

添加不同食用膠對愛玉凍離水性與組織特性之影響

熊惠芬^{*}、王子玲^{**}、覃孟雄^{**}、楊季清^{***}、王子慶^{****, *****}

摘要

本研究係探討於愛玉凍製程中添加不同濃度(0.1、0.3與0.5%)結蘭膠、刺槐豆膠與褐藻酸鈉等三種食用膠，並且貯存在不同溫度(35、45與55°C)之下，觀察其對愛玉凍離水性與組織特性之影響。結果顯示，不論添加何種濃度之三種食用膠及在何種溫度下貯存，經24小時後，pH值均會下降。添加食用膠後，亦會對愛玉凍之L、a、b值造成變化，其中，L值以添加0.5%結蘭膠者最高，a值與b值則均以對照組者最高，而添加0.5%結蘭膠者a值與添加0.5%刺槐豆膠者b值最低。對照組在55°C之下貯存24小時後，離水率可高達61.68%，但若添加結蘭膠、刺槐豆膠及褐藻酸鈉，則均能顯著($P < 0.05$)改善此離水現象，且隨著食用膠濃度增加，離水率降低，其中更以添加0.5%結蘭膠之改善效果最佳，離水指數可降低至55.77。三種食用膠的添加也會對愛玉凍組織造成變化，其中，結蘭膠及刺槐豆膠可顯著($P < 0.05$)提升愛玉凍之硬度、膠黏性與咀嚼性，至於在彈性及內聚性部分，所有樣品間無顯著差異($P > 0.05$)。在感官品評方面，各處理組之色澤與對照組者之間無顯著差異($P > 0.05$)；硬度以對照組與添加0.5%刺槐豆膠者最高；咀嚼感以添加0.1%結蘭膠、0.5%刺槐豆膠與對照組者最高；整體接受性以添加0.1%結蘭膠最高。整體而言，在添加不同濃度之三種食用膠及在不同溫度貯存下，都以結蘭膠對愛玉凍有最佳之抗離水效果，其中以0.5%結蘭膠效果最佳，但感官品評結果則以0.1%結蘭膠之整體接受性最佳。

關鍵字：愛玉凍、食用膠、離水、組織剖面分析

^{*} 統一企業股份有限公司中央研究所助理研究員

^{**} 美和科技大學餐旅管理系助理教授、助理教授

^{***} 國立屏東科技大學食品科學系教授

^{****} 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所經營利用系助理研究員(通訊作者)

^{*****} 美和科技大學餐旅管理系兼任助理教授

壹、前言

愛玉子為台灣特有之植物，其瘦果(achene)中富含果膠，揉洗後可形成愛玉凍，為台灣夏季極受歡迎的清涼食品。愛玉種子中之甲氧基與果膠比值約為13.1% (林等, 1990)，當在水中搓揉成愛玉凍時，果膠溶出，並經愛玉子本身之果膠酯酶(pectinesterase, PE)分解作用，甲氧基會與水中之鈣離子等二價陽離子結合，成為巨大之Ca-pectate gel，於是凝膠作用產生(石, 1987)，但此屬於低甲氧基果膠(low methoxyl pectin)的凝膠強度和硬度較小，結構較不穩定、易離水且保藏不易(鄭, 2000)。愛玉凍製成後，會隨靜置時間增加，凍中之水份逐漸析出，離水量於靜置三小時後可達30%左右，而離水現象則會與鈣離子濃度、貯存溫度等有密切的關係(Shyr, 1996)。

此外，食用膠為目前食品工業中廣泛使用之食品改良劑，主要是改善以水為基質(water base)產品的親水性(hydrophilicity)、乳化性(emulsion)、組織(texture)、黏度(viscosity)與保水性(water-holding capacity)，以及使產品在溫度、pH值與貯存上有更大的穩定性和保存性(黃, 2006a, b)。食用膠通常只含微量的蛋白質且不含脂肪，為良好的可溶性膳食纖維，添加於加工食品中僅提供非常低之熱量，有些還可做為脂肪替代物，除具有高保水能力之外，不同食用膠亦可做為食品之增稠劑、安定劑、穩定劑，並且具有改善組織與保濕等功能。

有關愛玉之基本性質(黃等, 1967; 黃與陳, 1979; 林等, 1990; 劉等, 1990)、凝膠原理(黃等, 1980; 李, 2000; Komae and Misaki, 1989)、離水原因(李, 2000)等，前人皆已有所探討，但尚無以添加劑減緩離水現象之相關研究。本研究嘗試在愛玉凍製造過程中，加入適當的結蘭膠、刺槐豆膠與褐藻酸鈉等三種食用膠，嘗試減緩愛玉凍離水現象，並且探討食用膠添加及貯存溫度對愛玉凍離水性與組織特性之影響。

