

# 蒸煮方式和乾燥復水對落花生果實化學成分及質地之影響<sup>1</sup>

蔡淑珍<sup>2,4</sup> 吳宗諺<sup>2</sup> 楊金興<sup>3</sup> 劉慧瑛<sup>2</sup> 廖慶樑<sup>2</sup>

## 摘要

蔡淑珍、吳宗諺、楊金興、劉慧瑛、廖慶樑。2007。蒸煮和乾燥復水對落花生果實化學成分之影響。台灣農業研究 56:189-205。

本研究乃分析立枝仔反、台農 6 號、台南選 9 號及台南 11 號等 4 個不同品系落花生生仁與莢果花生的化學成分及蒸煮性狀，探討落花生帶殼蒸煮與否、不同蒸煮方式、以及乾燥花生復水利用對其成分變化之影響。分析項目包括水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、灰分、礦物質組成、可滴定酸、甲醛態氮、水溶性醣及水溶性蛋白質等項。結果顯示蒸煮花生熟仁的可滴定酸、甲醛態氮、水溶性醣及水溶性蛋白質較新鮮生仁明顯減少，而不溶固形物含量則增加。推測蒸煮過程除造成部分成分流失外，並使部分水溶性成分轉變為不溶性。帶殼蒸煮熟仁的水溶性成分及不溶固形物含量較去殼蒸煮熟仁為高。利用殺菌釜高壓方式可以明顯縮短蒸煮時間，整體而言，高壓水煮優於其他蒸煮方式。利用真空浸水方式能使莢果乾燥花生達到良好復水情形。乾燥花生生仁除可滴定酸較新鮮生仁低外，其餘的化學成分變化不大。復水花生的生仁和熟仁大部分化學成分與新鮮的生仁和熟仁相近，惟浸水過程明顯造成鐵、錳和銅等礦物質組成的流失。

**關鍵詞：**莢果花生、花生仁、化學成分、蒸煮方式、復水。

## 前言

有關落花生的加工，在國內已有眾多的研究，其內容包括花生醬、花生油、花生糖、焙炒花生、花生仁湯等。前人研究認為落花生成分及加工特性受品種、地區和採收期作而有所差異 (Tseng *et al.* 1991; Liu *et al.* 1993; Bett *et al.* 1994)。依據 Tsai *et al.* (1991) 之報告，不同落花生品系除影響花生仁平均粒徑大小及組成分外，亦影響其加工特性；惟報告中僅提及花生仁之水分、粗蛋白質和粗脂肪物質等，有關莢果對花生加工特性之影響並無報導。Lii & Chang (1991) 雖探討台南選 9 號花生生仁在烹煮過程中物化特性之變化，但對不同品系花生莢果之烹煮性狀則未論及。Tsai *et al.* (1991) 曾分析台南選 9 號及台南 11 號不同成熟度及不同處理下之花生生仁可溶性醣類與游離胺基酸含量。花生生仁焙炒時色澤、組成分和酵素活性變化受水份含量之影響 (Chiou & Tsai 1989; Chiou *et al.* 1991)。利用真空浸漬法，加速帶殼花生浸漬調味的效果 (Cheng & Tsai 1991)。Mondoulet *et al.* (2005) 報告水煮花生的致過敏性較烘焙花生為低，推測乃由於花生中的低分子過敏原在水煮過程中釋放於水中。亦有學者利用花生復水探討花生生仁水分含量對其物性與質地變化之影響 (Aydin 2007)。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2294 號。接受日期：2007 年 07 月 31 日。
2. 本所農化組副研究員、聘用人員、前研究員、研究員兼組長。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 本所作物組副研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：sjtsai@wufeng.tari.gov；傳真機：(04)23302805。

目前市售落花生莢果製品有焙炒、烘乾和冷凍等不同產品，其中冷凍產品為新鮮莢果水煮後快速凍結之產品 (Tsai *et al.* 1993)。落花生產期集中，冷凍花生加工又受限於新鮮莢果，所以乾燥花生的復水利用於冷凍加工值得考慮。本試驗主要分析並了解不同品系落花生原料於蒸煮過程時化學組成分與加工蒸煮性狀的變化，探討蒸煮時花生帶殼與否，和不同蒸煮方式對花生成分變化之影響。本試驗同時將乾燥花生經復水後加以蒸煮，比較其化學成分與新鮮蒸煮花生的差異。

## 材料與方法

### 試驗原料及樣本前處理

試驗材料立枝仔反、台農 6 號、台南選 9 號、台南 11 號等秋作不同落花生品種 (系)。採自台南區農業改良場、台南善化、雲林崙背及元長，和彰化大城等地區收成之新鮮花生莢果，部分加上去殼取花生仁，以新鮮樣本或乾燥磨粉後進行原料分析。同時，新鮮莢果或去殼花生進行蒸煮試驗，或於烘箱 50°C 下 2 天加以乾燥後常溫下儲存以供乾燥花生復水試驗。

### 莢果蒸煮對花生成分之影響

利用傳統蒸鍋進行蒸煮處理，將花生莢果及去殼花生仁分別投入沸水 (去離子水) 中繼續煮 5 分鐘，迅速取出後放入已沸蒸鍋之蒸盤上，隔水小火燜蒸一小時，然後熄火燜 30 分鐘，取出冷卻至室溫後，進行樣品前處理及分析。比較各品種蒸煮花生化學成分的變化，和帶殼蒸煮對落花生成分變化的影響。

### 蒸煮方式對花生成分之影響

以落花生台南 11 號為原料，將莢果或去殼花生經下列不同蒸煮方式處理：1. 浸入沸水中水煮；2. 置於已沸蒸鍋之蒸盤上隔水燜蒸；3. 置於燒杯內，於殺菌釜內高壓蒸煮；4. 置於燒杯內浸水，再於殺菌釜內高壓水煮。落花生以不同蒸煮方式分別經不同蒸煮時間後，取出冷卻去膜剝瓣，利用物性測定儀 (FUDOH Rheometer NRM-2010J, Fudoh Kogyo. Co., Ltd., Tokyo, Japan) 進行切斷試驗 (Shearing test)，分析並比較不同蒸煮方式之花生質地隨蒸煮時間的變化情形。

根據上述花生質地變化結果，依不同蒸煮方式選擇不同蒸煮時間，分別為常壓蒸氣蒸煮或水煮 80 分鐘，及高壓蒸氣蒸煮或高壓水煮 15 分鐘。花生經不同蒸煮方式處理後冷卻至室溫以進行分析，比較不同蒸煮方式對落花生化學成分變化之影響。

### 乾燥復水對花生成分之影響

乾燥花生復水處理分為二種，以台農 6 號為試驗原料，將乾燥莢果或去殼花生分別於常溫常壓下浸水處理；或樣本放入燒杯內浸水，再置於真空乾燥器中經旋轉真空幫浦 (rotary vacuum pump) 抽氣共 3 分鐘。各處理於常溫下分別靜置不同時間後取出測定其水分含量，觀察其復水的情形。

將乾燥去殼花生仁經浸水過夜 (18 小時) 後擦乾備用。分別將去殼新鮮生仁、乾燥復水生仁及乾燥生仁以同上述莢果蒸煮試驗的蒸煮處理，冷卻後進行分析，比較乾燥復水花生的蒸煮熟仁和新鮮蒸煮熟仁化學成分變化之差異。

### 分析項目

所有處理的試驗樣本，或經去殼取仁後，乾燥磨粉或打漿後進行下列化學成分分析。(1) 水分：精秤 5 g 樣本在 105°C 下乾燥過夜，秤至恆量，以乾燥前後重量差異計算水份含量。(2) 粗蛋白質：精秤 0.2 g 樣本，利用 Micro-Kjeldahl Method 分析方法，測出總氮含量 (N)，粗蛋白質含量以  $N\% * 5.46$

