、鈣、維他命B群及葉綠素	維生素A、葉酸、蛋白質、β-胡蘿蔔素為主
特殊營養素	葉綠素、綠藻精（CGF）	藻藍素、抗氧化酵素（SOD）

資料來源：台灣綠藻工業股份有限公司 <http://www.taiwanchlorella.com.tw/>

(B) 綠藻的營養價值

商業來源的綠藻每 1 公克中約含有 60 億個綠藻細胞。綠藻的營養豐富，有低熱量且高營養素密度的特性，不同品種及來源的綠藻其每日建議量有所不同，味丹公司與台灣綠藻工業股份有限公司對其所生產之綠藻每天建議攝取量分別為 4 克與 5 克；另針對小球藻也有 6-25 克的每日建議攝取量。相較於一般蔬菜(以菠菜 100 克為例)，綠藻(以味丹公司所生產之綠藻為例)為低熱量、低鈉、含豐富磷、鐵、維生素 B 群、並提供維生素 C、D、E 的食物來源，這些營養素組成與含量受其品種、培養條件及加工製程所影響。如表二所示，不同生產公司的綠藻產品之營養素含量即略有不同，但性質類似。以國人攝食營養素參考攝取量（Dietary Reference Intakes, DRIs）對照來看(表三)，4-5 克的綠藻所提供的維生素 B2 和鐵分別可提供約 1/4 和 1/3 的 DRIs，也是綠藻產品的一個特色。綠藻與藍藻二者的特性略有不同(表一)，除一般營養素外，綠藻尚含有綠藻精—即所謂的綠藻成長因子（Chlorella growth factor, C.G.F.），主要成分包括核甘酸，短鏈蛋白質、游離氨基酸、核酸、多醣類、維生素、礦物質與特殊營養成份等。Chlorella pyrenoidosa 即因富含綠藻成長因子（C.G.F.）而以“King of Chlorellas”著稱。綜觀之，綠藻極適合作為一般成長中的孩童、青少年，生理功能下降的老人、抵抗力弱的病人、工作壓力大的上班族、只攝取植物性蛋白質的素食者、營養不均的外食及速食者的營養補充品。

表二、綠藻、藍藻及菠菜的營養素比較

來源	味丹企業股份有限公司		台灣綠藻工業股份有限公司		菠菜 100 g
	綠藻 4 g	藍藻 4 g	綠藻 5 g	藍藻 5 g	
熱量 kcal	15.85	13.92	21	17.1	22
蛋白質 mg	2.6	2.60	3.0	3.3	2.1
脂肪 mg	0.25	0.06	0.56	0.04	0.5
醣類 mg	0.53	0.74	0.8	0.93	3
纖維素 g	0.048		0.51		
鈣 mg	10	22.8	48.8	5.3	77
磷 mg	56	--	109.5	52.3	45
鎂 mg	10.4	15.2	19.95	12.93	58
鐵 mg	4.8	3.9	12.4	4.62	2.1
鋅 mg	0.11	0.12	--	0.3	0.6
鈉 mg	1.16	10.8	1.5	57.7	54
鉀 mg			46.35		
Vit A mg	0.4	--	0.84	6.8	0.638
Vit B1 mg	0.07	--	0.1	0.04	0.05
Vit B2 mg	0.32	--	0.24	0.17	0.08

Vit B6 mg	0.04	--	0.1	0.08	0.01
葉酸mg	0.09	--	0.085	0.08	--
Vit C mg	1.63	--	0.8	--	9
Vit D g			29.87		
Vit E mg	0.356	--	0.23	0.15	--

資料來源：

1. 行政院衛生署食品衛生處

<http://www.doh.gov.tw/newdoh/90-org/org-3/database/Welcome.html>

2. 味丹企業股份有限公司 http://www.vedan.com.tw/part01_sub01_05.htm

3. 台灣綠藻工業股份有限公司 <http://www.taiwanchlorella.com.tw/>

表三、綠藻及藍藻與國人攝食營養素參考攝取量

營養素需求 (31-51 歲適 度活動)	味丹企業股份有限公司		台灣綠藻股份有限公司	
	綠藻	藍藻	綠藻	藍藻
	4 g	4 g	5 g	5 g
熱量kcal	15.85	13.92	21	17.1
DRI	男女 2450 2050	男女 2450 2050	男女 2450 2050	男女 2450 2050
%DRI	0.6 0.8	0.6 0.7	0.9 1.0	0.7 0.8
蛋白質g	2.6	2.6	3.0	3.3
DRI	男女 56 48	男女 56 48	男女 56 48	男女 56 48
%DRI	4.6 5.4	4.6 5.4	5.4 6.3	5.9 6.8
鈣mg	10	22.8	48.8	5.3
DRI	男女 1000	男女 1000	男女 1000	男女 1000
%DRI	1	2.3	3.9	0.4
磷mg	56	--	109.5	52.3
DRI	男女 800	男女 800	男女 800	男女 800
%DRI	7	--	13.7	6.5
鐵mg	4.8	3.9	12.4	4.62
DRI	男女 10 15	男女 10 15	男女 10 15	男女 10 15
%DRI	48 32	38.6 25.8	124 82.7	46.2 30.8
VitA	0.4	--	0.84	6.8
DRI	男女 600 500	男女 600 500	男女 600 500	男女 600 500
%DRI	0.06 0.07	--	0.7 0.8	1.1 1.4
VitB1 mg	0.07	--	0.1	0.04
DRI	男女 1.2 1.0	男女 1.2 1.0	男女 1.2 1.0	男女 1.2 1.0
%DRI	5.7 6.8	--	8.3 10	3.1 3.7
VitB2 mg	0.32	--	0.24	0.17
DRI	男女 1.3 1.1	男女 1.3 1.1	男女 1.3 1.1	男女 1.3 1.1
%DRI	24.6 29	--	18.5 21.8	13 15.4
VitB6 mg	0.04	--	0.1	0.08
DRI	男女 1.5	男女 1.5	男女 1.5	男女 1.5

%DRI	2.7	--	6.7	5.3
葉酸 mg	0.09	--	85	0.08
DRI	男女 400	男女 400	男女 400	男女 400
%DRI	0.024	--	21.3	0.02

資料來源：

1. 國人社食營養素參考攝取量及其說明，第六版，92年，行政院衛生署。
2. 味丹企業股份有限公司 http://www.vedan.com.tw/part01_sub01_05.htm
3. 台灣綠藻工業股份有限公司 <http://www.taiwanchlorella.com.tw/>

綠藻的營養素

綠藻所含有的葉綠素是植物界之冠，故其顏色呈現翡翠綠色。它在17-20小時內可以分化4次，因此綠藻所含的核酸和胺基酸也是非常豐富(Shino et al., 1967)。綠藻中含植物性蛋白質(Morimura and Tamiya, 1954)、複合性澱粉、脂肪以及含有豐富的DNA及RNA(核酸)、維生素、礦物質(Borowitzka et al., 1988; Schubert et al., 1988)。

表四、綠藻(Chlorella)的一般成分

Macro Nutrients In Chlorella	
Macro Nutrient	Percent
Protein	58.4
Carbohydrate	23.2
Fat	9.3
Moisture	4.6
Ash	4.2
Fiber	0.3
Calories	411 cal/100gm

(黃，2000)

表五、綠藻(Chlorella)的維生素組成

Chlorella's Vitamin Content (mg/100gm)			
Vitamin	mg/100gm	Vitamine	mg/100gm
A	51,300IU	E	<1.5
Inositol	132	B-6	1.4
Niacin	23.8	Pantothenic acid	1.1
C	10.4	Biotin	0.2
B-2	4.3	B-12	0.13
B-1	1.7	Folic acid	0.09

(黃，2000)

表六、綠藻(Chlorella)的礦物質組成

Chlorella's Mineral Content (mg/100gm)	
Source	mg/100gm
Phosphorus	895.0
Magnesium	315.0
Calcium	221.0
Iron	130.0
Zinc	71.0
Iodine	0.4

(黃，2000)

綠藻的特殊營養成分及功能特性

綠藻的特殊營養成分及功能特性如下表所示。包括細胞壁纖維、DNA 與RNA 以及葉綠素等特殊營養素。其功能特性除可排除人體有毒物質、有助於腸道有益菌的生長外，預防細胞老化並延緩老化現象，並具有降低膽固醇及預防糖尿病現象(Cherng and Shih, 2005a ; Singh et al., 1998 ; Sano et al., 1988 ; Okuda et al., 1975 ; Tanaka et al., 1998)。

表七、綠藻的特殊營養成分及功能特性

特殊營養素	含量	功能
細胞壁纖維		1. 與體內有毒物質結合，排除有毒物質。 2. 纖維有助於腸道有益菌的生長。 3. 具有與重金屬如汞、鉛及鉻的結合作用，促進重金屬的排泄。
DNA 及RNA	DNA : 0.3 % RNA : 3.0 %	1. 改善組織及傷口的癒合。 2. 促進細胞修護或再生能力。 3. 預防細胞老化，延緩老化現象。
葉綠素	7 %	1. 其構造與紅血球的血紅素很類似。在人體的功能與血紅素類似，改善紅血球的活力，增加組織含氧量，改善體質及提供益菌良好的腸道生態環境。
(陳，2001)		

(C) 綠藻之生理保健功效

日本對綠藻的研究最早，綠藻在醫學上的應用最早見於 1953 年，癲瘋患者食用含有微細藻類的菜湯後其症狀得到緩解。早期的研究主要發現綠藻具有使動物及人類增重、改善過敏、調整腸胃機能及減緩發炎的好處。例如，給予長期服役的囚犯服用綠藻改善了其低白蛋白血症的現象(福井1967)。1962 年二木教授並以綠藻的熱水抽出液進行人體實驗結果發現可使2/3 的人體重增加。1964 年山岸博士並對小學四、五年級的兒童進行實驗，給予其每天2 克的綠藻，服用6 個月後發現較對照組的體重及身高都有顯著增加的效果。藤本教授以長崎地區的小學一、三、五年級的學童為對象，每人每天給予綠藻精片30 mg 食用後，學童的身長、體重及握力皆有良好的長進效果。(武智芳郎，綠藻在醫學上的應用，綠藻工業株式會社)。在飼料中添加5%、1-10%或2%綠藻時，分別可使兔子、老鼠或豬等試驗動物的體重與飼養效率增加。

1962 至1963 年間訖摩博士以含綠藻濃度11%的代用奶餵哺幼兒，發現可改善幼兒對牛奶過敏所引起的濕疹，且綠藻使攝取對象腸菌叢Lactobacillus bifidus 菌數會減少而L. acidophilus 則增加。1966 年齊藤博士也發現綠藻有促進腸蠕動的效果，進而改善患者的便秘症狀。小球藻抽出液有促進乳酸菌增殖及植物生長的效果(Lin 1992)。此外，1959 年荒川博士發現餵以含50%綠藻的基礎飼料可延長腹腔注射赤痢菌小白鼠之生存日數。山岸(1962)也發現攝取綠藻(每天2 克)可緩解胃潰瘍、十二指腸潰瘍、慢性胃炎等患者的病理症狀。

有關綠藻對血液生理調控方面，李等(1977)給予雄性Long-Evans 大花鼠添加3%綠藻粉(台灣綠藻公司製品)的飼料飼養8 週後空腹血糖會有顯著較高始時低的情況、體重較對照組增加；但對以四氧嘧啶(alloxan)誘致糖尿病的大花鼠而言，給予含3%綠藻之飼料僅有短暫的降血糖作用。王等人(1981)以雄性Sprague-Dawley 大鼠進行實驗，發現在高膽固醇飼料飼養時血清膽固醇的降低量與餵予的綠藻粉(臺陽綠藻生化股份有限公司)添加量(3-8%)呈劑量關係，但在一般飼養條件下綠藻粉對血清膽固醇無影響。

最近來有關綠藻粉末或萃取物的生理功效之研究發現更令人振奮。例如，在臨床上，小綠藻體對人體創傷、便秘、白血球減少症等具有療效(山田1992)。小球藻糖脂及磷脂也有預防動脈硬化之效果，可能是糖蛋白質、胜肽及核酸相關物質綜合性效果(林1994)。綠藻亦有促進免疫活性(Pugh 2001; Cheng and others 2004)及抗

氧化的效果 (Mallick 2004 ; Miranda 2001; Shibata 2003) , 不過詳細機制尚不清楚、有待研究。綠藻中之葉綠素可抑制有毒物質在腸胃道的吸收 (Morita 2001) 。綠藻 *Chlorella vulgaris* 對細菌和病毒感染 (Hasegawa 1997; Dantas and Queiroz 1999) 、腫瘤 (Morimoto 1995; Hasegawa 2000; Justo 2001) 及消化性潰瘍 (Tanaka 1997) 的發生有保護作用; 但綠藻萃取液對IFN-r 基因剔除的小鼠C57BL/6 受 *L. monocytogenes* 的感染無保護效果 (Queiroz 2003) 。又, 臨床研究也顯示給予神經纖維瘤、高血壓和潰瘍性結腸炎的病人每天10 克的純綠藻錠和100 毫升的綠藻萃取液達2 或3 個月可以使病人的症狀減緩、生活品質改善, 並使身體機能回復正常 (Merchant 2001) 。

自綠藻熱水萃取物的功能性觀之, C.G.F. 因可延長實驗室小鼠30%的壽命而被當作促進長壽的因子。以C.G.F. 餵食卵巢切除大鼠7 週後, 有降低血清總膽固醇和提高高密度脂質含量, 但會抑制增重、無改善骨質流失的效果 (Hidaka 2004) 。又, C.G.F. 可促進組織的生長、修護、排毒, 並藉由活化T 細胞、B 細胞和巨噬細胞, 加強殺手T 細胞和白血球的功能以及透過干擾素的製造來強化個體的免疫功能, 對各種感染和腫瘤疾病有預防作用。故推測綠藻對調節免疫、血脂、血糖, 改善生長、抗腫瘤、抗感染和抗氧化的功能性極可能與熱水可溶的C.G.F. 有關。Okuda (1969) 的發現也支持此可能性, 他發現活性因子存在於綠藻水抽出液內, 此抽出液在260 nm 有最大吸收的性質。由於綠藻水萃物的組成複雜, 與上述生理功能性有關的關鑑性成份、結構特性和結構-功能性間之關係尚未清楚。因此如何增加綠藻產品的水溶性、解析水溶性組成份、結構及生理功能性, 對綠藻的應用和消費時生理功能發揮到極大化即為相當重要, 亟待透過本計畫研究之。