貳、材料與方法

一、材料與樣品製備

愛玉子購自高雄縣桃源鄉。將愛玉子分裝成15包(每包300g)，以鋁箔積層袋真空包裝，貯存於陰涼處備用。乳酸鈣(calcium lactate)購自國華貿易股份有限公司，台北，台灣。結蘭膠(gellan gum)與褐藻酸鈉(sodium alginate)購自統園企業股份有限公司，台北，台灣。刺槐豆膠(locust bean gum)購自大中新記貿易股份有限公司，台北，台灣。

依愛玉子與超純水(ultra pure water)以1:50 (w/v)之比例來製作愛玉凍。先將0.05%乳酸鈣與離子淨水器 (Milli-Q Reagent Water System Millipore, Bedford, MA, USA)製造之超純水攪拌溶解，再加入愛玉子，以攪拌器(Heidolph RZR 2051,

Heidolph Instruments GmbH & Co., KG, Schwabach, Germany)於1000rpm攪拌10分鐘，再以80 mesh篩網(Mesh No.80, Bunsekifurui Co., Tokyo, Japan)過濾。另將食用膠與砂糖預混後加入超純水中，以水浴鍋(WATER BATH WB-30 M.R.C. Ltd., Israel)加熱，於1000 rpm下攪拌5分鐘使其溶解，即得到食用膠液，三種食用膠液配方如表1所示。濾液再與食用膠液以9:1 (v/v)之比例，於1000rpm攪拌均勻1分鐘後，以電子秤(Mettler PM 4800 Delta Range, Mettler Instruments, Switzerland)稱重80g倒入直徑6.0 cm，高度4.0cm的模型中，以封口機(Hitachi MH-115, Hitachi Ltd., Japan)封膜後，置於4°C冰水中冷卻1小時待用。控制組則為不加入食用膠者。

表1. 食用膠液配方

Table 1. Formula of edible hydrocolloids

Ingredient	Concentration (%)			
	0 (Control)	0.1	0.3	0.5
Sugar	10	10	10	10
Edible hydrocolloid ^z	0	0.1	0.3	0.5
Ultra pure water	90	89.9	89.7	89.5

^z Edible hydrocolloid: gellan gum, locust bean gum and sodium alginate.

二、測定項目與方法

(一) pH值測定

樣品以均質機(10 Speed Blender, Osterizer Corp., USA)擊碎混合均勻，以酸鹼度計(Seven Easy pH Meter, electrical pore: InLab428, Mettler-Toledo, Inc., USA)測定，進行三重複實驗。

色澤測定方面，參考張(2004)的方法加以改良，利用內徑5.0cm的圓柱形切刀，由上往下壓，進行取樣，將其高度調整為2.0 cm，運用色差儀(LabScan XE, Hunter Lab, Reston, VA, USA)對樣品進行測定，測試項目包括Hunter L、a、b值。L代表亮度(lightness)，+a代表紅度(redness)；-a代表綠度(greenness)，+b代表黃度(yellowness)；-b代表藍度(blueness)。使用前利用色差儀專用白板及標準板(X=78.98, Y=83.70, Z=90.11)進行色彩校正，校正完畢即可進行測量，進行三重複實驗。

(二)離水率(Synaeresis)測定

參考石(1987)之方法稍加改良，將樣品分別貯存於35、45與55°C之恆溫箱(Incubator MOV-102, Sanyo Electric Biomedical Co. Ltd., Japan)中，分別於0小時(即樣品到達中心溫度之時間)與24小時(即樣品到達中心溫度後24小時之時間)等二個時間點，進行三重複實驗。先將愛玉凍連同析出之水分倒入尼龍網上，下接漏斗及三角瓶過濾之，經20秒後，將尼龍網上之愛玉凍倒入瓶中稱重(以A表示之)，並計算離水率與離水指數

$$\text{離水率(\%)} = [(\text{愛玉凍原重} - A) / \text{愛玉凍原重}] \times 100\%$$

$$\text{離水指數(synaeresis index, SI)} = (\text{處理組所析出之水分量} / \text{對照組所析出之水分量}) \times 100$$

(三)組織特性(Textural property)測定

組織特性和風味、滋味、色澤等均是屬於食品的特徵，其中，包含了很多不同的特性，而非一個單一的變數(姚, 1994)。一般利用兩類方法進行測定，一為儀器之物性測定，另一則為感官品評測定。

1. 組織剖面分析(Texture profile analysis, TPA)

