

國立臺灣體育大學（臺中）
National Taiwan Sport University
體育研究所碩士學位論文

味精（MSG）於學校午餐之應用策略
THE DEVELOPMENT OF NEW FORMULA TO
REPLACE THE USAGE OF MSG IN SCHOOL LUNCH



研究生：涂阿絹 撰

指導教授：陳裕鏞 博士

中華民國 98 年 6 月

論文名稱：MSG 於學校午餐之應用策略

總頁數：36 頁

院校所系別：國立台灣體育大學（臺中）體育研究所競技組

畢業時間及提要別：九十七學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：涂阿絹

指導教授：陳裕鏞博士

中文摘要

本研究旨在改善學校午餐調味過鮮的問題，以糖及甘草酸取代 MSG 的使用量，實驗以雙盲實驗進行。研究結果顯示取代配方是被接受的，原配方平均 3.33 ± 1.43 ；改良配方平均 3.63 ± 1.31 。而且性別之間無差異， $F(1, 2116) = 0.83, p > .05, power = .15$ ；幼童的接受度又比成人高。MSG 被視為與健康相關，學校午餐於烹調時應考慮使用的其他調味品、食材等因素，作 MSG 使用量的調整甚至不使用，且應於時才起鍋前才將 MSG 加入。培養學生健康味覺生活型態。

關鍵字：MSG、甘草酸、學校午餐、味覺

Tu, A-Chuan (2009). The Development of New Formula to Replace The Usage of MSG in School Lunch. Unpublished master thesis, National Taiwan Sport University, Taichung.

Abstract

The problems about overuse of monosodium glutamate (MSG) were prevalent all over the country, especially in school lunch. To improve the overuse of in primary school lunch, we try to develop the substitute for the MSG. The new formula containing tiny amount of sugar, glyceric acid and about 30% of normal usage in MSG exhibits greater acceptance than that of the MSG only. The score of organoleptic evaluation in new formula was 3.63, however, 3.33 in MSG only. It shown no obvious difference between male and female in gender factor. The score of organoleptic evaluation in children was greater than adults. The children from Kindergarten have the greatest preference for new formula (4.64). The new formula can effectively reduce the usage of MSG in meal.

Key word : MSG, glycyrrhizin acid, school lunch, taste

謝誌

碩士論文或許只是拘於形式上的完成，擺在圖書館裡構
不一項著邊，然對我而言卻是完成人生另一標的，橫越及蛻變的

程。常懷疑自己無法辦到撰寫論文這件事，兩年前什麼都不
懂，只天真允諾指導。我寫論文，沒想到裕鏞老師在電話那
頭，毫不猶豫亦友亦師，更不厭其煩的建議與修正，讓我不僅
落落文之趣味，認識及體人的謙卑的態度、踏實的研過程，更
求學之科技無比的熱忱、來自於一顆真、善、美、堅持的心。另
求知識的汲取是陳重佑博士、重佑老師擁有的不人倦的教學
知最應感追的學問處，對服務主任許榮教授、張聰榮博士、廖
身學吳明昌教授、許撥冗指導我的論文，不吝給予寶貴的意見，
百思當方論，文可更臻完美。

在這兩年的求學生涯中，共同學習的夥伴們寶濟、鳳梅、
文等、佩玲、惠靜、宜禎、俊豪，由於他們的陪伴，讓我的
求學過程不至於孤獨，在互相砥勵與幫助的過程中，更
體會到學問的樂趣與成就感。此外，要感謝許光廬所長、高
明峰博士、聶喬齡博士，因為您們不斷的指導、鼓勵與打氣，
讓資質平庸的我能順利完成研究所的學業。另外要感謝賴如
啟校長、郭芳儒主任、林秀珍護理師、蔡瓊玲營養師、廚工
媽媽們及學校同仁的支持與配合，方能讓整個研究過程順利
完成。

最重要的，我要感謝三個小寶貝育慈、俸溥與鳳珮，讓
我放心窺探知識的奧秘。另外也感謝姊姊、姊夫及柔道訓練
站的夥伴們，有他們默默的支持與無比的包容，使我得以無後
顧之憂全力於學問瀚海的汲取。

最後，對每一個幫助過我的教授、同事、同學及朋友們
致上深深的謝意，僅以此論文獻給所有關心我的人。

涂阿絹 謹誌

中華民國九十八年六月

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究假設	3
第四節 研究範圍與限制	3
第五節 操作性定義	3
第二章 文獻探討	7
第一節 MSG之國家標準	7
第二節 台灣人民對MSG之認識	8
第三節 MSG與飲食及健康的關連性	9
第四節 甘草	12
第三章 研究方法	17
第一節 實驗參與者	17
第二節 測驗時間與地點	17
第三節 實驗設備與器材	17
第四節 實驗設計	20
第五節 實驗步驟流程及方法	20
第六節 資料處理	23
第四章 結果	24
第一節 取代調味配方被接受	24

第二節	性別對配方口味喜好無差異	25
第三節	年段對配方口味喜好有差異	26
第四節	幼童比成人接受度高	26
第五章	結論與建議	24
參考文獻	29

表目錄

表 4-1	配方與受試者分析表	24
表 4-2	配方變數分析表	26

圖目錄

圖 1-1	立體圖鮮味位於四種機本位所形成之四面體之外	4
圖 1-2	麩氨酸之結構圖顯示味覺接受器結合區	5
圖 3-1	電子秤	19
圖 3-2	彈簧秤	19
圖 3-3	中心溫度計	19
圖 3-4	味精	19
圖 3-5	糖	19
圖 3-6	甘草酸	19
圖 3-7	蒸氣式迴轉鍋	19
圖 3-8	烹調用具	19
圖 3-9	盛裝容器	19
圖 3-10	實驗步驟流程圖	22

附錄

附件(一) 口味五分量表	36
--------------------	----

第一章 緒論

本章共分為七節，分別說明第一節前言、第二節研究動機、第三節研究假設、第四節研究範圍與限制、第五節操作性定義。茲分述如下：

第一節 前言

人類爲了維持生命，必須攝取熱量和各種營養素，經濟發達的社會，食物除了具備營養、衛生安全、物理、化學及嗜好的特性，養生的概念更受現代人的重視。人類獨特的飲食生活由農耕、畜牧、漁獵、烹調等各種形式構成，也藉此創造文化和文明。(科文慶和賴茲漢，2001)中國食物色、香、味俱全，調味料(增味劑)的種類繁多，大致可分為甜味料、酸味料、鮮味料、辣味料及香味料等(陳慈薇，1993)。食品的风味則是受著味覺(taste)及嗅覺(odour)兩方面的刺激後而得的結果。

味覺分為：甜(sweet)、酸(sour)、鹹(salt)、苦(bitter)四個基本味，由味覺神經(gustatory nerve)傳遞。後來人們發覺這四個基本味，並不能將所有的感覺解釋完全，有一些物質本身不具什們味道，卻能提升食物系統的風味、口感及圓滑性，這些物質被稱為增味劑(flavor enhancers 或 flavor potentiators)，而這第五種味則被稱為『鮮味』(umami)(科文慶和賴茲漢，2001)。屬於鮮味料的味精(Mono-Sodium Glutamate，簡稱MSG)，化學名稱是麩氨酸鈉鹽；麩氨酸是一種氨基酸，為構成人體蛋白質的主要成份，除人體內可以自行合成外，廣泛存在於天然蛋白質食品中，如乳酪、豆類、玉米、番茄等；是一種非必需的氨基酸，卻是哺乳類動物中樞神經系統中主要的興奮性神經傳導物質

