บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาลักษณะเยลลี่ในอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการ

4.1.1 ผลการศึกษาลักษณะเยลลี่ในอุดมคติจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 5 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ในท้องตลาด 5 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ คือ

1. เยลลี่อิมพีเรียล (Imperial) ผลิตโดย บริษัท ยูไนเต็ดแดรี่ฟูดส์ จำกัด ส่วนประกอบคือ น้ำตาล 25 % น้ำผลไม้ 15 % คาร์ราจีแนน 1 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์

2. เยลลี่ปีโป้ (Pepo) ผลิตโดย บริษัท ยูโรเปี้ยนฟู้ด จำกัด (มหาชน) ส่วนประกอบคือ น้ำตาล 42 % น้ำผลไม้ 10 % คาร์ราจีแนน 6 % กรดมาลิค 4 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์

3. เยลลี่เจเล่ (Jele) ผลิตโดย บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารกิมเฮง จำกัด ส่วนประกอบคือ น้ำตาล 28 % น้ำผลไม้ 15 % คาร์ราจีแนน 1.5 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์ (ใช้วัตถุกันเสีย)

4. เยลลี่อาชิ (Ar-chi) ผลิตโดย บริษัท กรีนกรุ๊ป มาเก็ตติ้ง จำกัด ส่วนประกอบคือ น้ำตาล 25 % น้ำผลไม้ 15 % คาร์ราจีแนน 1 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์

5. เยลลี่ท็อปส์ (Tops) ผลิตให้เฉพาะ บริษัท ซีอาร์ซี. เอโฮล์ด จำกัด โดย บริษัท ยูไนเต็ดแดรี่ฟูดส์ จำกัด ส่วนประกอบคือ น้ำตาล 24 % น้ำผลไม้ 15 % คาร์ราจีแนน 1 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์

จากการทดสอบลักษณะทางอุดมคติ (Ideal) ของเยลลี่ที่ผู้ทดสอบต้องการให้มีในแต่ละลักษณะ โดยให้ผู้ทดสอบตั้งลักษณะต่างๆที่ต้องการให้มีในเยลลี่จากจินตนาการก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์ (floating ideal) เป็นดังนี้

- ความใส มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.49$\pm$1.69
- ความยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.02$\pm$1.91
- ความคงตัว มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.87$\pm$1.53

- ลักษณะเนื้อสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.72±1.59
- ความหวาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.13±1.47
- ความเปรี้ยว มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.90±1.64
- การยอมรับรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.26±1.26

จากการศึกษาหาลักษณะเยลลี่ในอุดมคติของผลิตภัณฑ์เยลลี่คาร์ราจีแนนที่มีในท้องตลาด 5 ผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 100 คน ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีในท้องตลาด

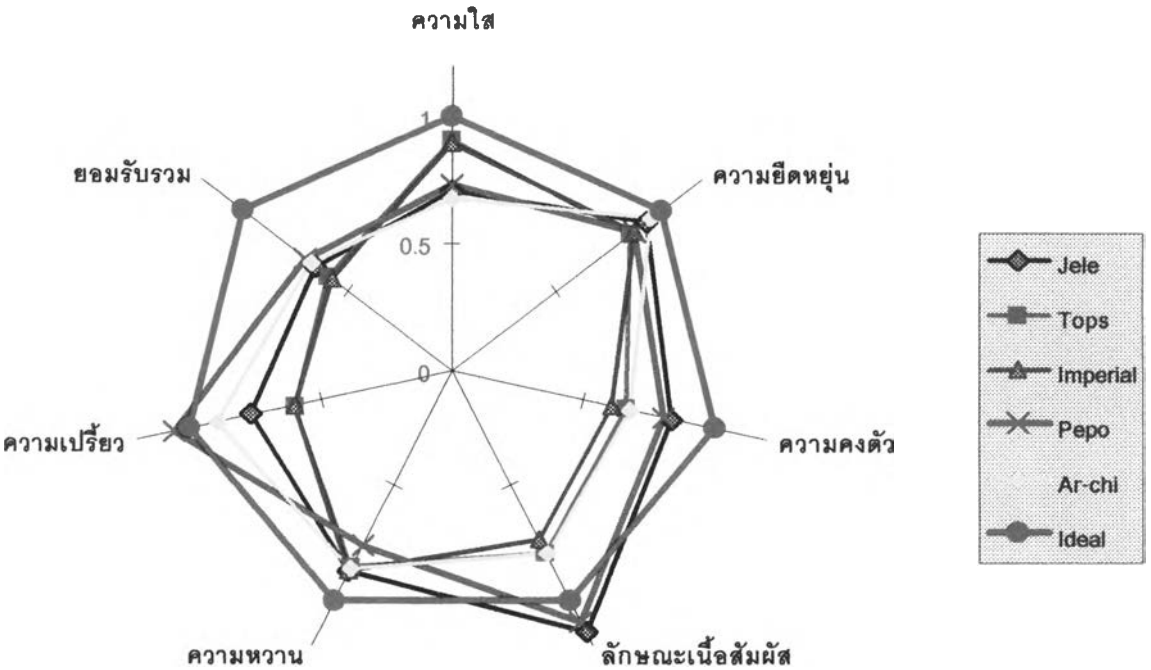
	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
Jele	5.75±0.48bc	6.39±0.36a	7.34±0.19a	6.28±0.17a	5.22±0.15a	4.35±0.45c	6.07±0.27a
Tops	7.25±0.63a	5.97±0.30b	5.77±0.38b	4.45±0.29bc	5.02±0.16a	3.48±0.34d	5.46±0.29b
Imperial	7.05±0.57a	5.93±0.34b	5.4±0.34b	4.07±0.34c	5.15±0.15a	3.52±0.35d	5.25±0.27b
Pepo	6.18±0.62b	5.89±0.31b	7.14±0.24a	5.97±0.18a	4.56±0.26b	6.01±0.46a	6.39±0.21a
Ar-chi	5.64±0.56c	6.39±0.27a	5.76±0.31b	4.66±0.24b	5.18±0.17a	5.17±0.35b	6.19±0.26a

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้ได้รับคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับผลิตภัณฑ์เยลลี่เจเล่ และ อาชิ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาทางด้านอื่นๆพบว่าทางด้านความใสผลิตภัณฑ์เยลลี่ท็อปส์มีคะแนนความใสมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์เยลลี่อิมพีเรียล ($p>0.05$) ด้านความยืดหยุ่นผลิตภัณฑ์เยลลี่เจเล่ และ อาชิ ให้คะแนนความยืดหยุ่นสูงที่สุด ด้านความคงตัวผลิตภัณฑ์เยลลี่เจเล่ให้คะแนนความคงตัวสูงที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ปีโป้แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์เยลลี่เจเล่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ปีโป้แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนด้านรสชาติ คะแนนด้านความหวานมีความแตกต่างกันไม่มากนัก คืออยู่ในช่วง 4.6-5.2 โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่เจเล่ให้คะแนนความหวานสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ท็อปส์ อิมพีเรียล และอาชิ ($p>0.05$) ส่วนคะแนนด้าน

ความเปรี้ยวนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้ให้คะแนนความเปรี้ยวสูงที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์อาชิ เจเล่ อิมพีเรียล และท็อปส์ ตามลำดับ โดยที่ผลิตภัณฑ์อิมพีเรียล และท็อปส์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

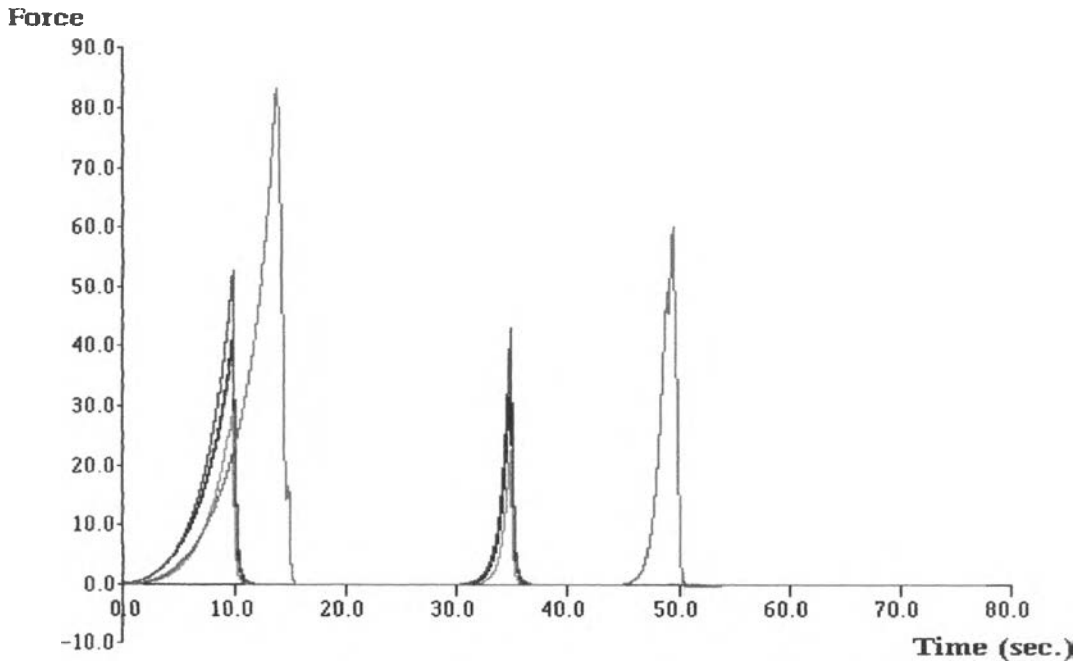
เมื่อนำคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ได้เปรียบเทียบกับลักษณะทางอุดมคติของเยลลี่ในแต่ละด้านที่ได้จากการสำรวจผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบทั่วไป 100 คน ได้ผลดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 Ideal Ratio Profile ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีในท้องตลาด

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละลักษณะเมื่อเทียบกับ Ideal พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้จะให้ลักษณะที่ใกล้เคียงกับ Ideal มากที่สุด และมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด (ดังแสดงค่าไว้ใน ภาคผนวก ง.1) ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต่างประเทศต่อไป

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ ไปทดสอบลักษณะทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง Texture Analyser แสดงผลได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีในท้องตลาด

เมื่อ _____ คือ ผลิตภัณฑ์เจเล่

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ท็อปส์

_____ คือ ผลิตภัณฑ์อิมพีเรียล

_____ คือ ผลิตภัณฑ์อาซิ

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ปีโป้

จากภาพที่ 4.2 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ในท้องตลาดที่ทดสอบโดย Texture Analyser

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
Jele	34.65±3.52b	0.36±0.03ns	12.62±1.46b
Tops	41.82±3.14ab	0.33±0.04ns	13.57±0.85ab
Imperial	29.02±3.02c	0.30±0.04ns	8.78±0.66c
Pepo	49.34±3.34a	0.33±0.05ns	16.32±0.68a
Ar-chi	52.95±3.10a	0.34±0.03ns	18.08±1.09a

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางพบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่อาชิมีค่า Hardness และ Gumminess สูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ปีโป้ และท็อปส์ ($p>0.05$) ส่วนค่า Cohesiveness ผลิตภัณฑ์ทุกตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบเยลลี่ในอุดมคติจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่ได้จาก ข้อ 4.1.1 กับผลิตภัณฑ์เยลลี่จากต่างประเทศ 4 ยี่ห้อ

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้ที่ได้จากข้อ 4.1.1 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเทียบกับผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุก 4 ผลิตภัณฑ์

1. เยลลี่ไดยัคคุ (Daiyakku) ผลิตโดย บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารกิมเฮง จำกัด ส่วนประกอบ คือ น้ำตาลทราย 15 % น้ำผลไม้ 15 % ฟรุกโทส 10 % คาร์ราจีแนน 1.5 % ผงบุก 1 % มีการเจือสีและแต่งกลิ่นสังเคราะห์ (ใช้วัตถุกันเสีย)

2. เยลลี่คอนยากุบาตาเกะ (Konnyakubatake) เป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่บุกที่ผลิตภายในประเทศญี่ปุ่น

3. คอนยากุฟรุตเยลลี่ (Konnyaku Fruit Jelly หรือ Konjac jelly) เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศไต้หวัน จัดจำหน่ายโดย Walong Marketing, Inc. Buena Park: California, USA

ส่วนประกอบ คือ ซูโครส ฟรุกโทส มอลโทส สาหร่ายสกัด (seaweeds extract) วุ้นมะพร้าว (nata de coco) น้ำผลไม้เข้มข้น (fruit juice from concentrate) กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก โซเดียมซิเตรต (sodium citrate as acidulate) มีการแต่งกลิ่นสังเคราะห์

4. มินิฟรุตตี้เยลลี่ (Mini Fruity Jelly หรือ Conjac jelly) ผลิตโดย Sheng Hsiang Jen Foods Co., Ltd. เพื่อ New Choice Food Inc. Irwindale: California, USA

โดยให้ผู้ทดสอบตั้งลักษณะต่างๆที่ต้องการให้มีในเยลลี่จากจินตนาการก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์ (floating ideal) พบว่าลักษณะทางอุดมคติของเยลลี่ที่ผู้ทดสอบต้องการให้มีในแต่ละลักษณะ เป็นดังนี้

- ความใส มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.15±1.44
- ความยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.64±1.63
- ความคงตัว มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.24±1.35
- ลักษณะเนื้อสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.33±1.27
- ความหวาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.55±1.38
- ความเปรี้ยว มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.42±1.64
- การยอมรับรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.99±1.31

จากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เยลลี่ในอุดมคติที่มีในท้องตลาดซึ่งได้จากข้อ 4.1.1 กับผลิตภัณฑ์เยลลี่บุก 4 ผลิตภัณฑ์ ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบทั่วไป 100 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.3

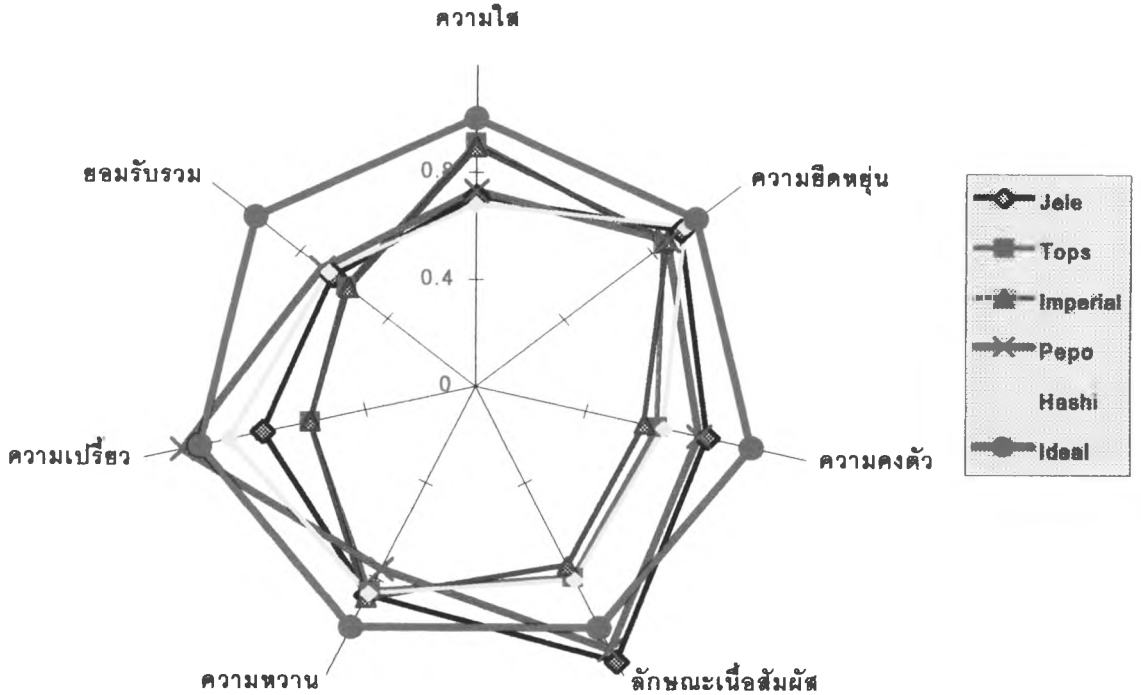
ตารางที่ 4.3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้จากข้อ 4.1.1 และผลิตภัณฑ์เยลลี่จากต่างประเทศ

