

การใช้ผงบุกเพื่อเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์เยลลี่

The Use of Konjac Powder as Gelling Agent in Jelly Product

สุธาสินี น้อยสุวรรณ ปราณี อำนเปรื่อง
suthasinee Noisuwan Pranee Anprung

ABSTRACT

The study of process for producing jelly from konjac powder with carrageenan or xanthan gum showed the optimum condition of both processes. The results is the use of fructose 30%(w/w) and citric acid 0.3%(w/w) in konjac powder with carrageenan in ratio 60:40, 3% (w/w) gave the best characteristics of jelly. The others showed the use of sucrose 30%(w/w) no acid in konjac powder with xanthan gum 60:40, 3%(w/w) have given the best of jelly. From sensory test the konjac jelly with carrageenan is more acceptable than the konjac jelly with xanthan gum.

Key words : Konjac powder, Carrageenan, Xanthan gum, Jelly.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการผลิตเยลลี่ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน และเยลลี่ผงบุกร่วมกับแซนแทนกัมพบว่าภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แต่ละการทดลองเป็นดังนี้ การใช้ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน 3%(w/w) ในอัตราส่วน 60:40 โดยใช้น้ำตาลฟรุคโทส 30%(w/w) และกรดซิตริก 0.3%(w/w) ให้ลักษณะของเยลลี่ที่ดีที่สุด ส่วนการใช้ผงบุก

ร่วมกับแซนแทนกัมซึ่งมีความเข้มข้นและอัตราส่วนเดียวกันกับการใช้ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนคือ 60:40, 3%(w/w) แต่ใช้น้ำตาลซูโครส 30%(w/w) และไม่เติมกรดจะให้ลักษณะของเยลลี่ที่ดีที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเยลลี่ทั้ง 2 ชนิดพบว่าเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนได้รับการยอมรับมากกว่า

บทนำ

ปัจจุบันเยลลี่ เป็นขนมหรือของว่างที่นับว่าเป็นที่นิยมอีกประเภทหนึ่งในหมู่ผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะเด็ก ๆ แต่เดิมมาวุ้นกะทิ วุ้นมะพร้าว ตะโก้ ฯลฯ จัดเป็นขนมหรือของว่างเป็นเวลานานแล้ว ต่อมาได้รับอิทธิพลจากต่าง-

ประเทศมากขึ้นจึงนิยมบริโภคขนมที่เรียกว่าเยลลี่แทน เพราะวุ้นหรือขนมไทยเก็บไว้ได้ไม่นานก็เสีย แต่ขนมเยลลี่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า

สารที่ทำให้เกิดลักษณะนุ่ม และยืดหยุ่นที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ (วิสิฐ, 2537) แบ่งออก

เป็น 2 ประเภท คือ

1) ประเภทโปรตีน : ปกติมักจะพบว่ามี Gelatin ซึ่งเป็นโปรตีนที่สกัดจากหนังหมู

2) ประเภทคาร์โบไฮเดรต : มีหลายชนิดที่นิยมใช้แต่ที่คุ้นเคยมากคือ วุ้น หรือที่เรียกว่า Agar ซึ่งสกัดมาจากสาหร่าย นอกจากนี้ยังมีชนิดอื่นๆ ที่สกัดจากต้นไม้ จุลินทรีย์หรือสาหร่าย ซึ่งก็มีชื่อเรียกต่างๆ กันไป เช่น Carrageenan, Xanthan gum เป็นต้น ซึ่งทั้ง Gelatin และ Agar เป็นโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายใช้ประโยชน์ไม่ได้

การผลิตเยลลี่มีส่วนประกอบดังนี้ (Imeson, 1992) คือ สารที่ทำให้เกิดเจลหรือความยืดหยุ่น (gelling agent) น้ำตาล น้ำ กรด และสี กลิ่นรส หรืออาจจะเป็นน้ำผลไม้ก็ได้ โดยส่วนใหญ่เยลลี่จะมี pH อยู่ในช่วง 3.0 - 3.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) อยู่ระหว่าง 65 - 77 °Brix และมีค่า A_w เท่ากับ 0.75 (Ali et al., 1990)

ปัญหาที่พบในการผลิตเยลลี่ชนิดต่าง ๆ คือ

1. Gelatin jelly เยลลี่ชนิดนี้จะให้กลิ่นไม่ดีเพราะ gelatin สกัดมาจากสัตว์จึงทำให้มี

กลิ่นซึ่งกำจัดออกไม่หมดเหลืออยู่ จึงต้องเติมสีและกลิ่นรสลงไปช่วย แต่ gelatin จับกับกลิ่นรสได้ดีมาก จึงทำให้เวลารับประทานได้กลิ่นน้อย เวลาผลิตจึงต้องใส่กลิ่นรสลงไปปริมาณมาก และเนื่องจาก gelatin เป็นโปรตีนจึงมีความไวต่อกรดและความร้อน เมื่อให้ความร้อนสูงกว่า 70 °ซ. จะ denature และเมื่อเก็บเป็นเวลานานจะมีลักษณะที่แห้งและเหนียว เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำไป

2. Pectin jelly เยลลี่ชนิดนี้ในการ set ตัวจะขึ้นอยู่กับน้ำตาลและกรด และสามารถเกิดการ set ตัวก่อนที่จะขึ้นรูป หรือใส่ฟิมพ์ (pregelling) ได้ จึงไม่สามารถนำมาให้ความร้อนซ้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3. Carrageenan jelly เยลลี่ชนิดนี้จะมี ความแข็ง เปราะ และมีน้ำไหลซึม (syneresis) ออกมาจากผลิตภัณฑ์มาก