TPA測定是根據張 (2004)之方法加以改良，並以食品組織物性測定儀(Texture Analyser, model: TA-XT Plus, cylinder: SMS P/40, Stable Micro Systems, Surrey, England)測定製品之硬度(hardness)、內聚性(cohesiveness)與彈性(springiness)，並計算咀嚼性(chewiness)與膠黏性(gumminess)。首先將愛玉凍樣品切割成直徑50 mm × 20 mm高的圓柱體，分別對樣品進行二次壓縮，取其平均值，進行三重複實驗，組織物性測定儀操作條件如表2所示。

表2. TPA測定條件

Table 2. Test condition of TPA

Item	Value
Probe (mm)	40
Return distance (mm)	30
Return speed (mm/ sec)	10
Contact force (g)	1
Pre-test speed (mm/ sec)	2
Test speed (mm/ sec)	2
Post-test speed (mm/ sec)	2
Strain (%)	25
Time (sec)	1
Trigger force (g)	5

2. 感官品評(Sensory evaluation)

在感官品評試驗方面，是採用順位法(ranking test)來比較添加食用膠處理組與控制組之間的差異性和整體接受性(彭與王, 1992)，品評員以從事食品相關工作且經品評訓練的15位人員為主，品評項目包括色澤(color)、硬度(hardness)、咀嚼性(chewiness)與整體接受性(overall acceptability)，以5分制來品評，即色澤佳者、硬度硬者、咀嚼性佳者以及整體接受性高者給予5分，反之，則給予1分。為了避免因樣品的排列方式所造成的誤差而影響結果，樣品的排列及編號皆利用亂數表隨機排列。首先將置於4℃冰水中已冷卻1小時之愛玉凍樣品(大小為4 × 4 ×

3 cm³)取出，每次品評量為1/4個樣品，品評前先將品評內容充分說明，並供應溫水和蘇打餅當消味劑(林與葉, 2004)，每樣品品評間隔為15秒。

三、資料統計與分析

採用套裝統計分析軟體SPSS (Statistical Package for the Social Science) V.12版，以一般線性模式(General Linear Models procedure)進行Duncan's分析，統計後之數據以Mean ± S.D. 表示之，當 $P < 0.05$ 時表示具有顯著差異。

參、結果與討論

一、添加食用膠對愛玉凍pH 之影響

表3所示為分別添加0.1、0.3與0.5%之三種食用膠所製作之愛玉凍於不同貯存溫度下貯存24小時後之pH變化情形，由表中可知，對照組與各處理組之pH值隨靜置時間加長，皆有下降趨勢。愛玉凝膠過程中，pH值隨著PE之作用而降低的情況下，PE活性也隨之下降(石, 1987)，故PE活性越大，pH值下降越快，而pH值的降低則會加速凝膠(Christensen, 1986)。李 (2000)亦指出，隨著愛玉凍搓洗時間增加，pH會呈現下降的現象，且兌水倍數低者下降較快，推測應是溶液中溶出之果膠濃度及PE活性均較高，由兩者間作用產生之羧基所導致(Lee and MacMillan, 1968)。此外，愛玉子PE之分子量介於38-42 kDa (Lin *et al.* 1989; Komae *et al.* 1990)，其等電點(isoelectric point, pI)為3.5-4.5 (Lin *et al.* 1989; Komae *et al.* 1990)，此與目前所知高等植物之PE之pI大都在pH 9-10之間有所不同。

二、添加食用膠對愛玉凍L、a、b 值之影響

表4所示為分別添加0.1、0.3與0.5%之三種食用膠所製作之愛玉凍之L、a、b值變化情形。L值代表亮度，數值愈高，表示樣品越有光澤。由表中可知，添加食用膠之後，愛玉凍之L值產生變化，三種食用膠樣品間之L值具有顯著差異($P < 0.05$)，在濃度方面則無顯著差異($P > 0.05$)，其中，以添加結蘭膠之樣品數值皆高於控制組，並以0.5%結蘭膠的L值16.90最高，添加其餘二種食用膠者之L值則皆低於控制組。a值代表紅度，正值表示紅色，負值表示綠度。添加三種食用膠之愛玉凍之a值均為正值，表示皆偏向紅色，但皆顯著低於($P < 0.05$)對照組的0.35，而在各該食用膠濃度比較方面，亦達顯著差異($P < 0.05$)。b值代表黃度，正值表示黃色，負值則代表藍度。添加三種食用膠之愛玉凍之b值均為正值，表示皆偏向黃色，但皆顯著低於($P < 0.05$)對照組的4.26，而在各該食用膠濃度比較方面，亦達顯著差異($P < 0.05$)。