表示之 (AOAC, 1984)。(3) 粗脂肪: 精秤 1.0 克樣本, 利用快速脂肪萃取裝置 (Tecator, Soxtec System HT2) 進行 Soxhlet 法萃取, 以乙醚迴流抽出 1 小時後測定 (AOAC, 1984)。(4) 粗纖維: 取萃取完粗脂肪之樣本, 依 AOAC (1984) 方法, 利用粗纖維測定裝置 (Tecator, Fibertec System I) 測定。(5) 灰分: 精秤新鮮樣品 5 g 以 550°C 灰化法測定 (AOAC, 1984)。(6) 碳水化合物: 以 100% 減去水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維及灰分所得之值。(7) 礦物質組成: 測定灰分後之灰化樣本, 以 3 N HCl 煮沸十分鐘溶出礦物元素, 並加 0.2 N HCl 稀釋至 50 mL 後, 用感應耦合漿-原子發射光譜分析儀 (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, ICP-AES) Jobin-Yvon JY38 Type III 測定礦物質元素含量。(8) 不溶固形物: 參考 CNS 水果及蔬菜汁飲料檢驗法測定 (Chinese National Standards 2004b)。定量新鮮花生樣本, 加去離子水打漿後並以水定量至 200 g, 迴流煮沸 30 分鐘, 以已乾燥秤量之 Whatman No.41 濾紙過濾, 濾液收集備用, 濾渣再用熱水充分洗滌後, 在 105°C 烘乾過夜, 測定濾紙增加之重量, 即不溶固形物。(9) 可滴定酸度: 取測定不溶固形物時得到之濾液, 參考國家標準方法 (Chinese National Standards, CNS) 水果及蔬菜汁飲料檢驗法測定 (Chinese National Standards 2004a), 以 0.01 N NaOH 滴定所得到之酸度值換算無水檸檬酸表示之。(10) 甲醛態氮: 取測定不溶固形物時得到之濾液, 參考 CNS 水果及蔬菜汁飲料檢驗法測定 (Chinese National Standards 2006)。(11) 水溶性蛋白: 取測定不溶固形物時得到之濾液, 定量取適當量稀釋, 以 Lowry *et al.* (1951) 方法之修飾法分析; 其 A 液改為 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 不加 NaOH。(12) 水溶性糖: 取測定不溶固形物時得到之濾液, 定量取適當量稀釋, 以酚-硫酸法 (Dubois *et al.* 1956) 測定濾液中之六碳糖含量, 而以葡萄糖為計算標準。

### 統計分析

利用 SAS 程式進行處理間之變方分析 F 檢定和正交比較 (orthogonal contrast)。依試驗數據資料計算各成分含量及質地 (三重覆) 之平均值 (mean) 和平均值標準誤差 (standard error of mean), 並於圖中以平均值直條圖和平均值標準誤差線表示。

## 結 果

### 莢果蒸煮對花生成分之影響

分析不同落花生品種的新鮮生仁、新鮮莢果蒸煮熟仁和去殼蒸煮熟仁之乾物成分, 觀察蒸煮前後之花生成分變化, 及帶殼蒸煮對花生成分變化的影響。依統計變方分析 F 值探討品種、蒸煮處理、及兩者之間的交感效應 (表 1)。各品種間的粗蛋白質、可滴定酸度、可溶性糖含量、磷和鈣含量有顯著差異。新鮮生仁、莢果蒸煮熟仁和去殼蒸煮熟仁之間的大部分成分有顯著差異。進一步以正交比較 (Orthogonal contrast) 分析蒸煮對花生之成分影響, 及帶殼與否對蒸煮花生成分之影響。結果顯示花生新鮮生仁 (FR) 和蒸煮花生 (含去殼熟仁 KC 和莢果熟仁 ISC) 之化學成分, 如粗纖維、灰分、可滴定酸度、甲醛態氮、不溶固形物、水溶性糖、水溶性蛋白質、鉀、鈣、鎂和銅等含量均有顯著的差異。莢果蒸煮和去殼蒸煮熟仁的粗蛋白質、碳水化合物、可滴定酸度、甲醛態氮、不溶固形物、鉀、鈣和銅等含量有顯著差異。除粗蛋白質外, 品系和蒸煮處理對新鮮花生成分變化的影響並無交感效應, 表示蒸煮處理對花生成分的影響不因品種不同而不同。

品種間粗蛋白質、可滴定酸度和磷含量雖有統計上差異, 但實際差距甚微; 品種立枝仔反的可溶性糖含量明顯高於其他品種; 台南選 9 號的鈣含量最高 (圖 1, 2)。品種間的其他化學成分則無明顯差異。

表 1. 蒸煮前後的不同花生品系乾物成分之變方分析 F 值

Table 1. F values of ANOVA for chemical characteristics (dry basis) of raw and cooked peanut cultivars

Factor	Df <sup>z</sup>	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	CHO	Titrateable acidity	Formol Nitrogen	Insoluble solid	Soluble saccharide	Soluble protein
Cultivar <sup>y</sup>	3	6.34**	1.07	2.41	0.78	1.94	3.57*	1.26	0.71	4.71*	2.16
Cooking	2	5.53*	1.62	10.25**	7.34**	3.10	327.55**	119.69**	139.01**	34.69**	837.73**
Contrast: FR vs. (KC & ISC)	1	0.25	0.14	19.44**	10.47**	0.89	553.54**	222.42**	256.05**	67.44**	1670.87**
Contrast: KC vs. ISC	1	10.81**	3.10	1.07	4.22	5.30*	101.57**	16.96**	21.98**	1.95	4.59
Cultivar*cooking	6	8.52**	0.38	1.42	0.33	0.98	1.10	1.02	1.02	0.28	2.79

Factor	df	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Cultivar	3	4.29*	0.55	30.55**	0.45	7.13**	0.15	7.51	1.67
Cooking	2	0.36	7.35**	25.11**	4.42*	1.34	0.23	68.74**	0.56
Contrast: FR vs. (KC & ISC)	1	0.42	5.56*	17.55**	7.33*	2.31	0.29	113.58**	0.70
Contrast: KC vs. ISC	1	0.30	9.14*	32.68**	1.52	0.37	0.17	23.91**	0.42
Cultivar*cooking	6	0.78	1.32	1.77	1.31	0.77	0.21	1.44	0.82

<sup>z</sup> df=degree of freedom; df of error=12.

<sup>y</sup> Cultivar: LCTF, TNG6, TNS9 and TN11; Cooking: treatments including raw, cooked kernel (KC) and cooked in-shell (ISC) peanut.

<sup>x</sup> \*,\*\* significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

就所有落花生品種，大抵而言，生仁和熟仁的灰分（圖 1）和鎂（圖 2）含量雖有統計上差異但實際差距甚微。生仁的粗纖維含量略高於熟仁，但莢果蒸煮和去殼蒸煮的熟仁則無顯著差異（圖 1）。生仁的可滴定酸度、甲醛態氮、水溶性糖、水溶性蛋白質和銅等成分含量顯著高於莢果蒸煮和去殼蒸煮熟仁；相反地，生仁的不溶固形物含量遠低於熟仁（圖 1, 2）。莢果蒸煮熟仁之可滴定酸度、甲醛態氮、不溶固形物、水溶性糖和銅等成分含量顯著略高於去殼蒸煮熟仁（圖 1, 2）。

### 蒸煮方式對花生成分及質地之影響

利用水煮、蒸氣煮、高壓蒸氣煮及高壓水煮等不同方式進行花生莢果及去殼花生蒸煮試驗，以觀察花生質地之變化，結果如圖 3 所示。在各不同蒸煮方式的莢果或去殼花生，花生抗壓值 (shear stress, g/cm<sup>2</sup>) 均隨著加熱時間增加而降低，表示花生質地均隨著加熱時間的增長而軟化。於常壓下水煮或蒸氣煮，花生抗壓值隨加熱時間而緩慢下降，於 80 min 時抗壓值為 95.1-138.3 g/cm<sup>2</sup>，莢果水煮和蒸氣煮之抗壓值均略低於去殼花生水煮和蒸氣煮（圖 3）。利用高壓蒸氣煮或水煮，花生質地於 10 min 時抗壓值迅速降至 126.8-179.3 g/cm<sup>2</sup>，並隨加熱時間持續下降，於 25 min 時抗壓值為 60.9-121.2 g/cm<sup>2</sup>。高壓水煮花生的抗壓值均略低於高壓蒸氣煮。顯示以高壓方式水煮和蒸氣煮花生可以明顯縮短加熱時間。

根據上述花生質地變化結果，花生於常壓下水煮或蒸氣煮 80 min 的抗壓值為 95.1-138.3 g/cm<sup>2</sup>，而利用高壓水煮或蒸氣煮 15 min 就可以達到相近的抗壓值 (88.6-145.8 g/cm<sup>2</sup>)，所以依不同蒸煮方式選擇不同蒸煮時間，分別為常壓蒸氣煮或常壓水煮 80 min，及高壓蒸氣煮或高壓水煮 15 min，再進一步探討不同蒸煮方式對化學組成分之影響。依統計變方分析 F 值探討花生形態（莢果或去