(D) 影響綠藻水溶與消化性之因素

已知綠藻細胞壁組成視藻種與培養環境而異(林1991, 1994), 除了纖維素外, 小綠藻之酸可水解的細胞壁組成主要為rhamnose 和galactose, 次為arabinose、glucose 和xylose, 並有glucosamine (Takeda 1995) 。Ogawa 等(1999) 以¹³C NMR 技術鑑定發現在 *Chlorella vulgaris* K-22 細胞組成含有多量的glucuronic acid 和rhamnose [構成酸性多醣glucuronorhamnan], 降解物含有 α -D-glucopyranuronosyl- (1 \rightarrow 3)- α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- α -L-rhamnopyranose, 另亦有甲基化的rhamnose 殘基存在。Burczyk 等(1995)研究發現: 綠藻類的細胞壁結構大致可分成含有acetolysis-resistant biopolymer (ARB)和ketocarotenoids 的三積層結構(trilaminar structure, TLS)與不含上述物質的白色結構兩種型態, 視品種而異; 小綠藻 *C. vulgaris* 突變株的細胞壁不具有ARB 物質, 其均質液的單醣組成主為rhamnose (佔49%), 次為arabinose (12%) 及galactose (19%), 另少量糖類為glucose, mannose 和xylose (共約20%); 另有突變株細胞壁均質液之單醣組成則galactose (38%)高於rhamnose (27%)含量, 次要單糖為mannose 及xylose (各約13 及15%)。比較另一小綠藻 *C. fusca* 突變株具有ARB, 其單糖組成則以mannose (47-75%)為主, 次為glucose (4-27%)、rhamnose (2-16%)或fucose (1-23%), 其他的糖類殘基則微量。由此可知, 不同藻源的細胞壁耐降解性不同, 有必要鑑定細胞壁醣類組成及結構特性, 藉以輔助選定目標酵素來降解綠藻細胞壁。大致上, 可考慮用於去除綠藻細胞壁之酵素包括: 纖維酵素、半纖維酵素、果膠酶、角質酶、 β -葡萄糖苷酸酶(β -glucuronosidase)等(坂口與山田1982; 山田等1986)。另外有顯著量的glucosamine被發現於小綠藻細胞壁中(Burczyk and others 1999; Takeda 1995)之事實。故利用幾丁質酶或幾丁聚醣酶(Fu and others 2003; Pantaleone and others 1992; Yalpani and Pantaleone 1994)以輔助性降解小綠藻源是非常值得探討的。

(E) 綠藻保健產品待解決之問題

在綠藻細胞壁成份與製品特性方面, 因緣於綠藻屬真核生物(Eukaryotes)(林1991),

球狀藻體的直徑約5 μm，噴霧乾燥所成粉末的粒徑約50-100 μm (林1994)。綠藻類細胞壁有很強的耐酵素與化學降解性(Burczyk and others 1999)。綠藻的厚細胞壁一直是綠藻產品開發時豐富的營養素能否被消化吸收以及功能因子能否釋放的討論重點。尤其針對目前常見的使用狀態(噴霧乾燥粉末之錠劑)，綠藻細胞壁在人體對綠藻營養甚至生理活性物質之吸收利用的高阻隔性，不同於屬原核生物(Prokaryotes)、易破碎、容易消化吸收的藍綠藻(林1987, 1994)的情形。故去除細胞壁的障礙仍是一項極為重要、待克服的問題，對後續開發富含特定生理活性物質、有商業優勢的綠藻產品益形重要。欲解決此細胞壁問題的方法有：酵素降解細胞壁法及以生物工程開發具薄壁細胞之綠藻。其中，酵素降解法對業界所採大型處理槽的適用性遠優於機械破碎法，是目前最可行、值得優先研究開發的方法，但重點為：細胞壁分解酵素必須專為業界特色而開發的專有酵素複方、須適用在10-15 °C 低溫綠藻漿槽中進行；另外，綠藻細胞壁組成與結構必須加以鑑定確知，始有利於以最佳效率開發出重點酵素來，並可能為未來長程發展基因轉殖生產薄壁或富含其他功能性成份的修飾綠藻之基礎。

(F) 一般植物及綠藻細胞壁主要的成分

植物的細胞壁主要是由纖維素(Cellulose)、木質素或木纖維(Lignin)、角明質(Cutin)、軟木質(Suberin)、半纖維質(Hemicelluloses)、單寧(Tannin)、幾丁質(Chitin)、加羅斯(Callose)、植物黏液(Mucilages)等所構成，以木材來說，三種主要的成份，分別為纖維素 (cellulose) 佔了35 至50%，半纖維素 (hemicellulose) 佔了20 至30%，而木質素 (lignin) 則佔了20 至30% (Subramaniyan, 2002)。但隨著不同的植物或者種子，其中的比例就隨之不同，像草本類植物的纖維素和半纖維素等物質比例就會跟木本植物有所差異 (Lee, 1999)。其中纖維素是地球存在量最豐富的有機物，此類纖維物質以往大都未被善加利用而任其腐朽。近年來，由於人口的增加所伴隨而來的糧食危機與能源短缺問題接踵產生。以位居亞熱帶且四面環海的台灣而言，因具有良好的氣候及發達的農業技術，故年年皆有及豐富的農作物產生，然此類農作物伴隨產生大量的纖維廢棄物，據研究由稻草、蔗渣及蔬果加工廠所生產之廢棄物，每年達600 萬噸 (吳, 1987)。一般只用在飼料、造紙及燃燒產能等，缺乏有效率的利用，因此如何將之轉化為再生性的生物資源便成為重要的課題。植物含有自然界中最豐富的碳源，而植物的細胞壁可分成兩種：初生細胞壁 (primary walls) 和次生細胞壁 (secondary walls)。初生細胞壁在任何植物中的細胞都會有，次生細胞壁則在細胞停止生長時以後才會形成。而木本植物的木質部細胞會藉由lignin 的堆積，會使次生細胞壁更加堅固和厚實 (Cosgrove, 1998)。

綠藻或稱小球藻(Chlorella)英文名稱之由來係因其細胞含多量葉綠素所致，乃1980 年由荷蘭細菌學家Beijerinck 發現及命名，同時完成其分離與純化培養的工作。細胞形狀因品種不同而呈圓球型或橢圓球型，大小介於2-12 微米(micrometer)之間，隨種類、細胞年齡、營養或環境因子而異；細胞中含有單一葉綠體；具簡單的無性生活史，細胞的繁殖直接由成熟的母細胞分裂成4、8 或16 個不具游動性的自營性孢子(ausospores)或稱為子細胞(daughter cells)，再穿透母細胞壁釋放出來。綠藻除了能光合作用行自營性生長外，某些種類亦能利用有機碳源(如醋酸、葡萄糖等)行異營性生長，甚或與光合作用同時進行，亦即所謂的混營性生長(mixotrophic growth)。根據藻類學家的分類，綠藻是屬於植物界(Plantae)葉狀植物亞界(Thallophyta)綠色植物門(Chlorophyta) 綠藻綱(Chlorophyceae) 綠球藻目(Chlorococcales) 單細胞綠藻科(Chlorellaceae)中的小球藻屬(Chlorella)；而微生物學家則將綠藻歸屬Chlorophycophyta這一門(division)中。Kessler (1982, 1984)依據綠藻之生化及生理特性，將其分成14 個種，88 個品系(strains)，綠藻除具醫療及保健食品功能外，由於其細胞構造簡單、生活史單純(僅具無性生殖)，且生長快速、營養需求低，因此是植物生理及生化研究上很好的模式生物(model organism)，例如，Calvin 便是利用小球藻細胞來研究植物光合作用的機制。而除去細胞壁的綠藻原生質體，除了可供學術上便利於生化分析及研究胞器之外，更是細胞融合或遺傳物質導入不可或缺的材料，加上小球藻本身不具有性生殖能力，無法以雜交方式改變其遺傳性狀，故在工業上生產的小球藻品種改良方面，原生質體的研究更是重要。

綠藻細胞壁構造及成份頗複雜，根據Yamada 和Sakaguchi(1982)在電子顯微鏡底下觀察，綠藻細胞壁在結構上可分為三類：第一類為具有三層之外層構造者(trilaminar outer layer)，第二類為具有單層外層構造者(outer monolayer)，第三類為不具外層構造者，如下表(表八)所示：

表八、一些綠藻藻種細胞壁之構造與成份

Species	Structure	Composition	Reference
<i>C. pyrenoidosa</i> 澱粉核綠藻	outer layer – a continuous matrix linner layer – microfibrillar network	Hemicellulose (galactose, mannose, arabinose, xylose, rhamnose) (glyco) protein, lipid, α -cellulose, (glucose, galactose, mannose, rhamnose)	Northcote et al (1958)
<i>C. fusca</i> var. <i>vacuolata</i> (Cambridge 211/8p)	outer layer – trilaminar component linner layer – microfibrillar network	containing sporopollenin -- *	Atkinsn et al (1972)
<i>C. ellipsoidea</i> Gerneck (IAM C-27) 橢圓形綠藻	alkali – insoluble “rigid wall” alkali – soluble hemicellulose	glucosamine rhamnose, xylose, arabinose, mannose, galactose	Takeda et al (1978)
<i>C. fusca</i> Shihira et Krauss var. <i>vacuolata</i> SAG 211-8b		80 % carbohydrate (mannose:glucose = 2.7:1) 7 % protein 13 % unidentified	Loos et al (1982)

*could be digested by cellulase

(G) 纖維素 (cellulose) 的種類

自然界最多的碳水化合物是纖維素。纖維素是以葡萄糖 (D-glucose) 為主要的構成單位，藉由 β -1,4-glucosidation 結合而成直鏈狀；鏈與鏈之間，以氫鍵來彼此結合折疊成緊密的高度結晶多醣體 (homopolysaccharide)。纖維長鏈間氫鍵形成的差異可將纖維素區分為非結晶區 (amorphous domain) 及結晶型區 (crystalline domain)。非結晶區是指在纖維長鏈在結合時，氫鍵接和的不好，所形成的空洞狀區域；結晶區是指纖維長鏈排列整齊，彼此密和的很緊，由氫鍵互相連結成四方體，形成一段長且穩定的區域。一般纖維素的聚合度 (degree of polymerization, DP) 約為3,500-10,000 單位分子，纖維素的結晶區具有較強的抗化學藥品性。且這樣的結構，通常並不為一般動物所能消化吸收，必須將它們分解成單糖才能被利用 (Cosgrove, 1998)。

(H) 半纖維素 (hemicellulose) 之種類

半纖維素存在於植物組織中，是一種不屬於纖維素的多醣體 (Woodward, 1984)。半纖維素主要是由五種不同的單糖所組成的無結晶型纖維物質，分別為：L-arabinose、D-galactose、D-glucose、D-mannose 和D-xylose。其中又以木醣 (D-xylose) 所構成的多醣體聚木醣 (xylan) 為植物細胞壁構成主要成分，可以說聚木醣是自然界第二多的有機碳水化合物 (Lee, 1999)。在陸地植物的細胞壁裡，聚木醣是相當多的半纖維素多醣體。聚木醣主要是以木醣為主要的構成單位，藉由連接 β -1,4-D-xylopyranose residues 形成主幹(Whistler, 1970)。聚木醣都會有異質多醣體(heteropolysaccharides)的存在，而異質多醣體的分類方式由於鏈結及取代基不同而有差別。(Biely, 1985; Puls, 1989) 最常見的取代基為acetyl、arabinosyl 和glucuronosyl (Whistler, 1970)。硬木(Hardwood)的聚木醣以O-acetyl-4-O-methylglucuronoxylan 為主，聚合度 (DP) 約為150-200，主鏈每第十個xylose 在第二碳位置帶有4-O-methylglucuronic acid。(Timell, 1964) 而硬木中的每

個xylose 的第二碳或第三碳位置可能會被甲基化，其中第三碳的位置會多於第二碳（Bouveng, 1961；Lindberg, 1973）。軟木（Softwood）是由arabino-4-O-methylglucuronoxylan 所組成，軟木所含有的4-O-methylglucuronic acid 比硬木多，會在Xylose 的第二碳位置連結，且xylan並無大量甲基化，其中被甲基化的區域被 α -L-arabinofuranose 所取代， β -D-xylopyranose、4-O-methyl- α -D-glucuronic acid 和L-arabinofuranose 之含量比例為100：20：13。（Puls, 1993）軟木的聚木醣則會比硬木的聚木醣短，聚合度只有70-130，也較少分支。

(I) 聚木醣酵素（Xylanase）

聚木醣有許多種的形式，所以也要有相當複雜的分解酵素系統，參與降解之酵素可分成多種不同類型。可分成以下幾類（Coughlan and Hazlewood, 1985）：（1）Endo- β -1,4-xylanase（E.C. 3.2.1.8）又稱 β -1,4-xylanxylanohydrolase，為內切型的聚木醣酵素，存在於多種植物、細菌及真菌中，連淡水魚中的肌肉也有。此酵素可隨意的作用於沒有取代基或支鏈存在之聚木醣主鏈部位，打斷主鏈釋放出寡醣。（2） β -1,4-xylosidase（E.C. 3.2.1.37）又稱 β -1,4-xylan xylohydrolase，主要作用的地方在於雙木醣或低聚木醣，在非還原端釋放出D-xylose 出來，多存在於細菌或真菌中。基質和此酵素親和性會隨基質的聚合度增加而降低，因此對長鏈的聚木醣不具活性。然而exoxylanase 它對雙木醣沒有任何的酵素活性， β -xylosidase 卻可以容易的打斷（La-Grange, 2000）。（3） α -L-Arabinofuranosidases（E.C. 3.2.1.55）存在植物、細菌和真菌中，於適當基質中可催化阿拉伯醣取代基和木醣中的 α -1,2、 α -1,3 或 α -1,5 鍵結斷裂，釋放出阿拉伯醣（Morales, 1995）。（4） α -D-Glucuronidase（E.C. 3.2.1.1）可打斷D-glucuronic acid 和xylose 或4-O-methyl ether 和xylose 之間的 α -1,2-glycosidic 鍵結。是一種非常重要的酵素，因為此酵素可以將利用 α -1,2 鍵結的各種不同物質給切開，而這種鍵結跟木質素鍵結方式非常接近，所以 α -glucuronidase 也可以分解木質素（Hazlewood, 1993）。

（5）Acetylxylan esterase（E.C. 3.1.1.6）和Phenolic acid esterases Acetylxylan esterase 可以把acetic acid 和xylose 之間的鍵結打斷。phenolic acid esterases 可水解基質中帶有酚類等芳香族支鏈及聚木醣，釋出ferulic 或p-coumaric acid。藉由acetylxylan esterase 和Phenolic acid esterases 清除這些各種支鏈來使半纖維素和木質素分離（Christov, 1993）。