(Bloom, 2001 ; Enz, 2007)。

吃的太鹹容易引發心臟、血管及腎臟方面疾病；糖攝取過量會有蛀牙、肥胖及糖尿病之隱憂；至於 MSG 添加太多很容易產生所謂「中國餐館症候群」(Chinese Restaurant Syndrome) (Man-Kwok, 1968 ; Kandall, 1968 ; Schaumburg, 1968)。如何讓學生能在學校午餐吃得營養、衛生、安全、經濟又喜歡，是學校營養師和午餐執行秘書必須全面考量的。

第二節 研究動機

90 年代醫師、專業營養師不斷的以科學的語言和形象，呼籲大眾少用或不用味精，政府所公告的味精標準中也倡導減用味精的概念；「味精對健康不利」成為一種事實及大眾的信念 (林如茵，2004)。

經研究者對全校教職員訪查，有 41.3% 教職員烹飪時不用味精。有 38.5% 使用高鮮味精。再針對這 41.3% 教職員進行訪談，其中有發生「中國餐館症候群」者高達 85%。最常出現的是口渴、偏頭痛及肩頸僵硬。有一位教師表示：不用化學添加物來烹調。而對味精過敏的教師也有一位，該位同事所出現的症狀是「丘疹」皮膚會癢，首次發生症狀長達一週才痊癒，接下來時間雖縮短為 2-3 日，仍造成身體及生活上的困擾。研究者身兼學校午餐執行秘書，必須以健康飲食概念為出發點，因此針對學校午餐調味品之 MSG 作減量的調整，並以安全性極高的甘草酸 (Glycyrrhizin acid, GA) 和糖取代味精的使用量，希望藉此方案讓學校午餐更具風味也更受學生喜愛。

第三節 研究假設

以原廚房媽媽所使用的調味習慣份量，炒一迴轉鍋蔬菜重量 60Kg，調味料：米酒 150cc、蒜末 720g、鹽 450g、油 1.53ml 及味精 150g 等，另調配出 1-5 種新配方調味料進行樣本比對，統計出一種學生及成人最喜歡的口味配方，與原來的調味品作比較。

假設：

- 一、學生和老師都喜歡新配方。
- 二、低年級的喜歡程度較高年級高。
- 三、女生的喜歡程度高於男生。
- 四、幼童的喜歡程度比老師及廚工（成人）高。

第四節 研究範圍與限制

本研究以學校為單位，且所採的樣本數達 2331 健，因此食物製備之後與用餐之間隔時間較長；學生是否因生病會有口味的誤差；葉菜類的葉和梗烹調後因含水量不同，有可能會造成口味上的不一致。

第五節 操作性定義

一、鮮味 (umami)

鮮味是一種複雜的綜合味覺，當鮮味劑的用量高於其單獨檢測閾值時，會使食品鮮味增加；但用量少於閾值時，則僅是增強風味。且其能引起強烈的食慾。呈味成分有核苷酸 (nucleotide)、胺基酸 (amino acid)、胜肽 (peptide)、有機酸 (organic acid)、甜菜 (betaine)、醯胺 (amide) 等類物質 (關建全，2004)。

食物的味道，乃源自於人體口腔構造舌頭的味蕾神經元，幼小時味覺敏感，成人次之，老年人對味道則不甚敏感。不論是哪一年齡層的人，食物的顏色、質地、味道等都會影響人對食物的接受程度。口腔鮮味的感受是一獨立且唯一不同本質？或是四種基本味的一部分？還是具有不同的密碼（code）系統傳達神經訊息至大腦？

Yamaguchi (1987) 使用了人體的實驗於心理與生理的研究，推導出多向量（multidimensional）模式如（圖 1），顯示鮮味（umami）獨立在舌頭外緣的位置。

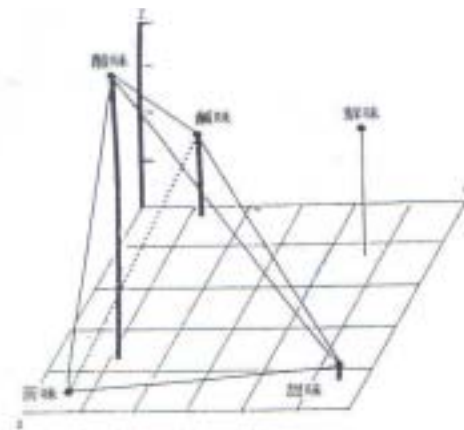


圖 1 立體圖顯示鮮味位於四種基本味所形成之四面體之外
Yamaguchi (1987)

二、增味劑 MSG (Mono-Sodium Glutamate) 之化學結構

學者們發現常用增味劑分子結構關係，L-form 的 α -amino dicarboxylates 含 4-7 個碳時（5 個碳是最理想者），於滋味食物系統中提供最佳鮮味效果。MSG 可有 D 及 L 兩種形式存在，唯有 L-form 之天然存在方式具有增味功能。Kuninaka (1981) 指出 L-glutamate 具有甜、酸、鹹、苦之特色如（圖 2），顯示 MSG 的結構可能為此胺基酸類增味劑之臨界結構。

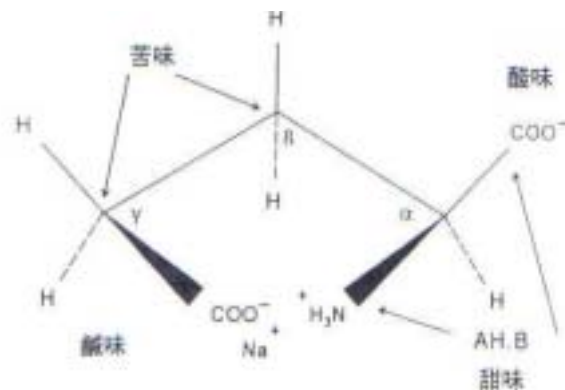


圖 2 麩氨酸脂結構圖，以顯示其與味覺接受器結合區之重要性 Kuninaka (1981)

三、味覺的特性

當我們在討論味道時，通常只討論四種基本味，對第五種鮮味總解釋不完全。然人體味覺的性質會有下列幾種特性：（1）味覺閾值。（2）味覺的持續性。（3）味覺的疲勞。（4）反應時間。（5）味覺的感度。（6）變調現象。（7）相乘效果及相減效果。（8）味覺對比。（9）學習效果等等。

食物在食用過程中對人類產生刺激，此刺激由感覺器

(receptor)接收後，傳遞至大腦，再回到大腦便成記憶，而產生食物嗜好性（姚念周，1999）。味覺是由味蕾接收，味蕾是集合數十個味細胞構成的，一個味細胞就和味神經連接，味神經就和其他的味神經作複雜的纏繞成為味神經束，由延髓經過丘腦到達在大腦皮質的味覺中樞。「美味是鹹味和甜味的雙方向味細胞的刺激也，是雙方味道的複合味也。例如氨基酸納的味道是甜味 99%，酸味 23%，苦味 4%的混合味道」（邱標麟，1993）。