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น และจากคุณสมบัติของผงบุกในการดูดซับน้ำได้ดี และสามารถเกิดเจลที่มีความคงตัวเมื่อใช้ร่วมกับ carrageenan หรือ xanthan gum (Tye, 1991) งานวิจัยนี้จึงได้นำผงบุกมาใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1.1 ผงบุก (Konjac powder) : ผลิตจากบุก *Amorphophallus oncophyllus*

1.2 Kappa carrageenan (Satiagel™ ME5) : ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท SKW Biosystems

1.3 Xanthan gum (Satiaxane™ CX91) :

ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท SKW Biosystems

2. วิธีการผลิตเยลลี่ผงบุก

ค่อยๆ เทผงบุก (K) ผสมแซนแทนกัม (X) หรือผงบุกผสมคาร์ราจีแนน (C) ลงในน้ำผลไม้ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 - 90 °ซ. จนเป็นเนื้อ

เดียวกัน จากนั้นเติมลงในน้ำตาลที่ให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 120°C. ผสมให้เข้ากัน จึงเติมกรดแล้วเทลงพิมพ์

3. การศึกษาอัตราส่วนและปริมาณที่เหมาะสมของผงบุกต่อคาร์ราจีแนน และผงบุกต่อแซนแทนกันในการผลิตเยลลี่

แปรอัตราส่วนของผงบุกต่อคาร์ราจีแนนเป็น 50:50, 60:40 และ 70:30 โดยแปรปริมาณที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ 2 3 4% (w/w) และแปรอัตราส่วนของผงบุกต่อแซนแทนกัน เป็น 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ โดยแปรปริมาณที่ใช้เป็น 2 3 และ 4% (w/w) ประเมินผลโดยพิจารณาทางด้านเนื้อสัมผัส และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ Quantitative Descriptive Analysis (QDA)

4. การศึกษาชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนน และเยลลี่ผงบุกผสมแซนแทนกัน

ศึกษาการผลิตเยลลี่โดยใช้น้ำตาล 2 ชนิดคือ ซูโครส (S) และ ฟรุคโทส (F) โดยแปรปริมาณกรดเป็น 0 0.3 0.5 และ 0.7% (w/w) ประเมินผลโดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ QDA และทดสอบทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์

5. การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนน และเยลลี่ผงบุกผสมแซนแทนกัน

แปรปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเยลลี่เป็น 15 20 25 และ 30% (w/w) ประเมินผลโดยพิจารณาด้านเนื้อสัมผัส ทดสอบทางด้านเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ QDA

6. วิเคราะห์

6.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพจากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i และวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta CR-300 SERIES โดยใช้ตัวอย่างเยลลี่ขนาด 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตร

6.2 ศึกษาลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (%total acidity) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%total soluble solid)

7. การประเมินผลทางสถิติ

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experimental Design, Asymmetric Factorial Experimental Design และ Randomized Completed Block Design (RCBD) ใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ส่วนการทดสอบทางเคมีและกายภาพวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mstat

ผลและการวิจารณ์

1. การใช้ผงบุกผสมแทนแทนกัมในผลิตภัณฑ์เยลลี่

จากการศึกษาการใช้ผงบุกผสมแทนแทนกัมโดยแปรอัตราส่วนและปริมาณของผงบุกต่อแทนแทนกัมที่ใช้ ซึ่งอัตราส่วนที่นำมาศึกษานี้เป็นอัตราส่วนที่ผงบุกและแทนแทนกัมเกิดอันตรกิริยา

ได้ดี ให้เจลที่มีความความคงตัวและแข็งแรง (Tye, 1991) เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า อัตราส่วนของผงบุกต่อแทนแทนกัมมีผลต่อทุกด้านที่ทดสอบ จาก Table 1. จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงบุกต่อแทนแทนจาก 60:40 เป็น 70:30 เยลลี่จะมีค่าความใสเพิ่มมากขึ้น แต่

Table 1. Sensory evaluation scores of konjac jelly with xanthan gum in various quantities and ratios.

Ratio K:X	Quantity (%)	Transparency	Elasticity	Stability	Texture	Overall acceptance
60 : 40	2	6.72±0.20 ^b	4.93±0.29 ^b	4.44±0.30 ^c	3.49±0.25 ^c	5.06±0.23 ^a
	3	4.98±0.26 ^c	5.97±0.30 ^a	6.85±0.24 ^a	6.72±0.30 ^a	6.06±0.20 ^a
	4	4.35±0.27 ^d	6.36±0.31 ^a	7.09±0.22 ^a	6.26±0.37 ^a	5.78±0.22 ^a
70 : 30	2	8.23±0.14 ^a	3.95±0.35 ^c	2.13±0.27 ^d	1.75±0.26 ^d	2.26±0.16 ^b
	3	5.34±0.21 ^c	5.87±0.27 ^a	5.81±0.30 ^b	4.54±0.35 ^b	5.13±0.22 ^a
	4	3.76±0.23 ^c	5.97±0.27 ^a	6.11±0.28 ^b	4.82±0.34 ^b	5.11±0.21 ^a