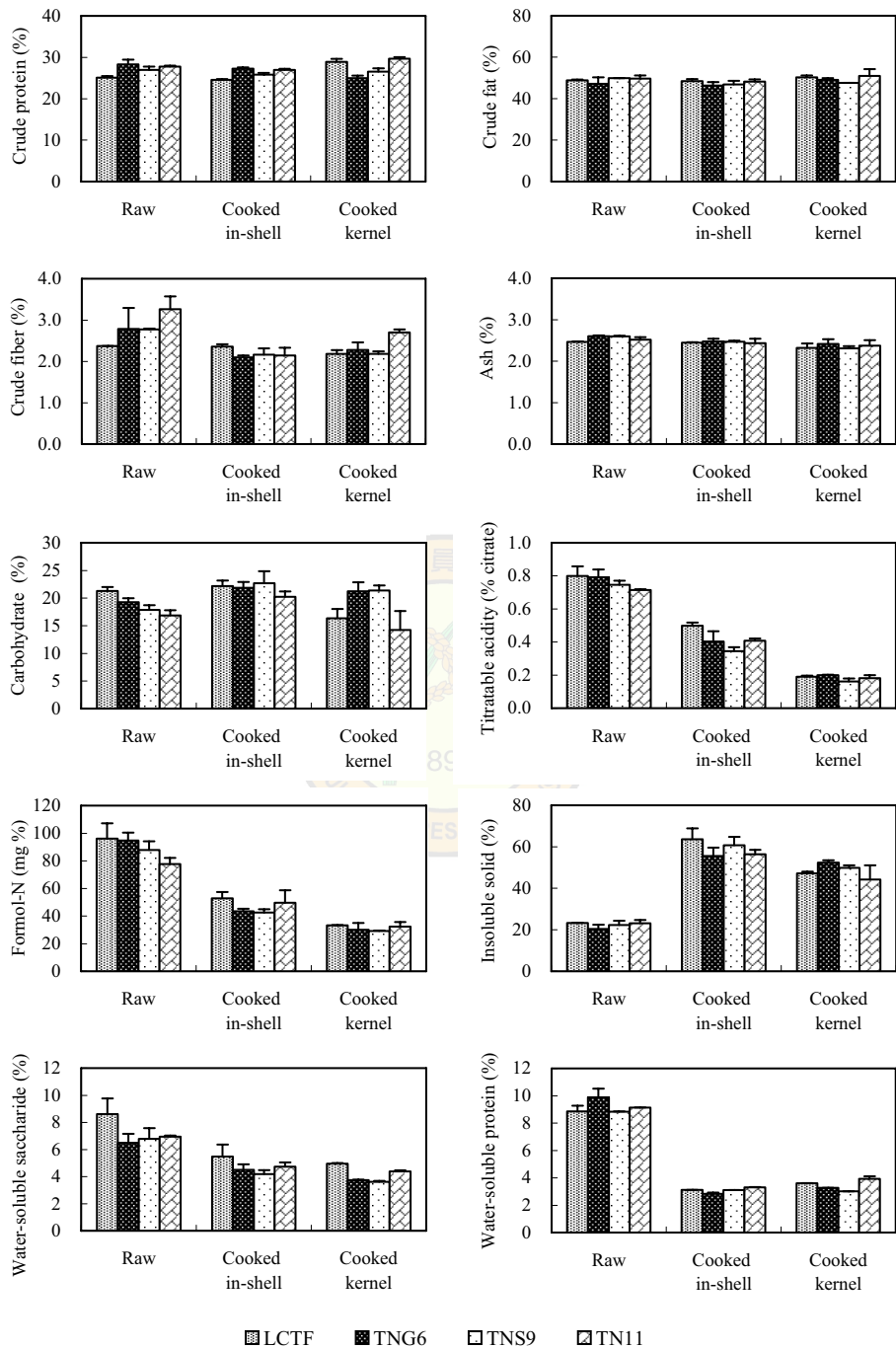


圖 1. 不同落花生品系新鮮生仁、莢果或剝殼蒸煮花生之化學成分（乾物計）。（LCTF = 立枝仔反；TNG6 = 台農 6 號；TNS9 = 台南選 9 號；TN11 = 台南 11 號）

Fig. 1. Chemical characteristics of raw and cooked peanuts of various cultivars (dry basis). (LCTF = Lichi-tzae-fan; TNG6 = Tainung No. 6; TNS9 = Tainan Selected No. 9; TN11 = Tainan No. 11)

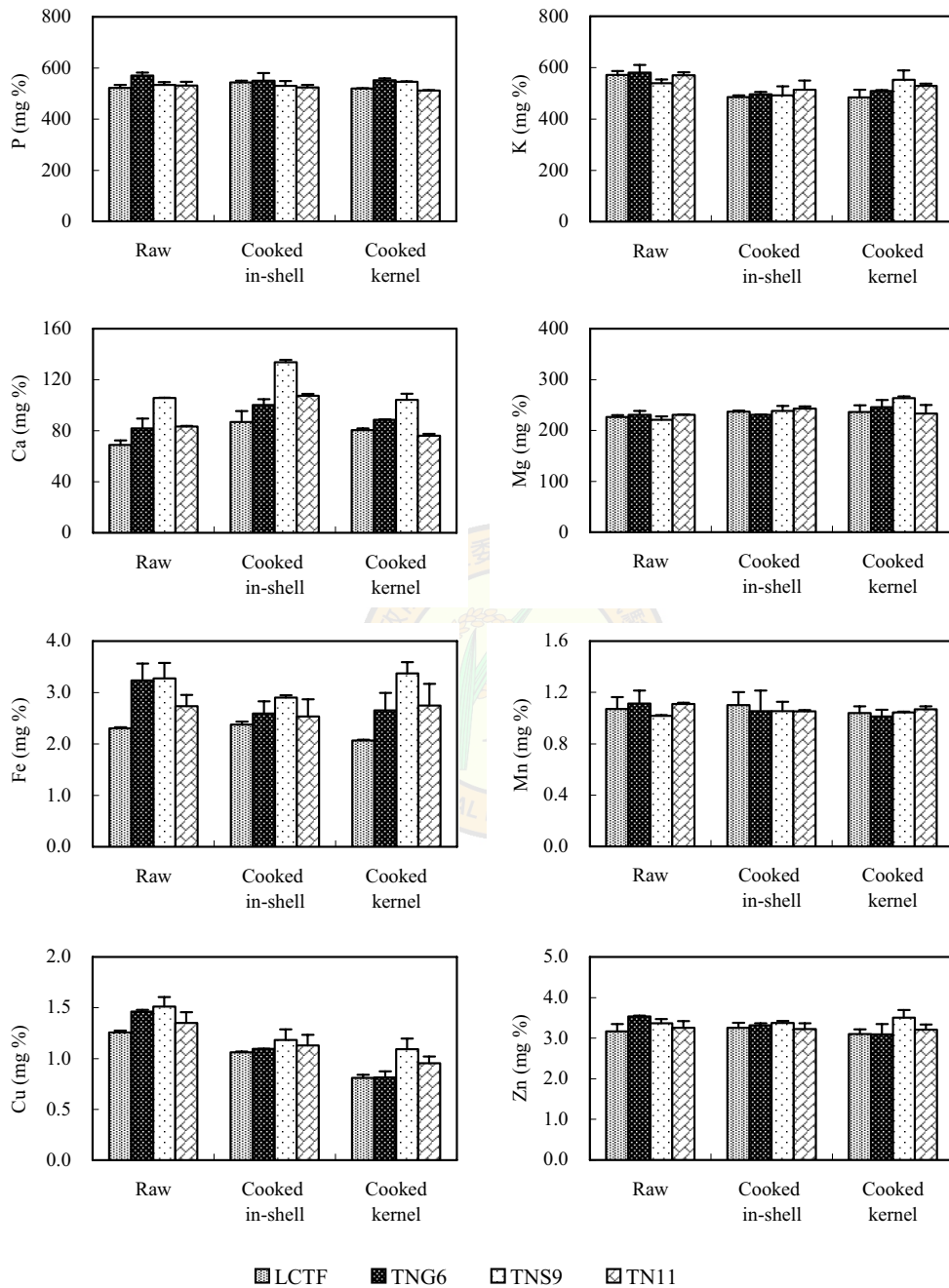


圖 2. 不同落花生品系新鮮生仁、莢果或剝殼蒸煮花生之礦物質組成(乾物計)。(LCTF = 立枝仔反; TNG6 = 台農 6 號; TNS9 = 台南選 9 號; TN11 = 台南 11 號)