人類對酸、甜、苦、鹹，四種基本味的敏感性，經味覺專家品嚐評定得出統計值，做出味覺的閾值的衡量標準。所謂閾值是只能感受到該物質的最低濃度(mol/m^3 、%或 mg/kg 等)。閾值可分為絕對閾值、差別閾值和最終閾值，會因種族、飲食習慣，而有所差異（丁耐克，2008）。

第二章 文獻探討

本研究之目的，在於探討學校午餐 MSG 之使用策略，茲分為第一節 MSG 之國家標準、第二節台灣人民對 MSG 之認識、第三節 MSG 與飲食及健康的關連性、第四節甘草等四小節，分別進行文獻探討，並歸納探討結果。

第一節 MSG 之國家標準

根據中國國家標準 CNS 297(民國 53 年 03 月 07 日第二次修訂)之規定，味精(左旋性麩酸-鈉鹽，monosodium L-glutamate, $C_5H_8O_4NNa \cdot H_2O$)的品質應符合下列之規定：

- (1) 性質：本品為無色或白色之結晶或白色結晶性粉末，帶特有之鮮味，但不得有異味、異臭或混入異物。
- (2) 總氮含量：本品之總氮含量(依 Kjeldahl 法則測定)應在 7.41%以上 7.56%以下(即麩酸-鈉鹽含量，以重量計不得少於 99%)。
- (3) 水分：本品所含之水分不得多於 0.5%(以重量計)。
- (4) 氯化鈉：本品所含氯化鈉不得多於 0.5%(以重量計)。
- (5) 比旋光度： $[\alpha]_D^{20}$ 應在 $+24.8^\circ$ 至 $+25.3^\circ$ 。

文獻上最早將麩胺酸鈉的呈味性公諸於世的是 1908 年日本池田菊苗博士，構成 MSG 的主要元素是 Glutamid Acid(麩胺酸)與含鈉成分反應而得(分子式： $C_5H_8O_4NNa \cdot H_2O$ 分子量：187.13)。1957 年日本協和發酵公司將原本水解麵筋製造法挺進到利用發酵技術製造(陳慈薇，1993)。台灣於日據時代開始由日本進口味精，二次大戰後中斷進口，台灣味精工業才開始發展。製造味精最主要的原料為糖蜜和澱

粉，配料為麩酸生產菌、尿素或液氨、調節劑或介面活性劑、鹽酸、液鹼、活性碳、無機鹽等；產生含高量的胺基酸、蛋白質、醣類及各種營養物，不含有毒物質，COD 及 BOD 值頗高呈深褐色（蘇志遠，1973）。

第二節 台灣人民對 MSG 之認識

當人類科技及技術日益發達，利用微生物的活動以臻改善人類生活，不僅及於經濟層面更落實於生活中，MSG 於 60 年代有其重要的脈動。1959 年蘇志遠博士，成功的從土壤中分離、培養出能以發酵生產麩安酸的新菌種（*Brebibacteriu divaricatum*）。淘汰過去麵筋水解法挺進為發酵法製造，降低了 MSG 之製造成本，使味精產量成長，內、外銷皆大幅成長，不僅躍進為世界第二大味精輸出國，也獲得「味精王國」的美譽（李興華，1983）。

1960 年代以前味精的價格相當高，是有錢人的奢侈調味品（呂維明，1990）。對一般民眾而言，更是年節、訪友的高級賀禮。儘管當時國外針對「中國餐館症候群」效應的影響正持續發酵中，我國使用味精的量卻未見遞減。

1970 年味精廠商成立跨國際的非營利組織「國際味精技術委員會」（International Glutamate Technical Committee；IGTC），成立之初只有四位科學家參與，包含美國 Elber 博士、義大利 Giacometti 博士、日本生物學家 Kiramuar、台灣大學生化系教授董大成教授。國內也有不少科學家附屬於 IGTC 機構從事相關研究（Andrew, 2000）。

1977 年何康潔教授在「當代醫學」雜誌發表專文：「味精可否安全食用？在美國有些人吃了參味精食物後，有身體

不適之感...」。點出味精是造成「中國餐館症候群」的不適反應為真，身為台灣民眾該如何看待自己每天食用並視為珍品的味精？80年代末期，台灣味精用量開始遞減，到了90年代，「味精不利健康」的觀念，不斷被點醒、警告，專業的飲食建議也伴隨著這樣的觀念而成形（林如茵，2004）。

第三節 MSG 與飲食及健康的關連性

當台灣疾病型態已揮別過去傳染病、細菌疾病等造成的威脅而由「文明病」取而代之。隨著社會高經濟發展所產生的慢性病（高血壓、糖尿病、腦中風、惡性腫瘤、意外災害..）也透露出警訊。因此公共衛生防治衛教宣導不可或缺，其中不乏生活習慣與健康飲食，「味精」的使用也在這時期重新定位，原為高尚的奢侈民生用品反變成為「健康的迫害角色」。

台灣腦中風病人居「世界之冠」，死亡率為國人十大死因之首，三軍總醫院陳有柄教授指出，有高血壓的人死於腦中風的機會是沒有高血壓的7倍。1978年台大醫院副院長曾文賓在『食鹽與高血壓』文章中建議：預防高血壓疾病，應平時做好飲食控制、在生活中減少食鹽攝取。

飲食與高血壓疾病相關，除了醫師、學者引述相關研究外，在80年代中、後期，在當時行政院長孫運璿論述流行病學相關證據，飲食與健康被正式的連結起來。麩胺酸鈉若加熱過久（攝氏120℃度，10分鐘以上）會轉變為焦麩氨酸，焦麩氨酸則有骨質疏鬆症、樣澱粉疾病即風濕性關節炎（黃開發，2005）。所以，味精應該在菜起鍋前才加入，以免對人體產生不良的影響。

一、MSG 的發展

文獻上最早將麩胺酸鈉的呈味性公諸於世的是 1908 年日本池田菊苗博士，構成 MSG 的主要元素是 Glutamid Acid（麩胺酸）與含鈉成分反應而得（分子式： $C_5H_8O_4NNa \cdot H_2O$ 分子量：187.13）。1957 年日本協和發酵公司將原本水解麵筋製造法挺進到利用發酵技術製造（陳慈薇，1993）。台灣於日據時代開始由日本進口味精，二次大戰後中斷進口，台灣味精工業才開始發展。製造味精最主要的原料為糖蜜和澱粉，配料為麩酸生產菌、尿素或液氨、調節劑或介面活性劑、鹽酸、液鹼、活性碳、無機鹽等；產生含高量的胺基酸、蛋白質、醣類及各種營養物，不含有毒物質，COD 及 BOD 值頗高呈深褐色（蘇志遠，1973）。