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

* Sensory scores of all attributes based on QDA : 1 = none, 10 = extremely

ความยืดหยุ่น ความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ในทางกลับกันเมื่อเพิ่มปริมาณของผงบุกผสมแทนแทนกัมสูงขึ้นค่าที่ได้ในแต่ละด้านจะตรงข้ามกัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากปริมาณของแทนแทนกัมที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ และลักษณะของแทนแทนกัมซึ่งเมื่อละลายน้ำจะให้สารละลายที่ขาวขุ่น (Urlacher and Noble, 1997) และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับผงบุก

จะสามารถเกิดเป็นเจลที่มีความแข็งแรงขึ้น (Tye, 1991) ดังนั้นในเยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของผงบุกต่อแทนแทนกัมต่ำ (60:40) หรือใช้ปริมาณของผงบุกผสมแทนแทนกัมสูงจึงมีค่าความใสต่ำ และมีความยืดหยุ่น ความคงตัวและเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่า เนื่องจากมีปริมาณแทนแทนกัมอยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสและค่า L ที่วัดได้ดังแสดงใน Table 2.

Table 2. Hardness and Hunter color values of konjac jelly with xanthan gum in various quantities and ratios.

Ratio K:X	Quantity (%)	Hardness (g)	L	a	b
60 : 40	2	45.04±0.98 ^c	57.81±2.00 ^b	1.27±0.08 ^b	7.70±0.22 ^{ns}
	3	66.96±0.77 ^b	51.17±1.63 ^c	1.47±0.09 ^a	7.96±0.41 ^{ns}
	4	71.94±0.87 ^a	54.73±1.54 ^b	1.33±0.10 ^b	7.72±0.33 ^{ns}
70 : 30	2	43.20±0.35 ^c	65.33±3.07 ^a	0.70±0.11 ^d	8.23±0.39 ^{ns}
	3	49.70±0.55 ^c	55.90±3.63 ^b	1.21±0.06 ^b	8.55±0.52 ^{ns}
	4	62.33±0.49 ^b	55.85±2.57 ^b	0.93±0.07 ^c	7.38±0.35 ^{ns}

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

* Hunter color values : L = lightness (100 = light, 0 = dark)

a = + show redness, - show greenness

b = + show yellowness, - show blueness

จาก Table 2. เห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนจาก 60:40 เป็น 70:30 เกล็ดที่ได้มีความแข็ง (Hardness) ลดลง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของสารผสมสูงขึ้นความแข็งของเกล็ดจะมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสดังแสดงใน Table 1. และเมื่อพิจารณาถึงค่า L พบว่าเมื่ออัตราส่วนของผงบุกต่อแชนแทนกัมเพิ่มขึ้นค่าความสว่าง หรือค่า L จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความใสจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($p \leq 0.05$) จากผลการศึกษาอัตราส่วนและปริมาณของผงบุกผสมแชนแทนกัมจึงเลือกอัตราส่วน 60:40, 3%(w/w) เพื่อนำไปศึกษาต่อเนื่องจากเป็นภาวะที่ให้ลักษณะ

ของเกล็ดที่ดี และได้รับคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด เมื่อนำเกล็ดในอัตราส่วนและปริมาณข้างต้นมาศึกษาชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่เหมาะสม พบว่าเมื่อเติมกรดลงไปจะเกิดการเซ็ทตัวได้น้อยลง และเกล็ดที่ได้มีความคงตัวลดลง (เมื่อวางทิ้งไว้จะไม่คงสภาพเดิมจะมีการยุบและแผ่ขยายตัวเพิ่มขึ้น) เมื่อเพิ่มปริมาณกรดสูงขึ้นจนไม่สามารถเซ็ท ตัวเป็นเกล็ดได้ ทั้งนี้เนื่องจากในภาวะที่เป็นกรดสูงจะมีผลทำให้คุณสมบัติบางประการของแชนแทนกัมเปลี่ยนแปลงไป (Urlacher and Noble, 1997) ดังนั้นในการทดลองจึงไม่มีการเติมกรด

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าชนิดของน้ำตาลที่ให้ผลต่อลักษณะทุกด้านที่ทดสอบโดยน้ำตาลซูโครสจะให้คะแนนความยืดหยุ่น

ความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าน้ำตาลฟรุกโทสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ฟรุกโทสจะให้เยลลี่ที่มีความใสมากกว่า เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรด (KXSO) เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสโดยไม่เติมกรด (KXFO) ทั้ง KXSO และ KXFO ใช้น้ำตาลในปริมาณเท่ากันคือ 15%

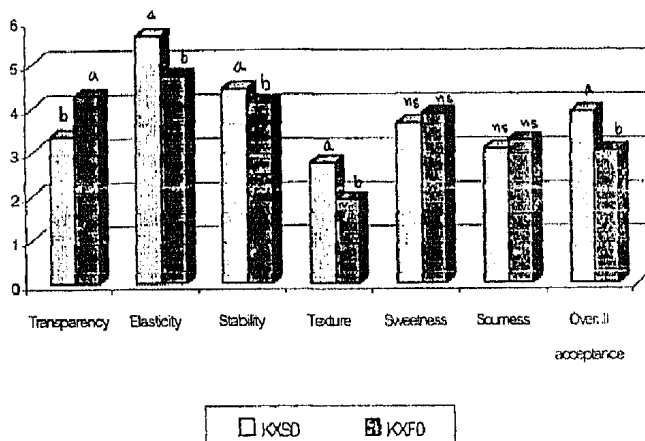


Figure 1. Result of sensory evaluation of konjac jelly with xanthan gum (60:40) when varied type of sugar.