表3. 不同的食用膠添加與貯存條件對愛玉凍pH之影響

Table 3. Effect of different edible hydrocolloids and storage conditions on the pH of jelly fig jello

Edible hydrocolloid	Concentration (%)	Storage time (hr)	Storage temperature (°C)			
			35	45	55	
Control	0	0	4.29 ± 0.01	4.17 ± 0.01	4.18 ± 0.01	
		24	4.14 ± 0.01	4.09 ± 0.01	4.13 ± 0.00	
Gellan gum	0.1	0	4.30 ± 0.02	4.17 ± 0.01	4.28 ± 0.01	
		24	4.17 ± 0.00	4.10 ± 0.00	4.21 ± 0.00	
	0.3	0	4.32 ± 0.02	4.18 ± 0.01	4.13 ± 0.01	
		24	4.20 ± 0.00	4.10 ± 0.02	4.10 ± 0.00	
	0.5	0	4.31 ± 0.01	4.16 ± 0.00	4.28 ± 0.00	
		24	4.19 ± 0.02	4.10 ± 0.00	4.21 ± 0.01	
Locust bean gum	0.1	0	4.24 ± 0.01	4.35 ± 0.01	4.21 ± 0.01	
		24	4.12 ± 0.00	4.22 ± 0.01	4.15 ± 0.00	
	0.3	0	4.24 ± 0.02	4.23 ± 0.01	4.25 ± 0.00	
		24	4.10 ± 0.00	4.17 ± 0.00	4.21 ± 0.01	
	0.5	0	4.22 ± 0.00	4.31 ± 0.00	4.24 ± 0.01	
		24	4.12 ± 0.00	4.25 ± 0.02	4.10 ± 0.00	
	Sodium alginate	0.1	0	4.32 ± 0.02	4.21 ± 0.01	4.20 ± 0.00
			24	4.00 ± 0.01	4.14 ± 0.01	4.15 ± 0.02
0.3		0	4.37 ± 0.01	4.19 ± 0.02	4.24 ± 0.02	
		24	4.24 ± 0.01	4.10 ± 0.02	4.20 ± 0.00	
0.5		0	4.48 ± 0.02	4.31 ± 0.01	4.27 ± 0.01	
		24	4.36 ± 0.02	4.27 ± 0.00	4.25 ± 0.01	

三、不同食用膠對愛玉凍離水率之影響

一般而言，凝膠製備條件包括pH、溫度、果膠濃度、鈣濃度及糖濃度等(Kim *et al.* 1978)，而糖的添加可以提高愛玉凍凝膠強度並且降低離水現象(Chang and Miyamoto, 1992)。添加食用膠之愛玉凍在不同溫度下貯存24小時後之離水變化情形如表5所示，由表中可知，對照組在55°C之下經24小時貯存後，離水率則可高達61.68%，而不論添加何種食用膠或貯存於何種溫度下，均以添加0.5%者有較佳的抗離水效果，其中，尤以添加0.5%結蘭膠者具有最低的離水指數(55.77)。由於本試驗著重探討食用膠添加對愛玉凍離水率之改善與對其組織特性的影響，因此並未添加可以與愛玉果膠形成架橋的鈣離子來協助其凝膠，此也可能是導致離水率較高的原因。

表4. 不同食用膠添加對愛玉凍L、a、b值之影響

Table 4. Effect of different edible hydrocolloids on L, a, b value of jelly fig jello

Edible hydrocolloid	Concentration (%)	L	a	b
Control	0	14.76 ± 0.07 ^{bz}	0.35 ± 0.02 ^a	4.26 ± 0.03 ^a
Gellan gum	0.1	15.31 ± 0.06 ^a	0.28 ± 0.01 ^e	4.09 ± 0.05 ^b
	0.3	16.30 ± 0.05 ^a	0.18 ± 0.05 ^g	3.91 ± 0.05 ^d
	0.5	16.90 ± 0.06 ^a	0.14 ± 0.01 ^h	3.89 ± 0.04 ^e
Locust bean gum	0.1	14.71 ± 0.26 ^b	0.29 ± 0.01 ^e	4.05 ± 0.05 ^c
	0.3	14.43 ± 0.01 ^b	0.32 ± 0.02 ^b	3.91 ± 0.01 ^d
	0.5	14.57 ± 0.06 ^b	0.28 ± 0.04 ^e	3.81 ± 0.02 ^f
Sodium alginate	0.1	14.06 ± 0.08 ^c	0.30 ± 0.01 ^d	3.90 ± 0.03 ^d
	0.3	14.22 ± 0.02 ^c	0.23 ± 0.05 ^f	3.85 ± 0.08 ^e
	0.5	14.09 ± 0.03 ^c	0.31 ± 0.04 ^c	3.95 ± 0.14 ^d

^z Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's multiple range test.