二、MSG 的安全性

MSG 的安全性一直被質疑。1958 年 1 月 1 日，glutamic acid 及其鈉、鉀、銨、鈣、鹽被食品藥物管理局（Food and Drug Administration，簡稱 FDA）列為「一般認定安全」（generally recognized as safe，GRAS）物質。（Man-Kwok, 1968）發表之「中國餐館效應」一文，抨擊 MSG 的安全性。（Lucas & Newhouse, 1957）以老鼠作試驗，發現每天注射 2.2g/kg 劑量的 MSG，14 天後老鼠的視網膜會受到傷害，而懷孕的老鼠卻不會把傷害遺傳給下一代。（Onley 等，1969、1970）以動物作實驗，發現在注射 0.5-2.7g/kg 劑量或攝食 3g/kg 劑量的 MSG 後，同樣的會使老鼠下視丘下部受到傷害，且顯示出骨骼發育的障礙、肥胖症、不孕症及內分泌器官病理變化等；同樣的方法以齧齒類的猴子做實驗亦獲得相同的結果。（孫玉滿，1987）麩氨酸鈉影響雄性大白鼠飲食及性行為表現係為中樞神經之傷害為主因。（黃開發，2005）

人類麩氨酸環化酵素含有一分子的鋅離子，阿滋海默症病人的腦部組織含有豐富的麩氨酸環化酵素。這暗示了體內造成澱粉病變的一些多肽，其氮端焦麩氨酸(pyroglutamate)的形成是由麩氨酸環化酵素所催化，產生一個混合摺疊的蛋白質 alpha/beta。

世界衛生組織規定成人每日攝入量為 120 毫克/公斤體重 (Walker, 2000)。人體會將 MSG 分解為麩氨酸和酪氨酸。酪氨酸可干擾大腦細胞的正常活動，腦神經生理功能受到抑制，因而出現不適症狀。MSG 及葡萄糖胺，加熱後可能產生具有抗菌力及細胞毒性衍生物，具有抑制鼠纖維母細胞之生長能力 (楊宗翰, 2007)。若味精長期間高溫加熱，易產生焦麩胺酸(pyroglutamate acid)，而失去提味能力，故烹調時應於後段添加 (王正方等, 2001)。

三、MSG 之呈味性特質

鮮味物質的加乘作用 (synergistic effect)，所謂相乘效果即是兩種或兩種以上的調味料在一起時，其呈味力較個別使用時為強，日本 Yamaguchi 等人取 MSG 和 IMP，以不同比例混合溶液，發現 PH 值在 6.5-5.0 時相成的效果最好。Filer (1979) 提出：MSG 對食物整體的呈味 (total taste) 強度有增強的效應，且不同於四種基本味；MSG 會提高食品本身的風味特性：連續一致感 (continuity)、滿足的口感 (mouth fullness)、第一感 (impact)、溫和感 (mildness)、及豐厚感 (thickness)，且有類似高湯的效應，提升食品的嗜好性及美味性。鮮味料的相乘效果會因溶液中所含物質不同而有所差異。

第四節 甘草

甘草酸 (glycyrrhizic acid, GA), 甘草為多年生之根莖植物, 能利用之部份至少需種植達 3-4 年, 而由於天然氣候、地質之關係, 世界上只有少部份地區如中國大陸、蘇俄、伊朗及巴基斯坦等國能夠種植, 而其中又以中國大陸為最大輸出國, 品種及品質也以中國大陸之新疆、蒙古一帶所產的甘草為最優良。甘草成份頗複雜, 目前科學家已分離得到近百種活性成份, 而其中最具代表性的成份是甘草甜素 (glycyrrhizic acid, GL), 也稱為甘草酸 (glycyrrhizic acid, GA): 是從甘草中提取的純天然甜味素代替蔗糖使用, 既可增加甜度又可用它克服因多用糖而引起的發酵、腐敗等缺點。甘草酸對熱極穩定, 即使是蒸煮、殺菌等高溫操作也不會產生變色、分解等變化。

一、甘草之本草學

甘草。味甘, 平。主五臟六腑寒熱邪氣, 堅筋骨, 長肌肉, 倍力, 金瘡, 解毒。久服輕身延年 (孫星衍、孫馮翼, 1985)。朮、乾漆、苦參為之使, 惡遠志, 反大戟、芫花、甘遂、海藻四物。赤皮斷理, 看之堅實者, 是抱罕草, 最佳。又有紫甘草, 細而實, 乏時可用。此草為重要之主, 經方少不用者, 猶如香中有沉香也。國老, 即帝師之稱, 雖非君, 為君所宗, 是以能安和草石而解諸毒也 (岡西為人, 1982)。甘草。生河西川谷積沙山及上郡, 今陝西及河東州郡皆有之。春生青苗, 高一、二尺, 葉如槐葉, 七月開紫花似柰, 冬結實作角子如華豆。根長者三、四尺, 蟲細不定, 皮赤, 上有橫梁, 梁下皆細根也。二八月除日採根, 暴乾, 十日成, 去蘆頭及赤皮, 今云陰乾。甘草數種

中以堅實斷理者為佳（蘇頌等撰，宋朝）。

二、甘草酸之藥理活性

甘草酸(glycyrrhizin acid, GA), 分子式 $C_{42}H_{62}O_{16}$, 分子量 822.94; 物理性質 mp: 220°C (冰醋酸結晶為針狀結晶), $[\alpha]_D^{20}$: +46.2°, UV_{max} (nm) 248 nm, 溶解度: 易溶於熱水, 乙醇, 不溶於乙醚。

- (一) 皮質激素樣作用: 對甲醛誘發之足趾浮腫具抑制作用, 經腹腔注射 (20mg/kg) 大白鼠 (Itoh, Hara, Shiraishi, Taniguchi, Morimoto, & Onishi, 1989)。甘草酸於腹腔注射後呈劑量依存性的降低體內大部分器官 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase 之活性, 此抑制作用於三小時達到尖峰, 並可持續 24 小時, 致使 steroid pathway 不活化 (Marandici, & Monder, 1989)。
- (二) 甘草酸可降低 testosterone 之產生 (Sakamoto & Wakabayashi, 1988)。鎮咳去痰作用: 可抑制組織氨誘發之氣管反應升高現象, 並可降低 β 受體反應及血漿 Camp 水平升高 (陳劍雄、曹永舒, 1994)。
- (三) 心血管作用:
1. 血管舒張作用: 甘草酸對氯化鉀及非競爭性拮抗腎上腺素誘發之家兔主動脈有收縮作用 (賀師鵬、靖宇、岳保珍、王孝偉、何慶雲、潘競先等, 1998)。
 2. 缺血保護作用: 甘草酸可提高缺血後再灌流之 ATPase 活性, 可減輕腦水腫及改善神經功能 (蔡宏偉、覃秀娟、王雲姣, 1996)。甘草次酸及甘草甜素具有保護神經細胞因缺血及神經毒素誘導凋亡之效果 (高滋鍵, 2006)。
- (四) 保肝作用: 甘草酸皮下注射 30mg 可降低肝臟脂肪變性、

纖維化及組織壞死現象，並可使肝臟原蛋白、血清 Y-球蛋白含量、ACT 活性及 SGPT 水平下降。(吳錫銘、呂堅、茹仁萍，1993)。甘草酸亦可抑制黃麴霉毒素 B₁ 誘發肝癌病變前作用 (李俊麗、嚴瑞琪、王輝雲，1993)。