	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
Pepo	7.19±0.81b	6.42±0.52c	7.03±0.68c	4.45±0.35c	4.77±0.34b	4.76±0.44b	7.12±0.56b
Daiyakku	6.36±0.74c	7.02±0.60ab	7.98±0.80a	5.87±0.48a	5.41±0.41a	4.15±0.39c	7.48±0.47ab
Konnyaku batake	7.60±0.86a	7.30±0.67a	7.46±0.67b	4.42±0.32c	3.66±0.33c	5.32±0.43a	6.23±0.37c
Konjac jelly	5.96±060d	6.88±0.69b	8.16±0.78a	5.68±0.45a	4.81±0.38b	3.74±0.27d	7.11±0.51b
Conjac jelly	7.90±069a	7.08±0.80ab	7.39±0.68b	5.01±0.49b	4.51±0.34b	4.52±0.43bc	7.66±0.56a

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

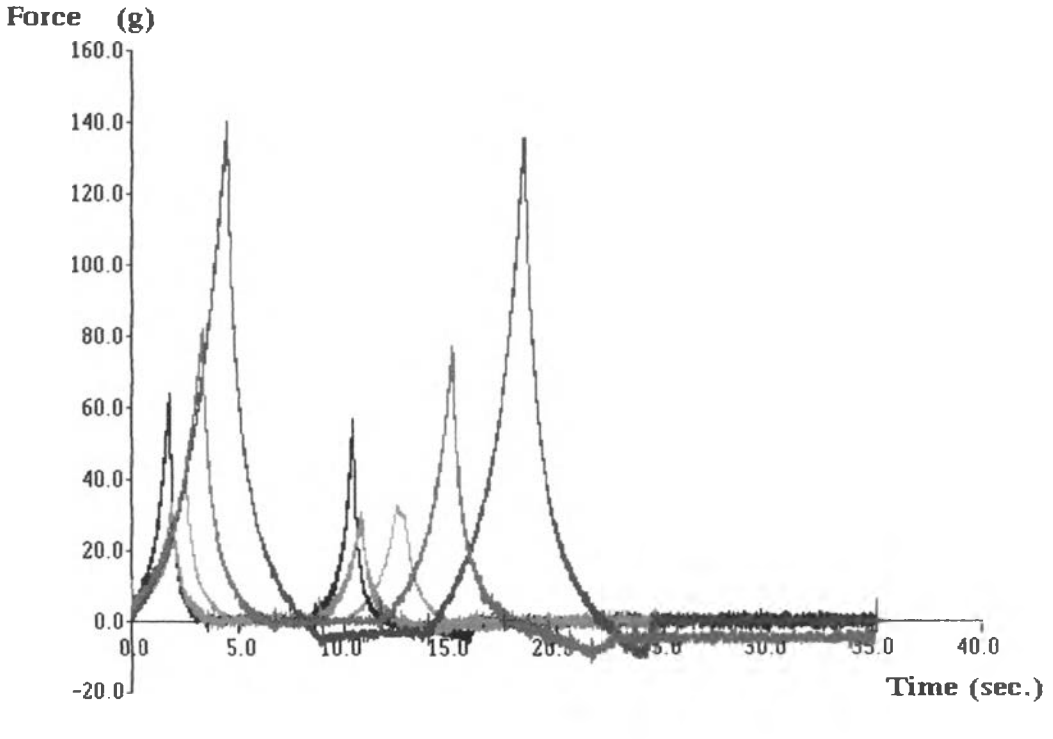
จากตารางที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้การยอมรับรวมสูงที่สุดคือ Conjac jelly ซึ่งมีคะแนนความใสมากกว่าผลิตภัณฑ์ตัวอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)กับ Konnyakubatake มีคะแนนความคงตัวและความยืดหยุ่นสูงกว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ปีโป้ ที่เลือกมาจากข้อ 4.1.1 มีเนื้อสัมผัสที่พอดี (ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.01) ไม่แข็งหรือนิ่มเกินไป

จากคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ได้จากการทดลองโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน จะนำคะแนนมาเทียบกับลักษณะทางอุดมคติของเยลลี่ในแต่ละด้านที่ผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบต้องการให้เป็นพบว่าผลิตภัณฑ์ Conjac jelly ใกล้เคียงกับลักษณะทางอุดมคติมากที่สุด นั่นคือมีคะแนนเข้าใกล้ 1 และมีค่าการยอมรับรวมสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ Conjac jelly เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในการทดลอง แสดงผลดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 Ideal Ratio Profile ของผลิตภัณฑ์เยลลี่จากต่างประเทศ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ไปทดสอบลักษณะทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง Texture Analyser แสดงผลได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่จากต่างประเทศ

เมื่อ _____ คือ ผลิตภัณฑ์ Konjac jelly

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ Konnyaku batake

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ Conjac jelly

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ Daiyakku

_____ คือ ผลิตภัณฑ์ Pepo

จากภาพที่ 4.4 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่จากต่างประเทศที่ทดสอบโดย Texture Analyser

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
Pepo	82.97±3.84b	0.84±0.10ab	70.06±0.98b
Daiyakku	141.00±7.42a	0.91±0.08a	128.62±3.21a
Konnyaku batake	64.81±3.72b	0.77±0.11b	49.75±1.25c
Konjac jelly	41.20±3.56c	0.86±0.09a	35.34±1.03cd
Conjac jelly	33.93±2.98c	0.86±0.09a	29.24±1.40d

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลข้างต้นที่เลือกผลิตภัณฑ์ Conjac jelly เป็น Ideal product ทั้งๆที่มีคะแนนการยอมรับรวมใกล้กับผลิตภัณฑ์ Daiyakku นั้นถ้าพิจารณาการทดสอบทางลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแล้วจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ Daiyakku มีความแข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ Conjac jelly มาก จึงทำให้ต้องใช้พลังงาน หรือแรงในการบดเคี้ยว (Gumminess) มากกว่า

4.2 ศึกษาการใช้แป้งบุกในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

4.2.1 การใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัมโดยแปรปัจจัยที่จะศึกษาดังนี้

4.2.1.1 อัตราส่วนระหว่าง แป้งบุก กับ แซนแทนกัม : 60 : 40 และ 70 : 30

4.2.1.2 ปริมาณของ แป้งบุก และ แซนแทนกัม : 2, 3 และ 4 % (w/w)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลของแป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่อัตราส่วนและปริมาณต่างๆที่มีต่อคะแนนทางประสาทสัมผัส

อัตราส่วน K:X	ปริมาณสารผสม	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
60 : 40	2 %	6.72±0.20b	4.93±0.29ab	4.44±0.30c	3.49±0.25bc	5.06±0.23a
	3 %	4.98±0.26c	5.97±0.30a	6.85±0.24a	6.72±0.30a	6.06±0.20a
	4 %	4.35±0.27d	6.36±0.31a	7.09±0.22a	6.26±0.37a	5.78±0.22a
70 : 30	2 %	8.23±0.14a	3.95±0.35b	2.13±0.27d	1.75±0.26c	2.26±0.16b
	3 %	5.34±0.21c	5.87±0.27a	5.81±0.30b	4.54±0.35ab	5.13±0.22a
	4 %	3.76±0.23e	5.97±0.27a	6.11±0.28b	4.82±0.34ab	5.11±0.21a

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

K แป้งบุก

X แซนแทนกัม

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัม และปริมาณของสารผสมในระดับต่างกัน

Sov	df	MS				
		ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	49	6.381*	8.505*	9.291*	8.770*	7.567*
อัตราส่วน (A)	1	13.526*	18.501*	157.108*	238.878*	161.333*
ปริมาณ (B)	2	304.530*	87.167*	339.631*	294.440*	115.937*
AB	2	27.741*	5.023	14.037*	3.500	33.849*
Error	245	2.026	4.034	2.715	1.717	3.696

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแซนแทนกัม กับปริมาณสารผสมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความใส ความคงตัว และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัวพบว่าทั้งอัตราส่วน และปริมาณสารผสมที่ใช้มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกต่อแซนแทนกัม และปริมาณสารผสมที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแซนแทนกัม

อัตราส่วนแป้งบุกต่อแซนแทนกัม	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
60:40	5.35±0.21b	5.76±0.23a	6.13±0.24a	5.49±0.22a	5.63±0.22a
70:30	5.77±0.23a	5.26±0.21b	4.68±0.18b	3.70±0.14b	4.17±0.16b

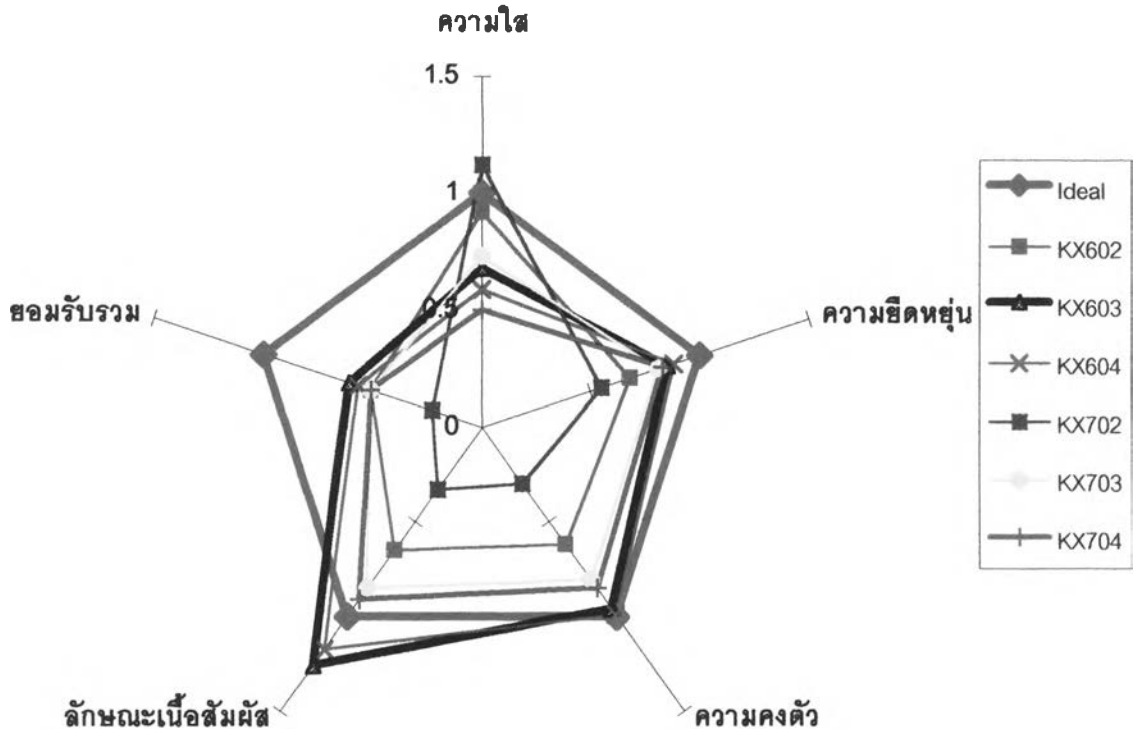
a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกต่อแซนแทนกัม และปริมาณสารผสมที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณสารผสม

ปริมาณสารผสม	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
2 %	7.47±0.23a	4.44±0.14b	3.28±0.20b	2.62±0.08b	3.66±0.26b
3 %	5.16±0.16b	5.92±0.18a	6.33±0.45a	5.63±0.17a	5.59±0.17a
4 %	4.05±0.12c	6.15±0.19a	6.60±0.21a	5.54±0.17a	5.44±0.17a

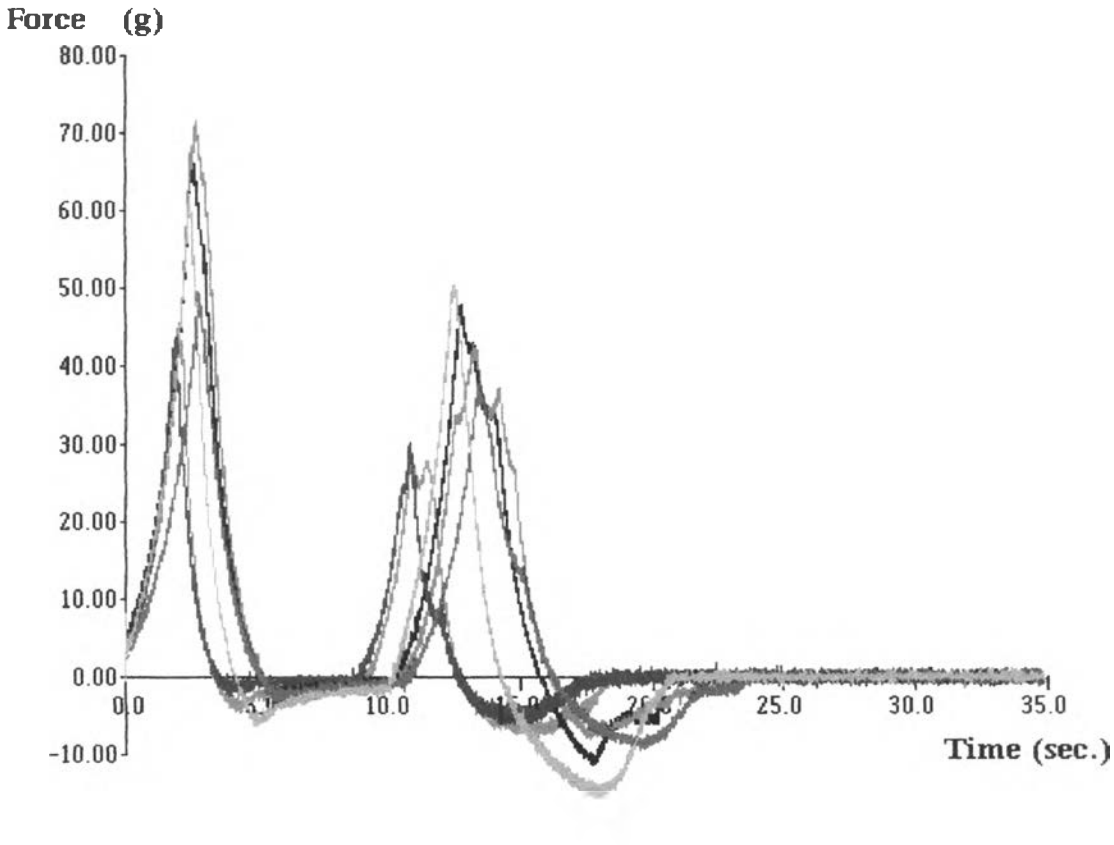
a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาเปรียบเทียบกับลักษณะทางอุดมคติ เพื่อเลือกภาวะที่เหมาะสมพบว่า เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัมเป็น 60:40 ที่ระดับ 3 % (w/w) ให้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาถึงด้านอื่นๆก็มีค่าใกล้เคียงกับค่า Ideal ซึ่งสามารถดูได้จากภาพที่ 4.5 ดังนั้นจึงเลือกที่อัตราส่วน 60:40 ปริมาณ 3 % (w/w) เพื่อนำไปศึกษาขั้นต่อไป