四、添加食用膠對愛玉凍組織特性之影響

愛玉凍是由愛玉子溶出之高甲氧基果膠經其內含之PE作用形成低甲氧基果膠，再與水中之二價陽離子如鈣等交聯(cross linking)，逐漸形成網狀結構而產生凝膠(黃等, 1980)。本試驗於添加三種食用膠後之愛玉凍組織特性如表6所示，由表中可知，與對照組相較，各處理間在硬度、膠黏性及咀嚼性方面皆達顯著差異($P < 0.05$)，其中，在硬度方面，添加不同濃度結蘭膠與刺槐豆膠者均會顯著高於($P < 0.05$)對照組，並以添加刺槐豆膠者的硬度最高；而添加褐藻酸鈉者，則會隨著添加濃度的增加而降低之，且會低於對照組者。

膠黏性是由硬度和內聚性相乘而得，三種不同濃度食用膠中，以添加刺槐豆膠與0.3%結蘭膠者顯著最高($P < 0.05$)；而褐藻酸鈉則會隨著添加濃度的增加而降低之，且會低於控制組者。咀嚼性是由硬度、內聚性與彈性三者相乘而得，定義為食用固形食品時，咀嚼至可吞嚥的崩碎狀態所需之能量，表示食品的耐咀嚼程度(張, 2004)。三種食用膠中，以添加刺槐豆膠者咀嚼性顯著高於其他二種食用膠與對照組者($P < 0.05$)，並以添加0.5%刺槐豆膠者之咀嚼性最高；結蘭膠則以添加0.3%時最高；褐藻酸鈉則會隨著添加濃度的增加咀嚼性降低，且會低於控制組者。在彈性與內聚性方面，各處理組之間無明顯差異($P > 0.05$)。

五、添加食用膠之愛玉凍感官品評之影響

表7所示為愛玉凍樣品之色澤、硬度、咀嚼性和整體接受性的感官品評比較。

表 5. 不同貯存溫度對愛玉凍離水率之影響(貯存 24 小時後)

Table 5. Effect of storage temperature on syneresis of jelly fig jello (after 24 hr storage)

Edible hydrocolloid	Concentration (%)	Storage temperature (°C)		
		35	45	55
Control	0	58.38 ± 0.28 ^{az} (100) ^y	61.23 ± 0.18 ^a (100)	61.68 ± 0.31 ^a (100)
Gellan gum	0.1	48.00 ± 0.14 ^d (82.22)	50.26 ± 0.23 ^e (82.08)	50.67 ± 0.53 ^f (82.15)
	0.3	35.49 ± 0.28 ^g (60.79)	44.40 ± 0.67 ^f (72.51)	40.68 ± 0.28 ^h (65.95)
	0.5	31.17 ± 0.03 ^h (53.39)	35.19 ± 0.79 ^h (57.47)	34.40 ± 0.48 ⁱ (55.77)
Locust bean gum	0.1	55.87 ± 0.17 ^b (95.70)	56.44 ± 0.25 ^c (92.18)	59.16 ± 0.42 ^b (95.91)
	0.3	51.75 ± 0.46 ^c (88.64)	53.92 ± 0.31 ^d (88.06)	54.31 ± 0.43 ^c (88.05)
	0.5	47.88 ± 0.42 ^d (82.01)	50.42 ± 0.04 ^e (82.34)	53.21 ± 0.87 ^d (86.27)
Sodium alginate	0.1	54.63 ± 0.34 ^b (93.58)	57.95 ± 0.21 ^b (94.64)	58.71 ± 0.22 ^b (95.18)
	0.3	46.25 ± 0.05 ^e (79.22)	49.18 ± 0.07 ^e (80.32)	51.36 ± 0.16 ^e (83.27)
	0.5	38.79 ± 0.32 ^f (66.44)	40.53 ± 0.17 ^g (66.19)	41.26 ± 0.32 ^g (66.89)

^z Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's multiple range test.

^y Data in parenthesis means the syneresis index.