(五) 免疫力調節作用：甘草酸能抑制大鼠腹腔細胞內酵母聚糖刺激大鼠巨噬細胞產生 PGE₂ 的釋放量，達抗炎機制 (張羅修、徐維敏、潘德濟，1988)。

(六) 抗炎作用：甘草酸可抑制角叉菜膠所引發大鼠胸膜炎之滲出物及發炎細胞浸潤現象 (唐法娣、王硯、謝強敏、卞如濂，1999)。

(七) 抗病毒作用：甘草酸於離體實驗中可抑制 HIV 病毒在 MT-4 細胞上制細胞毒作用 (Hattori T, Ikematsu S, Koito A, Matsushita S, Maeda Y, Hada M, Fujimaki M, Takatsuki K, 1989)。

(八) 抗癌作用：甘草素抑制人類淋巴求癌細胞 jurkat 細胞分泌 IL-2 之作用機制為經由降低 p38、ERK 之磷酸化及抑制 NF-kB 而影響 IL-2mRNA 的表現量 (溫玉鳳，2004)。

(九) 抗嚴重性呼吸道症候群 (severe acute respiratory syndrome, SARS) 作用：甘草酸之衍生物可抑制 SARS 冠狀病毒對 Vero E6 細胞感染 (簡崇訓，2004)。

三、甘草酸的呈味特質

甘草酸，是從甘草中提取的純天然甜味素代替蔗糖使用既可增加甜度又可用它克服因多用糖而引起的發酵、腐敗等缺點。即使是蒸煮、殺菌等高溫操作也不會產生變色、分解等變化。甘草酸的銨鹽及鈉鹽在食品上的應用：1. 甜味效果：

甘草酸的甜度相當於砂糖的 250 倍，其甜味非常的特別，與天然或合成糖同時使用時，更有著回味無窮的相乘效果。2. 馴鹽作用：在鹽濃度提高的情況下，巧妙的使用甘草酸製品，可以抑制所增加的食鹽鹹度，並且不會損壞食品本來的味道。故使用在多鹽食品如醬油、醬菜、醃菜等，可溫和鹹味，改良調味效果。3. 調味效果：食品適當的增加甘草酸能夠有效呈現食品的原味，使食品本身及調味劑產生平衡，產生所謂的醇香味。

第五節 糖

糖的嗜好代表是「甜味」，不只人類，多數的動物也會對糖產生嗜好，例如：螞蟻、蒼蠅、變形蟲等。所以，對人類及動物來說，糖不僅是重要的營養來源，也是表示對甜味一種愉快的感覺（丁耐克，2008）。

糖又稱為碳水化合物是由碳、氫、氧，所構成的，糖通常被當作甜味料來使用，最常使用的是蔗糖，而且是最安全的，並且可以改變味覺，例如：砂糖甜味可以將咖啡因的苦味減弱，在糖水中加入 1—2% 的鹽水會使糖的甜味增加，加入 7—10% 的鹽水甜味就會消失（邱標麟，1993）。蔗糖至今仍是被使用最多的甜味劑，隨著肥胖、糖尿病等聞名疾病的盛行，低熱量或無熱量的人工甜味劑因應而生，但其安全性則為大眾所關切（王正方等，2001）。

夏倫貝格爾(Shallenberger)提出甜味 AH/B 呈味基團理論，他認為甜味的分子結構中所形成的氫鍵基團 -AH，稱之質子供給者(proton donor)，同時存在陰電性強的原子 B，稱之質子接受者(proton acceptor)，當這兩者接觸彼此時能以氫

鍵結合產生甜味覺（關建全，2004）。

蔗糖味甜而單調，是高純度的單一種糖，但溫度會影響各種甜味劑與味蕾的作用，一般而言，溫度低時甜味較強。且與生理、心理因素有關，因此會隨個人喜好閾值不同而有所相異。生病期間，味覺往往會變的比較遲鈍，情緒的評核與否也會影響甜味的判斷。甜味劑分為天然甜味劑、半天然甜味劑、化學合成甜味劑等（王正方等，2001）。

第三章 研究方法

本章主要說明研究方法與架構，共分為六節：第一節實驗參與者、第二節測驗時間與地點、第三節食品官能檢查、第四節實驗設備與器材、第五節實驗設計、第六節實驗步驟與流程及方法、第七節資料處理，茲分述如下：

第一節 實驗參與者

嘉義縣大同國小全校教職員工：男生 33 人，女生 82 人共 115 人；學生：男生 1086 人，女生 967 人共 2053 人；幼稚園：男生 81 人，女生 64 共 145 人；廚區工作人員 16 人、營養師 1 人、國中午餐執行秘書 1 人等，共計 2331 人。

第二節 測驗時間與地點

本研究實驗在衛生安全的廚區環境製備食材，於教室內進行品嚐，廚工與營養師則在廚房供膳餐廳進行分區品嚐，並請實驗參與者於實驗前兩小時禁食，並備開水於每一次品嚐後充分漱口再進行下一個配方品嚐。

第三節 食品官能檢查

- (一) 品評員：無經驗型 (Inexperienced) 屬試驗階段之嗜好性品評員，試驗最好 30 位以上。
- (二) 品評最佳時間：上午 9 時至 11 時，品評前 1 小時不可進食。
- (三) 品評員需注意事項：品嚐一樣品後應漱口，去除口中殘留的風味，然後再品嚐另一樣品。
- (四) 品評員心理建設：讓品評員知道，不論結果如何，都樂

意他的加入。

(五) 品評樣品：編上代號並避免給任何孰優孰劣的差異暗示。

(六) 大規模的品評實驗：品嚐樣品次序逢機使用提供。

(七) 樣品溫度：熱食品控制在 40-60℃。

(八) 樣品調理：方法越簡單越好。

第四節 實驗設備與器材

電子秤(Electronic Scale)：正義衡器廠。

彈簧秤(Spring balance)：正義衡器廠。

青江菜(Green cabbages)：當季時令蔬菜（午餐食材廠商提供）。

味精(MSG)：味丹企業股份有限公司。

糖(Sugar)：台糖實業有限公司。

甘草酸(Glycyrrhizinate)：向富實業股份有限公司。

迴轉鍋(Rotary pot)：大衛龍股份有限公司。

大鍋鏟(Large spatula)：自行設計請宏義鐵工廠製作。

白鋼鐵製容器(White steel container system)：大衛龍股份有限公司。

中心溫度計(Center thermometer)：瑞豐儀器行。

五分口味量表(five tastes Scale)：自行設計。

蒸氣式鍋爐(Steam boilers)：大衛龍股份有限公司。

實驗器材



圖 3-1 電子秤



圖 3-2 彈簧秤



圖 3-3 中心溫度計



圖 3-4 味精



圖 3-5 糖



圖 3-6 甘草酸



圖 3-7 蒸氣式迴轉鍋



圖 3-8 烹調用具



圖 3-9 盛裝容器

第四節 實驗設計

為讓實驗更嚴謹採「雙盲」(double blind)實驗，另設計食物嗜好五分量表：(1)非常好吃為5分。(2)很好吃為4分。(3)普通為3分。(4)不好吃為2分。(5)非常不好吃為1分(如：附件一)。原炒一迴轉鍋蔬菜重量60Kg，調味料：米酒150cc、蒜末720g、鹽450g、油1.53ml及味精150g。因此以味精使用量多寡為主，並搭配取代之調味品使用量為輔。