ภาพที่ 4.5 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่อัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

เมื่อนำมาทดสอบทางกายภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ Texture Analyser ให้ผลดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัมและปริมาณสารผสมในระดับต่างๆ

เมื่อ _____ คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ที่ระดับ 2 % (w/w)

_____ คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ที่ระดับ 3 % (w/w)

_____ คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ที่ระดับ 4 % (w/w)

_____ คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ที่ระดับ 2 % (w/w)

_____ คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ที่ระดับ 3 % (w/w)

คือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ที่ระดับ 4 % (w/w)

จากภาพที่ 4.6 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.9 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.9 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
KX602	45.04±0.98c	0.73±0.11ns	36.83±0.46bc
KX603	66.96±0.77b	0.87±0.16ns	58.43±0.44a
KX604	71.94±0.87a	0.81±0.13ns	58.55±0.45a
KX702	44.06±0.35c	0.73±0.17ns	32.20±0.43c
KX703	49.70±0.55c	0.86±0.11ns	45.55±0.45b
KX704	62.33±0.49b	0.87±0.14ns	54.32±0.45a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

KX602 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ปริมาณ 2 % (w/w)

KX603 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ปริมาณ 3 % (w/w)

KX604 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 60:40 ปริมาณ 4 % (w/w)

KX702 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ปริมาณ 2 % (w/w)

KX703 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ปริมาณ 3 % (w/w)

KX704 ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตรา 70:30 ปริมาณ 4 % (w/w)

จากการทดลองพบว่าเยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัมเป็น 60:40 จะมีความแข็ง (Hardness) และความหนืบ (Gumminess) มากกว่าที่อัตรา 70:30 และจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของสารผสมมากขึ้น แต่ไม่มีผลต่อค่า Cohesiveness ($p > 0.05$)

จากการทดสอบทางกายภาพด้านสีพบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง หรือค่า L จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) และค่า L จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้น ($p \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนของแป้งบุกต่อแซนแทนกัม ร่วมกับปริมาณที่ใช้พบว่าการใช้แป้งบุกต่อแซนแทนกัมเป็น 70:30 ที่ระดับ 2 % (w/w) มีค่า L สูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่า L , a และ b ของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

อัตราส่วน K:X	ปริมาณสารผสม	L	a	b
60 : 40	2 %	57.81±2.00b	1.27±0.08b	7.70±0.22ns
	3 %	51.17±1.63c	1.47±0.09a	7.96±0.41ns
	4 %	54.73±1.54b	1.33±0.10b	7.72±0.33ns
70 : 30	2 %	65.33±3.07a	0.70±0.11d	8.23±0.39ns
	3 %	55.90±3.63b	1.21±0.06b	8.55±0.52ns
	4 %	55.85±2.57b	0.93±0.07c	7.38±0.35ns

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

X คือ แซนแทนกัม

4.2.2 การใช้แป้งบุกร่วมกับแคปปาคาร์ราจีแนนโดยแปรปัจจัยที่จะศึกษาดังนี้

4.2.2.1 อัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแคปปาคาร์ราจีแนน : 50:50, 60:40 และ 70 : 30

4.2.2.2 ปริมาณของแป้งบุกและแคปปาคาร์ราจีแนน : 2, 3 และ 4 % (w/w)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลของแป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่อัตราส่วนและปริมาณต่างๆที่มีต่อคะแนนทางประสาทสัมผัส

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

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน และปริมาณของสารผสมในระดับต่างกัน

Sov	df	MS				
		ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	49	18.204*	18.993*	27.309*	13.487*	13.285*
อัตราส่วน (A)	2	69.217*	41.219*	35.179*	71.729*	30.473*
ปริมาณ (B)	2	24 733*	13.374*	15.359*	29.098*	27.438*
AB	4	70.863*	9.034*	2.901	65.016*	27.331*
Error	392	1.541	2.746	1.659	1.558	2.021

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแคปปาคาร์รา-จีแนน กับปริมาณสารผสมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เว้นแต่ด้านความคงตัวเพียงด้านเดียวเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัวพบว่าทั้งอัตราส่วน และปริมาณสารผสมที่ใช้ มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน และปริมาณสารผสมที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแคปปาคาร์ราจีแนน

อัตราส่วนแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
50:50	5.33±0.29b	5.36±0.36c	8.15±0.23a	6.79±0.24a	5.73±0.33b
60:40	6.56+0.37a	6.00±0.41b	7.58±0.22b	6.07±0.21b	6.59±0.45a
70:30	5.44+0.31b	6.40±0.36a	7.18±0.41c	5.40±0.31c	6.41±0.18a

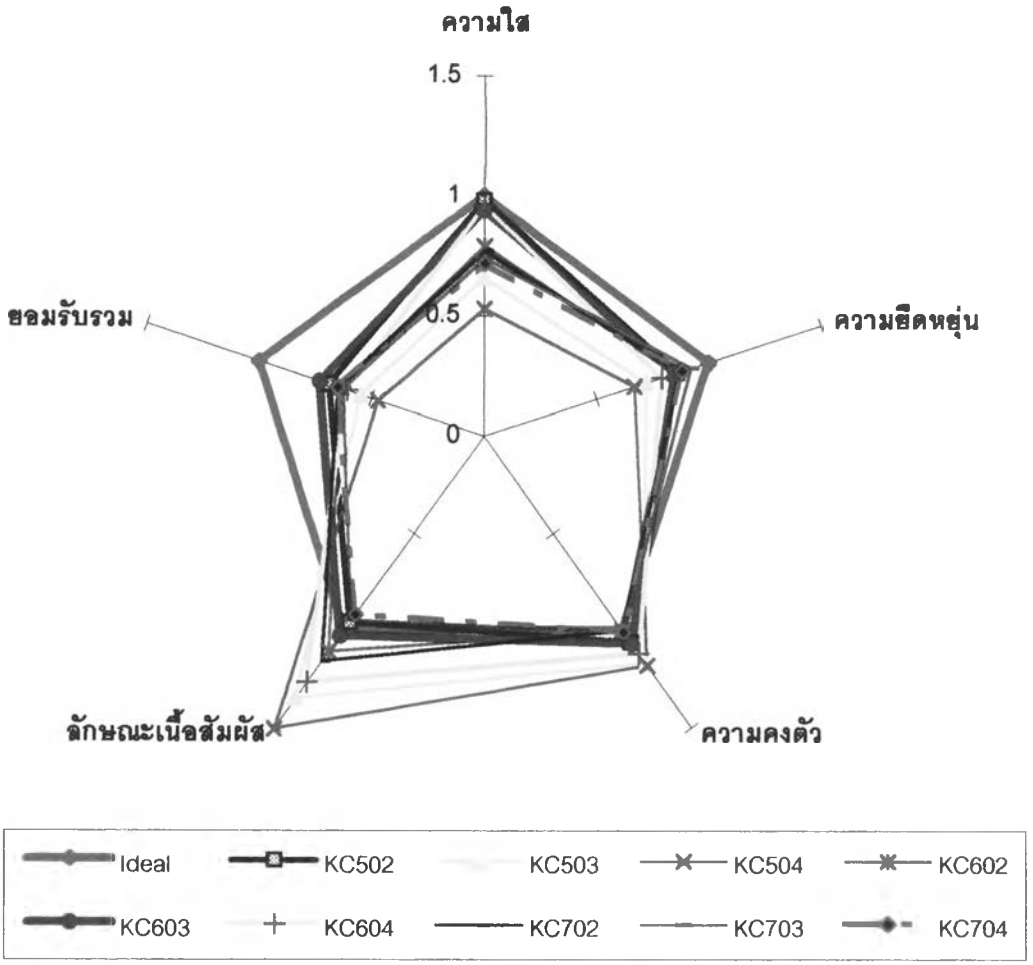
a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน และปริมาณสารผสมที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณสารผสม

ปริมาณสารผสม	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
2 %	6.21±0.35a	6.18±0.42a	7.28±0.49b	5.75±0.39b	6.60±0.23a
3 %	5.73±0.32b	5.99±0.34a	7.75±0.22a	5.93±0.17b	6.36±0.35a
4 %	5.40+0.31c	5.59±0.39b	7.89±0.23a	6.58±0.23a	5.77±0.39b

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับลักษณะทางอุดมคติเพื่อเลือกอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน และปริมาณสารผสมที่เหมาะสมเพื่อนำไปศึกษาต่อ พบว่าการทดลองที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนนเป็น 60:40 ที่ระดับ 3 % (w/w) จะให้เยลลี่ที่มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด และมีลักษณะทางด้านอื่นๆใกล้เคียงกับลักษณะทางอุดมคติ (มีค่าเข้าใกล้ 1) ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังภาพที่ 4.7 ดังนั้นจึงเลือกการใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ที่ระดับ 3 % (w/w) เพื่อไปศึกษาในขั้นต่อไป



ภาพที่ 4.7 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่อัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

KC502 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC503 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 3 % (w/w)

KC504 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 4 % (w/w)

KC602 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC603 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 3 % (w/w)

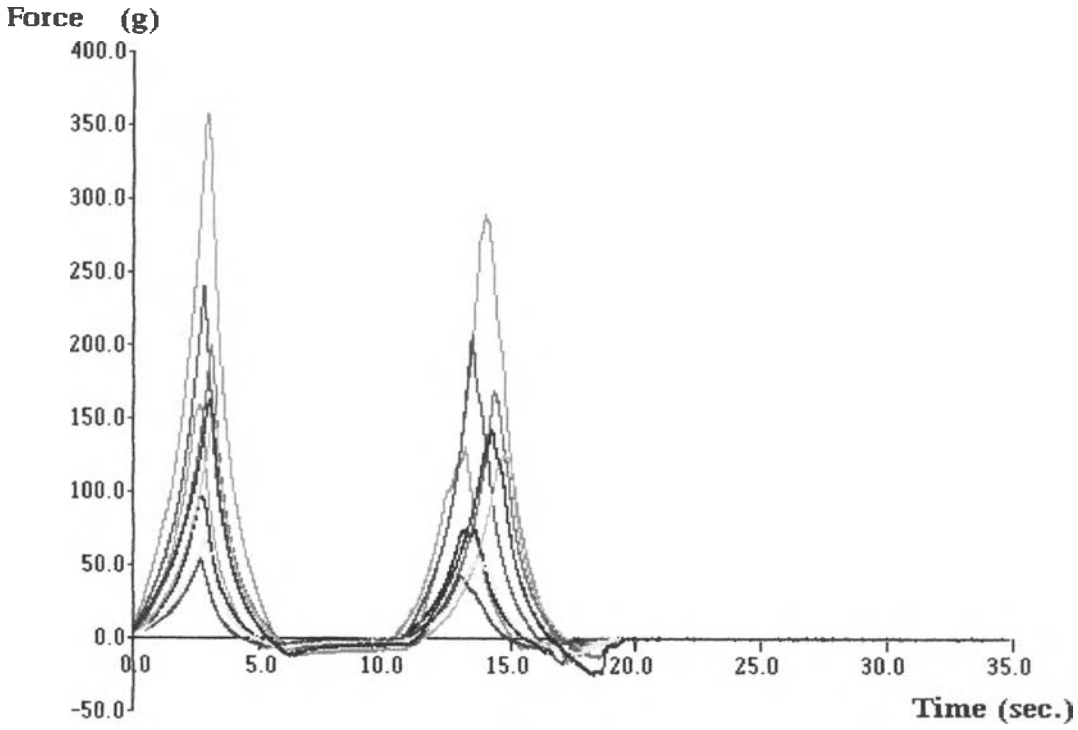
KC604 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 4 % (w/w)

KC702 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC703 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 3 % (w/w)

KC704 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 4 % (w/w)

เมื่อนำเยลลี่ที่ใช้แป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนนในอัตราส่วน และปริมาณต่างๆมาทดสอบทางลักษณะเนื้อสัมผัสได้ผลดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน และปริมาณสารผสมในระดับต่างๆ

เมื่อ _____ คือ KC502 _____ คือ KC604

_____ คือ KC503 _____ คือ KC702

_____ คือ KC504 คือ KC703

_____ คือ KC602 _____ คือ KC704

_____ คือ KC603

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

50, 60 และ 70 คือ อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50, 60:40 และ 70:30

2, 3 และ 4 คือ ปริมาณสารผสม 2, 3 และ 4 % (w/w)

จากภาพที่ 4.8 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.15 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.15 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนในอัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
KC502	153.06±5.21d	0.93±0.25ns	141.93±1.38e
KC503	200.69±2.48c	0.91±0.25ns	182.72±1.22c
KC504	359.94±8.02a	0.92±0.27ns	329.87±1.29a
KC602	98.21±5.43e	0.92±0.24ns	90.66±1.45f
KC603	160.84±7.54d	0.93±0.28ns	149.02±1.38de
KC604	242.69±2.04b	0.92±0.29ns	221.69±1.55b
KC702	55.53±3.45f	0.89±0.24ns	49.14±1.63h
KC703	68.64±3.58f	0.93±0.27ns	63.89±1.84g
KC704	163.81±4.25d	0.96±0.29ns	156.66±11.92d

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

KC502 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC503 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 3 % (w/w)

KC504 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 50:50 ปริมาณ 4 % (w/w)

KC602 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC603 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 3 % (w/w)

KC604 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 60:40 ปริมาณ 4 % (w/w)

KC702 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 2 % (w/w)

KC703 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 3 % (w/w)

KC704 คือ เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนน 70:30 ปริมาณ 4 % (w/w)

จากการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ Texture Analyser ค่า Hardness และ Gumminess มีแนวโน้มวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งบุกต่อแคปปาคาร์ราจีแนนสูงขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ที่อัตราส่วนเดียวกัน และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)ในค่า Cohesiveness ของแต่ละชุดการทดลอง

เมื่อนำมาทดสอบกายภาพทางด้านสีพบว่า ค่า L มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนระหว่างแป้งบุกและแคปปาคาร์ราจีแนน แต่จะลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 4.16 ค่า L, a และ b ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนในอัตราส่วนและปริมาณต่างๆ

อัตราส่วน K:C	ปริมาณสารผสม	L	a	b
50:50	2 %	49.95±2.23bc	2.54±0.22bc	6.94±0.26d
	3 %	49.76±2.15bc	2.61±0.20bc	8.92±0.52ab
	4 %	45.84±2.43d	3.55±0.30a	9.45±0.51a
60:40	2 %	50.34±2.03b	2.71±0.33b	8.46±0.55bc
	3 %	50.22±2.74b	2.59±0.16c	8.08±0.37c
	4 %	49.38±2.53bc	2.01±0.37bc	6.35±0.22d
70:30	2 %	54.00±3.33a	3.21±0.96ab	9.02±0.86ab
	3 %	50.29±4.26b	3.02±0.52ab	8.58±0.43bc
	4 %	46.44±1.35cd	3.05±0.48ab	8.18±0.60c