Fig. 2. The mineral element contents of raw and cooked peanuts of various cultivars (dry basis). (LCTF = Lichi-tzae-fan; TNG6 = Tainung No. 6; TNS9 = Tainan Selected No. 9; TN11 = Tainan No. 11)

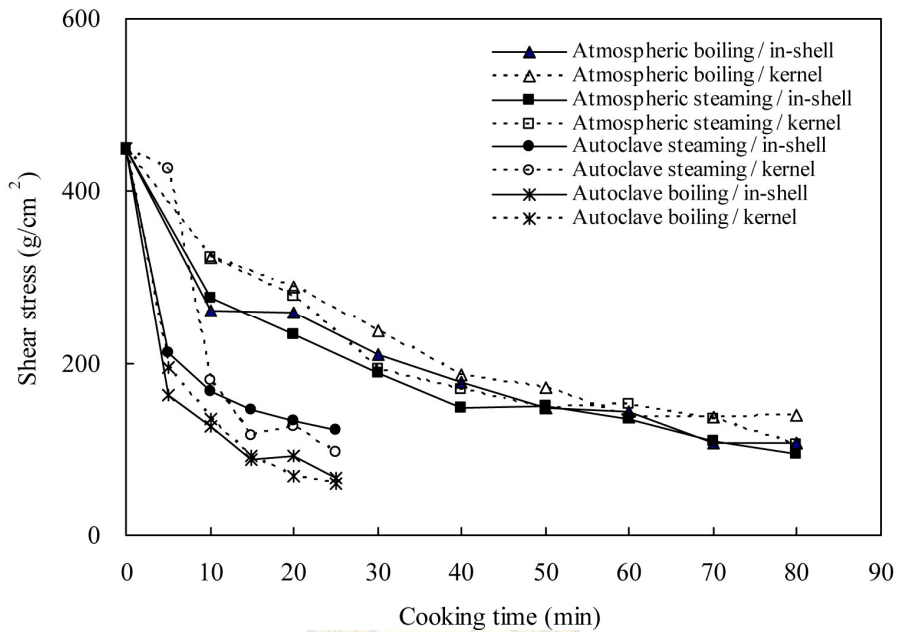


圖 3. 不同蒸煮方式花生組織質地隨蒸煮時間的變化情形。

Fig. 3. The change of peanut texture associated with cooking time of various cooking methods.

表 2. 不同蒸煮方式花生成分之變方分析 F 值

Table 2. F values of ANOVA for chemical characteristics<sup>z</sup> of peanuts by various cooking methods

Factor	df <sup>z</sup>	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	CHO	Titrateable acidity	Formol nitrogen	Soluble saccharide	Soluble protein
Form <sup>x</sup>	1	0.42	5.26 <sup>w</sup>	0.69	3.95	2.90	1.19	4.91*	0.82	1.08
Method	3	1.44	2.44	3.84*	3.45*	2.00	1.69	2.62	30.52**	5.84**
Form*method	3	3.81*	0.96	0.25	0.20	1.97	5.45**	1.11	2.39	0.50

Factor	df <sup>z</sup>	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Form <sup>x</sup>	1	0.65	16.79**	3.09	0.18	0.98	0.35	0.57	2.31
Method	3	0.83	5.36*	3.26*	0.38	4.73*	0.72	2.82	0.38
Form*method	3	0.77	0.20	2.15	1.07	0.30	1.19	1.11	0.07

<sup>z</sup> ANOVA was conducted according to the dry basis of all chemical characteristics.

<sup>y</sup> df=degree of freedom; df of error=16.

<sup>x</sup> Form: two forms of kernel and in-shell peanut; Method: four combinations of cooking methods, including atmospheric boiling, atmospheric steaming, autoclave boiling, and autoclave steaming.

<sup>w</sup> \*\*\* significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

殼)、加熱處理方式、及兩者之間의 交互作用 (表 2)。莢果和去殼蒸煮花生的粗脂肪、碳水化合物、甲醯態氮和鉀等含量有顯著差異。不同蒸煮方式處理的粗纖維、灰分、可溶性糖和可溶性蛋白質、鉀、鈣和鐵有顯著差異。同時，蒸煮帶殼與否和蒸煮方式對粗蛋白質和可滴定酸度含量變化影響有顯著交互作用。

不論以何種蒸煮方式，莢果花生的甲醛態氮和鉀含量均顯著高於去殼花生（圖 4，5）。蒸煮方式對水分的影響很大，以常壓水煮 80 min 的水分含量最高 (36.23-37.60%)，莢果和去殼花生處理間無顯著差異。以常壓或高壓蒸氣煮處理，去殼花生的水分均較莢果顯著為低；尤其以高壓蒸氣煮去殼花生水分含量最低 (23.30%)。高壓水煮莢果和去殼花生的水分含量，和常壓蒸氣煮莢果花生無顯著差異（圖 4）。粗纖維含量以常壓蒸氣煮方式最高，以高壓蒸氣煮方式最低。灰分則以高壓蒸氣煮方式最高。高壓蒸煮方式（蒸氣煮和水煮）的鉀和鐵含量均顯著高於常壓蒸氣煮。水溶性醣和可溶性蛋白質含量以常壓水煮方式最低（圖 4，5）。花生可滴定酸度明顯受到不同蒸煮方式和蒸煮帶殼與否的交感影響，在常壓或高壓水煮方式，莢果花生的可滴定酸度顯著高於去殼花生；但相反地，於常壓或高壓蒸氣煮方式，去殼花生的可滴定酸度反而顯著高於莢果花生。可滴定酸度以高壓蒸氣煮剝仁花生最高（圖 4）。

### 乾燥和復水對花生成分之影響

乾燥之莢果或去殼花生於常壓或真空下復水，水分含量變化情形如圖 6 所示。新鮮花生樣本水分含量原為 37.28%。乾燥去殼花生於常壓或真空下復水，或乾燥花生莢果於真空下復水，其水分含量可於 12 小時內增加到約 40%；乾燥花生莢果於常壓下復水 48 小時後，其水分含量只增加到約 30%。

分析落花生之新鮮、乾燥和復水的去殼生仁和熟仁之化學成分，觀察乾燥和復水對花生蒸煮前後成分變化之影響。依統計變方分析 F 值探討復水、蒸煮、及兩者之間的交感效應（表 3）。新鮮、乾燥和復水花生（生仁和熟仁）的灰分、可滴定酸度、水溶性蛋白質、及各礦物質組成（如磷、鉀、鈣、鎂、鐵和銅等）均有顯著差異。生仁和熟仁之灰分、可滴定酸度、甲醛態氮、不溶固形物、水溶性醣、水溶性蛋白質、鎂和銅等含量均有顯著的差異。同時，乾燥復水和蒸煮對可滴定酸度、和甲醛態氮和銅含量變化影響有顯著交感效應。

復水生仁的水分含量 (43.58%) 高於新鮮生仁 (37.28%)，但於蒸煮後兩者水分分別為 39.84% 和 40.37%，無顯著差異。乾燥生仁水分含量 (6.25%) 顯著低於新鮮和復水生仁，經蒸煮後之熟仁的水分含量 (29.98%) 仍顯著較新鮮和復水熟仁為低。新鮮、乾燥及復水花生生仁或熟仁的化學成分變化情形如圖 7 及圖 8 所示（乾物重計）。結果顯示乾燥和復水花生生仁的粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、灰分和碳水化合物等一般營養成分和新鲜生仁無顯著差異。除復水花生熟仁之灰分略低於新鮮和乾燥花生熟仁 ( $p < 0.05$ ) 外，新鮮、乾燥和復水花生熟仁之一般營養成分間無顯著性差異 ( $p > 0.05$ )。

比較花生生仁其他化學成分，新鮮生仁的可滴定酸度顯著高於乾燥和復水花生生仁，乾燥和復水生仁之間則無顯著差異。乾燥生仁的甲醛態氮顯著低於新鮮和復水生仁，水溶性蛋白質顯著高於新鮮和復水生仁，而新鮮和復水生仁之間的甲醛態氮和可溶性蛋白質含量則無顯著差異。新鮮、乾燥及復水花生生仁間的水溶性醣含量無顯著差異（圖 7）。新鮮生仁的鐵、鎂和銅等含量顯著高於復水生仁，但兩者的磷、鈣和鎂等含量則無顯著差異。新鮮生仁鉀低於乾燥和復水生仁（圖 8）。