1號配方：味精100g、糖50g、甘草0.8g。

2號配方：味精80g、糖30g、甘草0.6g。

3號配方：味精50、糖20、甘草0.8g。

4號配方：糖160g、甘草0.8g。

5號配方：味精50g、糖160g、甘草0.4g。

6號配方：味精150g。

連同原配方共計6種配方，擇四年級與廚房媽媽為新配方的初擬實驗參加者，並以學生較不愛吃的青江菜為製備蔬菜。各調味品配方使用量由研究者事先秤好並編碼，食物製備起鍋前，再將配方交由廚房媽媽摻入青江菜調味。並請班級導師隨機取樣讓學生品嚐，每品嚐一道先行填寫五分量表，並充分漱口後再進行下一個配方品嚐(請導師解說填寫方式及注意事項，且於試吃前先測量中心溫度，再進行試吃)。

第一次6個配方中以改良配方(味精50g、糖160g、甘草0.4g)平均數 4.37 ± 0.82 及原配方(味精150g) 4.66 ± 0.63 為最受喜歡。於是進行第二次測試。

1號配方：味精150g。

2 號配方：糖 200g、甘草 0.8g。

3 號配方：味精 50g、糖 200g、甘草 0.8g。

4 號配方：味精 50g、糖 220g、甘草 0.6g。

經兩次測試，發現廚工喜歡的調味配方為（原使用配方）：味精 150g，平均數 3.81 ± 0.95 ；改良調味配方：味精 50g、糖 220g、甘草 0.6g；平均數 4.02 ± 0.94 。學生喜歡的調味配方：味精 150g，平均數 4.00 ± 0.90 ；改良調味配方：味精 50g、糖 220g、甘草 0.6g；平均數 4.50 ± 0.76 。顯示有稍喜歡改良後配方，因此依此兩種調味配方推至母群體，作原始調味配方及取代調味配方比對。

第五節 實驗步驟流程及方法

進行品評當天，要求學生第二節下課後不可進食（學校無合作社的設置）、不作劇烈運動，並於中午用餐前先進行品評後，再用午餐。由導師說明實驗流程與目的，先試吃一種配方製備的青江菜，填寫口味嗜好五分量表，充分漱口後再進行下一配方的品評，並填寫口味嗜好五分量表，收回量表進行統計分析，如圖 3-10 所示。

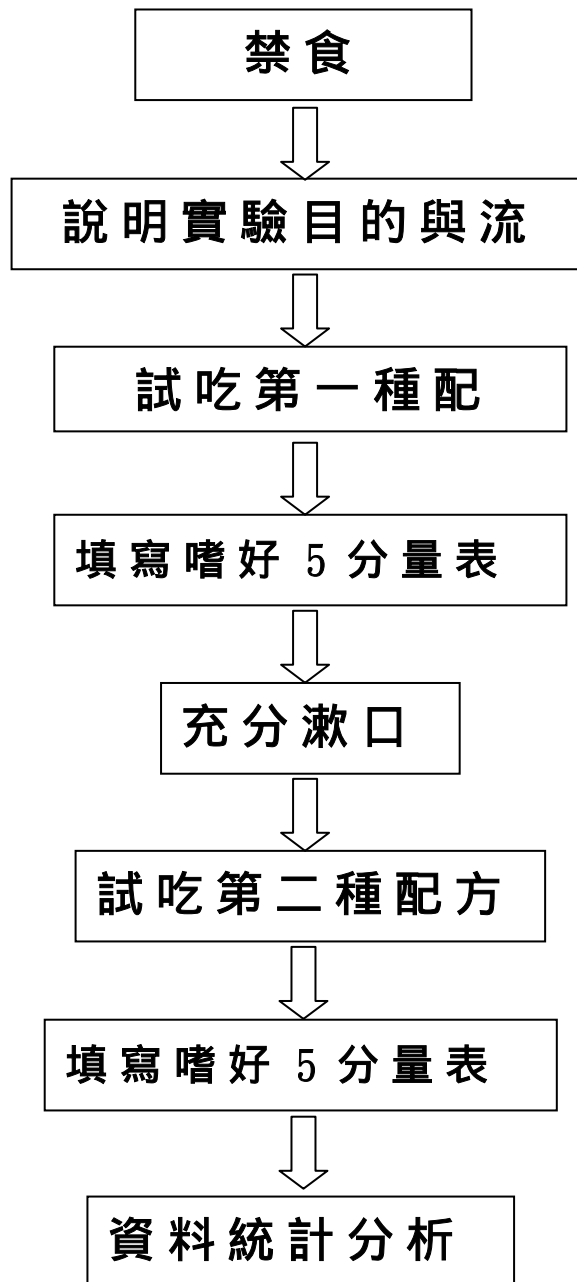


圖 3-10 實驗流程圖

第六節 資料處理

以描述性統計建立各項資料(年齡、性別、年級、配方)，再以 SPSS/PC12.0 系統進行混合二因子變異分析，其中若無顯著的交互作用則進一步分析其單純主要效果。因年齡層涵蓋較廣，另以混合三因子變異分析，其中若無顯著的交互作用則進一步分析其單純主要效果。本研究統計的顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。總計發出 2331 份量表回收 2323 份，有效樣本數 2116 份。

第四章 結果

本章主要是呈現實驗所得的數據資料經過統計處理後之結果分析，共分為四節：第一節取代調味配方被接受、第二節性別對配方口味喜好無差異、第三節年段對配方口味喜好有差異、第四節幼童比成人的接受度高，茲分述如下：

第一節 取代調味配方被接受

由表（4-1）顯示實驗參加者經過品評後，原配方平均 3.33 ± 1.43 ；改良配方平均 3.63 ± 1.31 ，就原配方與改良配方等二變項進行混合設計二因子變異數分析，結果顯示交互作用達顯著水準。

表 4-1 配方與受試者間分析表 (Formulation and inter-subjects analysis of Table)

Source	SS	df	MS	F	η^2	power
受試者間						
性別 (A)	1.72	1	1.72	0.78	0.00	
群內 (S/A)	4691.72	2116	2.22			0.14
受試者內						
配方 (B)	96.42	1	96.42	61.50*	0.03	1.00
性別 × 配方 (A × B)	1.30	1	1.30	0.83	0.00	0.15
配方 × 群內 (B × S/A)	3317.41	2116	1.57			

*p < .05

第二節 性別對配方口味喜好無差異

由表(4-2)顯示實驗參加者經過品評後，原配方平均男生 3.37 ± 1.48 ，女生 3.29 ± 1.39 ；改良配方男生平均 3.64 ± 1.37 ，女生 3.63 ± 1.25 ，原配方、改良配方與男生、女生等二變項進行(2×2)混合設計二因子變異數分析，結果顯示交互作用未達顯著水準， $F(1, 2116) = 0.83$ ， $p > .05$ ， $power = .15$ 。因此，研究則僅就主要效果進行分析，在原配方與改良配方的主要效果分析顯示，無差異存在， $F(1,2116) = 0.78$ ， $p > .05$ ， $power = 0.14$ 。