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

4.2.3 การใช้แป้งบุกร่วมกับสารละลายด่าง (Na_2CO_3) โดยแปรปัจจัยที่จะศึกษาดังนี้

4.2.3.1 ความเข้มข้นของแป้งบุก : 2, 3, 4 และ 5 % (w/v)

4.2.3.2 ความเข้มข้นของ Na_2CO_3 : 1.5, 2.5 และ 3.5 % (w/v)

จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้แป้งบุกมีความเข้มข้น 2 % (w/v) ร่วมกับ Na_2CO_3 3.5 % (w/v) ให้เยลลี่ที่มีลักษณะยืดหยุ่นและใส แต่มีสีดำคล้ำและมีกลิ่นที่ไม่ดี เนื่องจากการทำปฏิกิริยากับสารละลายด่างที่ใช้ และเมื่อใช้แป้งบุกความเข้มข้นสูงขึ้นแป้งบุกจะไม่เกิดเป็นเยลลี่แต่จะเป็นสารละลายที่มีความข้นเหนียวเท่านั้น ดังนั้นจึงขอตัดขั้นตอนการทดลองโดยใช้แป้งบุกร่วมกับสาร-

ละลายด่างออก เพราะจากการสังเกตของผู้ทำวิจัยและจากผู้ทดสอบคนอื่นๆแล้วมีความเห็นว่าไม่ยอมรับเยลลี่ที่ผลิตขึ้นมาในด้านของสีและกลิ่น แต่ถ้าสามารถปรับปรุงสีและกลิ่นให้ดีขึ้นจะได้รับการยอมรับมากขึ้น

4.3 ศึกษาชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แป้งบุก

4.3.1 ศึกษาในผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผลิตจากแป้งบุกผสมแซนแทนกัมดังอัตราส่วน และปริมาณที่ได้จากข้อ 4.2.1

4.3.1.1 ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ คือ ซูโครส และ ฟรุกโทส

4.3.1.2 ปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ คือ 0, 0.3, 0.5 และ 0.7 % (w/w)

จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกรดสูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเซ็ทตัวได้น้อยลง และมีความคงตัวน้อยลง ดังนั้นจึงได้แปรปริมาณกรดที่ใช้ใหม่เป็น 0, 0.01, 0.02 และ 0.1 % (w/w) ตามลำดับ พบว่าสามารถที่จะเติมกรดลงไปได้เพียง 0.01 % (w/w) โดยที่ยังคงสภาพอยู่ได้ แต่สามารถเซ็ทตัวเป็นเยลลี่ที่มีลักษณะดีที่สุดเมื่อไม่เติมกรด ดังนั้นในการทดสอบจึงขอแสดงผลแค่ชนิดของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เท่านั้น โดยที่จะไม่มีการเติมกรดลงไปในผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน แสดงได้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลของชนิดของน้ำตาลที่มีต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
KXS0	3.34±0.23b	5.63±0.34a	4.42±0.24ns	2.73±0.25a	3.64±0.25ns	3.05±0.18b	3.88±0.21a
KXF0	4.26±0.27a	4.71±0.30b	4.10±0.28ns	1.89±0.21b	3.85±0.29ns	3.24±0.22a	3.00±0.29b

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

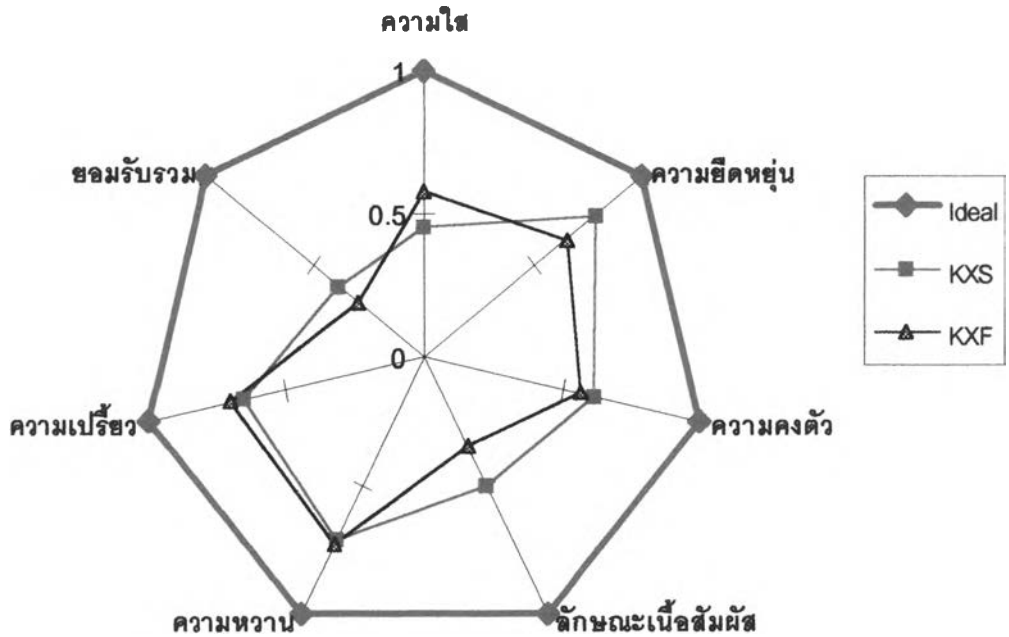
KXS0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรดซิตริก

KXF0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทส โดยไม่เติมกรดซิตริก

จากตารางพบว่า ชนิดของน้ำตาลมีผลต่อคะแนนทุกด้านที่ทดสอบ โดยเมื่อใช้น้ำตาลซูโครสในการทดลอง จะให้คะแนนความยืดหยุ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าเมื่อใช้น้ำตาลฟรุกโทสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ในด้านความใส และความเปรี้ยวเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีคะแนนน้อยกว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ส่วนในด้านความหวาน และความคงตัว เยลลี่ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อเทียบกับลักษณะทางอุดมคติเพื่อเลือกชุดการทดลองที่ดีไปศึกษาต่อได้ผลดัง Ratio Profile ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4.9 ผลที่ได้เป็นไปในทำนองเดียวกับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสซึ่งไม่ได้เทียบกับ Ideal จากการศึกษาชนิดของน้ำตาลที่มีผลต่อเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมจึงเลือกน้ำตาลซูโครสเพื่อไปศึกษาในขั้นต่อไป



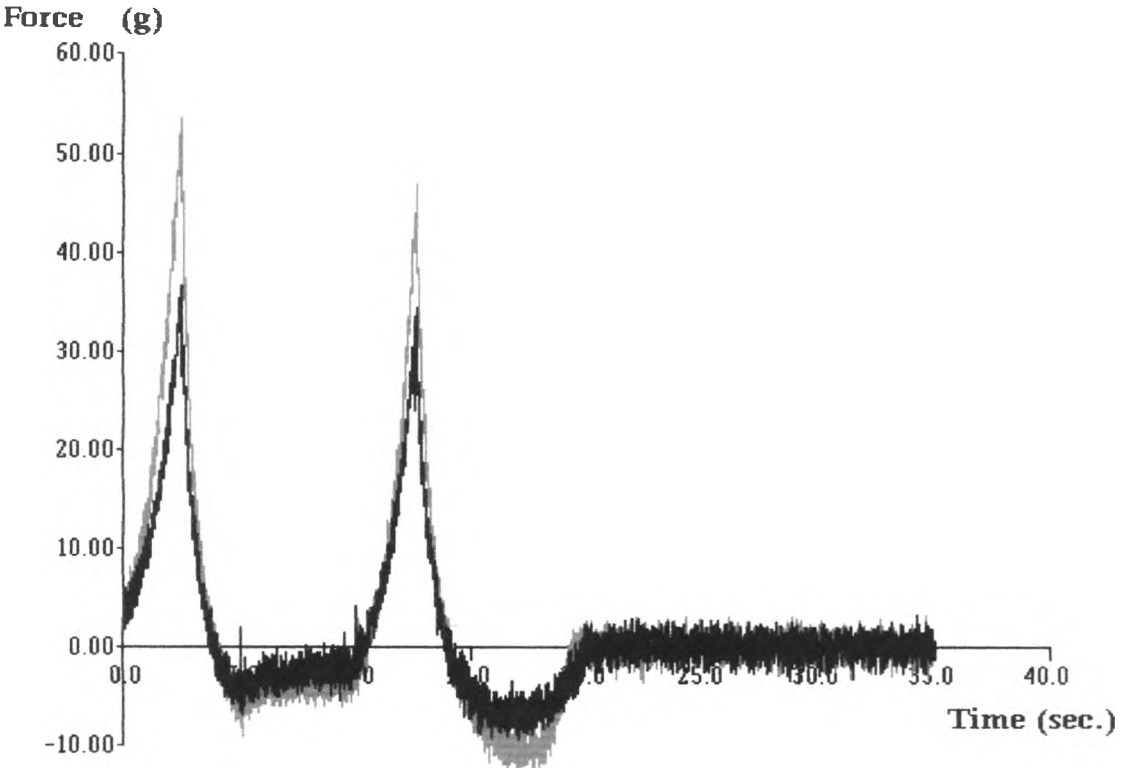
ภาพที่ 4.9 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลต่างชนิดกัน

KXS เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรดซิตริก

KXF เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทส โดยไม่เติมกรดซิตริก

เมื่อเทียบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสกับการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture Analyser ที่แสดงผลดังภาพที่ 4.10 ซึ่งให้ผลในทำนอง

เดียวกันคือ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครสจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

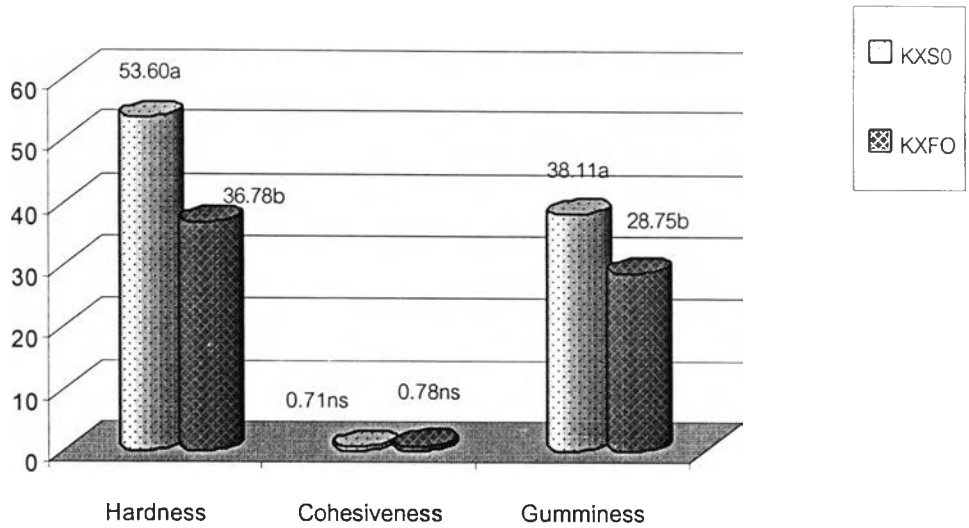


ภาพที่ 4.10 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลต่างชนิดกัน

เมื่อ _____ คือ เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรดซิตริก

_____ คือ เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทส โดยไม่เติมกรดซิตริก

จากภาพที่ 4.10 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังภาพที่ 4.11 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5



ภาพที่ 4.11 ลักษณะทางกายภาพของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลต่างชนิดกัน

KXS0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรดซิตริก

KXF0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทส โดยไม่เติมกรดซิตริก

จากการทดสอบทางด้านกายภาพด้านสี และการวัดค่า pH, % total acidity และ % TSS ให้ผลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่า L, a และ b ของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลต่างชนิดกัน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (°Brix)	L	a	b
KXSO	3.26+0.03ns	0.098+0.009ns	17.0+0.2a	22.49±0.23b	13.75±0.28a	1.03±0.19b
KXFO	3.25+0.07ns	0.107+0.005ns	14.4+0.3b	22.79±0.48a	13.16±0.32b	1.52±0.30a

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

KXS0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลซูโครส โดยไม่เติมกรดซิตริก

KXF0 เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทส โดยไม่เติมกรดซิตริก

จากการทดลองพบว่าทั้งการทดลองที่ใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุกโทสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในค่า pH และ % total acidity ส่วนในด้านสีนั้นผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสจะให้ค่า L ที่สูงกว่า ($p\leq0.05$) และมีค่า a (a มีค่าบวกแสดงถึงสีแดง) ต่ำกว่าในเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครส

4.3.2 ศึกษาในผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผลิตจากแป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนดังอัตราส่วนและปริมาณที่ได้จากข้อ 4.2.2

4.3.2.1 ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ คือ ซูโครส และ ฟรุกโทส

4.3.2.2 ปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ คือ 0, 0.3, 0.5 และ 0.7 % (w/w)

จากการศึกษาผลชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลของปริมาณกรดที่ใช้และชนิดของน้ำตาลที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

ชนิดของน้ำตาล	ปริมาณกรด (%)	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
ซูโครส	0	5.46±0.21ns	6.51±0.28ns	7.36±0.41a	6.25±0.28a	4.41±0.44a	2.37±0.31e	4.98±0.21cd
	0.3	6.05±0.10ns	6.70±0.26ns	6.12±0.12de	4.61±0.24c	3.38±0.14b	3.93±0.30d	5.84±0.26ab
	0.5	5.44±0.15ns	6.63±0.24ns	6.90±0.24abc	5.79±0.42a	3.33±0.11b	4.10±0.34d	5.67±0.24abc
	0.7	6.17±0.14ns	6.77±0.29ns	6.53±0.14 bcde	5.19±0.29b	3.32±0.12b	5.11±0.43 bc	6.00±0.47ab
ฟรุกโทส	0	5.79±0.22ns	6.46±0.27ns	7.11±0.46ab	5.97±0.49a	4.79±0.30a	2.19±0.41e	5.26±0.32bcd
	0.3	6.46±0.25ns	6.33±0.32ns	6.62±0.62bcd	4.54±0.49c	3.85±0.14b	4.50±0.42 cd	6.29±0.42a
	0.5	6.73±0.26ns	6.66±0.21ns	6.32±0.24cde	4.55±0.46c	3.34±0.34b	5.31±0.14b	6.16±0.26a
	0.7	6.87±0.28ns	5.80±0.36ns	5.97±0.47e	3.49±0.26d	2.66±0.10c	6.06+0.12a	4.79±0.28d

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน ที่ใช้ชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดซิตริกในระดับต่างกัน

Sov	df	MS						
		ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	49	52.380*	4.691*	4.512*	3.303*	11.275*	6.047*	14.200*
ชนิดน้ำตาล(A)	1	37.565*	9.079*	3.894	54.434*	0.188	32.415*	0.000
ปริมาณกรด(B)	3	11.268*	1.747	15.327*	49.805*	38.499*	156.093*	15.771*
AB	3	3.869	4.091	5.094*	12.006*	5.248*	7.282*	13.301*
Error	343	2.045	1.896	1.711	1.552	1.376	2.072	2.728

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.19 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัวพบว่า ชนิดของน้ำตาลมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความใส ความยืดหยุ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความเปรี้ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ไม่มีผลต่อคะแนนความยืดหยุ่นของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดซิตริกที่มีต่อเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน เมื่อพิจารณาอิทธิพลในด้านชนิดของน้ำตาล