(J) 聚木醣酵素（Xylanase）的應用

早期的報導指出，聚木醣酵素對植物來說是致命性的。微生物可以藉由 β -xylanase 和 β -cellulase 一起來分解細胞壁上的纖維素，而侵入植物體內的細胞（Esteban, 1982）。但有些植物則會產生寡醣，來抵禦聚木醣酵素入侵，進而達到防禦的效果。所以也有人以此在做植物免疫的方面研究的題材。（Cosgrove, 1998）目前聚木醣酵素主要是應用在造紙工業和紙漿工業，因為造紙工業在紙漿的製作時，是採用Kraft pulping 的方式，起先加入NaS₂/NaOH 水溶液，然後用加熱到170℃兩個小時，來將木質素分解或溶出，紙漿的顏色會是亮棕色。但此時紙漿中仍有大量的木質素殘留。為了要把紙漿變的比較白而明亮，就要將所有的木質素除去，將殘留木質素除去的過程就叫做漂白。而化學的方法處理會比物理的方法來的更有效率。紙漿中的殘餘木質素在煮的時候被徹底的氧化而變黑，且並不容易被移除；這是因為木質素會與半纖維素、甚至是跟纖維素結合的緣故（Madlala, 2001）。一般造紙工廠主要是用氯來處理，因為氯並不會有褪色的能力，但會分解木質素或使木質素氯化，並且不會破壞纖維素。其次再將氯化的物質洗去，而達到漂白的功能。使用氯氣來去除木質素，並不能完全的去除，且會產生一些有毒性的物質，例如：chlorophenol、chlorobiphenyl 和其他類似的chlorolignin 衍生物，對生態界造成相當大的污染（Mohn, 1997）。由於經過了Kraft pulping 的過程，木質素是跟半纖維素結合在一起，而這時候的紙漿是處於高溫且鹼性的環境下，利用聚木醣酵素可將半纖維素中所含的聚木醣給分解，這樣就會使木質素跟纖維素給分離，就可以輕易的將木質素去除（Subramaniyan, 2000）。也有人嘗試利用可分解木質素的酵素來去除木質素，但是效率相當的差，比不上使用聚木醣酵素的結果。

(K) 纖維素水解酵素（cellulase）

纖維素水解酵素是一群水解酵素，可將不具溶解性的纖維素分解成單糖

(Wood,1985)。這些酵素包括：(1)內切型纖維素水解酵素(endo- β -1,4-glucanase) E.C.3.2.1.4此酵素又稱 β -1,4-D-glucanhydrolase 或carboxymethylcellulase (CMCase)，是glycoprotein的一種，分子量約為53,000-145,000D。作用在纖維素的非結晶區(amorphous domain)，可將纖維素的 β -1,4鍵，以非特異性(random)的方式予以水解，將纖維素分解成glucose、cellobiose和cellodextrin。此酵素也會分解carboxymethylcellulose (CMC)、cellodextrin及一些水溶性的纖維分解衍生物，缺乏獨立分解結晶型纖維素的能力，但在exoglucanase的共同作用下，可以很有效率地分解結晶型纖維素。此酵素是一種可被纖維素誘導(induced)產生的酵素。

(2)外切型纖維素水解酵素(exo- β -1,4-glucanase) E.C.3.2.1.91此酵素又稱 β -1,4-glucan cellobiohydrolase或cellulose- β -1,4-glucan cellobiosidase。為glycoprotein的一種，分子量約為42,000~65,000D。此酵素可分解結晶型纖維素，如微結晶型(microcrystal)的棉花。它可自纖維素末端起，以纖維雙醣(cellobiose)為單位將之水解。在endoglucanase的共同作用下，是具有良好的分解結晶型纖維素的能力。(3) β -葡萄糖苷酵素(β -1,4-glucosidase) E.C.3.2.1.21 β -葡萄糖苷酵素(β -1,4-glucosidase)又稱 β -1,4-glucohydrolase或cellobiase。是glycoprotein的一種，分子量約為50,000~410,000D。可將纖維雙醣(cellobiose)或纖維寡醣(cellooligosaccharide, DP=3~4)自非還原端起，以葡萄糖一個單位予以水解。

由於能將纖維雙醣分解成葡萄糖，可以減少纖維雙醣對於endo- β -1,4-glucanase及exo- β -1,4-glucosidase活性的抑制作用，但是 β -1,4-glucosidase本身的活性則會受到葡萄糖累積的抑制。

(L) 纖維素水解酵素 (cellulase) 的應用

纖維素水解酵素的用途相當的廣泛，最早被研究的時間是在第二次世界大戰的時候，當時美國陸軍在南太平洋地區，所有的衣服、沙袋和帳棚等纖維物質都受到嚴重耗損，所以包括美國陸軍等數個研究單位來解決其中相關的問題(Bhat, 1997)。纖維素水解酵素主要是應用在食物、動物飼料、紡織品、燃料以及化學工業。其他用途包括：廢棄物處理、藥與製藥工業、原生質體的生產、基因工程以及污染防治等(Beguin, 1993; Coughlan, 1985; Mandels, 1985)。在食品加工上，(a)可將食品中纖維素水解改進口感；(b)將纖維素材料進一步糖化工作發酵的碳源(陳, 1993)；

(c)部分食品原料包覆在纖維素內不易被利用時，可藉由纖維素水解酵素之先處理再加以利用，可以得到較高的果汁榨汁率與種子抽油率；(d)可增加果汁的澄清度；

(e)在豆類發酵方面，醬油或味噌製造時可以利用纖維素纖維分解酵素來去除豆類外皮；(f)纖維素水解酵素還可以將食品原料中纖維素的移除，使香味、酵素等成分亦釋出；(g)可以有效率的將澱粉從穀類或甜蕃茄中粹取出來。(Mandels, 1985)。在動物飼料方面，可以提高飼養寵物對植物纖維成分的利用，減低纖維素抗營養因子(Dierick, 1989)，改善單胃動物對於粗料或含高纖維穀類如大麥、燕麥的利用率(Hesselman, 1986)。在紙業及織品上，外切型纖維素水解酵素具有不改變纖維張力的特性，常用來做特殊的纖維修飾或表面處理，使得材質柔軟或較為光亮(Beguin, 1993)。纖維素水解酵素處理還可以去除胚布表面絨毛，提升布料防起毛球的特性及改善布料吸水等功能。利用耐高溫及耐鹼性的cellulase來使棉質衣物更加柔軟光亮(Ando, 2002)。

(M) 纖維素水解酵素(cellulase)的之生產與應用於綠藻細胞壁之水解

本實驗是由土壤中分離具有水解羧甲基纖維素(Carboxymethylcellulose, CMC)能力之菌株18(C-1~C-18)株，對CMC agar plate之水解環大小結果發現C-6之水解能力最佳，經鑑定結果發現該菌株為Cellulomonas菌屬，經四天培養可以得到最高纖維素酶活性(cellulase activity)。當以10%之酵素液進行綠藻水解(綠藻粉：水=1：4)，在50 oC 90分鐘之水解後，由綠藻液中葉綠體及蛋白量之釋放量、水解後殘留物乾重(圖一)及顯微鏡觀察結果發現(圖二)，在水解30分後即有明顯之葉綠體釋出以及細胞壁破裂情形，當水解60分鐘後，葉綠體釋出及細胞壁破裂程度已達到最

高。為了再次證明此胞外液能有效的水解綠藻細胞壁，並能提高綠藻對人體的營養價值，測定出胞外液含有蛋白酶活性，並利用此特性分解已破裂之綠藻細胞所釋出的蛋白質，發現水解30 分鐘後其胜肽與總游離胺基酸含量均有增加的趨勢，可提高綠藻所含之活性胜肽。

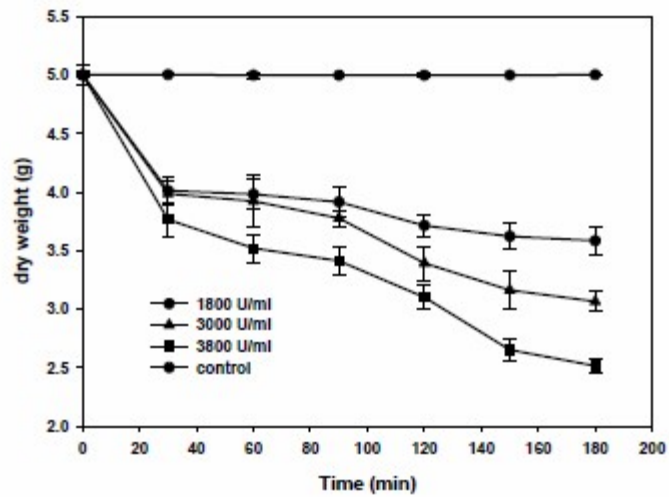


Fig. 1 Changes in dry weight of 20 % Chlorella water with different cellulase activity of 4 days cultivated *Cellulomonas* sp extracellular fluid during 3 hours hydrolysis at 50 °C

圖一、不同纖維素水解酵素活性的*Cellulomonas* sp. 胞外液在50 °C 水解20 %的綠藻三小時之殘留乾重變化 (彭顯惠, 2006)

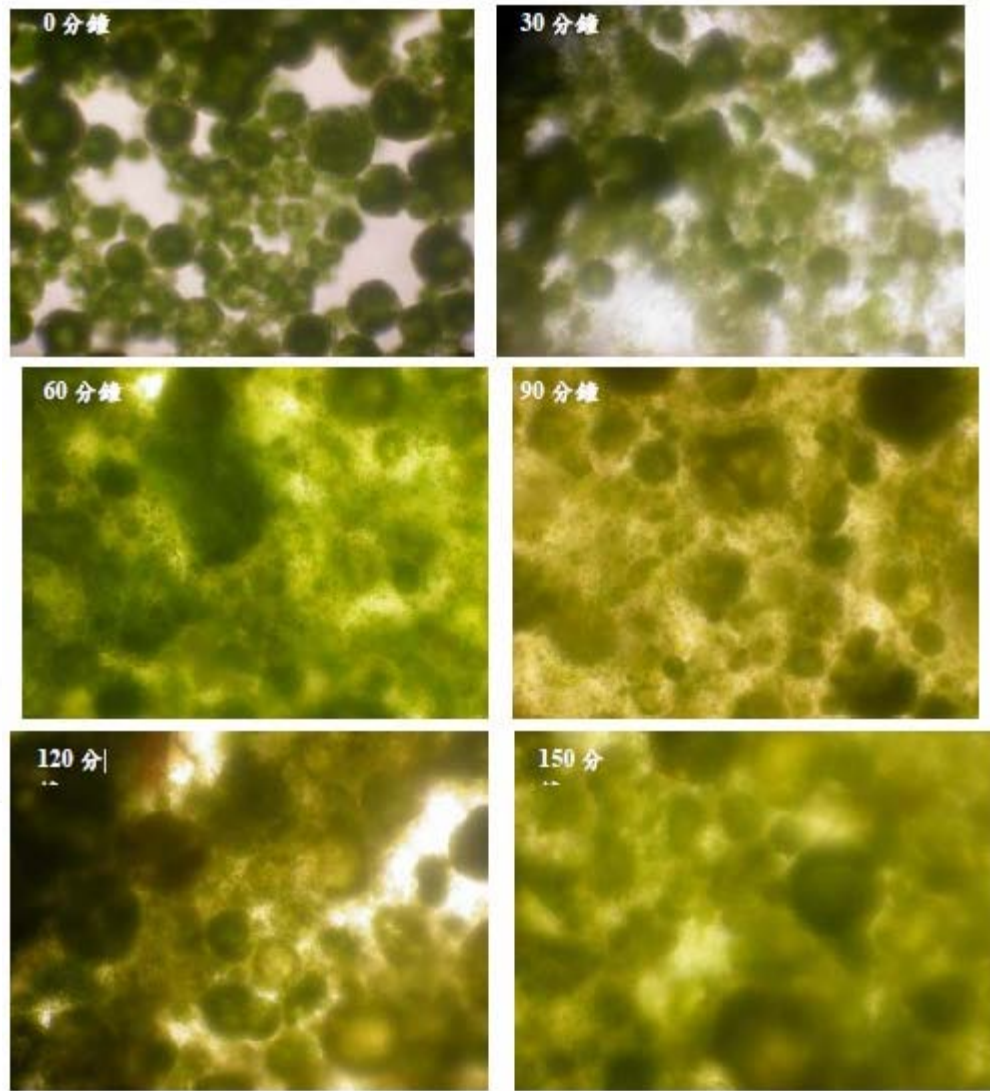


Fig. 2 The microscopic photograph of 20 % Chlorella water with 10 % extracellular fluid during 150 min hydrolysis

圖二、顯微鏡照片為10 %的胞外液加入20 %的Chlorella 水解0~150 分鐘 (X200, 彭顯惠, 2006)。

(N) 綠藻之研究展望

解析綠藻是否類似紅藻多醣降解物的生理機能性(小山等2004)，或如其他海藻多醣在體外試驗下可以有效增加單核白血球(monocyte)的活性，相關研究是相當重要的。由於綠藻類含豐富的蛋白質(約65%)，除傳統上視為單細胞蛋白質來源外(林1994)外，藻類蛋白質也具有潛在的功能性質與食品應用性，但相關研究尚在萌芽階段。Chronakis (2001) 研究藍綠藻蛋白質分離物的凝膠作用，包括熱轉換溫度、流變性質與參與作用的分子作用力。又，在綠藻相關多醣開發應用為食品膠質之功能性也尚未見研究，僅Yalcin 等(1994)發現小綠藻(*Chlorella sp.*)的胞外多醣組成主要為glucuronic acid 與arabinoe，其次為glucose，並有少量的fucose (α-和 β-anomers)，此多醣具有潛在的增稠功能性。故若能充份瞭解綠藻多醣與蛋白質成份之組成與流變性質或其他功能性質間之關係，不僅有助於增加綠藻生聚合物在食品上的應用性，也有利於開發多樣化、或有特殊質地的含綠藻類的食品，使產品不限於錠劑型態。

此外，未來若欲開發富含特殊生理活性物質之天然綠藻源之研究，可行方向也很多，值得未來進一步探討，如利用酵素降解綠藻細胞壁後再於特定部培養基中進行原生質融合、再生細胞壁成的綠藻，具有生產高量不飽和脂肪酸(如EPA)的能力(蓑島與藤田1990)，應用此法生產EPA 會比自魚油中萃取更具經濟價值，若以綠藻型態攝取EPA 也更自然、應較受消費者青睞。某些海水培養的綠藻科(如*Dunaliella sp.*) 因

富含 β -carotene 與甘油(林1994)而可被應用為健康食品素材之一。又，透過培養條件與基因工程改良綠藻可生產的潛在生理活性物質尚包括葉綠素(de Oliveira Rangel-Yagui and others 2004)、lutein (Shi and others 2002)、硒 (納奇等1990; Li and others 2003)和carotenoids (Mendes and others 1995)等。又，綠藻細胞的熱水萃出液可以保健飲料的型態銷售於市場(大石1993)，但綠藻粉末水溶性之改進、生理活性物加工安定性(光、熱、貯藏)之提高以及活性物質之萃取利用(低成本、高效率)等，也有許多研究改良的空間。