จาก Figure 1. ในด้านรสชาติจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าชนิดของน้ำตาลที่ใช้ไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ก็เนื่องจากฟรุกโทสสามารถละลายได้ดีกว่าซูโครสที่อุณหภูมิเดียวกัน (Charley, 1982) ดังนั้นจึงทำให้เยลลี่ที่ใช้ฟรุกโทสมีความใสมากกว่า ส่วนซูโครสนั้นให้เยลลี่ที่มีความยืดหยุ่น และคงตัวดี และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าเนื่องจากโครงสร้างของแซนแทนกัม ซึ่งเป็น Heteropolysaccharide (Urlacher and Noble, 1997) และโครงสร้างของซูโครสเอง (Briggs and George, 1979) เชื่อมจับกันเกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงส่งผลให้มีความคงตัว และแข็งแรงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับค่า Hardness ดัง Table 3. และจากตารางเห็นได้ว่าชนิดของน้ำตาลไม่มีผลต่อค่า pH และ %total acid อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่จะมีผลต่อ %TSS และค่า L โดยซูโครสจะให้เยลลี่ที่มี %TSS สูงกว่า เนื่องจากมีน้ำหนักรวมมากกว่า (Southgate, 1991) ส่วนเยลลี่ที่ใช้ฟรุกโทสจะมีค่า L สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความใส (Figure 1)

Table 3. Results of chemical and physical test of konjac jelly with xanthan gum (60:40) when varied type of sugar.

Treatment	pH	%total acidity (citric acid)	%TSS (°Brix)	Hardness (g)	L	a	b
KXSO	3.26±0.03 ^{ns}	0.089±0.009 ^{ns}	17.0±0.2 ^a	59.12±4.26 ^a	22.49±0.23 ^b	13.75±0.28 ^a	1.03±0.19 ^b
KXFO	3.25±0.07 ^{ns}	0.098±0.005 ^{ns}	14.4±0.3 ^b	50.49±4.58 ^b	22.79±0.48 ^a	13.16±0.32 ^b	1.52±0.30 ^a

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).
ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

จากผลการทดลองจึงเลือกน้ำตาลซูโครสและ ไม่มีการเติมกรดลงในเยลลี่ผงบุกผสมแทนแทนกัน เพื่อไปศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อไป เนื่อง จากให้เยลลี่ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสและมีความคงตัว ดีกว่าการใช้น้ำตาลฟรุคโทส และได้รับการยอมรับ โดยรวมสูงกว่า

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ปริมาณน้ำตาลที่ใช้มีผลต่อลักษณะทุกด้านที่ทดสอบ โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นมีผลทำให้กะแนน ในทุกๆ ด้านเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับการใช้น้ำตาลที่ระดับ 15%(w/w) ดัง Figure 2. ซึ่งมีแป้งบุก (K) แทนแทนกัน (X) และปริมาณน้ำตาลซูโครส (S) ที่ใช้ 15 20 25 และ 30%(w/w) ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้มี ผลต่อความแข็งแรงของเจล โดยเจลจะมีความแข็งแรงสูงขึ้นหากปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น (Doesburg, 1965) ดังนั้นเยลลี่จึงมีความคงตัวและมีเนื้อสัมผัส ที่แข็งขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลดังแสดงในรูปของ ค่า Hardness ใน Table 4. นอกจากนี้ยังพบว่า

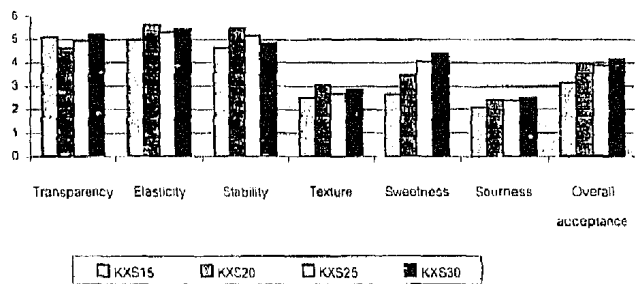


Figure 2. Sensory evaluation of konjac-xanthan jelly with various levels of sugar.

ปริมาณน้ำตาลที่ใช้มีผลต่อ %TSS โดยปริมาณ น้ำตาลที่เพิ่มขึ้นจะไปเพิ่มปริมาณ soluble solid ที่มีอยู่ในเยลลี่ จึงทำให้ค่า %TSS ที่วัดได้เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อค่า pH %total acidity และค่า L ($p > 0.05$)

จากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกใช้น้ำตาล ซูโครสที่ระดับ 30%(w/w) มาใช้ในการผลิตเยลลี่ ดังนั้นในการผลิตเยลลี่ผงบุกผสมแทนแทน- กันจึงใช้ผงบุกต่อแทนแทนกันในอัตรา 60:40 3%(w/w) น้ำตาลซูโครส 30%(w/w) โดยไม่เติมกรด เนื่องจากเป็นภาวะที่ได้เยลลี่ที่มีลักษณะดีที่สุด

Table 4. Results of chemical and physical test of konjac-xanthan jelly with various levels of sugar.