ชนิดของน้ำตาล	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
ซูโครส	5.78±0.46b	6.65±0.10a	6.73±0.42ns	5.46±0.37a	3.61±0.24ns	3.88±0.14a	5.62±0.42ns
ฟรุกโทส	6.47±0.52a	6.31±0.09b	6.51±0.42ns	4.64±0.32b	3.66±0.27ns	4.51±0.44b	5.62±0.14ns

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

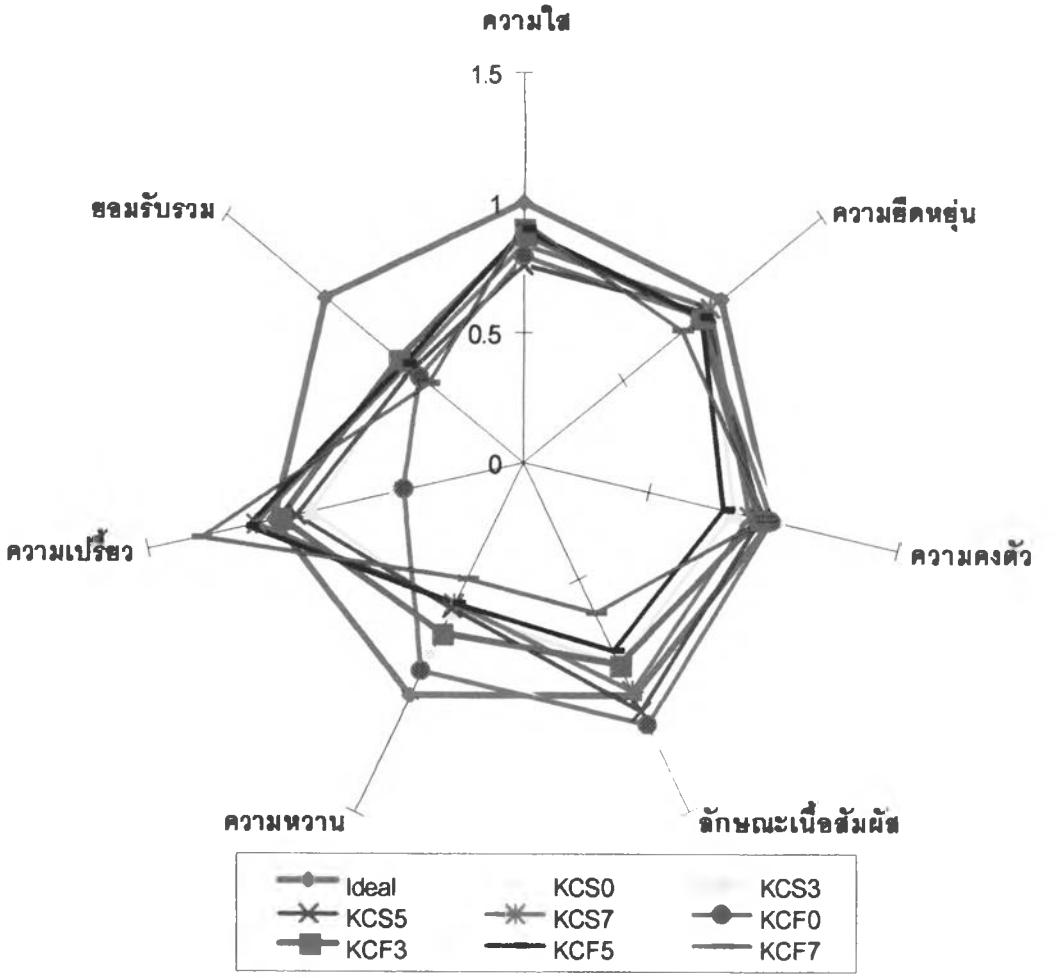
ตารางที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ที่มีต่อเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณกรดซิตริกที่ใช้

ปริมาณกรดซิตริก	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
0 %	5.63±0.44b	6.48±0.15ns	7.23±0.40a	6.11±0.20a	4.60±0.24a	2.28±0.14d	5.12±0.12b
0.3 %	6.25±0.50a	6.51±0.22ns	6.37±0.47b	4.58±0.06c	3.62±0.24b	4.21±0.47c	6.07±0.42a
0.5 %	6.09±0.48a	6.64±0.13ns	6.61±0.13b	5.17±0.68b	3.33±0.13bc	4.70±0.10b	5.92±0.41a
0.7 %	6.52±0.51a	6.29±0.24ns	6.25±0.34b	4.34±0.26c	2.99±0.10c	5.59±0.13a	5.40±0.46b

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส สามารถที่จะเลือกชนิดของน้ำตาล และปริมาณกรดที่เหมาะสมต่อการผลิตเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนได้เมื่อนำไปเทียบกับลักษณะอุดมคติซึ่งพบว่าการทดลองที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสร่วมกับกรด 0.3 % (w/w) และการทดลองที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสร่วมกับกรด 0.5 % (w/w) ให้คะแนนการยอมรับรวมไม่ต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เลือกการทดลองที่ใช้กรด 0.3 % (w/w) เพื่อนำไปศึกษาต่อ เพราะการทดลองนี้จะให้ลักษณะที่ใกล้เคียงกับอุดมคติ และได้รับคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ปริมาณกรดและชนิดของน้ำตาลต่างกัน

K คือ แป้งบุก

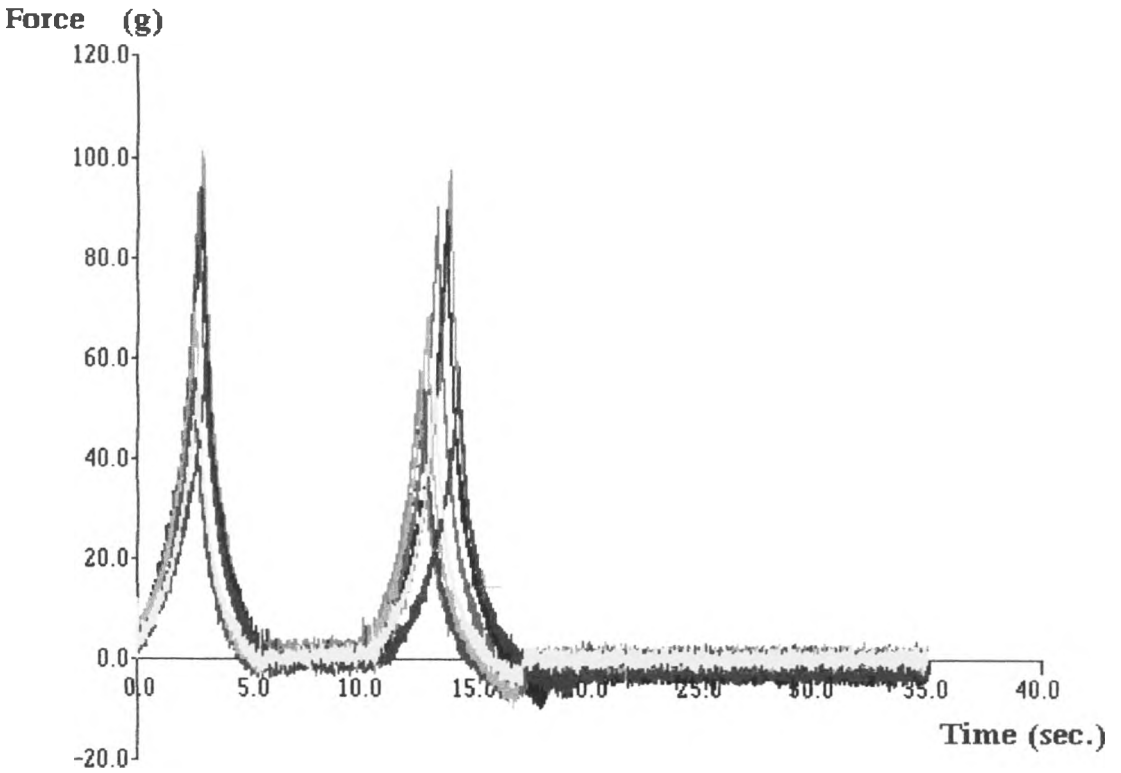
C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

S คือ น้ำตาลซูโครส

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

0, 3, 5 และ 7 คือ ปริมาณกรดซิตริก 0, 0.1, 0.3 และ 0.7 % ตามลำดับ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่ต่างกันไปทดสอบทางลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture Analyser ให้ผลดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ปริมาณกรด และชนิดของน้ำตาลต่างกัน

เมื่อ _____ คือ KCS0 _____ คือ KCF0

_____ คือ KCS3 _____ คือ KCF3

_____ คือ KCS5 _____ คือ KCF5

_____ คือ KCS7 คือ KCF7

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

S คือ น้ำตาลซูโครส

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

0, 3, 5 และ 7 คือ ปริมาณกรดซิตริก 0, 0.1, 0.3 และ 0.7 % ตามลำดับ

จากภาพที่ 4.13 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.23 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.23 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ปริมาณกรดและชนิดของน้ำตาลต่างกัน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
KCS0	101.38±5.74a	0.92±0.27ns	95.23±2.55a
KCS3	93.94±4.58ab	0.91±0.24ns	85.18±2.14b
KCS5	62.30±4.27d	0.88±0.26ns	55.04±2.88d
KCS7	56.15±4.21e	0.90±0.29ns	50.56±2.34e
KCF0	94.28±6.49ab	0.91±0.21ns	85.84±2.94b
KCF3	71.07±5.81c	0.87±0.24ns	62.18±2.17c
KCF5	61.48±6.01d	0.92±0.22ns	56.28±2.92d
KCF7	58.72±4.97de	0.90±0.28ns	52.69±3.04de

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

S คือ น้ำตาลซูโครส

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

0, 3, 5 และ 7 คือ ปริมาณกรดซิตริก 0, 0.1, 0.3 และ 0.7 % ตามลำดับ

จากผลการทดลองเห็นได้ว่าความแข็ง (Hardness) มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกรดมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงชนิดของน้ำตาล เมื่อดูที่การใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุกโทสที่ไม่มีการเติมกรด (0 % (w/w)) พบว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีความแข็งมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับกรดสูงขึ้นเป็น 0.3, 0.5 และ 0.7 % (w/w) ตามลำดับ จะเห็นว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสมีค่า Hardness สูงกว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครส ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้านสีให้ผลดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ค่า L, a และb ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ปริมาณกรดและชนิดของน้ำตาลต่างกัน

ชนิดของน้ำตาล	ปริมาณกรด (%)	L	a	b
ซูโครส	0	33.72±0.98ns	12.86±0.70e	4.45±0.76d
	0.3	25.52±2.31ns	27.8±3.37a	13.18±3.70a
	0.5	25.47±3.07ns	22.63±4.43b	8.23±2.79bc
	0.7	34.70±1.54ns	18.3±3.21cd	7.17±2.18cd
ฟรุกโทส	0	31.98±0.91ns	14.52±0.91de	5.86±0.36cd
	0.3	27.04±3.18ns	16.06±3.90de	6.64±1.62cd
	0.5	27.92±4.12ns	21.74±3.58bc	10.35±1.51ab
	0.7	32.04±1.19ns	21.09±2.12bc	11.61±1.73a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการทดลองพบว่าชนิดของน้ำตาลและปริมาณกรดที่ใช้ไม่มีผลต่อ L (ความสว่าง) ของเยลลี่แป้งบุกผสมคาร์ราจีแนน แต่มีผลต่อค่า a (+ = สีแดง, - = สีเขียว) และค่า b (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน) โดยค่า a จะสูงกว่าในเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครส ส่วนเยลลี่ที่ใช้น้ำตาลฟรุกโทสให้เยลลี่ที่มีค่า b สูงกว่า ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.25 ผลค่า pH, % total acidity และ % total soluble solid (% TSS) ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้ปริมาณกรดและชนิดของน้ำตาลต่างกัน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	pH	% total acidity (citric acid)	%TSS (°Brix)
KCS0	2.70±0.02b	0.106±0.009d	22.9±0.8a
KCS3	2.61±0.02bc	0.312±0.052c	23.0±0.5a
KCS5	2.30±0.08d	0.477±0.027ab	23.4±0.3a
KCS7	2.21±0.03e	0.606±0.052a	23.7±0.7a
KCF0	2.95±0.14a	0.116±0.006d	14.6±0.1b
KCF3	2.53±0.06c	0.351±0.015c	14.8±0.3b
KCF5	2.35±0.08d	0.475±0.041b	14.8±0.2b
KCF7	2.28±0.09de	0.593±0.036a	15.3±0.3b

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

S คือ น้ำตาลซูโครส

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

0, 3, 5 และ 7 คือ ปริมาณกรดซิตริก 0, 0.1, 0.3 และ 0.7 % ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.25 พบว่าเมื่อปริมาณกรดสูงขึ้นค่า pH ที่วัดได้จะลดลง ส่วน % total acidity สูงขึ้น และเมื่อพิจารณาถึง % total soluble solid (% TSS) จะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณกรด แต่ค่า % TSS จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณกรดทั้งในน้ำตาลฟรุกโทสและซูโครส

4.4 ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แป้งบุก

4.4.1 ศึกษาในเยลลี่ที่ผลิตจากแป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ได้จากข้อ 4.3.1 โดยแปรปริมาณน้ำตาลเป็น 15 , 20 , 25 และ 30 % (w/w)

ตารางที่ 4.26 ผลของปริมาณน้ำตาลที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
KXS15	5.10±0.38a	4.99±0.28b	4.66±0.17b	2.50±0.22b	2.67±0.11c	2.10±0.19b	3.13±0.14b
KXS20	4.64±0.30b	5.62±0.22a	5.48±0.13a	3.05±0.29a	3.47±0.12b	2.40±0.20a	3.96±0.17a
KXS25	4.94±0.34ab	5.30±0.24ab	5.15±0.16ab	2.69±0.24ab	4.07±0.13a	2.38±0.20a	3.87±0.15a
KXS30	5.20±0.29a	5.44±0.25ab	4.83±0.19b	2.85±0.26a	4.41±0.13a	2.50±0.15a	4.15±0.14a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