第三節 年段對配方口味喜好有差異

由表(4-2)顯示實驗參加者經過品評後，原配方平均低年級 3.51 ± 1.44 ，中年級 3.02 ± 1.59 ，高年級 3.43 ± 1.25 ；改良配方平均低年級 4.09 ± 1.24 ，中年級 3.70 ± 1.33 ，高年級 3.073 ± 1.19 。就原配方、改良配方、年段(低、中、高)及性別等三變項進行(2×3×2)混合設計三因子變異數分析，結果顯示交互作用達顯著水準。

表 4-2 配方變數分析表 Analysis of variables formula

變異來源	MS	F	η^2	Power
受試者間				
年齡 ^a (A)	107.14	49.94*	.05	1.00
性別 ^b (B)	2.86	1.32	.00	.21
年齡×性別 ^a (A×B)	1.31	0.61	.00	.15
群內受試 ^c (S/AB)	2.16			
受試者內				
配方 ^b (C)	85.35	57.72*	.03	1.00
年齡×配方 ^a (A×C)	108.03	73.06*	.07	1.00
性別×配方 ^a (B×C)	0.83	0.56	0	.12
年齡×性別×配方 (A×B×C)	2.31	1.56	0	.33
配方×群內受試 (C×S/AB)	1.48			

*p < .05

^a df = 2, ^b df = 1, ^c df = 2

第四節 幼童比成人的接受度高

由表(4-2)顯示實驗參加者經過品評後，教師部分原配方平均 3.55 ± 0.83 ，改良配方平均 3.66 ± 0.72 ；幼稚園學生原配方平均 3.76 ± 1.05 ，改良配方平均 4.64 ± 1.11 ；學生原配方平均 3.33 ± 1.43 ，改良配方平均 3.63 ± 1.31 。結果顯示交互作用達顯著水準。如表 4-2 所示。

第五章 結論與建議

健康飲食不僅應落實於家庭，學校午餐方面更需落實，學校是教育場所，需能讓學生獲得知識、技能及健康。專業營養師的健康飲食的焦點著重於家庭生活的範圍，甚少放在學校團膳區塊之中。「注重營養、清淡與衛生」之外也要學生及老師都能喜愛，方不失學校承辦午餐的用心，營養、美味、健康及衛生是致力於午餐推動的方針。

本研究突顯出取代 MSG 的調味料，老師、學生、廚工、及幼稚園都能接受的，而且比原來的配方更受歡迎。Horio, T. (2000) 針對蔗糖、氯化鈉、檸檬酸、味精、通寧水，作喜好研究顯示水與 1.12M 蔗糖的喜好值並沒有顯著差異。除了蔗糖，對味道溶液的量表值都是負的。對蔗糖量表喜好值顯著高於其他溶液。教育局營養師也認為味精使用適量是一件重要的事，因各校人數比例不一，故無法擬訂適切比例供各校參酌。在他們的專業認知領域裡，注重到了學生的營養均衡、熱量的攝取以及衛生安全，對調味品的使用機制卻無一定的準則，學校廚工雖取得丙級證照，仍依個人對味覺的喜好進行烹調。

根據台大醫學院營養系畢業學生表示，在就學期間課堂上仍不斷出現所謂「中國餐館症候群」，又因並非食品而只是食品添加物，幾乎所有的團膳設計中「MSG」都未被列入其中項目。因此必須以健康為出發點，尤其是疾病的患者更要避免。因此她覺得應該適量，最好能避免使用。

學校不用 MSG 的老師，對所謂「中國餐館症候群」並不清楚，但所描述出來的例如：脖子、肩胛僵硬、口渴、心跳加快等等，卻正如 Onley 等人所研究的結果相同；目前學校

午餐仍然持續使用 MSG，因此降低使用 MSG 用量研究顯示，取代配方是廣為接受的不分性別、年齡，而低年級學生的接受度又比高年級及成人高一些。柯文慶與賴茲漢（2001）指出味覺可以被訓練、味道也可以加以改變。那麼將 MSG 使用率下降，落實於各國中、小的學生午餐中執行，可從小開始培養對味道的喜好性，而且是能促進健康的。

黃開發（2005）指出，人類麩氨酸環化酵素含有一分子的鋅離子，阿滋海默症病人的腦部組織含有豐富的麩氨酸環化酵素。MSG 被視為與疾病相關，因此應考慮 MSG 的用量。假如烹調時同時使用到蕃茄醬、豆瓣醬、烏醋、醬油、甜麵醬等，MSG 可以減量使用；假如烹調食材其中含麩氨酸的成分，建議可以不必用 MSG，例如海菜、昆布、海產類等，沒有 MSG 提鮮味仍然保有原來的「鮮味」，考量所用食材 MSG 並非一定要添加。

食物於烹調添加 MSG，長時間加熱產生有害人體的細胞毒性衍生物（楊宗翰，2007）。味精長期間高溫加熱，易產生焦麩胺酸(pyroglutamate acid)，失去呈味能力（王正方等，2001）。因此 MSG 除了減量使用，於烹調調味時也應該在起鍋前再加入菜餚當中。而一般外食的肉燥或魯味到底健不健康？調理好的冷凍食材如：豬排、雞排、魚排...，諸多產品假如需經高溫油炸，調味料所含的麩氨酸鈉，會不會產生化學變化成為有毒的細胞衍生物？值得我們做進一步的探討。

參考文獻

- 丁耐克 (2008)。食品風味化學。臺北市：九州圖書文物有限公司。
- 王正方、王惠珠、李嘉展、孫芳明、陳政雄、劉世銓等人 (2001)。新編食品化學。臺中市：華格那企業。
- 何康潔 (1977)。味精對人體有害嗎？當代醫學，4(3)，221。
- 吳錫銘、呂堅、茹仁萍 (1993)。甘草酸 18H 差向構體的比較研究。中國藥理學雜誌，17，215-218。
- 呂維明 (1990)。淺談化學工業與化學工程。化工，37(1)，77-79。
- 李俊麗、嚴瑞琪、王輝雲 (1993)。甘草甜素等對黃麴霉毒素 B₁ 致大鼠肝癌作用的影響。癌症，12，104-107。
- 李興華 (1983)。中華民國味精工業發展概況。食品工業月刊，25(8)，33-37。
- 邱標麟 (1993)。食品甜味的系譜與製造科學。臺南市：臺灣復文興業。
- 岡西為人 (1982)。重輯新修本草。臺北市：國立中國醫藥研究所。
- 林如茵 (2004)。境外爭議、專家知識與日常生活科技：臺灣味精的飲食政治。未出版之碩士論文，國立臺灣大學，臺北市。
- 林清山 (1992)。心理與教育統計學。臺北市：東華。
- 姚念周 (1999)。食品感官生理現象的簡介。食品工業月刊，31(7)，42-50。
- 柯文慶、賴滋漢 (2001)。食物學原理。臺中市：富林出版社。
- 唐法娣、王硯、謝強敏、卞如濂 (1999)。甘草酸氫對胸膜