Treatment	pH	%total acidity (citric acid)	%TSS (°Brix)	Hardness (g)	L	a	b
KXS15	3.04±0.08 ^{ns}	0.103±0.015 ^{ns}	10.6±0.4 ^d	52.74±4.56 ^b	25.94±0.59 ^{ns}	14.25±0.56 ^a	3.27±0.48 ^a
KXS20	2.84±0.05 ^{ns}	0.110±0.012 ^{ns}	12.8±0.7 ^c	53.95±4.21 ^b	25.5 ±0.20 ^{ns}	11.78±0.36 ^b	0.72±0.46 ^c
KXS25	3.25±0.04 ^{ns}	0.097±0.008 ^{ns}	17.0±0.3 ^b	58.17±4.68 ^{ab}	25.56±0.71 ^{ns}	11.57±0.63 ^b	2.44±0.61 ^b
KXS30	3.01±0.02 ^{ns}	0.104±0.005 ^{ns}	22.4±0.3 ^a	65.69±5.01 ^a	25.59±1.93 ^{ns}	11.26±0.34 ^b	2.63±1.06 ^b

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

2. การใช้ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนในผลิตภัณฑ์เยลลี่

จากการศึกษาอัตราส่วนและปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนพบว่า อัตราส่วนและปริมาณที่ใช้มีผลต่อลักษณะทุกด้านที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงบุกต่อคาร์ราจีแนนจะทำให้คะแนนความใส ความยืดหยุ่น และการยอมรับโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่ความคงตัวและเนื้อสัมผัสจะมีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ในทางกลับกันเมื่อเพิ่มปริมาณของสารผสมระหว่างผงบุกและคาร์ราจีแนนให้สูงขึ้น คะแนนความใส ความยืดหยุ่น และการยอมรับโดยรวมจะลดลง ส่วนความคงตัวและ

เนื้อสัมผัสจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Table 5. ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณที่ใช้และคุณสมบัติของคาร์ราจีแนนซึ่งจะให้เจลที่แข็งและเปราะ (Whistler and BeMiller, 1993) แต่เมื่อนำมาใช้ร่วมกับผงบุกจะให้ลักษณะของเจลที่ดีขึ้น (Tye, 1991)

จากการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ Texture Analyzer พบว่าค่า Hardness มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงบุกต่อคาร์ราจีแนนสูงขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ที่อัตราส่วนเดียวกัน (Table 6) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงบุกมากขึ้นจะไปช่วยทำให้คาร์ราจีแนนมีความอ่อนตัว หรือมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น

Table 5. Sensory evaluation scores of konjac jelly with carrageenan in various quantities and ratios.

Ratio K:C	Quantity (%)	Transparency	Elasticity	Stability	Texture	Overall acceptance
50 : 50	2	7.20±0.20 ^a	6.16±0.28 ^{ab}	7.61±0.31 ^{ns}	5.11±0.36 ^{ef}	6.95±0.15 ^{ab}
	3	4.87±0.24 ^c	5.17±0.35 ^{cd}	8.38±0.24 ^{ns}	7.21±0.28 ^b	5.53±0.18 ^d
	4	3.92±0.29 ^d	4.74±0.39 ^d	8.45±0.29 ^{ns}	8.04±0.23 ^a	4.72±0.20 ^e
60 : 40	2	5.79±0.25 ^b	6.14±0.30 ^{ab}	7.11±0.32 ^{ns}	5.92±0.34 ^{cd}	6.37±0.16 ^{bc}
	3	6.90±0.23 ^a	6.16±0.27 ^{ab}	7.64±0.29 ^{ns}	5.49±0.32 ^{de}	7.26±0.14 ^a
	4	6.98±0.18 ^a	5.72±0.27 ^{bc}	8.00±0.23 ^{ns}	6.79±0.24 ^b	6.14±0.19 ^c
70 : 30	2	5.62±0.31 ^b	6.24±0.29 ^{ab}	7.11±0.31 ^{ns}	6.20±0.38 ^c	6.48±0.19 ^{bc}
	3	5.41±0.28 ^b	6.63±0.22 ^a	7.23±0.31 ^{ns}	5.09±0.33 ^{ef}	6.28±0.21 ^c
	4	5.29±0.24 ^{bc}	6.32±0.23 ^{ab}	7.20±0.33 ^{ns}	4.92±0.31 ^f	6.45±0.18 ^{bc}

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

* Sensory scores of all attributes based on QDA: 1 = none, 10 = extremely

ซึ่งส่งผลให้ค่า Hardness ลดลง ส่วนค่า L นั้นพบว่าเยลลี่จะมีค่า L เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผงบุกและคาร์ราจีแนน แต่จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน

Table 6. ดังนั้นจึงเลือกการใช้ผงบุกต่อคาร์ราจีแนนในอัตรา 60:40 3%(w/w) เพื่อไปศึกษาต่อเนื่องจากให้เยลลี่ที่มีลักษณะในด้านต่างๆ ที่ดีและได้รับการยอมรับมากที่สุด

Table 6. Hardness and Hunter color values of konjac jelly with carrageenan in various quantities and ratios.