不論新鮮、復水或乾燥花生經蒸煮後，熟仁的可滴定酸度、甲醛態氮、水溶性蛋白質和水溶性醣均顯著降低。乾燥花生熟仁的可滴定酸度、甲醛態氮和水溶性醣顯著高於新鮮和復水熟仁，新鮮和復水熟仁間則無顯著差異。新鮮熟仁的水溶性蛋白質與乾燥熟仁和復水熟仁無顯著差異。乾燥熟仁的水溶性醣略高於新鮮和復水熟仁，而新鮮和復水熟仁間的水溶性醣則無顯著差異（圖 7）。新鮮熟仁的鐵含量顯著高於復水熟仁，其餘礦物質組成含量與復水熟仁無顯著差異。

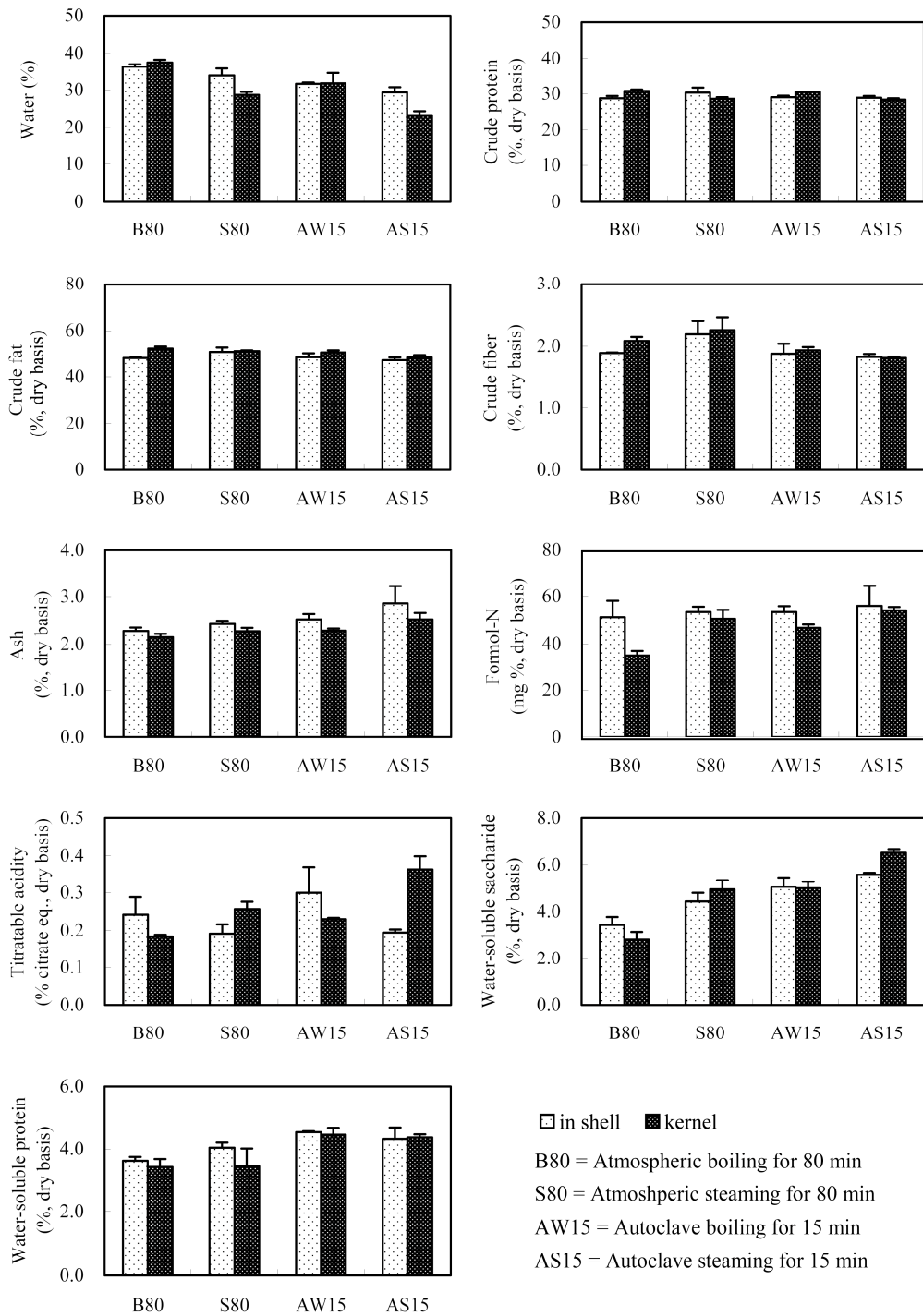


圖 4. 以不同蒸煮方式處理的新鮮花生莢果或去殼花生之化學成分。

Fig. 4. Chemical characteristics of fresh in-shell and kernel peanut cooked by various methods.

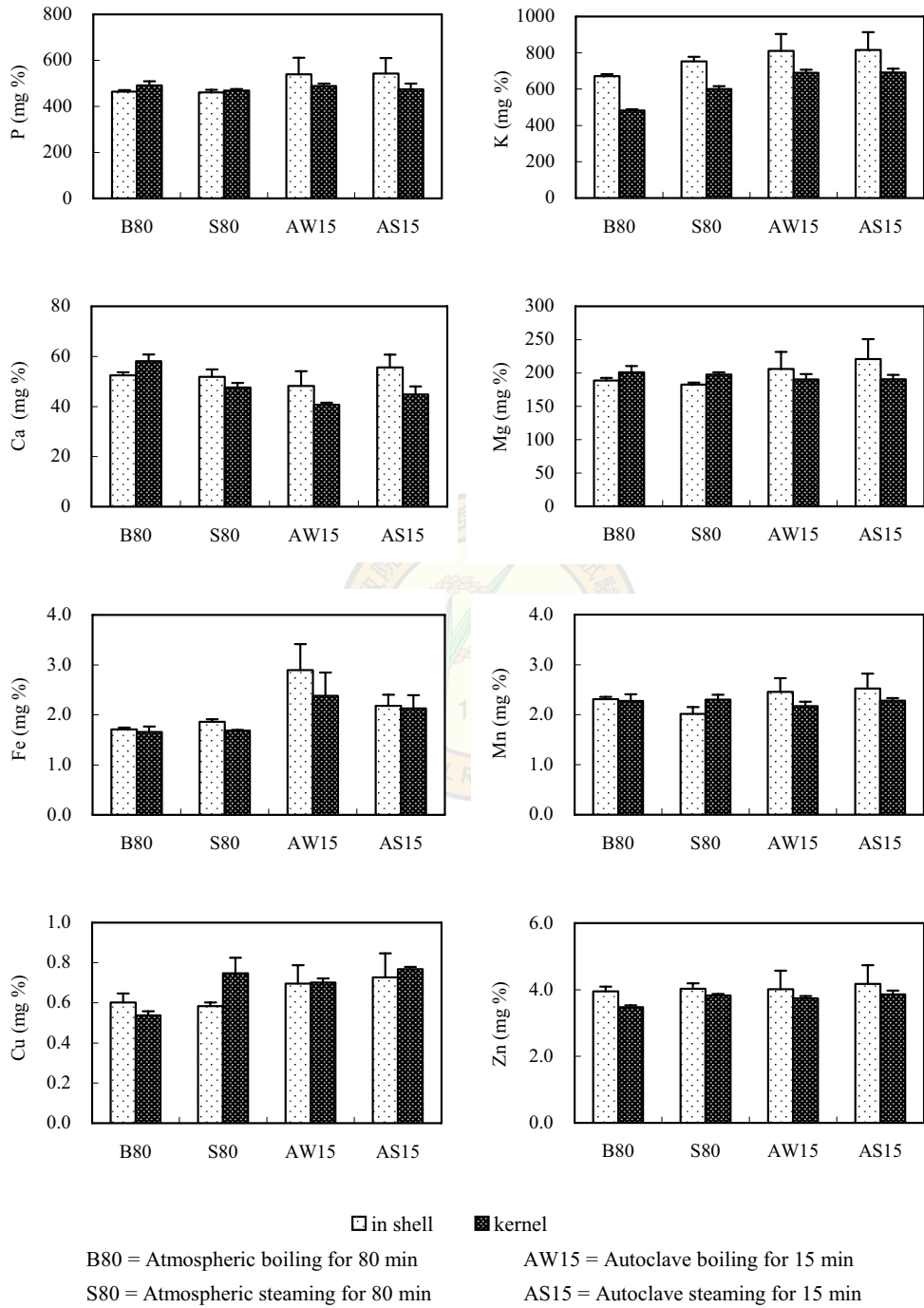


圖 5. 以不同蒸煮方式處理的新鮮花生莢果或去殼花生之礦物質組成（乾物計）。  
 Fig. 5. The mineral element contents of fresh in-shell and kernel peanut cooked by various methods (dry basis).