- 炎和支氣管肺泡灌洗液中癌症細胞的影響。中藥藥理與臨床，15，17-18。
- 孫玉滿（1987）。初生大白鼠經麩氨酸鈉處理後對其成熟後之性行為及飲食行為之影響。未出版之碩士論文，高雄醫學院，高雄市。
- 孫星衍、孫馮異（1985）。神農本草經。臺中市：五洲出版社。
- 高茲鍵（2006）。甘草甜素及甘草次酸對缺血及 6-hydroxydopamine 誘導 PC12 細胞損傷隻保護作用及其可能作用雞轉。未出版之碩士論文，國立中興大學，臺中市。
- 張伊倫（2003）。調味料業。臺北市：產業報導經濟部商業司（編輯）。139-153。
- 張雪華（1996）。我國味精業國際競爭優勢演進過程與興衰。食品工業月刊，28（8），33-37。
- 張羅修、徐維敏、潘德濟（1988）。甘草皂對大鼠腹腔前列腺素 E2 和 cAMP 水平的影響及對某些免疫功能的調節作用。上海醫科大學學報，15，101-105。
- 陳秀蓮（1998）。食品增味劑。食品工業月刊，30（8），35-48。
- 陳慈薇（1993）。調味品之歷史革沿與市場未來展望。食品工業月刊，25（1），13-19。
- 陳劍雄、曹永舒（1994）。甘草酸單銨對內毒素誘發支氣管高反應性的作用 - β -cAMP 向下調節影響。中藥藥理與臨床，10，17-18。
- 章樂綺（1994）。對不起味精。光華雜誌，1，19。
- 彭秋妹、王家仁（1991）。食品官能檢查手冊。食品工業發展研究所，新竹市。

- 賀師鵬、靖宇、岳保珍、王孝偉、何慶雲、潘競先等人(1998)。
甘草次酸與大鼠乾膜血管緊張素 11 受體相結合。中國藥理學通報，14，519-521。
- 黃伯超(2000)。味精的科學之文獻回顧：著重於安全性，味精的科學與旨味研討會論文集。
- 黃伯超、游素玲(1983)。營養學精要。臺北市：臺北合作書刊出版合作社。
- 黃清村(1997)。味精工業相關因素之研究。產業經濟，189，89-95。
- 黃開發(2004)。蛋白質後轉譯修飾作用之焦麩氨酸形成：人類麩氨酸環化酵素的蛋白質生產、晶體結構、催化機制、抑制及病理生理學之研究。未出版之博士論文，國立臺灣大學，臺北市。
- 楊宗翰(2007)。葡萄糖胺與麩胺酸鈉衍生物抗菌活性之研究。未出版之碩士論文，臺北醫學大學醫學，臺北市。
- 溫玉鳳(2004)。甘草素對人類淋巴球癌細胞 jurkat 細胞株腦粒線體 ATPase 活性的影響。未出版之碩士論文，長庚醫學院，臺北市。
- 蔡宏偉、覃秀娟、王雲姣(1996)。甘草酸對缺血再灌注犬腦粒線體 ATPase 活性的影響。中國藥理學通報，12，549-551。
- 盧敏惠(1979)。鹽、醬油、味精與高血壓。臺灣營養學會雜誌，4(2)，26-28。
- 謝文全(1993)。重輯圖經本草。中國醫藥學院(宋蘇頌等奉敕撰)臺中市。
- 簡崇訓(2004)。甘草素與氮糖之研究：I 合成甘草素衍生物

作為抗 SARS 冠狀病毒世劑 11 氮醣之合成與醣化合物在水中之反應。未出版之碩士論文，國立臺灣大學，臺北市。

蘇志遠 (1973)。麩酸發酵。臺北市：天然書社有限公司。

關建全 (2004)。食品化學。臺北市：新文京開發出版股份有限公司。

Anderson, & Warwick, (2002). "Postcolonial Technoscience". *Social Studies of Science*, 32, 643-658.

Andrew, G., & Ebert. (2000). *Symposium on MSG Science and Umami*. International Glutamate Technical Committee.

Garrety, & Karin, (1997). "Social world, actor-network and controversy: The case of cholesterol, dietary fat and heart disease". *Social Studies of Science*, 27(5), 727-773.

Hattori, T., Ikematsu, S., Koito, A., Matsushita, S., Maeda, Y., Hada, M., et al. (1989). Preliminary evidence for inhibitory effect of glycyrrhizin on HIV replication in patients with AIDS. *Antiviral Research*, 11, 255-261.

Horio, T. (2000). Effects of various taste stimuli on heart rate in humans. *Chem. Senses*, 25, 149-153.

Itoh, K., Hara, T., Shiraishi, T., Taniguchi, K., Morimoto, S., & Onishi, T. (1989). *Effects of glycyrrhizin and glycyrrhetinic acid on (Na⁺⁺ K⁺)-ATPase of renal basolateral membranes in vitro* *Biochemistry International*, 18, 81-89.

Kwok, R. H., Araujo, P. E., Denis, H., & Jean, M. (1968).

- Monosodium glutamate ingestion and thirst production. *The New England Journal of Medicine*, 7, 25-73.
- Lucas, D. R., & Newhouse, J. P. (1957). The toxic effect of sodium-L-glutamate on the inner layers of the retina. *AMA Arch Ophthalmol*, 58, 193-201.
- Marandici, A., & Moder, C. (1993). Inhibition by glycyrrhetic acid of rat tissue 11 beta-hydroxysteroid dehydrogenase in vivo. *Steroids*, 58, 153-156.
- Olney, J. W. (1969). Brain lesions, obesity, and other disturbances in mice treated with monosodium glutamate. *Science*, 164, 719-721.
- Olney, J. W. & Ho, O.L.(1970). Brain Damage in infant Mice following Oral Intake of Glutamate, Aspartate or Cysteine. *Science*, 227, 609-611.
- Olney, J. W., & Sharpe, L. G. (1969). Brain lesion in an infant rhesus monkey treated with monosodium glutamate. *Science*, 166, 386-386.
- Ruszymah, B. H., Nabishah, B. M., Aminuddin, S., Sarjit, S., & Khalid, B. A. (1999). Effects of glycyrrhizic acid and steroid treatment on corticotropin releasing factor and beta-endorphin containing neurons of the hypothalamus of the rat. *Malaysian Journal of Pathology*, 21, 51-58.
- Sakamoto, K., & Wakabayashi, K. (1988). Inhibitory effect of glycyrrhetic acid on testosterone production in rat gonads. *Endocrinologia Japonica*, 35, 333-342.

- Tsuyoshi, H., & Yojiro, K. (1998). *Influence of physical exercise on human preferences for various taste solutions* *Chem. Senses* Aug, 23(4), 417-421.
- Walker, R., & Lupien, J. R. (2000). The safety evaluation of monosodium glutamate. *Journal of Nutrition*, 130, 1049s-1052s.
- Yoshkawa, M., Toyohara, M., Ueda, S., Shiroy, A., Takeuchi, H., Nishiyama, T., et al. (1999). Glycyrrhizin inhibits TNF-induced, but not Fas-mediated, apoptosis in the human hepatoblastoma line HepG2. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 22, 951-955.
- Yamaguchi, T. (1970). The Neogene of the northeastern part of the Shimokita Peninsula, northeast Honshu, Japan. -On the stratigraphic relation of the Tomari, the Gamanosawa and the "Sunagomata" Formations-. *Journal of Geographical Society of Japan* , 76(4): 185-197.