Ratio K:X	Quantity (%)	Hardness (g)	L	a	b
50:50	2	198.44±5.43 ^e	49.95±2.23 ^{bc}	2.54±0.22 ^{bc}	6.94±0.26 ^d
	3	321.62±7.54 ^b	45.84±2.43 ^d	3.55±0.30 ^a	9.45±0.51 ^a
	4	471.78±8.02 ^a	49.76±2.15 ^{bc}	2.61±0.20 ^{bc}	8.92±0.52 ^{ab}
60:40	2	224.19±5.21 ^d	54.00±3.33 ^a	2.71±0.33 ^b	8.46±0.55 ^{bc}
	3	226.7±2.48 ^d	49.38±2.53 ^{bc}	2.01±0.37 ^{bc}	6.35±0.22 ^d
	4	250.27±2.04 ^c	50.22±2.74 ^b	2.59±0.16 ^c	8.08±0.37 ^c
70:30	2	55.53±3.45 ^h	50.29±4.26 ^b	3.21±0.96 ^{ab}	9.02±0.86 ^{ab}
	3	72.19±3.58 ^g	50.34±2.03 ^b	3.02±0.52 ^{ab}	8.58±0.43 ^{bc}
	4	163.81±4.25 ^f	46.44±1.35 ^{cd}	3.05±0.48 ^{ab}	8.18±0.60 ^c

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

* Hunter color values: L = lightness (100 = light, 0 = dark)

a = + show redness, - show greenness

b = + show yellowness, - show blueness

เมื่อศึกษาชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่ใช้ในเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนพบว่า ชนิดของน้ำตาลที่ใช้มีผลต่อความใส ความยืดหยุ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและความเปรี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความคงตัว ความหวานและการยอมรับรวม ($p > 0.05$) โดยฟรุทโทสจะให้

เยลลี่ที่มีความใสมากกว่า (Table 7) ทั้งนี้เนื่องจากสามารถละลายได้มากกว่าซูโครส (ที่อุณหภูมิเดียวกัน) แต่เยลลี่ที่ใช้ซูโครสจะมีความยืดหยุ่นและเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าเยลลี่ที่ใช้ฟรุทโทส แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านความคงตัว ความหวานและการยอมรับโดยรวม ($p > 0.05$)

Table 7. Quantity of acid and type of sugar effect on sensory evaluation of konjac jelly with carrageenan.

Type of sugar	Quantity of acid	Transparency	Elasticity	Stability	Texture	Sweetness	Sourness	Overall acceptance
Sucrose	Citric acid 0%(w/w)	5.46±0.21 ^{ns}	6.51±0.28 ^{ns}	7.36±0.41 ^a	6.25±0.28 ^a	4.41±0.44 ⁿ	2.37±0.31 ^e	4.98±0.21 ^{cd}
	Citric acid 0.3%(w/w)	6.05±0.10 ^{ns}	6.70±0.26 ^{ns}	6.12±0.12 ^{de}	4.61±0.24 ^c	3.38±0.14 ^b	3.93±0.30 ^d	5.84±0.26 ^{ab}
	Citric acid 0.5%(w/w)	5.44±0.15 ^{ns}	6.63±0.24 ^{ns}	6.90±0.24 ^{abc}	5.79±0.42 ^a	3.33±0.11 ^b	4.10±0.34 ^d	5.67±0.24 ^{abc}
	Citric acid 0.7%(w/w)	6.17±0.14 ^{ns}	6.77±0.29 ^{ns}	6.53±0.14 ^{bcd}	5.19±0.29 ^b	3.32±0.12 ^b	5.11±0.43 ^{bc}	6.00±0.47 ^{ab}
Fructose	Citric acid 0%(w/w)	5.79±0.22 ^{ns}	6.46±0.27 ^{ns}	7.11±0.46 ^{ab}	5.97±0.49 ^a	4.79±0.30 ^a	2.19±0.41 ^e	5.26±0.32 ^{bcd}
	Citric acid 0.3%(w/w)	6.46±0.25 ^{ns}	6.33±0.32 ^{ns}	6.62±0.62 ^{bcd}	4.54±0.49 ^c	3.85±0.14 ^b	4.50±0.42 ^{cd}	6.29±0.42 ^a
	Citric acid 0.5%(w/w)	6.73±0.26 ^{ns}	6.66±0.21 ^{ns}	6.32±0.24 ^{cde}	4.55±0.46 ^c	3.34±0.34 ^b	5.31±0.14 ^b	6.16±0.26 ^a
	Citric acid 0.7%(w/w)	6.87±0.28 ^{ns}	5.80±0.36 ^{ns}	5.97±0.47 ^e	3.49±0.26 ^d	2.66±0.10 ^e	6.06±0.12 ^a	4.79±0.28 ^d

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

จาก Table 7. พบว่าชนิดของน้ำตาล และ ปริมาณกรดที่ใช้ร่วมกันมีผลต่อทุกลักษณะที่ ทดสอบ แต่ไม่มีผลต่อความใสและความยืดหยุ่น ($p > 0.05$) โดยการใช้น้ำตาลฟรุคโทสร่วมกับกรด 0.3%(w/w) จะให้เยลลี่ที่ได้รับการยอมรับรวมสูง ที่สุด

จากการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ค่า Hardness มีค่าลดลงเมื่อปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (Table 8) ทั้งนี้เนื่องจากการที่มีความเป็นกรดสูง จะมีไฮโดรเจนไอออนมากซึ่งจะไปยับยั้งการเกิดเจล

ได้ (Morris, 1979) ทำให้ความแข็งแรง หรือ การจับรวมตัวกันน้อยลงค่า Hardness จึงลดลง และทำให้ค่า pH ลดลง แต่เมื่อพิจารณาถึงชนิด ของน้ำตาลที่ใช้ซูโครสและฟรุคโทสที่ไม่เติมกรด [0%(w/w)] พบว่าเยลลี่ที่ใช้ซูโครสมีค่า Hardness สูงกว่า แต่เมื่อเพิ่มระดับกรดสูงขึ้น ค่า Hardness ของเยลลี่ที่ใช้ซูโครสจะน้อยกว่าเยลลี่ที่ใช้ฟรุคโทส ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลแต่ละชนิดมีผลต่อความแข็งแรงของเจลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของ น้ำตาล (Crandall and Wicker, 1986) การที่เยลลี่

Table 8. Results of chemical and physical test of konjac jelly with carrageenan (60:40) when varied type of sugar and quantity of acid.