在色澤方面，添加三種食用膠之愛玉凍與對照組在色澤上並無顯著差異($P < 0.05$)。其中，添加不同濃度結蘭膠之愛玉凍之感官品評得分會隨著結蘭膠濃度的增加而下降；添加不同濃度刺槐豆膠之愛玉凍，其感官品評得分以添加0.3%刺槐豆膠評分最高，和控制組評分相同；添加不同濃度褐藻酸鈉之愛玉凍，各添加濃度者均高於控制組，並以添加0.5%者最高。在硬度方面，添加三種食用膠者皆低於對照組，添加結蘭膠與褐藻酸鈉者之感官品評偏低且達顯著差異($P < 0.05$)，而添加刺槐豆膠之愛玉凍得分最高，此與TPA測定結果相同，但不同濃度之刺槐豆膠間則無顯著差異($P > 0.05$)。其中，結蘭膠與褐藻酸鈉硬度的感官品

表6. 不同食用膠添加對愛玉凍組織之影響

Table 6. Texture profile analysis of different edible hydrocolloids addition of jelly fig jello

Edible hydrocolloid	Concentration (%)	Hardness (N)	Gumminess (N)	Chewiness (N × mm)	Springiness (mm)	Cohesiveness
Control	0	53.23 ± 2.00 ^{dz}	40.66 ± 1.42 ^d	35.83 ± 2.71 ^g	0.88 ± 0.08 ^a	0.76 ± 0.04 ^a
Gellan gum	0.1	88.63 ± 2.00 ^c	66.89 ± 1.32 ^c	58.99 ± 2.03 ^f	0.90 ± 0.02 ^a	0.75 ± 0.00 ^a
	0.3	109.57 ± 1.70 ^a	81.51 ± 1.40 ^a	71.66 ± 3.73 ^d	0.87 ± 0.04 ^a	0.74 ± 0.02 ^a
	0.5	99.43 ± 1.65 ^b	75.14 ± 1.28 ^b	64.80 ± 3.25 ^e	0.86 ± 0.00 ^a	0.76 ± 0.02 ^a
Locust bean gum	0.1	109.80 ± 1.80 ^a	82.61 ± 2.19 ^a	73.41 ± 2.64 ^c	0.89 ± 0.02 ^a	0.75 ± 0.02 ^a
	0.3	108.00 ± 1.21 ^a	83.27 ± 1.51 ^a	75.89 ± 1.36 ^b	0.91 ± 0.00 ^a	0.77 ± 0.00 ^a
	0.5	108.13 ± 2.13 ^a	84.88 ± 1.89 ^a	77.98 ± 1.22 ^a	0.92 ± 0.02 ^a	0.79 ± 0.00 ^a
Sodium alginate	0.1	52.63 ± 1.90 ^d	38.86 ± 1.39 ^e	34.99 ± 1.97 ^g	0.88 ± 0.04 ^a	0.74 ± 0.00 ^a
	0.3	48.27 ± 1.85 ^e	35.42 ± 0.68 ^f	30.66 ± 0.95 ^h	0.88 ± 0.04 ^a	0.73 ± 0.02 ^a
	0.5	36.03 ± 1.43 ^f	24.58 ± 2.11 ^g	21.14 ± 1.56 ⁱ	0.86 ± 0.02 ^a	0.68 ± 0.02 ^a

^z Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's multiple range test.

表7. 添加不同種類及濃度 edible hydrocolloids 對愛玉凍感官品評之影響

Table 7. Influence of different edible hydrocolloids addition on sensory evaluation of jelly fig jello

Edible hydrocolloid	Concentration (%)	Sensory evaluation			
		Color	Hardness	Chewiness	Overall acceptability
Control	0	3.33 ± 0.50 ^{az}	3.66 ± 0.47 ^a	3.30 ± 0.82 ^a	3.65 ± 1.00 ^a
Gellan gum	0.1	3.60 ± 0.70 ^a	3.25 ± 0.42 ^b	3.40 ± 0.81 ^a	3.66 ± 1.00 ^a
	0.3	3.40 ± 0.70 ^a	2.75 ± 0.79 ^c	2.95 ± 1.07 ^a	3.20 ± 1.38 ^b
	0.5	3.10 ± 0.74 ^a	2.65 ± 0.82 ^c	2.45 ± 0.69 ^a	2.40 ± 0.74 ^d
Locust bean gum	0.1	3.06 ± 0.39 ^a	3.05 ± 0.76 ^a	3.15 ± 0.67 ^a	3.00 ± 0.75 ^c
	0.3	3.33 ± 0.50 ^a	3.25 ± 1.03 ^a	2.90 ± 0.88 ^a	2.80 ± 0.67 ^c
	0.5	3.28 ± 0.79 ^a	3.70 ± 0.95 ^a	3.40 ± 0.84 ^a	2.90 ± 0.88 ^c
Sodium alginate	0.1	3.40 ± 0.84 ^a	2.80 ± 0.03 ^c	2.80 ± 0.63 ^a	3.06 ± 0.96 ^c
	0.3	3.40 ± 1.07 ^a	1.85 ± 0.75 ^d	1.90 ± 0.57 ^b	1.90 ± 0.74 ^e
	0.5	3.50 ± 0.71 ^a	1.66 ± 0.47 ^e	1.55 ± 0.50 ^c	1.60 ± 0.52 ^f

^z Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's multiple range test.