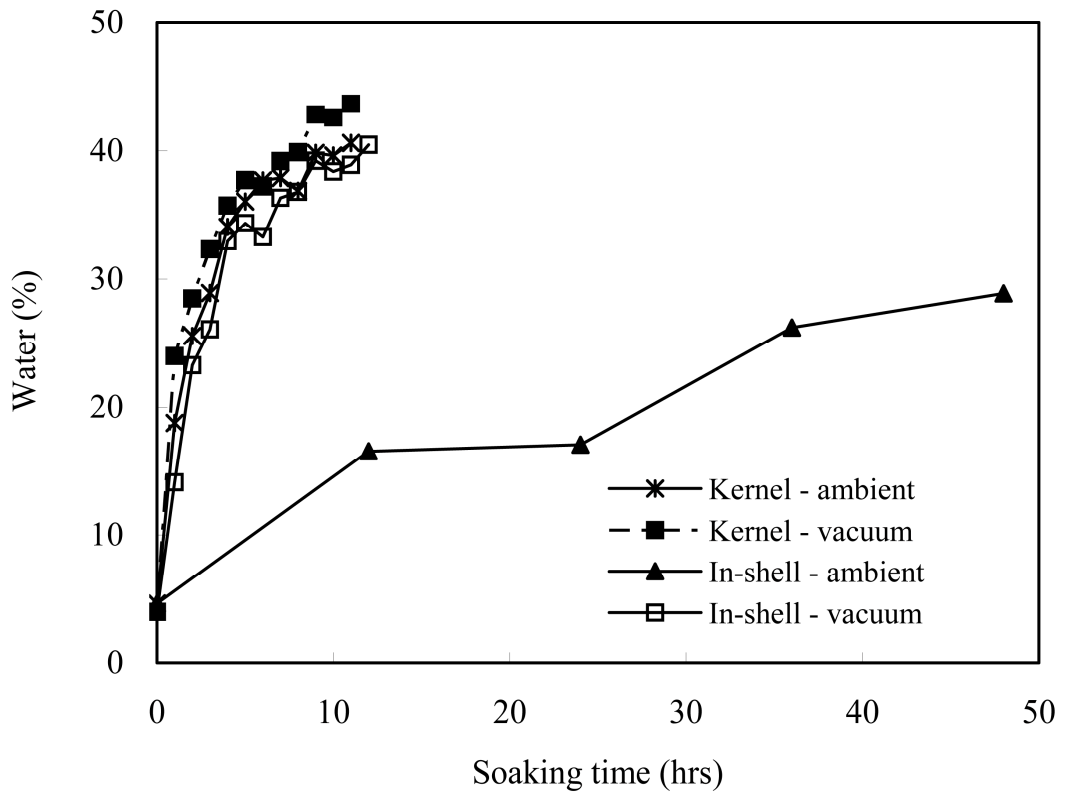


圖 6. 乾燥花生莢果和去殼花生復水時水分含量變化情形。  
 Fig. 6. The changes in water contents of dry in-shell and kernel peanuts during rehydration.

表 3. 生鮮、乾燥及乾燥復水花生成分之變方分析 F 值  
 Table 3. F values of ANOVA for chemical characteristics of raw, dried and rehydrated peanuts

Factor	df <sup>z</sup>	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	CHO	Titrateable acidity	Formol nitrogen	Soluble saccharide	Soluble protein
Soaking <sup>y</sup>	2	1.90	0.86	1.79	5.68 <sup>x</sup>	1.41	10.31 <sup>**</sup>	0.23	1.32	16.20 <sup>**</sup>
Cooking	1	3.66	1.24	1.51	23.63 <sup>**</sup>	0.66	176.47 <sup>**</sup>	130.67 <sup>**</sup>	39.18 <sup>**</sup>	178.70 <sup>**</sup>
Soaking*Cooking	3	0.79	0.25	1.83	0.23	0.07	16.45 <sup>**</sup>	6.59 <sup>*</sup>	0.29	2.46

Factor	df <sup>z</sup>	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Soaking <sup>y</sup>	1	6.06 <sup>*</sup>	7.08 <sup>*</sup>	6.35 <sup>*</sup>	6.39 <sup>*</sup>	17.51 <sup>**</sup>	3.76	41.68 <sup>**</sup>	1.19
Cooking	3	0.24	8.01 <sup>*</sup>	5.03	5.61 <sup>*</sup>	0.35	0.26	87.63 <sup>**</sup>	3.11
Soaking*Cooking	3	0.91	1.65	3.19	0.03	2.92	1.44	21.47 <sup>**</sup>	1.69

<sup>z</sup> df = degree of freedom; df of error = 8 .

<sup>y</sup> Soaking: three treatments including fresh, dry and rehydrated; Cooking: with or without cooking.

<sup>x</sup>\*\*\* significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

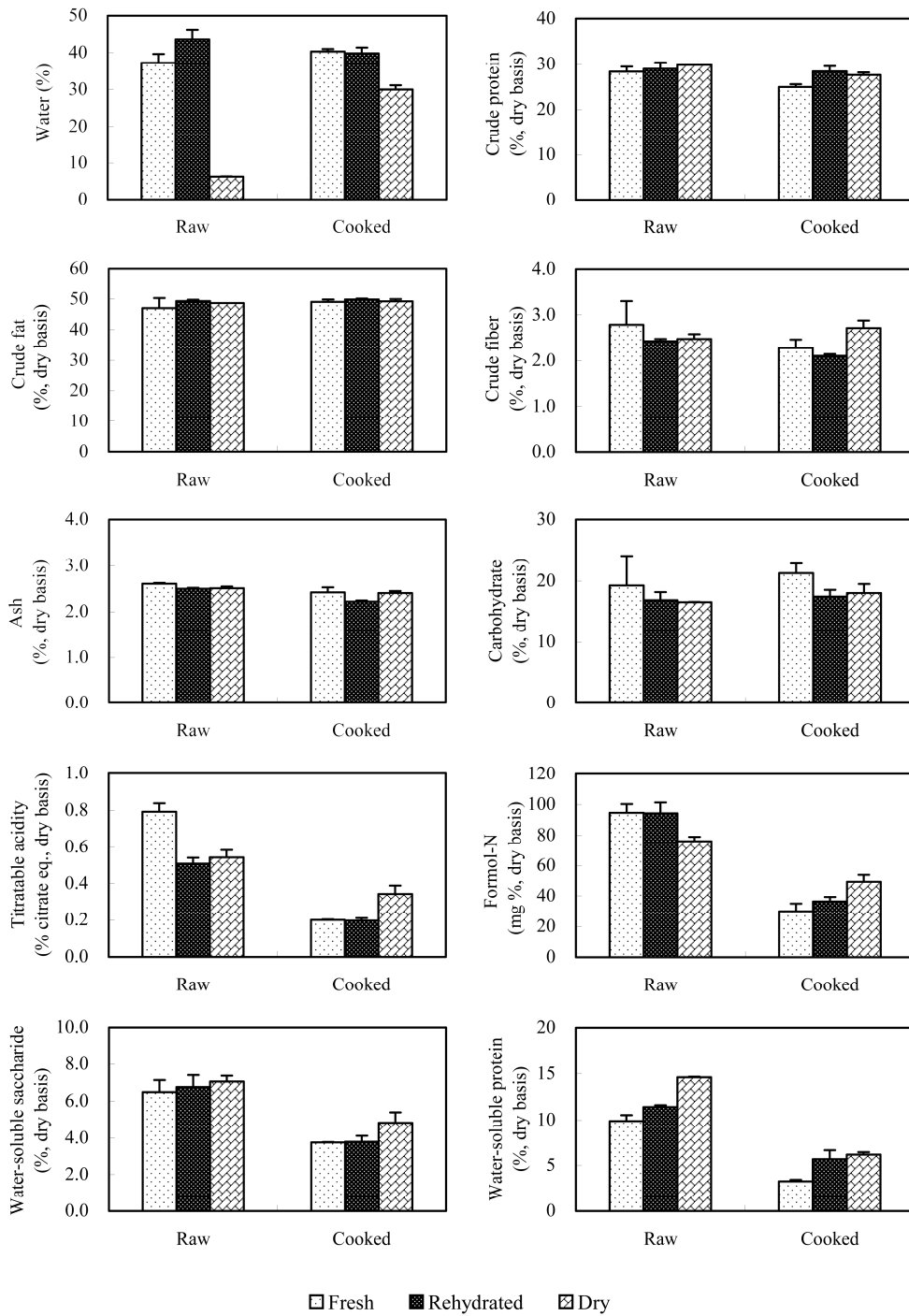


圖 7. 新鮮、乾燥和乾燥復水去殼花生生仁和煮仁之化學成分。

Fig. 7. The chemical characteristics of raw and cooked kernels for fresh, dry and rehydrated peanut.