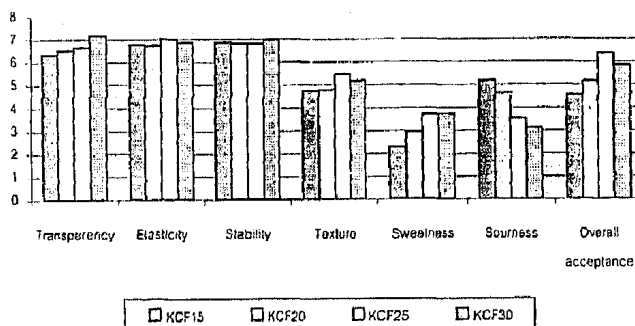
Treatment	pH	%total acidity (citric acid)	%TSS (°Brix)	Hardness (g)	L	a	b
KCS0	2.70±0.02 ^b	0.106±0.009 ^d	22.9±0.8 ^a	107.38±5.74 ^a	33.72±0.98 ^{ns}	12.86±0.70 ^e	4.45±0.76 ^d
KCS8	2.61±0.02 ^{bc}	0.312±0.052 ^c	23.0±0.5 ^a	63.31±4.58 ^c	25.52±2.31 ^{ns}	27.8±3.37 ^a	13.18±3.70 ^a
KCS5	2.30±0.08 ^d	0.477±0.027 ^{ab}	23.4±0.3 ^a	52.98±4.27 ^d	25.47±3.07 ^{ns}	22.63±4.43 ^b	8.23±2.79 ^{bc}
KCS7	2.21±0.03 ^e	0.606±0.052 ^a	23.7±0.7 ^a	43.41±4.21 ^e	34.70±1.54 ^{ns}	18.3±3.21 ^{cd}	7.17±2.18 ^{cd}
KCF0	2.95±0.14 ^a	0.098±0.006 ^d	14.6±0.1 ^b	94.55±6.49 ^{ab}	31.98±0.91 ^{ns}	14.52±0.91 ^{de}	5.86±0.36 ^{cd}
KCF3	2.53±0.06 ^c	0.321±0.015 ^c	14.8±0.3 ^b	88.73±5.81 ^b	27.04±3.18 ^{ns}	16.06±3.90 ^{de}	6.64±1.62 ^{cd}
KCF5	2.35±0.08 ^d	0.434±0.041 ^b	14.8±0.2 ^b	67.42±6.01 ^c	27.92±4.12 ^{ns}	21.74±3.58 ^{bc}	10.35±1.51 ^{ab}
KCF7	2.28±0.09 ^{de}	0.542±0.036 ^a	15.3±0.3 ^b	65.07±4.97 ^c	32.04±1.19 ^{ns}	21.09±2.12 ^{bc}	11.61±1.73 ^a

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

K = Konjac powder C = Carrageenan S = Sucrose F = fructose Citric acid = 0 3 5 7 % (w/w)

ที่ใช้ซูโครสมีค่า Hardness ลดลง ก็เนื่องจากซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่เมื่อเติมกรดลงไปจะเกิดการไฮโดรไลซ์ต่อจึงทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง และพบว่าทั้งชนิดของน้ำตาลและปริมาณ

**Figure 3.** Sensory evaluation of konjac-carrageenan jelly with various levels of sugar.

กรดที่ใช้ร่วมกันไม่มีผลต่อค่า L ($p > 0.05$) จากการทดลองจึงเลือกใช้น้ำตาลฟรุกโทส ร่วมกับการใช้กรด 0.3% (w/w) ในการศึกษาขั้นต่อไป

จาก Figure 3. จะเห็นว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสเกือบทุกด้านที่ทดสอบ เว้นแต่ไม่มีผลต่อความยืดหยุ่นและความคงตัว ($p > 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นความใสของเยลลี่จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับเนื้อสัมผัส ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นช่วยทำให้โครงสร้างของเจลแข็งแรงขึ้น (Oakenfull and Scott, 1984) นอกจากนี้ยังทำให้เยลลี่มีความหวานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความเปรี้ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Table 9. Results of chemical and physical test of konjac-carrageenan jelly with various levels of sugar.