評得分隨著添加濃度的增加而下降，且各濃度皆低於控制組；褐藻酸鈉硬度的感官品評得分於各不同濃度間無顯著差異性($P > 0.05$)。

在咀嚼性方面，添加結蘭膠者之品評得分以添加0.1%者最高，且隨著結蘭膠濃度的增加而下降；添加刺槐豆膠者之品評得分以添加0.5%者最高；添加褐藻酸鈉者之品評得分隨著褐藻酸鈉濃度的增加而下降，添加濃度越高得分越低，並顯著低於($P < 0.05$)對照組者，此趨勢與TPA測定結果相同，但品評員無法分辨出對照組、添加結蘭膠與刺槐膠三者間之差異。在整體接受性方面，添加結蘭膠及褐藻酸鈉者的品評得分均會隨著添加濃度的增加而下降，刺槐豆膠的品評得分則在三個不同濃度之間較無明顯差異($P > 0.05$)。若比較而在三種食用膠的添加量方面，皆可以發現均以添加0.1%者之整體接受度較高，其中，尤以添加0.1%結蘭膠之整體評分最高。

肆、結論

本研究係探討於愛玉凍製程中添加不同濃度之結蘭膠、刺槐豆膠與褐藻酸鈉等三種食用膠，並且貯存在不同溫度之下，探討其對愛玉凍離水性與組織特性之影響。結果顯示，以結蘭膠對愛玉凍有最佳之抗離水效果，其中以0.5%結蘭膠效果最佳，感官品評結果則以0.1%結蘭膠之整體接受性最佳。

參考文獻

- 石正中 (1987)。愛玉凍離水現象之研究。國立台灣大學園藝研究所碩士論文，未出版，台北。
- 李柏宏 (2000)。愛玉子凝膠性質及愛玉凍品質之研究。國立臺灣大學農業化學研究所博士論文，未出版，台北。
- 林頌生、葉瑞月 (2004)。感官品評運用與實作(初版)。屏東。睿煜出版社出版。
- 林讚標、劉哲政、楊居源、黃瑞祥、李永生、張森永 (1990)。愛玉與薜荔隱花果形態與其生化特性比較。林業試驗所研究報告季刊 5(1)，p. 37-43。
- 姚念周 (1994)。食品組織的物理特性。食品工業月刊 26(7)，p. 22-29。
- 張勤御 (2004)。澱粉對蠶豆腐品質之影響。國立屏東科技大學食品科學系碩士論文，未出版，屏東。
- 彭秋妹、王家仁 (1992)。食品官能檢查手冊。新竹。食品工業發展研究所出版。
- 黃永傳、陳文彬 (1979)。愛玉凍原料植物-愛玉之回顧與前瞻。中國園藝 25(4)，p. 103-111。
- 黃永傳、陳文彬、邵雲屏 (1980)。愛玉凍的凝膠機構之研究。中國園藝 26(4)，p. 117-126。

- 黃永傳、蔡紋州、王芬芳 (1967)。台灣果膠資源之調查 II .蔬菜及其他特殊植物中各部位之果膠含量。中國園藝 13(1,2), p. 1-11。
- 黃騰億 (2006a)。食用膠於穀類相關產品之應用研究(上)。烘焙工業雙月刊 127, p. 32-37。
- 黃騰億 (2006b)。食用膠於穀類相關產品之應用研究(下)。烘焙工業雙月刊 128, p. 50-56。
- 劉哲政、林讚標、黃瑞祥、李茂松 (1990)。愛玉雌隱花果發育之生物學研究—隱花果、瘦果、果膠酯酶、果膠及甲氧基之變化。林業試驗所研究報告季刊 5(3), p. 209-216。
- 鄭先萌 (2000)。低甲氧基果膠凝膠作用因子之探討。國立中興大學食品科學系碩士論文，未出版，台中。
- Chang, K. C., & Miyamoto, A. (1992). Gelling characteristics of pectin from sunflower head residues. *Food Sci.* 57, 1435-1438.
- Christensen, S. H. (1986). Pectins. In: *Food Hydrocolloids*, Glicksman, M. (ed). Boca Raton, FL: CRC, vol 3, pp. 205-230.
- Kim, W. J., Rao, V. N. M., & Smit, C. J. B. (1978). Effect of chemical composition on compressive mechanical properties of low ester pectin gels. *J. Food Sci.* 43, 572-575.
- Komae, K., & Misaki, K. (1989). Isolation and characterization of the gelforming polygalacturonide from seeds of *Ficus awkeotsang*. *Agric. Biol. Chem.* 53, 1247-1254.
- Komae, K., Sone, Kakuta, K. M., & Misaki, A. (1990). Purification and characterization of pectinesterase from *Ficus awkeotsang*. *Agric. Biol. Chem.* 54, 1469-1476.
- Lee, M., & MacMillan, J. D. (1968). Mode of action of pectic enzymes. I. Purification and certain properties of tomato pectinesterase. *Biochem.* 7, 4005-4010.
- Lin, T. P., Lin, C. C., Chen, S. W., & Wang, W. Y. (1989). Purification and characterization of pectin methylesterase from *Ficus awkeotsang* makino. *Plant Physiol.* 91, 1445-1453.
- Shyr, J. J. (1996). Influence of processing temperature, calcium ion content and storage conditions on the syneresis of awkeo jelly cubes in can. *Food Sci. (Taiwan)* 23(2), 255-265.