C、重要參考文獻

- 大石圭一。1993。海藻之科學，pp. 99-108。朝倉書局，東京，日本。
- 小山信人、酒井武、于福功、豬飼勝重、加藤郁之進，發明。寶酒造股份有限公司。2004。利用得自藻類之生理活性物質之醫藥品、食品或飲料。臺灣。專利第00577743 號。
- 山田理、蓑島良一、藤田匡，發明。日清製油株式會社。1986。クロレラのプロトプラストの調製法。日本。特開昭61-141879。
- 山田勝己。1992。微細藻類之應用，p.1-31。恒星社厚生閣，東京、日本。
- 納奇、法比安、史日爾伯瑞奇，發明。寇拉克茲哈士瓦拉公司。1990。具有改進生物效用之藻類的製備方法。臺灣。專利第00126269 號。
- 武智芳郎，綠藻在醫學上的應用，綠藻工業株式會社。
- 蓑島良一、藤田匡，發明。日清製油股份有限公司。1990。新穎綠藻之製造方法。臺灣。專利第00129773 號。
- 坂口健二、山田隆，發明。三菱化成工業株式會社。1982。クロレラの細胞壁の除去方法。日本。專利特開昭57-181692 號。
- 王朝鐘、蕭松瑞、林仁混。1981。綠藻對鼠體血清膽固醇的影響。台灣醫誌80, 929-933。
- 吳奇生，1987。利用纖維素物質發酵生產化學合成中間產物之研究。國立台灣大學農業化學研究所碩士論文。
- 李宏圖、賴精二、董一致。1977。綠藻之降血糖作用。台灣醫誌76：272-276。
- 林良平。1987。螺旋藻之生產現況及未來展望。中華生質能源學會會誌6(3-4)：91-103。
- 林良平。1991。小球藻之混營生長及微細藻在生態生產上所扮演的角色。中華生質能源學會會誌10 (3-4)：89-98
- 林良平。1994。小球藻(Chorella) 之大量培養及在健康食品工業上的應用。中華生質能源學會會誌13 (3-4)：155-167。
- 陳乃菁、余碧、邱文石、曾浩洋，1993。碳源及培養條件對Trichoderma reesei 生產纖維素酶之研究。農林學報。42：9-17。
- 陳祖得。1988。小球藻原生質體之誘導和接受高壓電極之反應。國立台灣大學農業化學研究所碩士論文。
- 彭顯惠，2006。纖維素酶之生產菌篩選及水解綠藻之最適條件探討。國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文。
- Ando, S., Ishida, H., Kosugi, Y., Ishikawa, K. 2002. Hyperthermostable endoglucanase from Pyrococcus horikoshi. Appl. Envir. Microbiol. 68:430-433.
- Atkinson, A. W., Gunning, Jr. B. E. S., John, P. C. L. 1972. Sporopollenin in the cell wall of Chlorella and other algae: Ultrastructure, chemistry, and

- incorporation of ¹⁴C-acetate, studied in synchronous cultures. *Planta* (Berl.) 107: 1-32.
- Baek, J.M., Howell, C.B., and Kenerley, C.M. 1999. The role of an extracellular chitinase from *Trichoderma virens* Gv29-8 in the biocontrol of *Rhizoctonia solani*. *Curr. Genet.* 35:41-50.
 - Bagnasco, P., Fuente, L.D.L., Gualtieri, G., Noya, F., and Arias, A. 1998. Fluorescent *Pseudomonas* spp. As biocontrol agent against forage legume root pathogenic fungi. *Soil Biol. Biochem.* 30:1317-1322.
 - Beguin, P. and Eisen, H. 1977. Free and cellulose-bound cellulases in a *Cellulomonas* species. *J. Gen. Microbiol.*, 101:191-196.
 - Beguin, P. and Eisen, H. 1978. Growth properties of *Cellulomonas flavigena* mutants affected in cellulose utilization. *J. Bacteriol.*, 133:1044-1046.
 - Beguin, P., Aubert, J. P. 1993. The biological degradation of cellulose. *FEMS. Microbiol. Rev.* 13:25-58.
 - Bhat, M. K., Bhat, S. 1997. Cellulose degrading enzymes and their potential industrial applications. *Biotechnol. Advances.* 15:83-620.
 - Bouveng, H. O. 1961. Phenylisocyanate derivatives of carbohydrates. II Location of O-acetyl groups in birch xylan. *Acta. Chem. Scand.* 15:96-100.
 - Burczyk J, Terminska-Pabis K, Śmietana B. 1995. Cell wall neutral sugar composition of chlorococcalean algae forming and not forming acetolysis resistant biopolymer. *Phytochemistry* 38(4):837-841.
 - Burczyk J. Śmietana B, Termińska-Pabis K, Zych M, Kowalowski P. 1999. Comparison of nitrogen content amino acid composition and glucosamine content of cell walls of various chlorococcalean algae. *Phytochem* 51:491-497.
 - Cheng F-C, Lin A, Feng J-J, Mizoguchi T, Takekoshi H, Kubota H, Kato Y, Naoki Y. 2004. Effects of chlorella on activities of protein tyrosine phosphatases, matrix metalloproteinases, caspases, cytokine release, B and T cell proliferations, and phorbol ester receptor binding. *J Med Food* 7(2):146-152.
 - Chernin, L.S., Fuente, L.D.L., Sobolev, V., Haran, S., Vorgias, C.E., Oppenheim, A.B., and Chet, I. 1997. Molecular cloning, structural analysis, and expression in *Escherichia coli* of chitinase gene from *Enterobacter agglomerans*. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:834-839.
 - Christov, L. P., Prior, B. A. 1993. Esterases of xylan-degrading microorganisms: production, properties, and significance. *Enzyme Microbiol. Technol.* 15:460-475.
 - Chronakis, I. S. 2001. Gelation of edible blue-green algae protein isolate (*Spirulina platensis* strain Pacifica): Thermal transitions, rheological properties, and molecular forces involved. *J Agric Food Chem* 49:888-898.
 - Collinge, D.B., Kragh, K.M., Mikkslesen, J.D., Nielsen, K.K., Rasmussen, U., and Vad, K.M. 1993. Plant chitinase. *Plant J.* 3:31-40.
 - Cosgrove, D. J. 1998. Cell Walls: Structures, Biogenesis, and Expansion. In: *Plant Physiology*. pp.409-443., Taiz L., Zeiger E., Eds., Sinauer Associates, Inc, Sunderland.
 - Coughlan, M. P. 1985. Cellulase: production properties and application. *Biochem. Soc. Trans.* 13:405-406.
 - Coughlan, M. P., Hazlewood, G. P. 1985. β -1,4-D-xylan-degrading enzyme

- systems: biochemistry, molecular biology and application. *Biotech. Appl. Biochem.* 17:231-241.
- Dantas DCM, Queiroz MLS. 1999. Effects of *Chlorella vulgaris* on bone marrow progenitor cells of mice infected with *Listeria monocytogenes*. *Int J Immunopharmacol* 21:499-508.
 - De la Cruz, J., Rey, M., Lora, J.M., Benitez, T., Pintor Toro, J. A., and Llobell, A. 1992. Isolation and characterization of three chitinases from *Trichoderma harzianum*. *Eur. J. Biochem.* 206:859-867.
 - De Oliverira Rangel-Yagui C, Danesi DG, de Carvalho JCM, Sato S. 2004. Chlorophyll production from *Spirulina platensis*: cultivation with urea addition by fed-batch process. *Bioresource Technol* 92:133-41.
 - Deshpande, M.V. 1986. Enzymatic degradation of chitin and its biological applications. *J. Sci.Ind. Res.* 45:273-281.
 - Dierick, N. A. 1989. Biotechnology acids to improve feed and feed digestion: enzyme and fermentation. *Aech. Arim. Nutr. Berlin.* 39:241-261.
 - Esteban, A., Gomez-Acebo, E., de la Cal, M. A. 1982. Pulsus paradoxus in acute myocardial infarction. *Chest.* 81:47-50.
 - Ferguson, M.J. L. and Gooday, G. 1996. Environmental recycling of chitin. In : *Chitin Enzymology* 2:393-396. Atec Edizioni Press. Senigallia. Italy.
 - Frandberg, E., and Schnurer, J. 1998. Antifungal activity of chitinolytic bacterial isolated from airtight stored cereal grain. *Can. J. Microbiol.* 44:121-127.
 - Fu JY, Wu SM, Chang CT, Sung HY. 2003. Characterization of three chitosanase isolated from a commercial crude porcine pepsin preparation. *J Agric Food Chem* 51:1042-1048.
 - Gooday, G.W. 1997. Physiology of microbial degradation of chitin and chitosan. *Biodegradation* 1:177-190.
 - Gupta, R.G., Saxena, R.K., Chaturvedi, P., and Viridi, J.S. 1995. Chitinase production by *Streptomyces viridificans*: its potential in fungal cell wall lysis. *J. App. Bacteriol.* 78:378-383.
 - Hasegawa T, Kimura Y, Hiromatsu K, Kobayashi N, Yamada A, Makino M, Okuda M, Sano T, Nomoto K, Yoshikai Y. 1997. Effect of hot water extract of *Chlorella vulgaris* on cytokine expression patterns in mice with murine acquired immunodeficiency syndrome after infection with *Listeria monocytogenes*. *Immunopharmacology* 35:273-282.
 - Hasegawa T, Noda K, Kumamoto S, Ando Y, Yamada A, Yoshikai Y. 2000. *Chlorella vulgaris* culture supernatant (CVS) reduces psychological stress-induced apoptosis in thymocytes of mice. *Int J Immunopharmacol* 22(11):877-885.
 - Havukkala, I., Mitamura, C., Hara, S., Hirayae, K., Nishizawa, Y., and Hibi, T. 1993. Induction and purification of *Beauveria bassiana* chitinolytic enzymes. *J. Invert. Pathol.* 61:97-102.
 - Hesselman, K., Aman, P. 1986. The effect of β -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chicken fed on barley of low or high viscosity. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 15:83-93.
 - Hidaka S, Okamoto Y, Arita M. 2004. A Hot water Extract of *Chlorella pyrenoidosa* reduces body weight and serum lipids in ovariectomized rats. *Phytother Res* 18:164-168.

- Honjoh, K.-I., Suga, K., Shinohara, F., Maruyama, I., Miyamoto, T., Hataro, S. and Ilo, M. 2003. Preparation of protoplasts from *Chlorella vulgaris* K-73122 and cell wall regeneration of protoplasts from *C. vulgaris* K-73122 and C-27. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 47 (2), 257-266
- Jeuniaux, C. 1966. Chitinases. *Methods Enzymol.* 8:644-650.
- Justo GZ, Silva MR, Queiroz ML. 2001. Effects of the green algae *Chlorella vulgaris* on the response of the host hematopoietic system to intraperitoneal ehrlich ascites tumor transplantation in mice. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 23(1):119-132.
- Kessler, E. 1982. A general review on the contribution of chemotaxonomy to the systematics of green algae. In the *Systematics Association Special Volume No. 27, "Systematics of the Green Algae"* Irvine, D. E. G. and John, D. M., ed., Academic Press. London and Orlando. pp. 391-407.
- Kessler, E. 1982. Chemotaxonomy in the Chlorococcales. In "Progress in Phycological Research" Vol. 1. Round, F. E. and Chapman, D. J., eds., Elsevier Biomedical Press B.
- Kurand, M.J. and Robbins, P.W. 1991. Chitinase is required for cell separation during growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Boil. Chem.* 266:19758-19767.
- La-Grange, D. C., Claeysens, M., Pretorius, I. S., van-Zyl, W. H. 2000. Coexpression of the *Bacillus pumilus* beta-xylosidase (*xynB*) gene with the *Trichoderma reesei* beta-xylanase-2 (*xyn2*) gene in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 54:195-200.
- Lee, R. L., Charles, E. W., Tillman, U. G. 1999. Biocommodity engineering. *Biotechnol. Prog.* 15:777-793.
- Li ZY, Guo SY, Li L. 2003. Bioeffects of selenite on the growth of *Spirulina platensis* and its biotransformation. *Bioresource Technol* 89:171-176.
- Liao VC, Lin LP. 1981. Electron microscopic studies on spray-dried and freeze-dried *Chlorella* powders. *J. Chinese Agric Chem Soc* 19(1-2):125-135.
- Limon, M.C., Pintor-Toro, J.A., and Benitez, T. 1999. Increased antifungal activity of *Trichoderma harzianum* transformants that over express a 33KDa chitinase. *Phytopathol.* 89:254-261.
- Lindberg, B., Rosell, K. G., Svensson, S. 1973. Position of O-acetyl groups in birch xylan. *Svensk. Papperstid.* 76:30-32.
- Lorito, M., Di Pietro, A., Hayes, C.K. Woo, S.L., and Harman, G.E. 1993a. Antifungal, synergistic interaction between chitinolytic enzymes from *Trichoderma harzianum* and *Enterobacter cloacae*. *Phytopathol.*, 83:721-728.
- Lorito, M., Harman, G.E., Hayes, C.K., Broadway, R.M., Tronsmo, A., Woo, S.L., and Di Pietro, A. 1993b. Chitinolytic enzymes produced by *Trichoderma harzianum*: antifungal activity of purified endochitinase and chitobiosidase. *Phytopathol.*, 83:302-307.
- Lorito, M., Hayes, C.K., Di Pietro, A., Woo, S.L., and Harman, G.E. 1994a. Purification, characterization and synergistic activity of a glucan 1,3- β -glucosidase and an N-acetyl- β -glucosaminidase from *Trichoderma harzianum*. *Phytopathol.*, 84:394-405.
- Lorito, M., Hayes, C.K., Zoina, A., Scala F., Sorbo, G.D., Woo, S.L., and Harman, G.E. 1994b. Potential of genes and gene products from *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. for the Development of Biological Pesticides. *Molecular Biotechnology* 2:209-217.

- Loos, E. and Meindl, D. 1982. Composition of the cell wall of *Chlorella fusca*. *Planta* 156: 270-273.
- Loos, E. and Meindl, D. 1984. Cell wall-lytic activity in *Chlorella fusca*. *Planta* 160: 357-362
- Madlala, A. M., Biossoon, S., Singh, S., Christove, L. 2001. Xylanase induced reduction of chlorine dioxide consumption during elemental chlorine-free bleaching of different pulp types. *Biotechnol. Lett.* 23:345.
- Mallick N. 2004. Copper-induced oxidative stress in the chlorophycean microalga *Chlorella vulgaris*: response of the antioxidant system. *J Plant Physiol* 161(5):591-597.
- Mandels, M. 1985. Application of cellulases. *Biochem Soc Trans* 13:414-415.
- Mellor, K.J., Nicholas, R.O., and Adams, D.J. 1994. Purification and characterization of chitinase from *Candida albicans*. *FEMS Microbiol. Letts.*, 119:111-118.
- Mendes RL, Fernandes HL, Coelho JP, Reis EC, Cabral JMS, Novais JM, Palavra AF. 1995. Supercritical CO₂ extraction of carotenoids and other lipids from *Chlorella vulgaris*. *Food Chem* 53:99-103.
- Merchant RE, Andre CA. 2001. A review of recent clinical trials of the nutritional supplement *Chlorella pyrenoidosa* in the treatment of fibromyalgia, hypertension, and ulcerative colitis. *Altern Ther Health Med* 7(3):79-91.
- Miranda MS, Sato S, Mancini-Filho J. 2001. Antioxidant activity of the microalga *Chlorella vulgaris* cultered on special conditions. *Boll Chim Farm* 140(3):165-168.
- Mohn, W. W., Westerberg, K., Cullen, W. R., Reimer, K. J. 1997. Aerobic biodegradation of biphenyl and polychlorinated biphenyls by Arctic soil microorganisms. *Appl. Envir. Microbiol.* 63:3378-3384.
- Moneral, J. and Reese, E.T. 1969. The chitinase of *Serratia marcescens*. *Can. J. Microbiol.* 15:689-696.
- Morales, P., Sendra, J. M., Perez-Gonzalez, J. A. 1995. Purification and characterization of an arabinofuranosidase from *Bacillus polymyxa* expressed in *Bacillus subtilis*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 44:112-117.
- Morgavi, D.P., Sakarada, M., Tomita, Y., and Onodera, R. 1996. Electrophoretic forms of chitinolytic and lysozyme activities in Ruminant Protozoa. *Curr. Microbiol.*, 32:115-118.
- Morimoto T, Nagatsu A, Murakami N, Sakakibara J, Tokuda H, Nishino H, Iwashima A. 1995. Anti-tumor-promoting glyceroglycolipids from the green alga, *Chlorella vulgaris*. *Phytochemistry* 40:1433-1437.
- Morimoto, K., Tetsuya, K., Sakka, K., and Ohmiya, K. 1997. Cloning, sequencing, and expression of the gene encoding *Clostridium paraputrificum* chitinase chiB and analysis of the functions of novel Cadherin-like domains and a chitin-binding domain. *J. Bacteriol.* 179:7306-7314.
- Morita K, Ogata M, Hasegawa T. 2001. Chlorophyll derived from *Chlorella* inhibits dioxin absorption from the gastrointestinal tract and accelerates dioxin excretion in rats. *Environ Health Perspect* 109:289-294.
- Murao, S., Kawada, T., Itoh, H., Oyama, H., and Shin, T. 1992. Purification and characterization of a novel type of chitinase from *Vibrio alginolyticus* TK-22. *Biosci. Biotech. Biochem.* 56:368-369.