Treatment	pH	%total acidity (citric acid)	%TSS (°Brix)	Hardness (g)	L	a	b
KCF15	2.58±0.07 ^{ns}	0.274±0.012 ^{ns}	11.2±0.2 ^d	71.37±6.71 ^d	26.24±2.57 ^b	21.72±4.61 ^a	10.08±3.90 ^{ab}
KCF20	2.55±0.06 ^{ns}	0.251±0.018 ^{ns}	16.2±0.3 ^c	125.55±6.90 ^c	27.17±1.10 ^b	24.19±3.64 ^a	12.51±2.62 ^a
KCF25	2.63±0.02 ^{ns}	0.263±0.011 ^{ns}	20.0±0.6 ^b	196.36±8.54 ^b	32.45±1.31 ^a	15.93±1.11 ^b	8.67±0.93 ^b
KCF30	2.53±0.03 ^{ns}	0.244±0.009 ^{ns}	25.6±0.2 ^a	215.74±7.46 ^a	27.27±1.27 ^b	23.43±0.75 ^a	11.73±0.62 ^a

a, b, c, ... Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns Non-significant difference ($p > 0.05$).

K = Konjac powder C = Carrageenan S = Sucrose F = fructose Citric acid = 15 20 25 30 % (w/w)

จาก Table 9. พบว่าค่า Hardness มีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้พบว่าปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อค่า pH และ %total acidity เนื่องจากมีปริมาณกรดเท่ากันในทุกการทดลอง แต่จะมีผลต่อ %TSS โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลจะส่งผลให้ %TSS สูงขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงค่า L พบว่าค่า L มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อใช้น้ำตาล 15%(w/w) ดังนั้นจากการทดลองจึงเลือกใช้ปริมาณน้ำตาล 30%(w/w) เนื่องจากได้รับการยอมรับมากที่สุดและมีลักษณะของเยลลี่ที่ดี

จากการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนพบว่า การใช้ผงบุกต่อคาร์ราจีแนน 60:40 3%(w/w) โดยใช้น้ำตาลฟรุคโทส 30%(w/w) และเติมกรด 0.3(w/w) จะให้เยลลี่ที่ดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาการใช้แซนแทนกัม และคาร์ราจีแนนร่วมกับผงบุกในการผลิตเยลลี่พบว่า เยลลี่ที่ผลิตจากผงบุกผสมคาร์ราจีแนนได้รับการยอมรับมากกว่า เนื่องจากมีลักษณะในทุกด้านที่ทำการทดสอบดีกว่า อีกทั้งยังสามารถเติมกรดลงไปเพื่อช่วยในการเซ็ตตัวและปรับปรุงรสชาติได้ดีกว่าเยลลี่ที่ผลิตจากผงบุกผสมแซนแทนกัม

บทสรุป

ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โดยใช้ผงบุกผสมแซนแทนกัม คือ ใช้ผงบุกต่อแซนแทนกัม (60:40) 3%(w/w) ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 30%(w/w)

โดยไม่เติมกรด ส่วนการผลิตโดยใช้ผงบุกผสมคาร์ราจีแนน ใช้ผงบุกต่อคาร์ราจีแนน (60:40) 3%(w/w) ร่วมกับน้ำตาลฟรุคโทส 30%(w/w)

และกรดซิตริก 0.3%(w/w) ซึ่งช่วยลดกลิ่นที่มาร่วม
กับการร่ำจี้เนนได้รับการยอมรับและมีลักษณะที่

ดีกว่าเมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท SKW Biosystems
ที่กรุณาอนุเคราะห์แซนแทนกัม และการร่ำจี้เนน
เพื่อใช้ในการงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- วิสิฐ จະวะสิต. 2537. รุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่.
หมอชาวบ้าน 15(178): 16-19
- Ali, K.Y., Idreese, A.B. and Yousif, A.K. 1990
Processing, evaluation and stability of
date jelly. *J. Food Sci. Technol.* 27(5) :
264 - 267.
- Briggs, G.E. and George, M. 1979. Nutrition
and physical fitness. 10th ed. *Philadelphia:*
W.B. Saunders.
- Chaley, H. 1982. Food chemistry. 2nd ed.
New York : John Wiley & Sons.
- Crandall, P.G. and Wicker, L. 1986. Pectin
internal gel strength: Theory measurement
and methodology. In Fishmand, M.C. and
Jen, J.J. (eds.), *Characterization of Pectins.*
pp. 89 - 90. *Washington D.C.: Am. Chem.*
Soc.
- Doesburg, J.J. 1965. Pectin substances in fresh
and preserved fruits and vegetables.
Wageningen: Institute for Research on
Storage and Processing of Horticultural
Produce I-B-V-T. communication.
- Imeson, I. 1992. Thickening and gelling agents
for food. *London: Blackie Academic &*
Professional. 258 p.
- Morris, E.R. 1979. Polysaccharides structure
and conformation in solutions and gels.
In Blanshard, J.M.V. and Mitchell, J.R.
(eds.), *Polysaccharides in Food*, pp.185 -
204. *London: Butterworths.*
- Oakenfull, D.G. and Scott, A.G 1984. Hydro-
phobic interaction in the gelation of high
methoxyl pectins. *J. Food Sci.* 49: 1093 -
1098.
- Southgate, D.A.T. 1991. Determination of food
carbohydrates. 2nd ed. *London: Applied*
Science.
- Tye, R.J. 1991. Konjac flour: properties and
applications. *Food Technol.* 45(3): 86 - 92.
- Urlacher, B. and Noble, O. 1997. Xanthan gum.
In Imeson, A. (ed.), *Thickening and Gelling*
Agents for Food. 2nd ed., p.284 - 311.
London: Blackie Academic & Professional.
- Whistler, R.L. and BeMiller, J.N. 1993 Industrial
gums. 3rd ed. *New York: Academic Press.*