Influence of Different Edible Hydrocolloids Addition on Jelly Fig (*Ficus awkeotsang* Makino) Jello Synaeresis and Textural Properties

Hui-Fen Hsiung^{*}, Tzu-Ling Wang-McCall^{**}, Meng-Hsiung Chin^{**}, Chi-Ching Yang^{***},

Tzu-Ching Wang^{****, *****}

Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of adding different concentrations (0.1, 0.3 and 0.5%) of three edible hydrocolloids (gellan gum, locust bean gum, sodium alginate) on the synaeresis and texture characteristics of jelly fig jello after storage at different temperatures (35, 45 and 55°C). The results indicated that the pH value was decreased for 24 hr storage no matter which concentration of the three edible hydrocolloids was added, and storage at different temperatures had no effect on the outcome. The addition of edible hydrocolloids affected the L, a, b values of jelly fig jello. The jelly fig jello containing 0.5% gellan gum had the highest L value. The control group had the highest a and b values, while the containers containing 0.5% gellan gum and 0.5% locust bean gum had the lowest a and b values, respectively. The control group has the highest synaeresis ratio (61.68%) when stored at 55°C for 24 hr. However, the addition of gellan gum, locust bean gum and sodium alginate significantly improved ($P < 0.05$) the synaeresis phenomena of jelly fig jello, and the higher the concentration of edible hydrocolloids used, the amount of water lost decreased accordingly. Among the three edible hydrocolloids, the best synaeresis improvement was achieved by adding 0.5% gellan gum, achieving a synaeresis

^{*} Assistant Researcher, Central Research Institute, Uni-President Co., Ltd. Yongkang City, Taiwan County, Taiwan, Roc.

^{**} Respectively, Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Hospitality Management, Meiho University, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

^{***} Professor, Department of Food Science, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

^{****} Corresponding author, Assistant Researcher, Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, ARI, Fengshan City, Kaohsiung Country, Taiwan, ROC.

^{*****} Part-Time Assistant Professor, Department of Hospitality Management, Meiho University, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

^{*} Assistant Researcher, Central Research Institute, Uni-President Co., Ltd. Yongkang City, Taiwan County, Taiwan, Roc.

^{**} Respectively, Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Hospitality Management, Meiho University, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

^{***} Professor, Department of Food Science, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

^{****} Corresponding author, Assistant Researcher, Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, ARI, Fengshan City, Kaohsiung Country, Taiwan, ROC.

^{*****} Part-Time Assistant Professor, Department of Hospitality Management, Meiho University, Neipu Township, Pingtung Country, Taiwan, ROC.

index of 55.77, the lowest result obtained in this study. Adding the three edible hydrocolloids in jelly fig jello also caused changes in the texture characteristics of the jello. Among these, gellan gum and locust bean gum significantly improved ($P < 0.05$) the hardness, gumminess and chewiness of jelly fig jello. No significant differences ($P > 0.05$) on springiness and cohesiveness were found between all jello samples. In the sensory evaluation study, no significant difference ($P < 0.05$) in color was found between all jello samples. The highest hardness value was observed in the control group and the group with 0.5% locust bean gum added, while the highest chewiness value was observed from the control group, the group with 0.1% gellan gum added and the group with 0.5% locust bean gum added. The group with 0.1% gellan gum added had the highest overall acceptability among all jello samples. In summary, the best anti-synaeresis effect was obtained by adding 0.5% gellan gum (storing at different temperatures had no effect on this result). However, the adding 0.1% gellan gum had the highest score regarding overall acceptability.

Keywords: Jelly fig jello, Edible hydrocolloid, Synaeresis, Texture profile analysis (TPA)