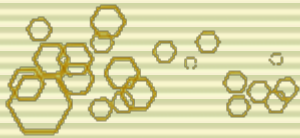
- Northcote, D. H., Goulding, K. J. and Horne, R. W. 1958. The chemical composition and structure of the cell wall of *Chlorella pyrenoidosa*. *Biochem. J.* 70:391-397.
- Ogawa K, Ikeda Y, Kondo S. 1999. A new trisaccharide, α -D-glucopyranuronosyl-(1 \rightarrow 3)- α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- α -L-rhamnopyranose from *Chlorella vulgaris*. *Carbohydr Res* 321:128-131.
- Okuda, M., Sano, T. Nakao, H. 1969. Chemical nature and physiological activity of extract from light-cultured *Chlorella* cells. *Seiri Seitai.* 15:101-112.
- Ordentlich, A., Elad, Y., and Chet, I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rofsii*. *Phytopathol.* 78:84-87.
- Otakara, A. 1964. Studies on the chitinolytic enzymes of Blank-koji mold. Part VII. Degradation of glycol chitin and by the chitinase system of *Aspergillus niger*. *Agric. Biol. Chem.* 28:811-818.
- Pantaleone D, Yalpani M, Scollar M. 1992. Unusual susceptibility of chitosan to enzymic hydrolysis. *Carbohydr Res* 273:325-332.
- Pedraza-Reyes, M. and Lopez-Romero, E. 1989. Purification and some properties of two forms of chitinase from mycelial cells of *Mucor rouxii*. *J. Gen. Microbiol.* 135:211-218.
- Pugh N, Ross SA, Elsohly HN, Elsohly MA, Pasco DS. 2001. Isolation of three high molecular weight polysaccharide preparations with potent immunostimulatory activity from *Spirulina platensis*, *Aphanizomenon flos-aquae* and *Chlorella pyrenoidosa*. *Planta Med* 67:737-742.
- Puls, J., Schuseil, J. 1993. Chemistry of hemicellulose : relationship between hemicellulose structure and enzyme required for hydrolysis. In : *Hemicelluloses and Hemicellulases.* pp. 1-27. Coughlan, M. P. and Hazlewood, G. P., Eds., Protland Press, London.
- Queiroz MLS, Rodrigues APO, Bincoletto C, Figueirêdo CAV, Malacrida S. 2003. Protective effects of *Chlorella vulgaris* in lead-exposed mice infected with *Listeria monocytogenes*. *Intl Immunopharmacol* 3:889-900.
- Reyes, F., Calatayud, J., and Martinez, M.J. 1989. Endochitinase from *Aspergillus nidulans* implicated in the autolysis of its cell wall. *FEMS Microbiol. Letts.* 60:19-124.
- Robbins, P.W., Albright, C. and Benfield, B. 1988. Cloning and expression of a *Streptomyces plicatus* chitinase (chitinase-63) in *Escherichia coli*. *J. Biol. Chem.* 263:443-447.
- Sakurada, M., Morgavi, D.P., Komatani, K., Tomita, Y., and Onodera, R. 1997. Purification and Characteristics of an Autolytic chitinase of *Piromyces communis* OTS1 from Culture Medium. *Current Microbiology* 35:48-51.
- Sakurada, M., Morgavi, D.P, Komatani, K., Tomita, Y., and Onodera, R. 1996. Purification and characteristics of cytosolic chitinase from *Piromyces communis* OTS1. *FEMS Microbiology Letters* 137:75-78.
- Shi XM, Jiang Y, Chen F. 2002. High-yield production of lutein by green microalga *Chlorella protothecoides* in heterotrophic fed-batch culture. *Biotechnol Prog* 18:723-727.
- Shibata S, Natori Y, Nishihara T, Tomisaka K, Matsumoto K, Sansawa H, Nguyen VC. 2003. Antioxidant and anti-cataract effects of *Chlorella* on rats with streptozotocin-induced diabetes. *J Nutr Sci Vitaminol* 49(5):334-339.
- Shigemasa, Y., Saito, K., Sashiwa, H., and Saimoto, H. 1994. Enzymatic

- degradation of chitins and partially deacetylated chitins. *Int. J. Biol. Macromol.* 16:43-49.
- Shimosaka, M., Nogawa, M., Ohno, Y., and Okazaki, M. 1993. Chitosanase from the plant pathogenic fungus, *Fusarium solani* sp. Phaseoli-purification and some properties. *Biosci. Biotech. Biochem.* 57:231-235.
 - Subramaniyan, S., Prema, P. 2000. Cellulase-free xylanases from *Bacillus* and other microorganisms. *FEMS. Microbiol. Lett.* 183:1-7.
 - Subramaniyan, S., Prema, P. 2002. Biotechnology of microbial xylanases : enzymology, molecular biology, and application. *Crit. Rev. Biotechnol.* 22:33-64.
 - Tagawa, K. and Okazaiki, K. 1991. Isolation and some culture conditions of *Streptomyces* species which produce enzyme lysing *Aspergillus niger* cell wall. *J. Ferment. Bioeng.* 71:230-236.
 - Takeda, H. and Hirokawa, T. 1978. Studies on the cell wall of *Chlorella* I. Quantitative changes in cell wall polysaccharides during cell cycle of *Chlorella ellipsoidea*. *Plant Cell Physiol.* 19: 591-598.
 - Takeda H. 1995. Cell wall composition and taxonomy of symbiotic *Chlorella* from *Paramecium* and *Acanthocystis*. *Phytochem* 40(2):457-459.
 - Takegawa, K., Mikami, B., Iwahara, S., Marita, Y., Yamamoto, K., and Tochikura, T. 1991. Complete amino acid sequence of endo- β -N-acetylglucosaminidase from *Flavobacterium* sp. *Eur. J. Biochem.* 202:175-180.
 - Tanaka K, Yamada A, Noda K, Shoyama Y, Kubo C, Nomoto K. 1997. Oral administration of a unicellular green algae, *Chlorella vulgaris*, prevents stress-induced ulcer. *Planta Med* 63:465-466.
 - Timell, T. E. 1964. Wood hemicelluloses. I *Adv Carbohydr Chem* 19:247-302.
 - Timmis, K., Hobbs, G., and Berkeley, R.C.W. 1974. Chitinolytic *Clostridia* isolated from marine mud. *Can. J. Microbiol.* 20:1284-1285.
 - Tsujibo, H., Endo, H., Minoura, K., Miyamoto, K. and Inamori, Y. 1993. Cloning and sequence analysis of the gene encoding a thermostable chitinase from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520. *Gene* 134:113-117.
 - Tsujibo, H., Endo, H., Miyamoto, K., and Inamori, Y. 1995a. Expression in *Esherichia coli* of a gene encoding a thermostable chitinase from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59:145-146.
 - Tsujibo, H., Fujimoto, K., Tanno, H., Miyamoto, K., Kimura, Y., Imada, C., Okami, Y., and Inamori, Y. 1995b. Molecular Cloning of the Gene Which Encodes β -N-Acetylglucosaminidase from a Marine Bacterium, *Alteromonas* sp. Strain O-7. *Applied and Environmental Microbiology* 61:804-806.
 - Tsujibo, H., Orikoshi, H., Shiotani, K., Hayashi, M., Umeda, J., Miyamoto, K., Inamori, Y., and Okami, Y. 1998. Characterization of chitinases C from a marine bacterium, *Alteromonas* sp. strain O-7, and it's corresponding gene and domain structure. *Appl. Environ. Microbiol.* 64:472-478.

- Ueno, H., Miyashita, K., Sawada, Y., and Oba, Y. 1990. Purification and some properties of extracellular chitinases from *Streptomyces* sp. S-84. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 36:377-392.
- Usui, T. ch, Matsui, H., and Isobe, K. 1990. Enzyme synthesis of useful chito-oligosaccharides utilizing transglycosylation by chitinolytic enzymes in a buffer containing ammonium sulfate. *Carbohydr. Res.* 203:65-77.
- Watanabe, T., Ito, Y., Yamaha, T., Hashimoto, M., Sekine, S., and Tanada, H. 1994a. The roles of C-terminal domain and type III domain of chitinase A1 from *Bacillus circulans* WL-12 in chitin degradation. *J. Bacteriol.* 176:4465-4472.
- Watanabe, T., Uchida, M., Kobori, K., and Tanaka, H. 1994b. Site-directed mutagenesis of the Asp-197 and Asp-202 residues in chitinase A1 of *Bacillus circulans* WL-12. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58:2283-2285.
- Weindling, R. 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathol.* 24:1153-1179.
- Whistler, R. L., Richards, E. L. 1970. Hemicelluloses. In: *The Carbohydrates*. pp. 447-469. Vol. 2a. Pigman, W. and Horton, D., Ed., Academic Press, New York.
- Woodward, J. 1984. Xylanases : functions, properties and applications. *Top. Enzyme. Ferment. Biotechnol.* 8:9-30.
- Wortman, A.T., Somerville, C.C., and Colwell, R.R. 1986. Chitinase determinants of *Vibrio vulnificus* : gene cloning and applications of a chitinase probe. *Appl. Environ. Microbiol.* 52:142-145.
- Wynne, E.C. and Pemberton, J.M. 1986. Cloning of a gene cluster from *Cellvibrio* mixtures which codes for cellulose, chitinase, amylase and pectinase. *Appl. Environ. Microbiol.* 52:1362-1367.
- Yabuki, M., Mizushina, K., Amatatsu, T., Ando, A., Fujii, T., Shimada, M., and Yamashita, M. 1986. Purification and characterization of chitinase and chitobiase produced by *Aeromonas hydroila* subsp. *Anaerogenes* A52. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 32:25-38.
- Yalcin I., Hicsasmaz Z., Boz B., Bozoglu F. 1994. Characterization of the extracellular polysaccharide from freshwater microalage *Chlorella* sp. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 27:158-165.
- Yalpani M, Pantaleone D. 1994. An examination of the unusual

susceptibilities of
aminoglycans to enzymatic hydrolysis. Carbohydr Res 256:159-175.

- Yamada, T. and Sakaguchi, K. 1981. Protoplast induction in *Chlorella* species. Agric. Biol. Chem. 45: 1905-1909.
- Ymada, T. and Sakaguohi, K. 1982. Comparative studies on *Chlorella* cell walls: Induction of protoplast formation. Arch. Microbiol. 132:10-13.



中華民國一〇一年八月
發行單位：靜宜大學食品營養學系
地址：台中市沙鹿區中棲路200號 TEL:(04)26328001分機：15031~15034
版權所有 2011 靜宜大學食品營養學系 All Rights Reserved.



營養專欄

「鎂」麗不老，青春無限-淺談鎂與老化的關係

王銘富教授(靜宜大學食品營養學系專任教師、元培科技大學校長)

一、前言

「老化」一直被認為是萬物生命的歷程及法則。自古以來，「長生不老，青春永駐」是人類共同追尋的目標。古有秦始皇尋求長生不老之術及嫦娥偷吃「不老藥」奔月的傳說，而今人們仍用盡一切的方法為挽回流逝的青春及追求永恆之生命而努力。近年來，隨著人口結構的改變，台灣社會已邁向「老人國」的時代，然而伴隨老化所引起的各種相關疾病如：高血壓、糖尿病、心血管疾病及失智症等，將會對於個人、家庭及社會經濟層面帶來相當大的衝擊及負擔。而老化是一個複雜生理的表象，包括遺傳、環境、營養、生活型態等許多因素交錯作用，都影響老化的進程。俗云「預防勝於治療」，從預防醫學的觀點著眼，唯有充份了解老化及其相關疾病的成因或致病的機轉，且加以有效的控制，才是為「抗老化」致勝之道。「鎂」是一種人體不可或缺的礦物質，在體內扮演著很重要且全面的功能。目前已經有越來越多證據顯示，體內鎂的缺乏與老化及慢性病的形成有密切的關聯性。許多流行病學也發現，在高齡化的族群，體內鎂濃度也相對不足。因此，「鎂與老化」之間的關係，亦是目前延緩老化研究中備受矚目的明日之星。

二、老化學說

人體自出生後，便會經歷一連串的生長、發育及成熟，當達生理高峰後，每個器官在不同時期，由於內外因素對人體的影響都會各自逐漸地進行一些普遍性、進行性、累積性及傷害性的生理衰退現象。生物體老化因素很多，老化相關研究及假說多不勝數，其中以Harman於1956年提出的自由基老化假說廣泛引起重視。此理論主張老化現象是由於個體在其一生之中，受到自由基造成各種生物分子的氧化損傷之累積而導致。近年在許多動物實驗中得到支持的具證，例如：1992年Sohal等人發現，家蠅及大鼠體內粒腺體過氧化氫的產生速率隨年齡而增加，且與該種動物最長生命潛能(maximum life span potential, MLSP)成反比，而1994年Agarwal等人研究指出，年老的蒼蠅比年輕的蒼蠅較易遭受蛋白質及DNA氧化損傷，且體內抗氧化防禦系統也隨著年齡有下降的趨勢。自由基在許多疾病，包括老化、癌症及心血管等疾病之發展上佔有相當重要的地位。人體在正常代謝的過程中，會產生活性氧與自由基，其會攻擊體內蛋白質、酵素、醣類、脂質等分子，造成細胞之傷害。一般而論，生物體所產生的自由基和體內抗氧化系統會達成平衡，但隨年齡增加，體內活性氧物質會增多，抗氧化能力亦會逐漸衰退，自由基進而直接或間接破壞細胞的結構與功能，造成細胞的傷害或死亡。若能增強生物體抗氧化防禦系統的作用，或尋求外在補充的資源，以減少活性氧物質的產生，則能減少對細胞的傷害，延緩生物體的衰老及死亡。