K คือ แป้งบุก

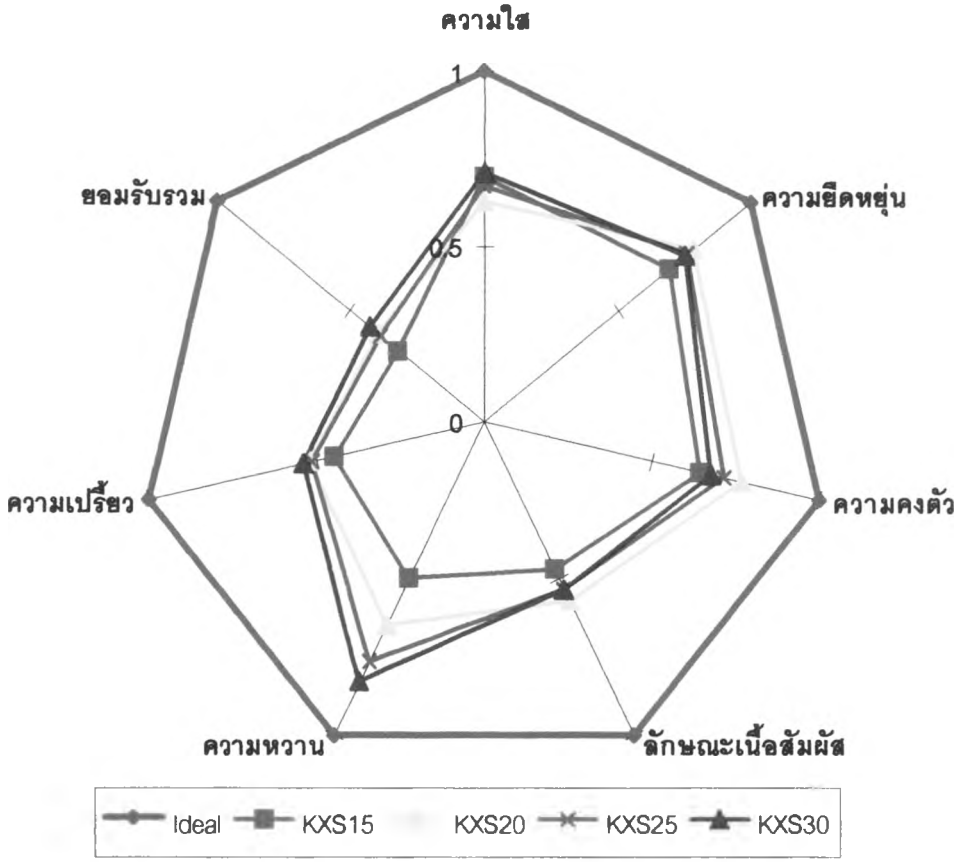
X คือ แซนแทนกัม

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน พบว่าปริมาณน้ำตาลที่ใช้มีผลต่อลักษณะทุกด้านที่ทดสอบ โดยการเพิ่มปริมาณน้ำตาลมากขึ้นจะมีผลทำให้คะแนนทางด้านความใส ความยืดหยุ่น ความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหวาน ความเปรี้ยว และการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับการใช้น้ำตาลที่ระดับ 15 % (w/w)

เมื่อนำลักษณะที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละด้านมาเทียบกับ Ideal ได้ผลดังภาพที่ 4.14 ซึ่งสามารถที่จะหาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมได้ พบว่าเมื่อใช้น้ำตาล 20 % (w/w) และ 30 % (w/w) ในผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมให้การยอมรับรวมไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาลักษณะในแต่ละด้านประกอบแล้วเยลลี่ที่ใช้น้ำตาล 30 % (w/w) จะให้ลักษณะในแต่ละด้านมีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด

(มีลักษณะใกล้อุดมคติมากที่สุด) เว้นด้านความคงตัวเท่านั้นที่ด้อยกว่าการใช้น้ำตาล 20 % (w/w) ดังนั้นจึงเลือกเยลลี่แป้งบุกผสมน้ำตาล 30 % (w/w) เพื่อนำไปศึกษาต่อในขั้นต่อไป



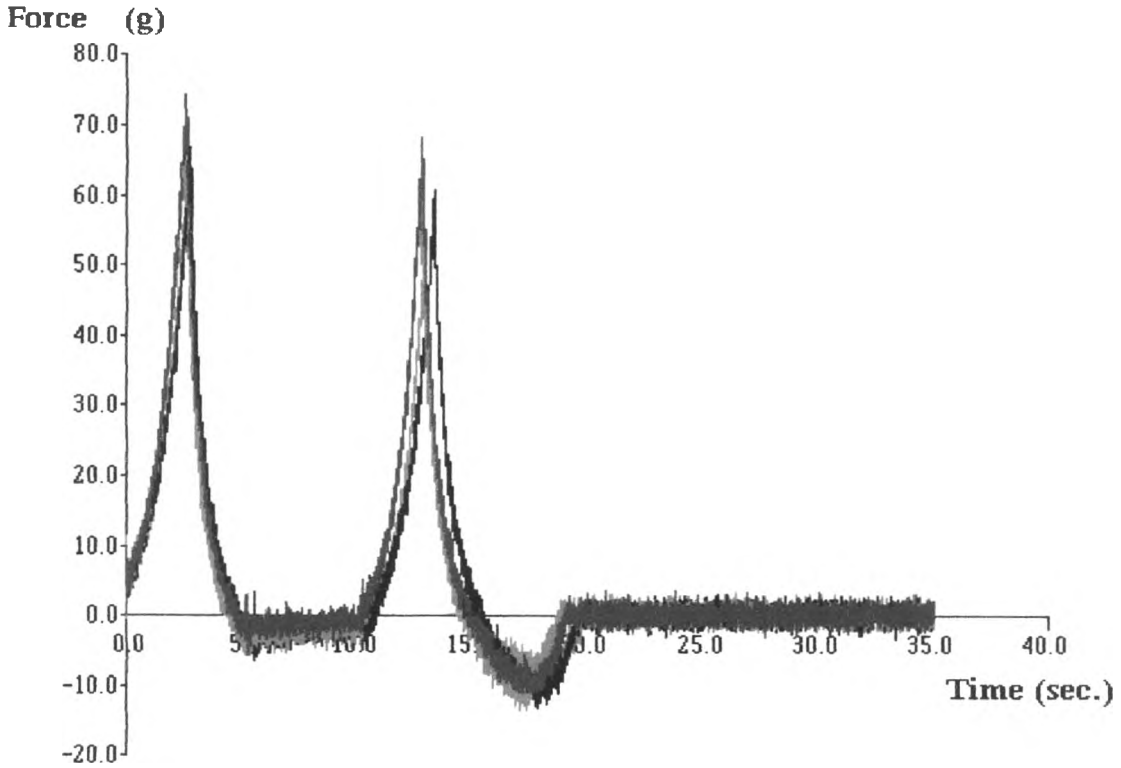
ภาพที่ 4.14 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้ปริมาณน้ำตาลในระดับต่างๆ

K คือ แป้งบุก

X คือ แซนแทนกัม

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

เมื่อทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser ผลเป็นดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลในระดับต่างๆ

เมื่อ _____ คือ KXS15 _____ คือ KXS20

_____ คือ KXS25 _____ คือ KXS30

K คือ แป้งบุก

X คือ แซนแทนกัม

S คือ น้ำตาลซูโครส

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากภาพที่ 4.15 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.27 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.27 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้ปริมาณน้ำตาลในระดับต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Gumminess	Cohesiveness
KXS15	61.02±4.56b	45.22±2.15c	0.74±0.11ns
KXS20	66.89±4.21b	53.73±2.57b	0.80±0.24ns
KXS25	67.86±4.68ab	52.19±3.06b	0.77±0.26ns
KXS30	74.59±5.01a	59.40±2.97a	0.80±0.26ns

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

X คือ แซนแทนกัม

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากการทดสอบพบว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นค่า Hardness จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่า Gumminess เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ด้วย

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมไปวัดค่าสี และทดสอบทางด้านเคมีให้ผลดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลทางกายภาพทางด้านสี และผลทางเคมีของเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมที่ใช้น้ำตาลในระดับต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (°Brix)	L	a	b
KXS15	3.04±0.08ns	0.113±0.015ns	10.6±0.4d	25.94±0.59ns	14.25±0.56a	3.27±0.48a
KXS20	2.84±0.05ns	0.114±0.012ns	12.8±0.7c	25.5±0.20ns	11.78±0.36b	0.72±0.46c
KXS25	3.25±0.04ns	0.107±0.008ns	17.0±0.3b	25.56±0.71ns	11.57±0.63b	2.44±0.61b
KXS30	3.01±0.02ns	0.120±0.005ns	22.4±0.3a	25.59±1.93ns	11.26±0.34b	2.63±1.06b

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

X คือ แซนแทนกัม

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อค่า pH ,% total acidity และค่า L ทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อ % total soluble solid โดยเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะทำให้ % total soluble solid มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.4.2 ศึกษาในเยลลี่ที่ผลิตจากแป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ได้จากข้อ 4.3.2 โดยแปรปริมาณน้ำตาลเป็น 15 , 20 , 25 และ 30 % (w/w)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลของปริมาณน้ำตาลที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
KCF15	6.36±0.34b	6.78±0.27ns	6.88±0.33ns	4.76±0.24b	2.29±0.21c	5.20±0.18a	4.58±0.28b
KCF20	6.55±0.36b	6.75±0.39ns	6.84±0.28ns	4.80±0.29b	2.96±0.25b	4.64±0.19a	5.16±0.25b
KCF25	6.67±0.33b	7.01±0.33ns	6.83±0.29ns	5.47±0.22a	3.71±0.27a	3.54±0.14b	6.36±0.22a
KCF30	7.20±0.29a	6.89±0.24ns	6.98±0.34ns	5.20±0.24a	3.74±0.22a	3.13±0.16b	5.85±0.27a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

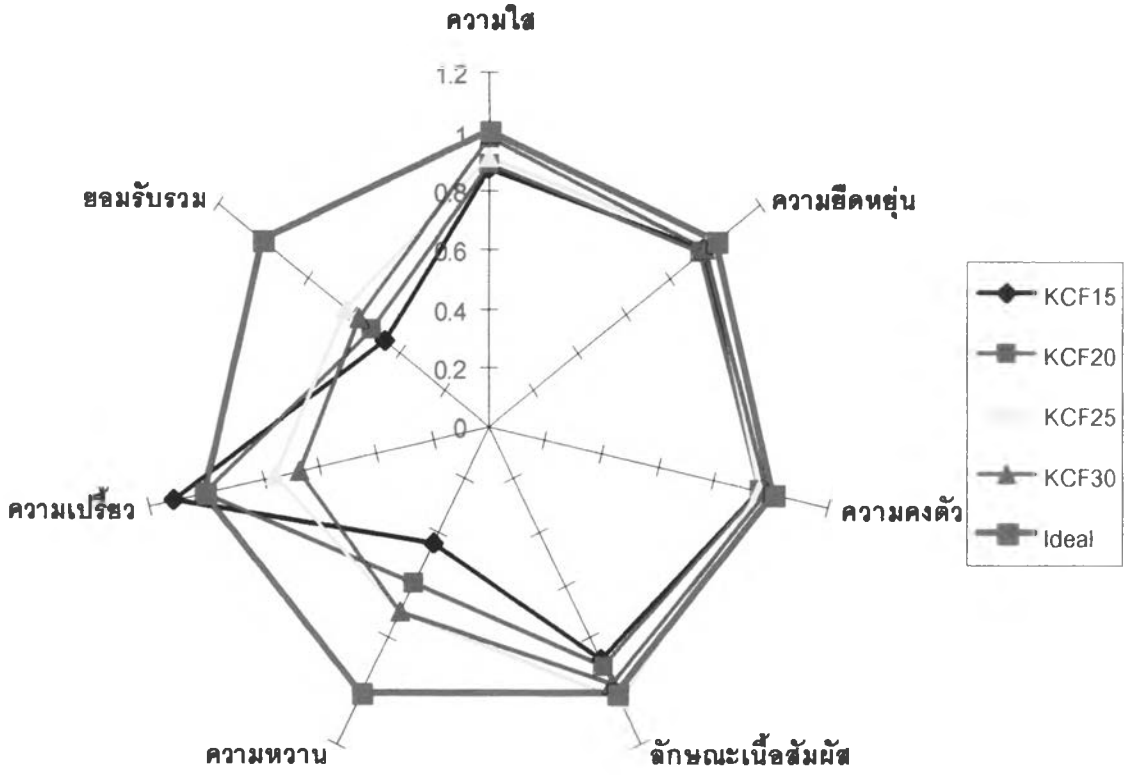
K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากตารางพบว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนทางด้านความใส ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหวาน ความเปรี้ยว และการยอมรับโดยรวม แต่ไม่มีผลต่อลักษณะด้านความยืดหยุ่น และความคงตัว ($p > 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำตาลจาก 15, 20, 25 และ 30 % (w/w) ตามลำดับ คะแนนความใสของผลิตภัณฑ์เยลลี่จะเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับลักษณะเนื้อสัมผัสซึ่งจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นยังมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความหวานเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้คะแนนความเปรี้ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำลักษณะทางด้านต่างๆของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้น้ำตาลปริมาณต่างๆกันมาเทียบกับ Ideal ทำให้สามารถเลือกปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมได้ โดยเลือกจากชุดการทดลองที่ให้ลักษณะที่เข้าใกล้ Ideal หรือมีค่าใกล้ 1 มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นได้ดัง Ideal Profile ในภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้น้ำตาลระดับต่างๆ

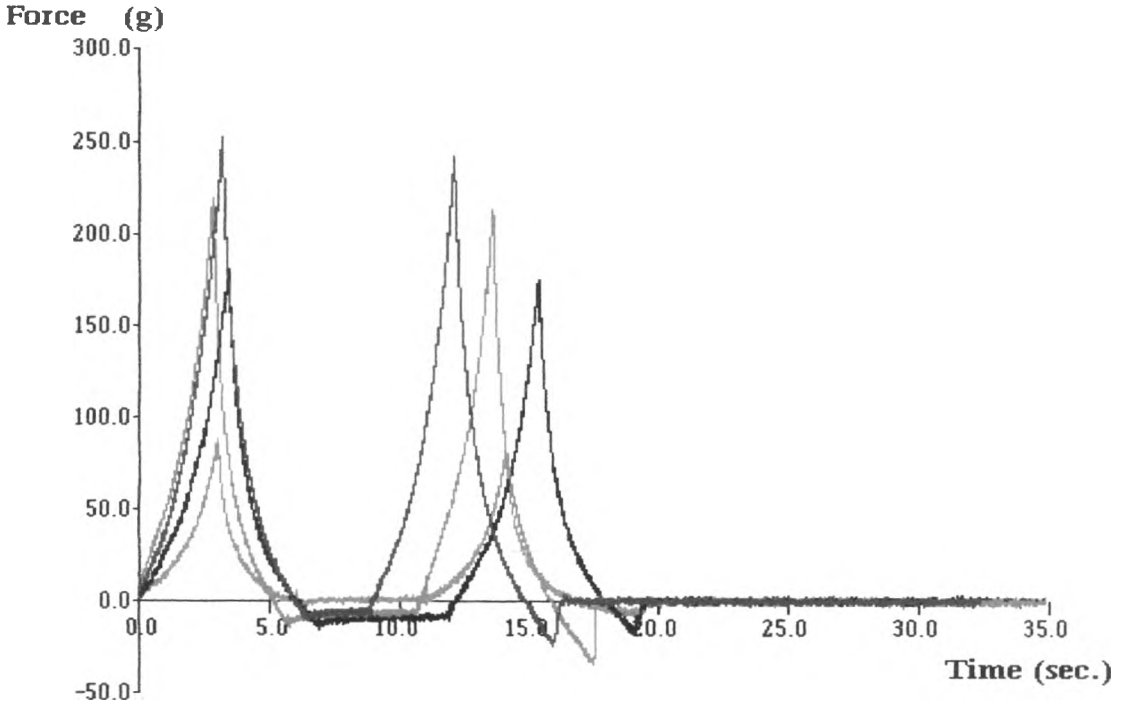
K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากรูปเมื่อพิจารณาด้านการยอมรับรวมเห็นได้ว่าเมื่อใช้น้ำตาล 25 และ 30 % (w/w) ในผลิตภัณฑ์เยลลี่จะให้ค่าการยอมรับรวมที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในที่นี้เลือกการทดลองที่ใช้น้ำตาล 30 % (w/w) เพื่อไปศึกษาต่อในขั้นต่อไป

เมื่อทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser แสดงผลได้ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้น้ำตาลในระดับต่างๆ