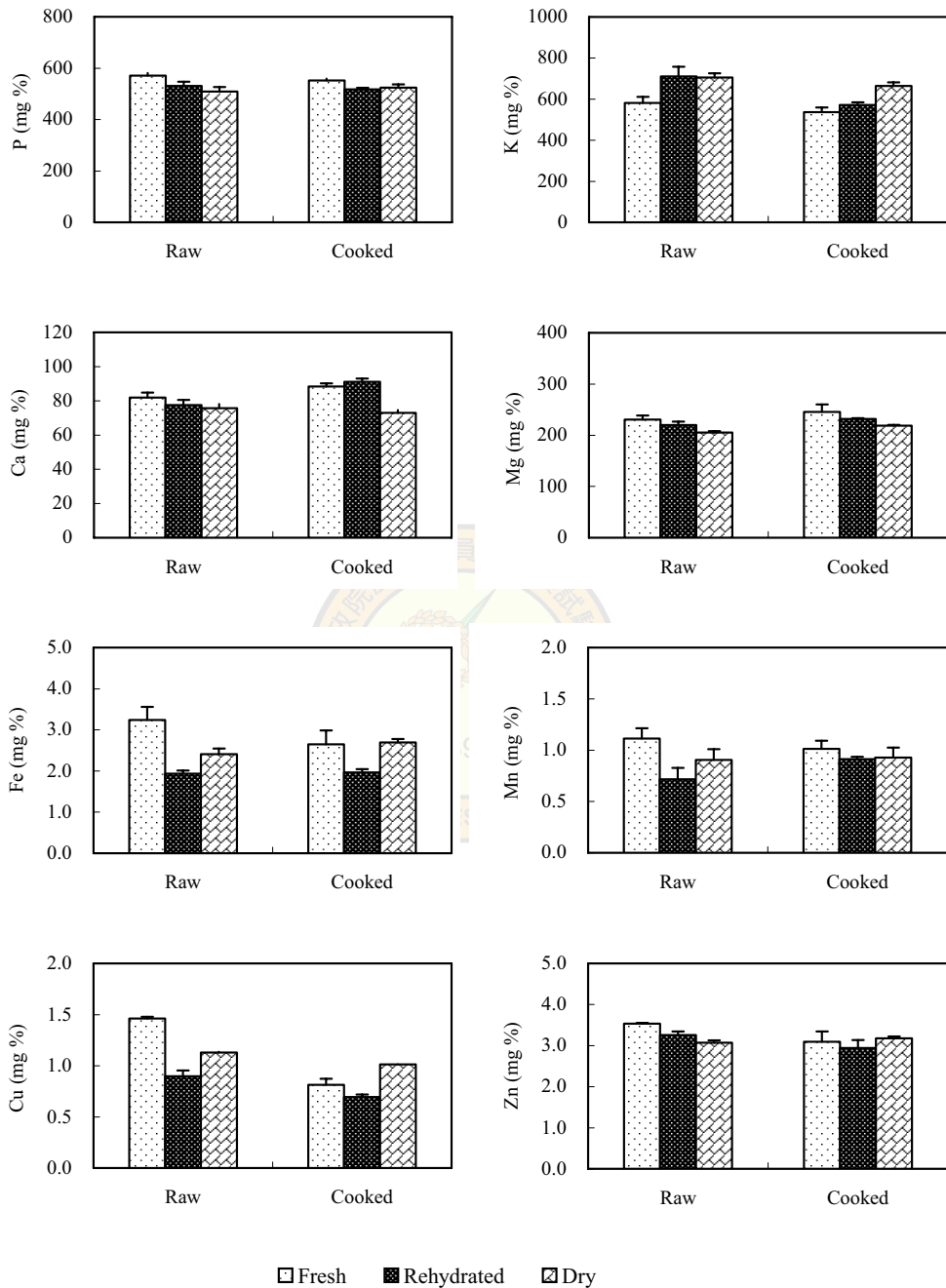


圖 8. 新鮮、乾燥和乾燥復水去殼花生生仁和煮仁之礦物質組成 (乾物計)。  
 Fig. 8. The mineral element contents of raw and cooked kernels for fresh, dry and rehydrated peanuts (dry basis).

## 討 論

本試驗落花生品系立枝仔反、台農 6 號、台南選 9 號和台南 11 號新鮮生仁等各品種（系）經蒸煮後，不論帶殼蒸煮與否，基本上熟仁一般營養成分，如粗脂肪和灰分等含量，和生仁之間的差異並不大。莢果花生及去殼花生熟仁的可滴定酸、甲醛態氮、水溶性醣和水溶性蛋白質等含量明顯較生仁為低，而不溶固形物則明顯較生仁為高。推測蒸煮過程可能造成花生部分成分流失，並使部分水溶性成分轉變成不溶性。Murugesu & Basha (1989) 曾報告水煮 (boiling) 使花生可溶性碳水化合物、可溶性蛋白質和游離胺基酸含量減少，但對於總蛋白質、不溶性碳水化合物和油脂含量則無影響。Schmitt & Meleki (2004) 亦發現水煮、炸和焙炒 (boiling, frying and dry roasting) 均會降低花生蛋白質的可溶性 (solubility) 和消化性 (digestibility)。

莢果蒸煮熟仁的可滴定酸、甲醛態氮、水溶性醣及不溶固形物等含量均略高於去殼蒸煮熟仁，推論花生帶殼蒸煮可同時減少其水溶性成分及不溶固形物的流失。花生殼結構雖呈多孔質，因外表覆蓋一層角質層，造成調味花生調味液不易滲入 (Tsai *et al.* 1993)，在本試驗蒸煮過程中，花生殼也相對地減少成分流失。莢果蒸煮熟仁的甲醛態氮較去殼蒸煮熟仁為高，可推測莢果蒸煮花生在食味應較去殼蒸煮花生略為甘甜。

本試驗利用水煮、蒸氣煮、高壓蒸氣煮及高壓水煮等不同方式進行莢果及去殼花生蒸煮，觀察花生質地之變化結果顯示，不論莢果或去殼花生在常壓下的蒸氣煮或水煮時，花生質地均隨著蒸煮時間的增長而逐漸軟化。Lii & Chang (1987) 報告花生於沸水 (100°C) 水煮時，其質地隨水煮時間增長而逐漸軟化；但於 50°C 至 90°C 水煮時，花生組織均先呈硬化現象，而後再隨水煮時間增長而逐漸軟化。

本試驗發現高壓方式水煮和蒸氣煮可以明顯縮短時間。但檢視蒸煮花生外觀發現，高壓蒸氣煮花生有明顯脫水現象，且花生膜色澤變暗而影響外觀。試驗同時發現高壓水煮花生的抗壓值均略低於高壓蒸氣煮，表示高壓方式處理時，浸水蒸煮有助於花生的軟化，且可以避免高壓蒸氣煮花生的不良外觀品質。

在比較不同的蒸煮方式對花生成分之影響，發現水煮、蒸氣煮、高壓蒸氣煮及高壓水煮等蒸煮方式對花生一般營養成分，如粗蛋白質及粗脂肪等影響不大。高壓蒸氣煮花生的甲醛態氮、水溶性醣及水溶性蛋白質含量略高於其他處理，而常壓水煮花生的這些成分含量則最低，尤其以常壓水煮的水溶性醣含量明顯低於其他蒸煮方式。高壓蒸氣煮方式雖然可使花生質地軟化快，且部分成分高於其他處理，但也造成產品的脫水現象和不良外觀。高壓水煮花生的成分與常壓蒸氣煮花生相近，但蒸煮時間明顯縮短，且可以避免高壓蒸氣煮所造成的缺點。整體而言，高壓水煮優於其他蒸煮方式。

觀察乾燥莢果或去殼花生於常壓或真空下復水情形，去殼花生於常壓或真空均可快速復水，真空方式可些許提高乾燥去殼花生的復水速率，但兩者差異不大。於常壓下花生殼嚴重阻礙乾燥花生莢果的復水；利用真空方式可以明顯地提高乾燥莢果的復水能力，使其復水速率與乾燥去殼花生的復水情形相近。此研究結果與 Tsai *et al.* (1992) 的試驗結果相近，他們利用真空浸漬加速帶殼花生的調味液浸漬，莢果的花生仁水分含量在真空浸漬法 2 hr 後可達 42%。Tsai *et al.* 的報告中花生浸漬復水速率高於本試驗，推測可能是由於真空浸漬時真空度的差異。