三、鎂的生理功能

鎂是生物體中一個重要的微量元素，廣泛存在自然界中，為人體細胞內含量第二豐富的陽離子，僅次於鉀。鎂不難從飲食中充分攝取，但由於它極為普遍，在過去是常被忽視

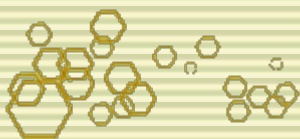
的營養素，因此鎂在學術界還有一個別稱：「被遺忘的元素」。隨著近代醫藥科學在營養學、生理學及生物化學所累積的研究，發現「鎂」在人體生理上扮演非常重要的角色。鎂參與動植物體內300多種的生化酵素反應，是生化反應過程中必需的輔助因子(cofactor)。在植物中，鎂是葉綠素的主要的元素，負責光合作用中提供生命的能源。在動物體內，「鎂」不但是構成骨骼、牙齒的重要成分，同時它也影響許多細胞的功能，被形容為「細胞活動守門人」，它參與調節能量代謝、醣類與蛋白質合成、調節免疫功能、維持神經衝動傳導、肌肉收縮、血壓調節、腺苷酸三磷酸(ATP, adenosine triphosphate)的合成與儲存，及維持細胞內電解質的平衡等重要機能。其中對於腺苷-三磷酸的代謝尤其是重要，ATP被稱為「生命電池」是人體細胞直接利用的能量來源，如果沒有足夠的ATP，細胞就會沒有動能，所有生命現象相關的生化反應都深受影響。而ATP本身卻是一個不穩定的物質，必需與鎂結合才能維持穩定狀態。因此，當鎂缺乏時，生物體就不能發揮正常的功能，此時，代謝症候群、心血管疾病、骨骼疏鬆症、高血壓、糖尿病、肥胖症、肌肉痙攣、婦女更年期症候、憂鬱症等疾病便相繼的發生。

四、鎂與老化

目前許多證據發現，老化相關疾病的發生率與體內鎂的多寡息息相關。鎂缺乏會加速人體細胞的老化，長期鎂不足加大了罹患老年疾病的風險。在美國，多數人由於飲食中鎂含量不足而使體內鎂缺乏，這種狀況增加了心血管疾病、高血壓、糖尿病、骨質疏鬆症和某些癌症的潛在危機。研究發現，人體纖維原細胞在長期中度鎂缺乏狀況下生存並正常分裂時，它們比那些在鎂正常狀況下生長的細胞老化得更快。因此推論鎂缺乏會影響細胞老化進而影響身體內組織的機能。行政院衛生署老人營養調查指出，各地老人的鎂平均攝取量僅為建議量的七成，缺乏鎂與糖尿病、高血壓等疾病有關。在鎂攝取量方面，目前男性是202-300mg，女性是173-264mg，不論男女，都未達到建議量。老年人的血鎂濃度0.86(mmol/l)時，糖尿病的危險率會上升2.5倍，缺乏鎂也與骨質疏鬆、心血管疾病有關，每日的鎂攝取量達500mg時，可有效預防高血壓的發生。失智症是目前臨床上最常見的老年神經退化性疾病。研究發現，老年失智症患者的神經元細胞含有比較高濃度的金屬鉛。而受害最深的海馬迴區其鎂濃度也較一般人低。有一些酵素生化反應系統，因鉛的出現，會與鎂相互競爭進入腦細胞內，干擾鎂離子應有的功能因且開啟細胞鈣離子通道，使得大量的鈣流入而造成神經細胞繼發性的損傷。「自由基」也是人體引起老化以及其他病變的主因，人體中適量的鎂離子可視為天然的抗氧化劑。實驗發現，生物體在低鎂的狀況下，不只是會擴大自由基的傷害力，也會加速體內自由基的生成。若以適量的鎂補充則可以改善或減緩失智症的臨床徵狀及嚴重性。因此，鎂在預防鉛及自由基對神經元的致命作用有很重要的預防功能，所以平時攝取足量的鎂是必須的。

五、結語

鎂與人體的生理活動息息相關，在細胞老化的過程，可以發現鎂對於保持人體年輕健康的確扮演舉足輕重的角色。雖然沒有直接的研究證明保持人體充沛的鎂可以讓人永保青春，但是我們從上述的鎂與老化的關係可以推論，如果人體中能保持適度的鎂含量，不僅預防及減少老化相關疾病的發生機會，同時也能增進身體的健康。總之，良好的生活習慣，若再配合適當鎂的補充或許每個人都可以 找到延年益壽，青春不老的秘方。



食品營養簡訊

第34期



Newsletter from the Department of Food & Nutrition · Providence University

輔導考照

輔導考照提升系友就業競爭力

為使學生畢業後更有競爭力，本系除了加強學生的專業知識外，也應積極輔導學生考取專業證照，每學期開設乙級及丙級食品分析檢驗練習班，並配合烘焙技術課程，在課餘時間，考試之前提供場所及設備供學生加強練習烘焙丙級考照的操作，加強學生的熟練度及技巧。在課程結束之後鼓勵同學參加證照考試。

食品分析檢驗練習班

課程內容

1. 根據勞委會職訓局公佈之題目作模擬，提供場地、藥品、器材。
2. 丙級內容包括：實驗器具之認識、乾熱滅菌及濕熱滅菌之操作、細菌細胞大小之測定、酵母菌細胞之觀察、食品中生菌數檢驗、標準鹼溶液的配製與標定、標準酸溶液的配製與標定、食品中有機酸含量之測定、粗脂肪之萃取、油脂過氧化價檢驗、樣品pH值之測定、罐頭食品之檢驗、果汁之減壓過濾及pH值測定、水質之檢驗項。
3. 乙級內容包括：革蘭氏染色、IMViC法、大腸桿菌群數、粗蛋白測定、維生素C測定、Somogyi method、Bertrand method、甲醛態氮測定、人工甘味劑鑑別、亞硝酸鹽測定、酸性色素之分離與鑑別、揮發性鹽基態氮測定、硫巴比妥酸價測定、亞硫酸鹽測定等14項。

上課方式、地點

1. 上課方式：模擬練習，並提供必須之藥品器材等。
2. 地點：食品化學實驗室(G412)與生物化學實驗室(G415)，9:00-17:10 上課。

報名資格

1. 對象：本系畢業生或最高年級。非本系者，請參照行政院勞工委員會中部辦公室相關規定。
2. 名額不多，額滿為止。

烘焙-麵包丙級練習班

練習方式

1. 根據勞委會職訓局公佈之題目作模擬，提供設備、材料
2. 提供已經上過丙級烘焙課程的同學，增加熟練度及模擬考試。
3. 內容包括：依題庫中，山形白吐司麵包／圓頂奶油吐司／圓頂葡萄乾吐司／橄欖形餐包／布丁餡甜麵包／紅豆餡甜麵包／奶酥餡甜麵包」等7種麵包。

4. 預定開班日期: 接近考照日前訂定練習日期。
5. 報名人數: 以報名考照同學優先(30 人/週)
6. 地點: 烹飪室G417 (1)8:00~13:00 1 梯8 人(2)11:00~16:00 1 梯8 人

報名資格

已修完烘焙課且欲參加考照的同學。名額不多，額滿為止。

聯絡電話

04-26328001 轉15037, 陳思好助教處報名。



食品檢驗乙級考照心得

周 妍(9706 大學畢 9906 碩畢)

2010 年12 月，決定報考食品檢驗乙級，去7-11 買了簡章，問了佳琦今年術科練習班的時間，繳了錢，很慶幸佳琦還有開第三班，雖然這一班上課時間都有點不好(逢聖誕節以及跨年)，又可能會尬到考試日期，心中有種忐忑不安，但就只能聽天由命了。筆試方面靠自己狂K 考古題就肯定妥當過關的! 而困難的是在後面的術科考試...在練習班一開始佳琦幫我們分好組，安排好每次要做的實驗進度，讓我們可以提前預習，才不會在狀況外手忙腳亂的! 在練習班的過程中，雖然我與其他一起上課的學弟妹都不熟悉，但在做實驗時大家都會互相幫忙，有問題一起討論，真的幫助很大，謝謝你們! 練習實驗時，其實跟我平常碩班做的實驗相差甚遠，我大學時也沒有修過類似的課程，只能在練習班時把握每一次練習的時間，用心記下每一個實驗的“眉角”，並且拍下需要自己組裝的設備或覺得很重要的地方(滴定終點顏色...等)，在考試前再翻照片出來回憶，印象才會非常深刻! 我在做實驗時會看之前考過檢驗的同學做的筆記，看她們寫的實驗步驟先後順序，自己心中默背一次，再開始實際操作，因為考術科時，會做不一定會過，時間也是一個很大的考驗，因此每一個實驗都要擬好“作戰策略”，這點非常重要，一個步驟忘記了可能會拖垮整個實驗的節奏，因為這樣沒考過不是很可惜嗎? 還有，因為報名費以及術科練習班費用很高，在決定要考照時一定發願“一次就要考過”的這個心態，否則怠惰的心不會幫助考試的喔! 很幸運的，在沒有考過丙級直接報考乙級的我在網站上看到“合格”兩個字時，皇天不負苦心人! 也謝謝佳琦以及在練習班所有幫助過我的學弟妹們，希望大家都能夠順利考過證照囉!



食品檢驗分析乙級考照心得

張倩雯(10006 大學畢)

在現代這個講求注重證照的社會很慶幸自己能夠通過食品分析乙級檢驗，很感謝佳琦助教和双奇學姊、俐伶學姊、仁宏學長細心的指導使我們能更了解到如何操作各個實驗步驟和注意各個重要的環節，經由分析檢驗練習班讓我們又可以有多一次自己動手操做的實戰經驗，不同於實驗課多人操作一個實驗。還記得考試的當天我是抽到最後一位抽題目的也就是我是拿別人剩下不要的題目，其實我覺得有一半是要靠運氣因為我所拿到的題目剛剛好是我印象最深刻的三個實驗，真的很感謝佳琦助教的指導也希望下屆的學弟妹可以拿到好成績!



烘焙丙級考照心得

吳欣茹(10006 大學畢)

烘焙課程是在大四上的事了，所以一開始參加練習班的時候，其實有點生疏，但是練過一次後，熟悉的感覺就回來了！

※考烘焙丙級總共有分麵包類跟吐司類：

麵包類：紅豆麵包、奶酥麵包、橄欖型麵包、布丁餡麵包

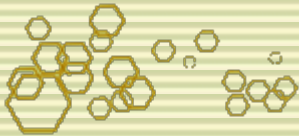
吐司類：圓頂吐司、五峰吐司、葡萄乾吐司

其實這兩類當中就橄欖型還有五峰最難！算是麵包類跟吐司類中的大魔王；所以思予助教也叫我們在第一次的練習先練這兩種！其他的其實就只是換湯不換藥！第二次的練習就是練奶酥麵包，因為它的餡要自己做，其他種類的麵包就是試場提供餡料。另外的就是葡萄乾吐司，因為葡萄乾會抑制發酵，所以相較要注意它的狀況。

這次我們同學其實都有抽到魔王，第一天的人是抽到五峰，第二天的則抽到橄欖型。經過這次丙級其實可以把一些問題釐清：

- (1) 空調：第一天的同學提到他們試場冷氣很強，所以他們的麵包都乾掉；其實當下發現不對勁就應該拿塑膠袋來蓋。
- (2) 發酵箱的溫度：試場的發酵箱溫度調的很高、溼度也很高；導致當天發酵的速度都很快，平常要40分鐘左右，但是當天卻不到20分鐘就完成後發了！所以最保險就是要一直觀察他的變化！最好每十分鐘就去看一下！
- (3) 酵母粉活性差異：會場的酵母很強，造成發酵時間都提前結束，所以眾人的吐司幾乎都超過該達到的位置，以至於在烤焙的時候產生爆開、下盤塌陷的狀況。
- (4) 爐火溫度不一致：會場的烤箱溫度不容易上色，所以其實當下很多人看到時間到了，就直接拿出來，但明明顏色很淺，內部可能都還沒熟，應該再加強烤焙，依照顏色變化調整。

根據以上分析，其實丙級考試不難，只是當下有沒有適時應變，這很重要！不能期許環境跟我們一樣，那我們只能隨機應變。因為其實做法都沒有什麼問題，只是有沒有掌握好時間跟爐火的調整而已！此外五峰確實需要技巧，高低落峰不得超過三公分，所以以後要考的同學得勤練五峰吐司！



中華民國一〇一年八月
發行單位：靜宜大學食品營養學系
地址：台中市沙鹿區中棲路200號 TEL:(04)26328001分機：15031~15034
版權所有 2011 靜宜大學食品營養學系 All Rights Reserved.