เมื่อ _____ คือ KCF15 _____ คือ KCF20

_____ คือ KCF25 _____ คือ KCF30

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากภาพที่ 4.17 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.30 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.30 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้น้ำตาลในระดับต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Gumminess	Cohesiveness
KCF15	88.73±6.71d	77.98±3.68d	0.88±0.25ns
KCF20	181.31±6.90c	161.90±6.44c	0.89±0.23ns
KCF25	220.21±8.54b	201.84±5.14b	0.92±0.27ns
KCF30	252.24±7.46a	230.48±6.93a	0.91±0.24ns

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากตารางพบว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นเยลลี่จะมีค่า Hardness สูงขึ้นด้วย และเมื่อพิจารณาที่ค่า Gumminess จะเห็นว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับเยลลี่ที่ใช้น้ำตาล 15 % (w/w)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนมาวัดค่าสี และหาค่า pH, % total acidity และ % TSS ให้ผลดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ผลทางกายภาพด้านสี และผลทางเคมีของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่ใช้น้ำตาลระดับต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (°Brix)	L	a	b
KCF15	2.58±0.07ns	0.300±0.012ns	11.2±0.2d	26.24±2.57b	21.72±4.61a	10.08±3.90ab
KCF20	2.55±0.06ns	0.274±0.018ns	16.2±0.3c	27.17±1.10b	24.19±3.64a	12.51±2.62a
KCF25	2.63±0.02ns	0.288±0.011ns	20.0±0.6b	32.45±1.31a	15.93±1.11b	8.67±0.93b
KCF30	2.53±0.03ns	0.267±0.009ns	25.6±0.2a	27.27±1.27b	23.43±0.75a	11.73±0.62a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

K คือ แป้งบุก

C คือ แคปปาคาร์ราจีแนน

F คือ น้ำตาลฟรุกโทส

15, 20, 25 และ 30 คือ ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 15, 20, 25 และ 30 % ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อค่า pH และ % total acidity ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อ % TSS อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาล จะส่งผลให้ %TSS มีค่าสูงขึ้น เมื่อพิจารณาทางด้านสีพบว่าปริมาณน้ำตาลมีผลต่อความสว่าง หรือค่า L ของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน โดยเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นค่า L มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้น้ำตาลที่ระดับ 15 % (w/w)

4.5 ศึกษาผลของน้ำผักผลไม้ชนิดต่างๆ (มี pH ต่างกัน) ที่มีต่อเยลลี่ที่ผลิตจากแป้งบุกผสมแซนแทนกัม และ แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

ปัจจัยที่ศึกษาคือ

1) ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลต่อเยลลี่แป้งบุก : แซนแทนกัม และ แคปปาคาร์ราจีแนน

2) น้ำผักผลไม้ที่มี pH ต่างๆกัน : น้ำกระเจี๊ยบ, น้ำฝรั่ง และน้ำแครอท

โดยน้ำผักผลไม้ที่ใช้ในการศึกษามี pH ดังนี้คือ

- น้ำกระเจี๊ยบ pH อยู่ในช่วง 2.8-3.0 (high acid food)
- น้ำฝรั่ง pH อยู่ในช่วง 4.0-4.2 (acid food)
- น้ำแครอท pH อยู่ในช่วง 6.2-6.4 (low acid food)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้ผลดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ผลของน้ำผักผลไม้ (ที่มี pH ต่างกัน) ที่เติมลงไป และชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุก

ไฮโดรคอลลอยด์	น้ำผักผลไม้	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
คาร์ราจีแนน	กระเจี๊ยบ	7.32±0.44a	6.45±0.50a	6.62±0.34b	5.16±0.30ns	3.74±0.14ns	3.15±0.22b	5.02±0.15ab
	แครอท	4.48±0.49c	4.35±0.31b	7.65±0.44a	5.69±0.37ns	5.26±0.35ns	3.56±0.24b	5.66±0.19ab
	ฝรั่ง	6.83±0.49ab	5.96±0.34a	7.20±0.47ab	5.29±0.38ns	4.01±0.39ns	5.63±0.32a	6.45±0.33a
แซนแทนกัม	กระเจี๊ยบ	5.47±0.48c	5.79±0.35a	5.20±0.34c	2.72±0.07ns	4.09±0.36ns	2.81±0.23b	5.16±0.17ab
	แครอท	4.51±0.40c	6.46±0.37a	4.44±0.30cd	2.72±0.28ns	4.90±0.35ns	3.42±0.24b	4.32±0.17b
	ฝรั่ง	5.75±0.45bc	6.79±0.34a	3.55±0.09d	2.25±0.26ns	4.82±0.31ns	3.28±0.24b	4.99±0.16ab

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์ และน้ำผักผลไม้ต่างกัน

Sov	df	MS						
		ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	29	3.835*	4.728*	3.197*	1.689	2.433	3.786*	8.795*
ไฮโดรคอลลอยด์(A)	1	13.997*	8.664	114.154*	118.948*	1.056	13.348*	11.793*
น้ำผักผลไม้(B)	2	22.801*	5.057	2.525	0.979	6.853*	11.243*	3.133
AB	2	4.473*	9.609*	6.976*	0.541	1.724	7.437*	3.971*
Error	145	2.015	2.531	1.188	0.948	1.300	1.784	3.268

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ และน้ำผักผลไม้ที่ใช้ มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความใส ความยืดหยุ่น ความคงตัว ความเปรี้ยว และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความหวาน ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.32 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัวพบว่า ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความใส ความคงตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนชนิดของน้ำผักผลไม้มีผลต่อคะแนนด้านความใส ความหวาน และความเปรี้ยวของเยลลี่แป้งบุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.34 และ 4.35 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.34 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ และน้ำผักผลไม้ที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลชนิดของไฮโดร-คอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
คาร์ราจีแนน	6.21±0.26a	5.59±0.35ns	7.15±0.24a	5.38±0.17a	4.39±0.20ns	4.11±0.24a	6.21±0.21a
แซนแทนกัม	5.24±0.22b	6.35±0.37ns	4.40±0.27b	2.56±0.23b	4.60±0.21ns	3.17±0.22b	5.24±0.19b

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

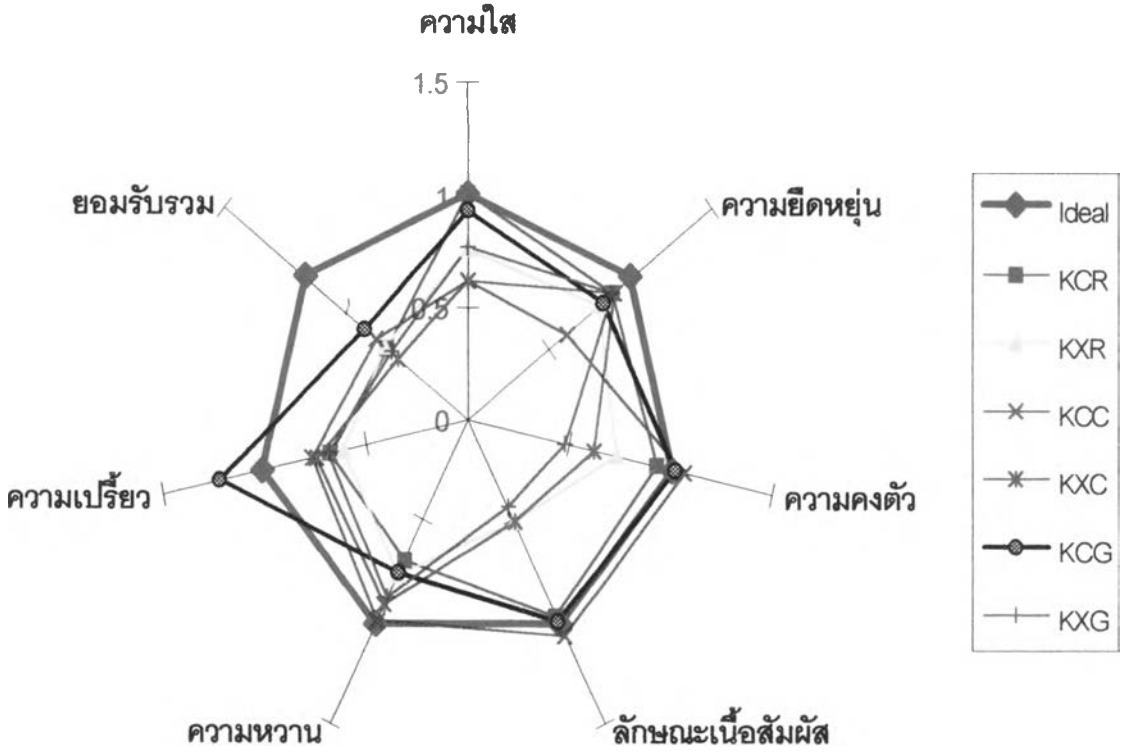
ตารางที่ 4.35 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาผลชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ และน้ำผักผลไม้ที่มีต่อเยลลี่แป้งบุก เมื่อพิจารณาอิทธิพลชนิดของน้ำผักผลไม้

น้ำผักผลไม้	ความใส	ความยืดหยุ่น	ความคงตัว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ยอมรับรวม
กระเจี๊ยบ	6.40±0.32a	6.12±0.29ns	5.91±0.19ns	3.94±0.21ns	3.92±0.25b	2.98±0.29b	6.40±0.31ns
แครอท	4.49±0.22b	5.40±0.24ns	6.05±0.19ns	4.21±0.27ns	5.08±0.21a	3.49±0.22b	4.49±0.34ns
ฝรั่ง	6.29±0.31a	6.37±0.26ns	5.37±0.21ns	3.77±0.17ns	4.41±0.42ab	4.46±0.36a	6.29±0.39ns

a, b, c, ... ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อนำลักษณะในด้านต่างๆของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้แต่ละชนิดไปเทียบกับค่า Ideal จะเห็นว่าเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ร่วมกับแคปปาคาร์ราจีแนนและเติมน้ำฝรั่งลงไปได้รับการยอมรับรวมสูงที่สุด และมีค่าเข้าใกล้ Ideal มากที่สุด เมื่อพิจารณาลักษณะในด้านอื่นๆ ซึ่งแสดงเป็น Ratio Profile ได้ดังภาพที่ 4.18 ดังนั้นจึงเลือกเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ร่วมกับแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บต่อไป



ภาพที่ 4.18 Ideal Ratio Profile ของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้ต่างๆ

KX คือ แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

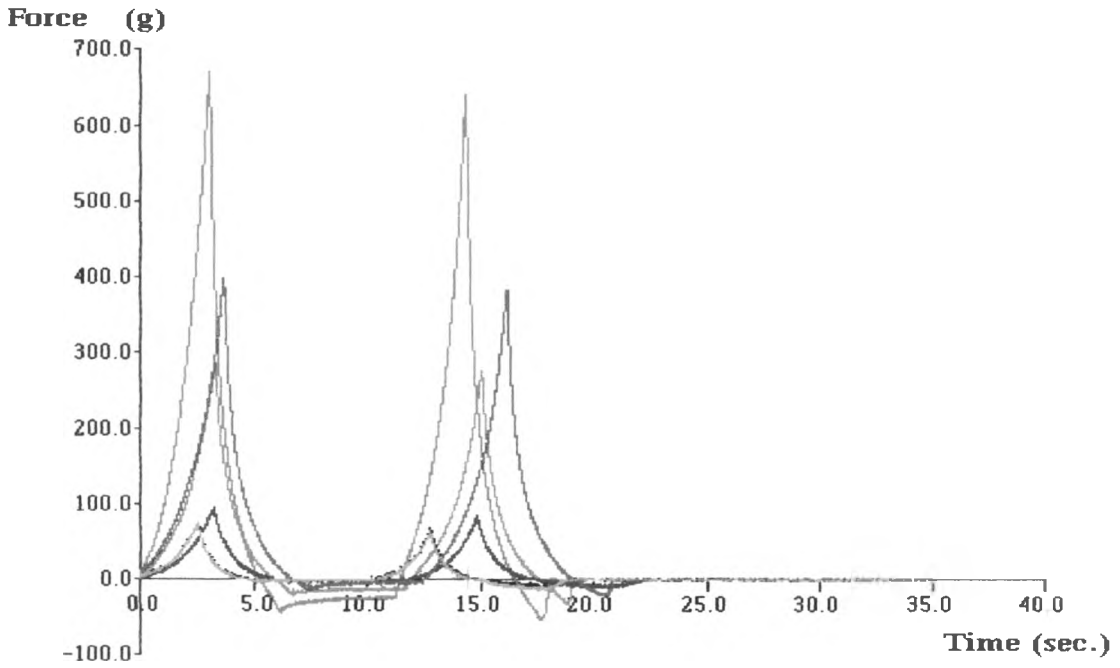
KC คือ แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

R คือ น้ำกระเจี๊ยบ

C คือ น้ำแครอท

G คือ น้ำฝรั่ง

เมื่อนำเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ และน้ำผักผลไม้ต่างๆมาทดสอบด้านเนื้อสัมผัสโดย Texture Analyser ให้ผลดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้ต่างชนิดกัน

เมื่อ _____ คือ KCR _____ คือ KXC

_____ คือ KXR _____ คือ KCG

_____ คือ KCC _____ คือ KXG

KX คือ แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

KC คือ แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

R คือ น้ำกระเจี๊ยบ

C คือ น้ำแครอท

G คือ น้ำฝรั่ง

จากภาพที่ 4.19 สามารถแสดงผลในรูปของค่า Hardness Cohesiveness และ Gumminess ได้ดังตารางที่ 4.36 ซึ่งวิธีการแปรผล Texture diagram ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข.5

ตารางที่ 4.36 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้ต่างชนิดกัน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
KXR	74.59±4.58e	0.80±0.26ab	59.47±4.76e
KXG	76.88±6.33e	0.76±0.25b	58.29±3.58de
KXC	96.55±7.02d	0.81±0.22ab	78.19±8.96d
KCR	286.94±11.24c	0.92±0.24a	262.42±15.44c
KCG	398.70±12.38b	0.91±0.31a	362.32±15.38b
KCC	673.30±15.66a	0.88±0.25a	591.69±19.57a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

KX คือ แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

KC คือ แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

R คือ น้ำกระเจี๊ยบ

C คือ น้ำแครอท

G คือ น้ำฝรั่ง

จากตารางพบว่าเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ร่วมกับแคปปาคาร์ราจีแนนโดยเติมน้ำแครอทให้เยลลี่ที่มีค่า Hardness มากที่สุด และเมื่อพิจารณาเยลลี่ที่ใช้น้ำผักผลไม้ชนิดเดียวกันแต่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่างกันนั้น เยลลี่แป้งบุกที่ใช้ร่วมกับแคปปาคาร์ราจีแนนจะมีค่า Hardness สูงกว่า จากตารางสังเกตได้ว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำผลไม้ที่มีค่า pH ต่ำ (มีความเป็นกรดสูง) จะให้เยลลี่ที่มีค่า Hardness น้อยกว่าเยลลี่ที่ใช้น้ำผลไม้ pHสูง (ความเป็นกรดต่ำ) และจะมีค่า Hardness ต่ำในเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

ตารางที่ 4.37 ผลทางด้านเคมีของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้ต่างชนิดกัน

ผลิตภัณฑ์ เยลลี่	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (°Brix)
KCR	2.53±0.03d	0.478±0.006a	25.6±0.2a
KCC	4.10±0.05a	0.242±0.010b	23.0±0.2a
KCG	2.76±0.02cd	0.267±0.009b	19.0±0.4ab
KXR	3.01±0.02bc	0.165±0.011c	22.4±0.3a
KXC	4.66±0.05a	0.062±0.009d	19.0±0.1ab
KXG	3.88±0.02b	0.120±0.005c	17.8±0.2b