探討乾燥復水對花生生仁或熟仁化學成分變化之影響，結果顯示乾燥花生復水前後生仁和煮仁之大部分營養成分、甲醛態氮和水溶性醣含量，和新鮮生仁和煮仁相近。乾燥生仁的可滴定酸均遠

低於新鮮生仁，顯示乾燥過程可造成新鮮花生可滴定酸的減少。新鮮花生的可滴定酸如前述試驗結果亦會於蒸煮時流失，使得新鮮花生熟仁的可滴定酸與復水花生熟仁相近。復水過程造成乾燥花生生仁鐵、錳、銅等礦物質組成顯著減少；而蒸煮過程則對礦物質組成含量影響不大。乾燥花生復水除影響部分化學成分外，亦會造成物性和質地的改變，Aydin (2007) 報告花生生仁隨著其復水水分含量增加，假密度 (bulk density) 降低而真密度 (true density) 增加；花生生仁質地受水分含量影響極大，隨著水分含量增加而變軟，斷裂力 (rupture strength) 降低。

## 誌 謝

本文承蒙行政院農業委員補助研究部分經費（計畫編號 88 科技-3.2-糧-01）得以順利完成，特此致謝。

## 引用文獻 (Literature cited)

- Aydin, C. 2007. Some engineering properties of peanut and kernel. *J. Food Eng.* 79:810-816.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1984. *Official Methods of Analysis*, 13<sup>th</sup> ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 1141 pp.
- Bett, K. L., J. R. Vercellotti, N. V. Lovgren, T. H. Sanders, R. T. Hinsch, and G. K. Rasmussen. 1994. A comparison of the flavor and compositional quality of peanuts from several origins. *Food Chem.* 51:21-27.
- Cheng, S. L., and T. C. Tsai. 1991. Studies on the processing of in-shell peanuts. p.93-99 *in: the Proceedings of Peanut Processing Workshop*. Chia-yi Agricultural College. Chia-yi. (In Chinese)
- Chinese National Standards (CNS). 2004a. Method of Test for Fruit and Vegetable Products-Determination of Titratable Acidity. CNS Standard: Classified No. N6167, General No. 8626, Central Bureau of Standard, Ministry of Economic Affairs, Taiwan. 2 pp. (In Chinese)
- Chinese National Standards (CNS). 2004b. Method of Test for Fruit and Vegetable Products-Determination of Water-Insoluble Solids. CNS Standard: Classified No. N6163, General No. 8622, Central Bureau of Standard, Ministry of Economic Affairs, Taiwan. 2 pp. (In Chinese)
- Chinese National Standards (CNS). 2006. Method of Test for Fruit and Vegetable Juice Products-Determination of Formol Nitrogen. CNS Standard: Classified No. N6219, General No. 12630, Central Bureau of Standard, Ministry of Economic Affairs, Taiwan. 2 pp. (In Chinese)
- Chiou, R. Y., and T. T. Tsai. 1989. Characterization of peanut proteins during roasting as affected by initial moisture content. *J. Agric. Food. Chem.* 37:1377-1381.
- Chiou, R. Y. Y., Y. S. Chang, T. T. Tsai, and S. Ho. 1991. Variation of flavor-related characteristics of peanuts during roasting as affected by initial moisture contents. *J. Agric. Food Chem.* 39:1155-1158.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356.

- Lii, C. Y., and W. H. Chang. 1987. Correlation between the textural and chemical changes of peanuts during cooking and other treatments. I. Relationships between texture and chemical components of peanuts after pre-cooking. *Food Sci.* 14:233-241. (in Chinese with English abstract)
- Lii, C. Y., and W. H. Chang. 1991. Changes in physico-chemical properties of peanuts during cooking processes. p.101-113. *in: The Proceedings of Peanut Processing Workshop*. Chia-yi Agricultural College. Chia-yi (In Chinese)
- Liu, Y. F., S. Ferng, and R. Y. Y. Chiou. 1993. Processing related characteristics of peanut kernels of various cultivars grown in Taiwan. *J. Tech.* 8:73-80. (in Chinese with English abstract)
- Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, L. Farr, and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-273.
- Mondoulet, L., E. Paty, M. F. Drumare, S. Ah-Leung, P. Scheinmann, R. M. Willemot, J. M. Wal, and H. Bernard. 2005. Influence of thermal processing on the allergenicity of peanut proteins. *J. Agric. Food Chem.* 53:4547-4553.
- Murugesu, V. and S. Basha. 1989. Effect of salt concentration and duration of boiling on peanut seed composition. *J. Agric. Food Chem.* 37:756-760.
- Schmitt, D. A., and S. J. Maleki. 2004. Comparing the effects of boiling, frying and roasting on the allergen city of peanuts. *J. Allergy Clin. Immunol.* 113:S155. (abstract)
- Tsai, C. L., S. W. Fong, and R. Y. Y. Chiou. 1991. Relationships between processing characteristics of peanuts and their cultivations. p.11-20 *in: The Proceedings of Peanut Processing Workshop*. Chia-yi Agricultural College. Chia-yi (In Chinese)
- Tsai, T. C., C. Y. Tseng, and S. L. Cheng. 1992. The processing improvement of in-shell peanuts with vacuum soaking and blanching. *J. Biomass Energy Soc. China* 11:92-99. (in Chinese with English abstract)
- Tsai, T. C., C. Y. Tseng, S. L. Cheng, and Y. D. Tseng. 1993. The flavorings of in-shell peanuts with vacuum soaking. *J. Biomass Energy Soc. China* 12:164-170. (in Chinese with English abstract)
- Tseng, Y. K., T. R. Chen, and P. Chang. 1991. Physical characteristics and general composition of raw peanuts in Taiwan. *J. Nat. Chia-yi Inst. Agric.* 26:185-200. (in Chinese with English abstract)

# Effects of Cooking Methods and Rehydration on the Chemical Composition and Texture of Peanut<sup>1</sup>

Shwu-Jene Tsai<sup>2,4</sup>, Tsung-Yen Wu<sup>2</sup>, King-Hsing Yang<sup>3</sup>,  
Huey-Ing Liu<sup>2</sup> and Ching-Liang Liaw<sup>2</sup>

## Abstract

Tsai, S. H., T. Y. Wu, K. H. Yang, H. I. Liu, and C. L. Liaw. 2007. Effects of cooking methods and rehydration on the chemical composition and texture of peanut. *J. Taiwan Agric. Res.* 56:189-205.

The effects of cooking on the chemical composition and texture of peanut were studied. Several factors were considered: with or without shell during cooking; cooking methods; drying and rehydration. Peanut cultivars used in the research included Lih-Jr-Chai, Tainung #6, Tainan sel. #9 and Tainan #11. Compared to raw materials, the cooked peanut kernels had similar contents in proximate components; lower contents in titratable acidity, formol-N, water-soluble sugar and water-soluble protein; a higher content in water-insoluble solid. The results indicated that cooking processing caused the losses of water-soluble components as well as the partial changes of soluble components into insoluble ones. The cooked in-shell peanuts demonstrated higher contents of soluble components and insoluble solids than cooked peanut kernels. It might be concluded that the shell behaved as a barrier, preventing the leakage of peanut nutrients during cooking. Cooking time was shortened when peanuts were cooked by autoclave. Peanuts treated by autoclave steaming had a higher content of water-soluble sugar, but showed a drier and poor appearance. Overall, the autoclave boiling of peanut is recommended as the better cooking method for its cooking efficiency and quality. The rehydration of dry in-shell peanut was expeditiously improved by vacuum soaking. Dry peanut had similar composition as fresh raw one, except it was lower in titratable acidity. The rehydrated peanuts, including raw and cooked kernels, had similar contents as the fresh ones for most chemical components. However, soaking process of dry peanut kernel during rehydration caused significant losses of minerals, such as Fe, Cu and Mg.

**Key words:** *Arachis hypogaea*, In-shell peanut, Kernel peanut, Chemical composition, Cooking methods, Rehydration.

---

1. Contribution No.2294 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 31, 2007.

2. Associate Researcher, Assistant Researcher, former Senior Researcher, Senior Researcher and Director, respectively, Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Associate Agronomist, Crop Science Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail: sjtsai@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04)23302805.