食品營養簡訊

第34期



Newsletter from the Department of Food & Nutrition · Providence University

專題演講

演講題目：心臟的發育與功能-臨床案例探討

演講時間：100.4.11

演講者：林明志 (台中榮民總醫院兒童醫學部兒童心臟科醫師)

內容摘要：

敬邀台中榮民總醫院兒童醫學部兒童心臟科 林明志醫師蒞臨本系演講，除了加強學生瞭解心臟結構、功能及循環系統，更能從臨床的角度深入明白實際運用的知識，例如CPR 實施步驟與注意事項。活動內容包括講師簡介、說明心臟結構及其功能、心臟與循環系統、CPR 步驟與注意事項、心博量測定方法與注意事項等相關主題，最後由學生提出問題，並與演講者互相討論。藉此活動連結教科書上的知識，以充實學生的專業能力。



演講題目：態度萬歲

演講時間：100.4.28

演講者：顏慧如 (財團法人伊甸社會福利基金會高級專員)

內容摘要：

為不讓學生畢業即等於失業，且能增加學生就業機會，特別邀請財團法人伊甸社會福利基金會專員蒞臨本系演講。演說內容包括不要將自己設限，除了加強自身的知識與能力，態度更是成功金鑰。演講者從如何發現自我、找尋適合自己的夢想與目標、投資自己，並說明開始夢想之後就不要停止，要很勇敢不怕失敗地去實現願景等幾項要素去說明就業過程應具備的觀念。另外，演說者還提供其他的就業資源，以便學生往後就業所需。



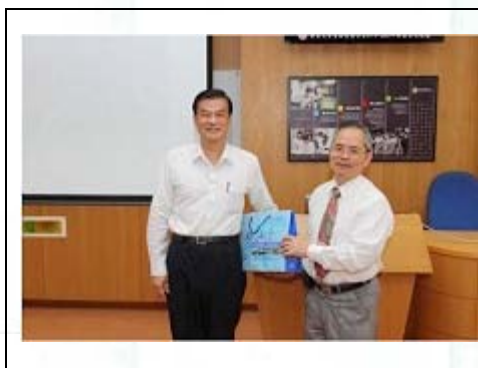
演講題目：紅麴之新穎應用

演講時間：100.4.29

演講者：潘子明教授 (國立台灣大學生化科技系)

內容摘要：

為了強化碩博班研究生的學術視野，敬邀國立台灣大學生化科技系教授兼系主任蒞臨本系演講。因應現代保健食品的熱潮，其各類研究日新月異，其中演講者在紅麴的研究領域甚多，演講內容從簡介健康食品管理概況至紅麴生產與應用，衍生於紅麴在預防醫學的最新應用，包括血糖、血壓、血脂調節，抗疲勞，抗阿茲海默症，以及作為癌症輔助治療等功效，最後以保健食品之未來展望做結尾。整場演講下來，教授詳細地介紹研究模式及技術，讓全體師生收穫良多。



演講題目：Introduction and Mechanisms of Age-related hearing impairment

演講時間：100.5.25

演講者：慈濟黃俊豪醫師

內容摘要：

在台灣老化人口問題日趨嚴重而伴隨著年紀的增加，感官的退化問題愈來愈明顯，尤其是聽覺與視覺。因此，藉由「老人保健學」課程邀請了大林慈濟醫院耳鼻喉科的主治醫師蒞臨演講。演講分為兩個部分，第一個部份是介紹老年性聽力退化與發生相關的機制，第二個部分是由不同層面去探討，結合了醫療新知與學術研究。這對於選修這堂課的研究生來說，不僅是獲得新的醫學知識，同時亦對目前研究提升了一些不同的觀點。然而對於本系研究預防醫學的學生，更應該認真的思考，如何減緩這些疾病的發生與減

少惡化的程度，增加老人的生活品質。



演講題目：Nrf2 in Cancer Prevention and Cancer Therapy: Friend by Day, Foe by Night


演講時間：100.5.27

演講者：郭靜娟博士 (國家衛生研究院癌症研究所)

內容摘要：

癌症一直高居國人十大死因之首，癌症的預防與治療更為現代人關注的話題。因此，系上邀請國家衛生研究院研究所 郭靜娟博士蒞校演講，以增加本系師生之學術研究的廣度及深度。演講內容先介紹癌細胞如何生成，再說明Nrf2/ARE pathway 在癌症上扮演的角色。從篩選食材的有效成分，直至如何利用不同研究模式來探討 Nrf2/ARE pathway 對癌細胞的影響，並以 Nrf2 對癌症正反兩面的結果讓我們思考保健食品在癌症預防與治療上扮演的角色。Nrf2 如同刀之雙刃，在正常的情形下，Nrf2 活化可以阻斷致癌劑的癌化作用，但在癌症狀態時，Nrf2 的高量表達則將減低化學與放射治療對腫瘤的毒殺作用，Nrf2 活化劑或抑制劑在癌症預防或治療各有其重要之意義。另外，此演講可加強研究生在策劃實驗架構的邏輯，設計出具有學術價值的研究。



 業界參訪及衛教活動

活動名稱：營養衛教：營養衛教-『介紹六大類食物』

時間：100年04月14日

地點：名人幼稚園

活動內容摘要：

為配合公共衛生營養課程中營養衛生教育和諮詢技巧之應用性，結合研究生專業能力帶領大學部學生進行一系列的衛教活動，以提供學生親自參與社區營養教育之機會，且能幫助社區解決營養問題。營養衛教內容由大學部學生一手策劃，指導老師與研究生則在

旁督導與協助。此衛教對象為名人幼稚園大班之學童，學生利用話劇的演出以及玩遊戲的方式，以輕鬆愉快的氛圍教導學童認識蔬菜和水果，並加強瞭解其六大類食物之營養素對人體的功用，藉由此營養衛教活動以提升幼稚園學童認識六大類食物的能力，改善對垃圾食物攝取的意願。另外，亦可強化本系學生策劃活動之能力，將專業知識應用於生活上。

活動照片



小組討論活動內容



學生預演



老師指導學生



4/14 衛教情形



與學童互動之情景



團體合照

活動名稱：老人保健學-校外教學參訪

時間：100.04.20

地點：光田老人安養中心

活動內容摘要：

此參訪為配合老人保健學之老人長期照護課程，為了解促進老人身心健康之相關議題。其活動可加深學生對於人類老化過程之身心改變、相關問題之產生、生活與活動方式之調整有完整且深入的了解。參訪內容包括照護中心護理長的簡報(長照中心的服務內容及宗旨)，參觀慢性照護病房、失智照護中心及復健區等設置。



學生心得：

在參觀結束後，我們做了綜合討論，同學們的意見好像不多，不過劉組長倒是跟我們分享了很多長期照護的經驗與願景，甚至親自為我們示範學步車操作，真的是相當活潑熱情的人。而洪老師跟我們討論的是”溝通”議題，不論是需要被照顧的年長者或者是子女甚至是外籍看護，若是要讓照護得到最好的品質，需要我們不斷的去溝通、改善及修正，這才是最重要的。由於現在是一快速老化的社會，加上少子化，之後長期照護將會成為未來的趨勢，像長照中心這樣的機構式照護，對未來需要外出工作的成人，可分擔一些照顧年長的負擔，使失能的老人得到最好的照護，所以如何讓長期照期發展得更落實，將是我們最重要的議題。



活動名稱：發酵學-校外教學參訪

時間：100.05.05

地點：霧峰菇類文化館、瑞峰菇蕈教育農場

活動內容摘要：

現代食品醱酵工業上已建立的完備技術，利用深層培養方式生產菇類菌絲體，在食品工業上有許多具潛力之應用方向，如作為蛋白質的新來源、菇類栽培的接種元 (spawn)、食品添加物來源以及機能性食品保健成分的來源等。菇類文化館位於霧峰鄉，從1953年第一顆台灣洋菇成功栽培出現於台灣省農業試驗所時，霧峰鄉便從50年代開始，在本省從事菇類經濟生產中獨占鰲頭。瑞峰菇蕈教育農場則可以在多媒體教室觀看菇類栽培過程，各種菇的種類、功效、栽培方法，及實地參觀菇類栽培室及栽種方法。因此，藉由參訪霧峰菇類文化館與瑞峰菇蕈教育農場，配合「發酵學」課堂上基礎原理的介紹，期望可以達到理論與實務、基礎與應用互相結合、驗證的目的。





菇類文化館



解說員介紹栽培方法



菇類栽培室



團體合照



活動名稱：食品加工實驗-校外教學參訪

時間：100.05.17

地點：烏日啤酒廠、省農會鮮乳廠

活動內容摘要：

本課程旨在介紹食品保藏之品質控制概念、加工原理與技術以及在蔬果產品、飲料、乳品、肉製品和豆穀類等產品製程之應用，並配合參觀工廠活動，期教育學生具備對食品加工之基本概念與興趣以為未來工作生涯所須。本課程的目標旨在介紹不同食品原料的特徵及其保藏之方法，同時訓練學生對各種食品加工的方法能融會貫通，進一步應用在各種加工產品，藉以訓練學生在食品新產品開發的領域的基礎能力。



省農會鮮乳廠



課長解說



烏日啤酒廠



產品展示

活動名稱:營養衛教：營養衛教-『營養均衡』

時間：100年05月26日

地點：名人幼稚園

活動內容摘要：

為配合「公共衛生營養」課程中營養衛生教育和諮詢技巧之應用性，提供學生親自參與社區營養教育之機會，且能幫助社區解決營養問題。營養衛教內容由大學部學生一手策劃，指導老師與研究生則在旁督導與協助。此衛教目標為均衡飲食，養成不挑食的好習慣。能力指標為三：(1) 能清楚分辨健康與垃圾食物。(2) 簡單了解健康與垃圾食物對身體的影響。(3) 簡單了解挑食的壞處。學生藉由故事表演、帶動跳、貼貼樂等小遊戲來達到能力指標。



活動名稱:食物製備之成果展

時間：100年06月03日

地點：格倫樓511

活動內容摘要：

配合「食物製備」課程，以基礎食物製備學的認識，與實驗操作的演練，將所學應用於餐飲及日常生活中。製作創意料理競賽，包括素糖醋排骨、三杯杏鮑菇、海苔沙拉捲、

香酥煎餃、白醬嫩雞義大利麵、迷迭香雞排及紅酒烤肉丸子等。



活動名稱:工廠實務之成果展

時間: 100年06月15日

地點: 格倫樓大廳

活動內容摘要:

結合「工廠實務」課程，以實作的方式介紹食品工廠製程之理論與實務，期末時將發表所學開發成創意產品。以「百年一嚐、菇且一試」為主題開發8種新產品，地點於格倫樓大廳，包括「杏感菇蛋捲」、「燕麥穀菇咕」、「養生黑木耳露/雪耳波波」、「戀愛菇凍」、「黃金菇薯球」、「豆花不單純」、「黑白SA」及「菇菇優酪乳」等，呈現學生之研發成果，帶領探索食品營養的知識寶庫。

<p style="font-size: 2em; text-align: center;">百年一嚐 菇且一試</p> <p style="text-align: center;">食醫系工廠實務成果展</p> <p style="text-align: center;">●●●●●●●●●●●●●●●●</p> <p>給您最新的口感、最具創意的產品， 蛋捲、豆花、燕麥飲、果凍、冰淇淋...等，讓您的夏天有不一樣的色彩!</p> <p style="text-align: center;">6月15日 中午12:30 格倫樓大廳</p> <p style="text-align: center;">歡迎來試吃及票選您的最愛♥</p>	
---	--



活動名稱:膳食計畫與供應成果展

時間：100年6月1日

地點：格倫樓511

活動內容摘要：

結合「膳食計畫與供應」課程，以實作的方式訓練設計菜單的能力，並配合實際之操作和討論，作好完善的膳食計畫工作，期末時將發表所學製作異國創意料理，包括「日本-女兒節料理」、「法國-主顯節料理」、「義大利-耶誕節料理」、「西班牙-法雅節料理」、「地中海-起士豬肉丸」、「德國-巴伐利亞啤酒烤五花肉」、「日本-春節料理」、「法國-檸檬節料理」及「法國-愚人節馬賽海鮮湯」參與人員包括翁瑤琴老師及9組同學，參與師生共65人。



活動名稱:食營系成果展

時間：100年5月3日

地點：靜宜大學國際會議廳及格倫樓G511

活動內容摘要：

本次靜宜大學食品營養學系之成果展於5月3日舉行，以營養專業與健康概念為主題，包括「加工食品創意競賽」、「輕食下午茶創意競賽」及「壁報論文競賽」，更設置「營養諮詢」、「營養知識闖關遊戲攤位」，配合活潑又不失嚴謹的方式，呈現全體師生對專業的運用，將帶領您一探食品營養的知識寶庫。參與人員包括全系師生、貴賓及媒體記者等共1000人。



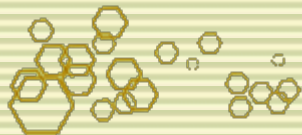
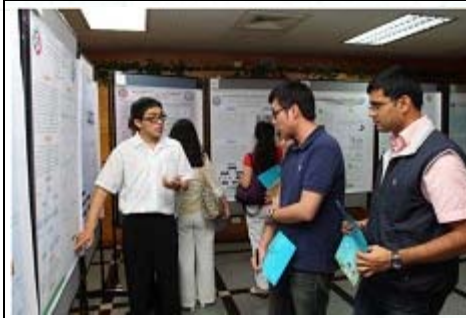
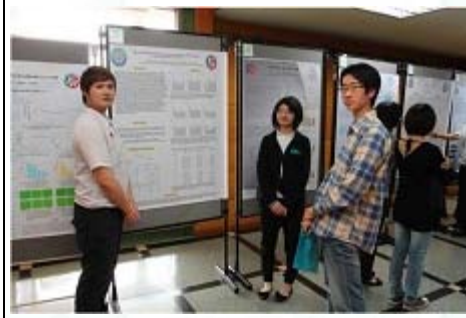


食品營養知識遊戲攤位





論文競賽



中華民國一〇一年八月
發行單位：靜宜大學食品營養學系
地址：台中市沙鹿區中棲路200號 TEL:(04)26328001分機：15031~15034
版權所有 2011 靜宜大學食品營養學系 All Rights Reserved.



重要系聞

1. 【賀】詹吟菁教授於 100 年2 月11 日獲台灣保健食品學會2011 年「傑出學術研究獎」。
2. 【賀】周淑姿教授榮獲 99 學年度校級績優導師獎。
3. 【賀】系學會榮獲 100 年全國大專校院學生社團及全校性學生自治組織評鑑優等獎。
4. 【賀】系學會榮獲靜宜大學 100 年績優社團評鑑特優獎。
5. 【賀】本系 99 學年度第二學期獎學金及各項競賽得獎名單

獎學金名稱	獲獎人
系友獎學金	食品四 范玉蓉 營養四 陳韋任 食品三 涂育群 營養三 詹幸嚴 食品二 邱學均 營養二 溫慧伶 
黃琳慧系友獎學金	營養一 楊雅晴 
邱傅秋香敦品勵學獎學金	黃雅鈺及吳小梅
邱傅秋香熱心服務獎學金	許怡婷
大宗餐盒獎學金	營碩二 邱玟瑄 食品四 陳宜芳 食品一 丁韋丞、食品二 葉瑞霖、食品三 區祥浩、食品四 吳盈

99 學年度模範學生

慧、營養一姚志謙、營養二萬諭珊、營養三楊博凱、營養四吳欣茹



研究所
 營碩二 何仁傑 第一名
 營碩二 鄭欣宜 第二名
 營碩二 莊梅鈺 第三名
 大學部
 食品四 陳宜芳 第一名
 食品四 吳盈慧 第二名
 食品四 魏萍雀 第三名

2011 成果展「壁報論文 競賽」



2011 成果展「食品加工 創意競賽」

獎項	
食在好味	徐翊寧、馮祐婉、鄭鈞銘、簡世豐、林韋呈、陳智偉、謝牧剛
包裝設計	林靜宜、簡佩璇、李維芳、詹宜庭、曾婉芸、陳秋蓉、康晉榕、劉盛楠
創意海報	徐翊寧、馮祐婉、鄭鈞銘、簡世豐、林韋呈、陳智偉、謝牧剛



2011 成果展「輕食下午茶 創意競賽」

◦ 第一名作品:Miss 小可
 營養一 陳欣好、楊雅晴、楊穎妍
 ◦ 第二名作品:Secret Love
 營養二 蔣佩珊、程丹蘋、謝欣諭
 ◦ 第三名作品:芝杏滿滿
 營養一 呂厚堂、游翔舜、林緯承



6. 本學期霜淇淋由 2 月開始，每週一及週四中午 12：00 至下午 17：00 於格倫樓食營實習工廠（G127）販賣霜淇淋。
7. 團膳實驗課程供應營養午餐，於 100 年 3 月 29 起每週二中午 11:50~12:30 供應，5 月 31 日團膳特餐。
8. 100 年 5 月 3 日舉辦 2011 食營系成果展，地點於國際會議廳前廣場及格倫 511，包括「食品加工創意競賽」、「輕食下午茶創意競賽」、「論文競賽」、「食營週」、「營養諮詢」、「食品營養知識闖關遊戲」及「學生學習成果分享」等，呈現大學部及研究所之研發成果，帶領民眾探索食品營養的知識寶庫，參與人員包括全系師生、貴賓及媒體記者等共 1000 人。
9. 100 年 4 月 14 日、5 月 12 日及 5 月 26 日舉辦 3 場之「社區營養實務應用衛教」，以名人幼稚園師生為衛教對象，見習學生共計 55 名。此為配合公共衛生營養課程辦理社區營養實務應用衛教，訓練學生團體衛教及活動計畫能力，包含介紹六大類食物、飲食紅綠燈及均衡飲食等營養教育。
10. 100 年 6 月 1 日下午 3：00 舉辦膳食計畫與供應成果展，地點於格倫 511，製作異國創意料理，包括「日本-女兒節料理」、「法國-主顯節料理」、「義大利-耶誕節料理」、「西班牙-法雅節料理」、「地中海-起士豬肉丸」、「德國-巴伐利亞啤酒烤五花肉」、「日本-春節料理」、「法國-檸檬節料理」及「法國-愚人節馬賽海鮮湯」參與人員包括翁瑤琴老師及 9 組同學，參與師生共 65 人。
11. 100 年 6 月 2 日中午 12：10 舉辦食物製備成果展，地點於格倫 511，製作創意料理競賽，包括素糖醋排骨、三杯杏鮑菇、海苔沙拉捲、香酥煎餃、白醬嫩雞義大利麵、迷迭香雞排及紅酒烤肉丸子等，參與師生共 70 人。
12. 100 年 6 月 15 日上午 12：30 舉辦工廠實務成果展，以「百年一嚐、菇且一試」為主題開發 8 種新產品，地點於格倫樓大廳，包括「杏感菇蛋捲」、「燕麥穀菇咕」、「養生黑木耳露/雪耳波波」、「戀愛菇菇凍」、「黃金菇菇薯球」、「豆花不單純」、「黑白 SA」及「菇菇優酪乳」等，呈現學生之研發成果，帶領探索食品營養的知識寶庫，參與人員包括全系師生等共 100 人。
13. 為使學生畢業後更有競爭力，除了加強學生的專業知識外，也應積極輔導學生考取專業證照，本學期開設乙級及丙級食品分析檢驗練習班共五梯，共 90 名同學參加。
14. 考取證照：

證照名稱	通過人數	通過日期(放榜日期)
		99 年第二次營養師專技高考
營養師	25	

		<p>99年第二次營養師專技高考</p> <p>古麗瑜(9806畢) 林文澤(碩二) 黃莉婷(9606畢) 姚乃文(9906畢) 楊舒閔(9806畢) 林彥廷(9206畢) 陳若蘭(碩一) 錢榮錫(9906畢) 許瀟惠(9806碩畢) 李宜庭(9906畢) 林雅莉(9006畢) 蔡宛玲(9906畢) 陳英傑(9506畢) 周宛嫻(9906畢) 史祐慈(9806畢) 施雅韻(9906畢) 邱雅庭(9906畢) 洪思忠(9506畢) 李海瑛(9906畢) 雲雁翎(9906畢) 董思靜(9906畢) 陳姿伶(9706畢) 黃盈真(9606畢) 許瑤雯(雙主修) 林玟君(9506畢)</p> <p>系友共25名 應屆畢業生共11名</p> 																																																				
營養師	8	<p>100年第一次營養師專技高考考試</p> <p>100年第一次營養師專技高考考試系友榜單</p> <p>呂世樹(9806畢)、蕭伊玲(碩二)、曾盈寧(9906畢)、王麗瑾(9306畢)、廖君綾(9306畢)、鄭鎰昌(9806碩畢)、吳翠函(9906碩畢)、林佳瑜(8806畢)</p> 																																																				
食品技師	9	<p>99年食品技師食品技師</p> <p>99年食品技師高等考試系友錄取名單</p> <p>李佳憶(9206碩畢) 陳姿蓉(9006碩畢) 白鳳如(9106畢) 李京縉(9606碩畢) 蔡年展(9406畢) 吳小梅(碩二) 林書賢(9506畢) 游振偉(9306畢) 詹幼如(9801碩畢)</p> 																																																				
99年食品分析與檢驗技術士丙級	42	<p>99年食品分析與檢驗技術士</p> <p>食品分析與檢驗丙級 系友錄取名單 食品分析與檢驗乙級</p> <table border="0"> <tr> <td>吳協儀</td> <td>羅采亭</td> <td>許怡峻</td> <td>張清雲</td> </tr> <tr> <td>林靖洋</td> <td>曹齊真</td> <td>陳乙靈</td> <td>魏得宜</td> </tr> <tr> <td>王櫻波</td> <td>王麗婷</td> <td>陳蔚琳</td> <td>林淑宇</td> </tr> <tr> <td>歐廷芳</td> <td>黃思靜</td> <td>陳思靜</td> <td>蔣尹昇</td> </tr> <tr> <td>鍾子婷</td> <td>鍾湘怡</td> <td>林志慶</td> <td>曹義承</td> </tr> <tr> <td>張誌軒</td> <td>李金雅</td> <td>林煥晴</td> <td>黃筱琪</td> </tr> <tr> <td>李昱宗</td> <td>吳瑛堯</td> <td>歐祥浩</td> <td>陳虹輝</td> </tr> <tr> <td>周偉庭</td> <td>陳伊璇</td> <td>莊正和</td> <td>張維芬</td> </tr> <tr> <td>鄭雅蓮</td> <td>白煒雅</td> <td>李泰實</td> <td>周 娟 共計 13位</td> </tr> <tr> <td>柯麗凱</td> <td>曾聯淇</td> <td>張富美</td> <td>余丹亭</td> </tr> <tr> <td>林書瑋</td> <td>鄭依婷</td> <td>程楓寬</td> <td>馬浩庭</td> </tr> <tr> <td></td> <td>黃佩茹</td> <td>吳幸娟</td> <td>丙級通過率達 87.5%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>周乃翔</td> <td>吳秋娟</td> <td></td> </tr> </table> 	吳協儀	羅采亭	許怡峻	張清雲	林靖洋	曹齊真	陳乙靈	魏得宜	王櫻波	王麗婷	陳蔚琳	林淑宇	歐廷芳	黃思靜	陳思靜	蔣尹昇	鍾子婷	鍾湘怡	林志慶	曹義承	張誌軒	李金雅	林煥晴	黃筱琪	李昱宗	吳瑛堯	歐祥浩	陳虹輝	周偉庭	陳伊璇	莊正和	張維芬	鄭雅蓮	白煒雅	李泰實	周 娟 共計 13位	柯麗凱	曾聯淇	張富美	余丹亭	林書瑋	鄭依婷	程楓寬	馬浩庭		黃佩茹	吳幸娟	丙級通過率達 87.5%		周乃翔	吳秋娟	
吳協儀	羅采亭		許怡峻	張清雲																																																		
林靖洋	曹齊真	陳乙靈	魏得宜																																																			
王櫻波	王麗婷	陳蔚琳	林淑宇																																																			
歐廷芳	黃思靜	陳思靜	蔣尹昇																																																			
鍾子婷	鍾湘怡	林志慶	曹義承																																																			
張誌軒	李金雅	林煥晴	黃筱琪																																																			
李昱宗	吳瑛堯	歐祥浩	陳虹輝																																																			
周偉庭	陳伊璇	莊正和	張維芬																																																			
鄭雅蓮	白煒雅	李泰實	周 娟 共計 13位																																																			
柯麗凱	曾聯淇	張富美	余丹亭																																																			
林書瑋	鄭依婷	程楓寬	馬浩庭																																																			
	黃佩茹	吳幸娟	丙級通過率達 87.5%																																																			
	周乃翔	吳秋娟																																																				
99年食品分析與檢驗技術士乙級	11																																																					

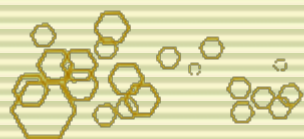
15. 畢業生考取研究所狀況：

1	柯慧慎(10001 畢)	靜宜大學食品營養學系營養與保健組備取
2	呂世樹(9806 畢)	靜宜大學食品營養學系營養與保健組正取
3	魏萍雀(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
4	陳宜芳(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
5	吳盈慧(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
6	陳虹樺(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
7	劉佳昀(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
8	江俐儀(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
9	劉冠良(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取

10	吳丞弘(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組正取
11	張妤甄(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系食品與生物技術組備取
12	蔣淑琦(10006 畢)	中國醫藥大學營養學系正取 國立體育大學運動科學研究所營養與生化組正取
13	吳欣蓓(10006 畢)	國立嘉義大學食品科學系碩士班備取
14	林郁哲(10006 畢)	靜宜大學化粧品科學系備取 中國醫藥大學藥用化妝品學系碩士班備取
15	張芷瑄(10006 畢)	中興大學食品暨應用生物科技學系備取 台北科技大學生物科技研究所備取 中山醫學大學生化暨生物科技研究碩士班正取
16	柯盈莉(10006 畢)	臺灣師範大學營養科學與備取 中興大學食品暨應用生物科技學系丙組備取 中山醫學大學營養學系碩士班錄取
17	吳思蓉(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系碩士班備取
18	沈佑珊(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系碩士班營養與保健備取
19	施詠耀(10006 畢)	靜宜大學食品營養學系碩士班營養與保健錄取 中國醫藥大學營養學系碩士班備取
20	吳欣茹(10006 畢)	輔仁大學營養科學系碩士班錄取
21	林嵩燾(10001 畢)	私立中國醫藥大學基礎醫學研究所碩士備取 國防醫學院病理及寄生蟲學研究所病理學組正取 私立中山醫學大學醫學檢驗暨生物技術學系碩士甲組正取
22	蘇怡親(9606 畢)	台灣師範大學-健康促進與衛生教育學系衛生教育碩士 在職專班錄取
23	陳均眉(9501 碩畢)	國防醫學院醫學科學研究所博士班
24	呂孟純	靜宜大學食品營養學系營養與保健組博士班錄取

16. 感謝 99 學年度系友獎學金捐款及系務發展基金捐款。

日期	姓名	金額
99.07.07	王亞貞	5000
99.11.22	董家曦	2000
99.12.06	莊啟祥	2000
100.02.07	林國維	4109
100.05.03	謝惠敏	2000
99.10.27	詹恭巨	8000
99.11.04	楊雅婷	2000
99.11.05	李曉育	2000
100.02.24	吳智偉	3000



中華民國一百年八月
 發行單位：靜宜大學食品營養學系
 地址：台中市沙鹿區中樓路200號 TEL:(04)26328001分機：15031~15034
 版權所有 2011 靜宜大學食品營養學系 All Rights Reserved.



1001系學會預定活動

讓你的心你的人,全部沉醉在系學會為你帶來的活動中吧!!!

活動日期	活動名稱	活動簡要
8/20	大學家長日	使新生與新生家長能夠一起提早認識靜宜食營各事物
8/22	食營資傳三區聯合迎新茶會 北區	讓新生近距離的與學長姐互動,解決新生任何疑難雜症,拉近學長姐與新生的距離
8/24	食營資傳三區聯合迎新茶會 中區	
8/26	食營資傳三區聯合迎新茶會 南區	
9/3-4	新生入宿、入宿聚餐(入宿當晚)	學長姐幫忙搬宿,晚上帶新生填飽肚子,認識周遭環境
9/5-8	新鮮人定向輔導週	認識靜宜、系所及系學會等
9/8	迎新晚會	新生抽家族,藉著團康活動拉近同儕間的距離
9/22	家族迎新系烤	這不僅是與系上一起同樂,更是熱絡家族感情的基礎
9/28	教師節	體恤教授們的辛勞,誠心感謝
10/15-16	迎新宿營	迎新最大的活動,學長姐籌備近兩個月,希望能看見你那陽光般的笑容與食營人的驕傲
10/27	期中進補	期中考前學長姐給你補一補
11/19-20	小食盃	食營系內班級體育競賽
12/1	全校啦啦隊錦標賽	集合菁英出隊為系上爭光
12/1	聖誕佈置(暫定)	傳承榮耀,爭取殊榮
12/3	校慶園遊會	去年贏得校慶園遊會第一名攤位,今年將王者再臨!
12/7-15	食大驚喜罐	以食營系特色罐頭販售驚喜
12/15	聯合班會	食營系不分年級的班會時間
12/20	五系聯合聖誕趴	首度與外系合辦大型聖誕趴,給各位不同凡響的聖誕氣息
12/28	理院聯合期末進補	增進理院各系感情,一起歐趴
10-11月	營養服學暨榮總參訪之旅	應用食營專業服務社區民眾

食營系系學會,經過不斷的努力與相信,我們獲得過2008 聖誕布置第二名、2010 校慶園遊會攤位評鑑第一名,2010 全校自治性社團第一名、100年全國社團評鑑自治性特優等殊榮。我們用心舉辦每一個活動,用認真用汗水用笑容,我們用盡我們全力,只為了讓食營系更好,讓食營系的學生享受到更棒的服務,如果你也和我們有相同的熱忱,請務必加入我們 靜宜食品營養學系系學會!!!



靜宜大學食營 V.S 資傳聯合三區迎新茶會

食在好玩之傳承相見歡

集合兩系熱情的力量將帶給你活力百倍的第一類近距離接觸
迎新茶會裡不但替你解惑還會傳授學長姐精華撇步給你們唷
並且我們將提供新鮮人100元的餐費補助唷~
這麼好康的見面禮可千萬不要錯過!!

《以下是三區迎新茶會的時間地點，若有疑問可與負責人連絡》

活動總召

食營系-湯雅錚(TYC) 0975212562 / 0982282873

資傳系-李若瑄(冰冰) 0917201641 / 0980769750

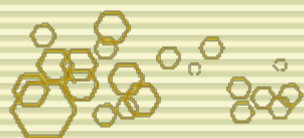
北區 8/22 (一)	11:20 台北火車站南三門 集合 地點: 福勝亭 台北市中正路許昌街30 號B1、B2 (於新光三越後門) 食營系負責人: 徐昌榮0921982866 蔡佳瑜 0916219212
中區 8/24 (三)	13:00 台中火車站前廣場(公車站牌)及潮吉飯桶 兩據點集合 地點: 吉普賽民歌西餐廳 台中市區綠川西街115 號B1 食營系負責人: 江德蓉 0985361737 黃于芸 0985111840
南區 8/26 (五)	13:30 高雄火車站捷運門口 集合 地點: 彩色巴黎 高雄市左營區富民路391 號(捷運巨蛋站) 食營系負責人: 胡殷慈 0987756383 李祐寧 0975579273

三區地圖

北



中



中華民國九十九年八月
 發行單位：靜宜大學食品營養學系
 地址：台中縣沙鹿鎮中棲路200號 TEL:(04)26328001分機：15031~15034
 版權所有 2010 靜宜大學食品營養學系 All Rights Reserved.