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

KX คือ แป้งบุกผสมแซนแทนกัม

KC คือ แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน

R คือ น้ำกระเจี๊ยบ

C คือ น้ำแครอท

G คือ น้ำฝรั่ง

จากตารางพบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกที่เติมน้ำกระเจี๊ยบให้ผลิตภัณฑ์ที่มี pH ต่ำที่สุด รองลงมาคือ เยลลี่ฝรั่ง และเยลลี่แครอท ตามลำดับ และในทางกลับกันเยลลี่น้ำกระเจี๊ยบจะมี % total acidity สูงที่สุด รองลงมาคือ เยลลี่ฝรั่งและ เยลลี่แครอท ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดนั้นจะเห็นว่าในเยลลี่ที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบเป็นส่วนประกอบให้ % TSS สูงที่สุด รองลงมาคือเยลลี่แครอท และเยลลี่ฝรั่ง โดยเยลลี่ที่ใช้แคปปาคาร์ราจีแนนร่วมกับแป้งบุกให้ % TSS สูงกว่าเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.38 ค่า L, a และ b ของเยลลี่แป้งบุกที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์และน้ำผักผลไม้ต่างชนิดกัน

ไฮโดรคอลลอยด์	น้ำผักผลไม้	L	a	b
คาร์ราจีแนน	กระเจี๊ยบ	27.27±1.27e	23.43±0.75a	11.73±0.62c
	แครอท	43.17±3.73a	7.61±0.52c	24.47±0.61b
	ฝรั่ง	36.95±3.39c	1.89±0.10e	8.67±0.05d
แซนแทนกัม	กระเจี๊ยบ	25.59±1.93f	11.26±0.34b	2.63±1.06e
	แครอท	39.40±1.10b	6.70±2.04e	26.86±0.82a
	ฝรั่ง	31.44±0.46d	2.04±0.05b	2.64±0.21e

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

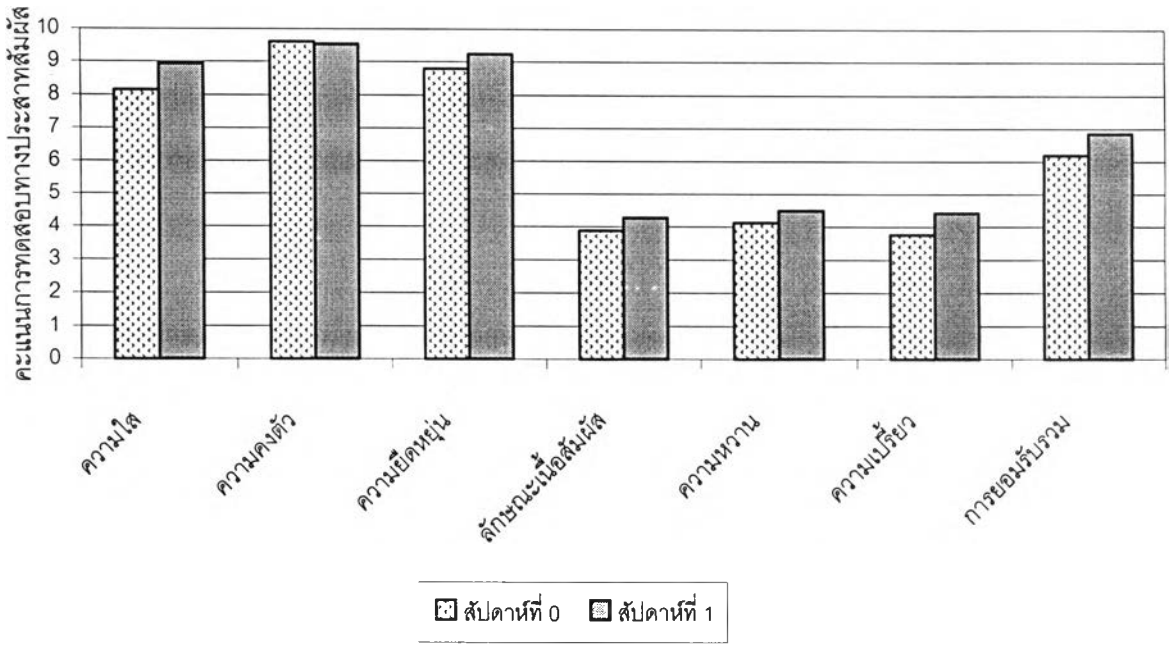
จากตารางพบว่าชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้มีผลต่อความสว่าง (ค่า L) ของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนให้ค่า L สูงกว่า และเมื่อพิจารณาถึงน้ำผลไม้ที่ใช้เห็นได้ว่า น้ำแครอทให้ค่า L สูงที่สุดรองลงมาคือ น้ำฝรั่ง และน้ำกระเจี๊ยบตามลำดับ โดยเยลลี่น้ำกระเจี๊ยบให้ค่า a สูงที่สุด รองลงมาคือ เยลลี่แครอท และฝรั่ง ส่วนค่า b นั้น เยลลี่แครอทจะให้ค่า b สูงที่สุด รองลงมาคือเยลลี่กระเจี๊ยบและเยลลี่ฝรั่งตามลำดับ

4.6 นำเยลลี่ที่ได้จากข้อ 4.5 มาศึกษาอายุการเก็บ

4.6.1 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส)

4.6.2 เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาอายุการเก็บของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกสัปดาห์ ให้ผลดังภาพที่ 4.20 และตารางที่ 4.41 จากภาพที่ 4.20 เป็นการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสได้เพียง 1 สัปดาห์เท่านั้น เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 2 เยลลี่อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส

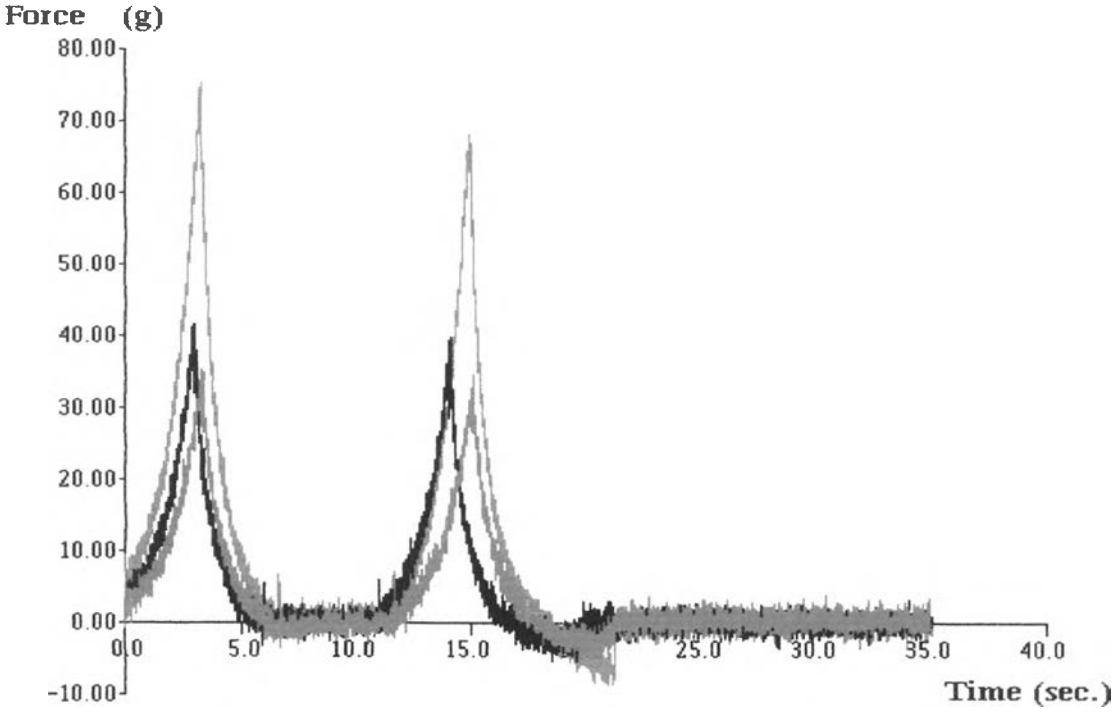


ภาพที่ 4.20 เปรียบเทียบผลการศึกษาอายุการเก็บของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่อุณหภูมิห้อง

* คะแนนทุกด้านที่ทดสอบในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเยลลี่ไม่มีความแตกต่างไปจากสัปดาห์ที่ 0 ซึ่งเป็นวันแรกของการผลิตในทุกลักษณะที่ทดสอบ ($p>0.05$)

เมื่อนำเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมาทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture Analyzer ให้ผลดังภาพที่ 4.21 ซึ่งสามารถแปรผลให้อยู่ในรูปของค่า Hardness Gumminess และ Cohesiveness ได้ดังตารางที่ 4.39



ภาพที่ 4.21 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่ง เมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

เมื่อ _____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 0 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 2 สัปดาห์

ตารางที่ 4.39 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่ง เมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
0	75.66±4.28a	0.85±0.07ns	64.29±3.69a
1	39.48±2.66b	0.85±0.05ns	33.69±3.14b
2	35.55±3.10b	0.90±0.12ns	32.02±3.17b

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.39 พบว่า ค่า Hardness และค่า Gumminess ของเยลลี่มีค่าลดลงเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ส่วนค่า Cohesiveness เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งซึ่งทำการศึกษาการเก็บที่อุณหภูมิห้องมาวัดค่าสี และหาค่า pH, % total acidity และ % TSS ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ให้ผลดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ผลทางกายภาพด้านสี และผลทางเคมีของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

เวลาการเก็บ (สัปดาห์)	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (^{o}Brix)	L	a	b
0	3.51±0.09ns	0.26±0.003ns	20.0±0.009a	48.42±2.29b	0.74±0.21a	6.98±0.61b
1	3.51±0.04ns	0.26±0.006ns	16.8±0.008b	49.02±2.90ab	0.52±0.16a	9.18±0.23ab
2	3.53±0.05ns	0.25±0.003ns	16.0±0.10b	51.18±2.62a	0.00±0.31b	11.81±0.33a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.40 พบว่า ค่า L และ ค่า b มีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับค่า a ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น เมื่อพิจารณาทางด้าน % TSS pH และ % total acidity เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกที่ศึกษามีค่า pH และ % total acidity ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ($p > 0.05$) ในขณะที่ % TSS มีค่าลดลงเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่ไม่มีความแตกต่างกันในคะแนนด้านความใส ความยืดหยุ่น ความคงตัว ความหวาน และความเปรี้ยว ($p > 0.05$) ในด้านเนื้อสัมผัสพบว่าคะแนนเยลลี่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับรวมจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคะแนนการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.41

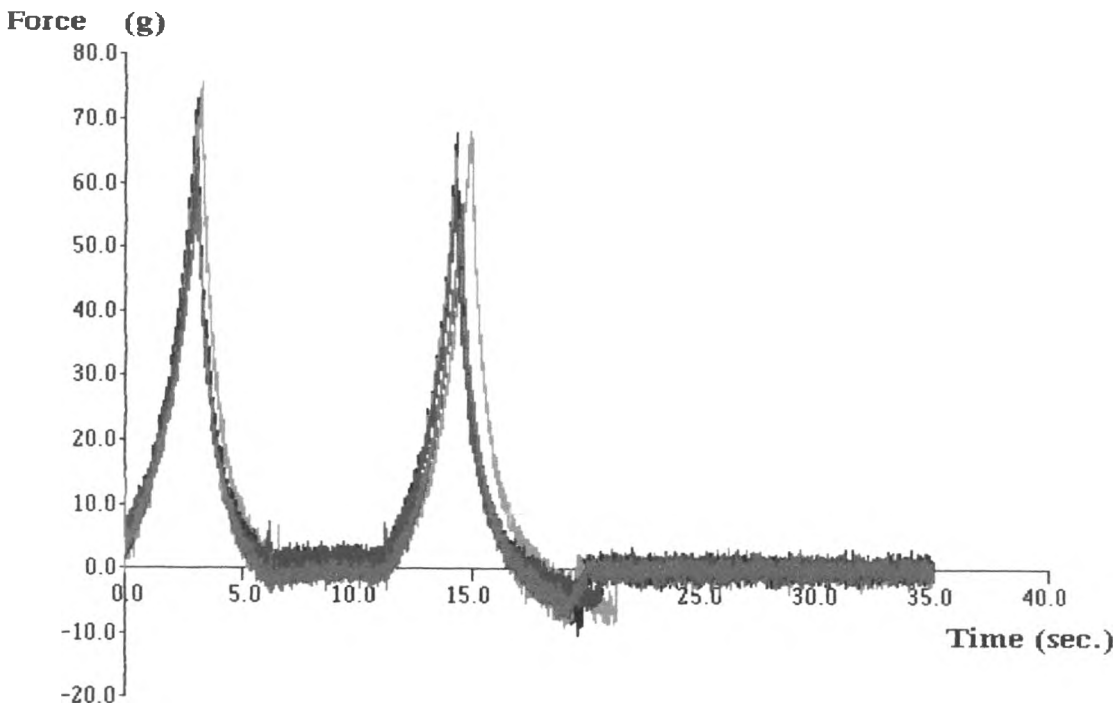
ตารางที่ 4.41 ผลการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่ง ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ความใส	ความคงตัว	ความยืดหยุ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	8.13±0.35 ns	9.60±0.49 ns	8.79±0.27 ns	3.89±0.37 b	4.42±0.17 ns	3.77±0.23 ns	6.20±0.30 b
1	9.08±0.38 ns	9.59±0.34 ns	9.49±0.24 ns	4.86±0.21 a	4.43±0.23 ns	4.73±0.14 ns	7.49±0.33 a
2	8.24±0.47 ns	9.45±0.38 ns	9.30±0.24 ns	4.31±0.27 ab	4.23±0.27 ns	3.99±0.28 ns	6.20±0.34 b
3	9.11±0.33 ns	9.71±0.45 ns	9.49±0.27 ns	4.41±0.33 ab	4.53±0.23 ns	4.32±0.22 ns	7.28±0.40 ab
4	8.71±0.29 ns	9.76±0.34 ns	9.26±0.33 ns	4.60±0.30 ab	4.24±0.29 ns	4.78±0.17 ns	7.69±0.33 a

a, b ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อนำเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมาทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture Analyzer ให้ผลดังภาพที่ 4.22 ซึ่งสามารถแปรผลให้อยู่ในรูปของค่า Hardness Gumminess และ Cohesiveness ได้ดังตารางที่ 4.42



ภาพที่ 4.22 Texture diagram ของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

เมื่อ _____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 0 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 2 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 3 สัปดาห์

_____ คือ ระยะเวลาการเก็บ 4 สัปดาห์

ตารางที่ 4.42 ผลทางลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess
0	75.66±6.57a	0.85±0.24ns	64.30±2.99a
1	73.14±4.72a	0.85±0.33ns	62.29±4.68a
2	70.46±5.54a	0.88±0.27ns	61.88±4.71a
3	65.04±5.22b	0.83±0.29ns	54.27±3.58b
4	61.68±6.43b	0.83±0.14ns	51.42±4.03b

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.42 พบว่า ค่า Hardness และค่า Gumminess ของเยลลี่มีค่าลดลงเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ส่วนค่า Cohesiveness ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งซึ่งทำการศึกษาการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มาวัดค่าสี และหาค่า pH, % total acidity และ % TSS ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ให้ผลดังตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 ผลทางกายภาพด้านสี และผลทางเคมีของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

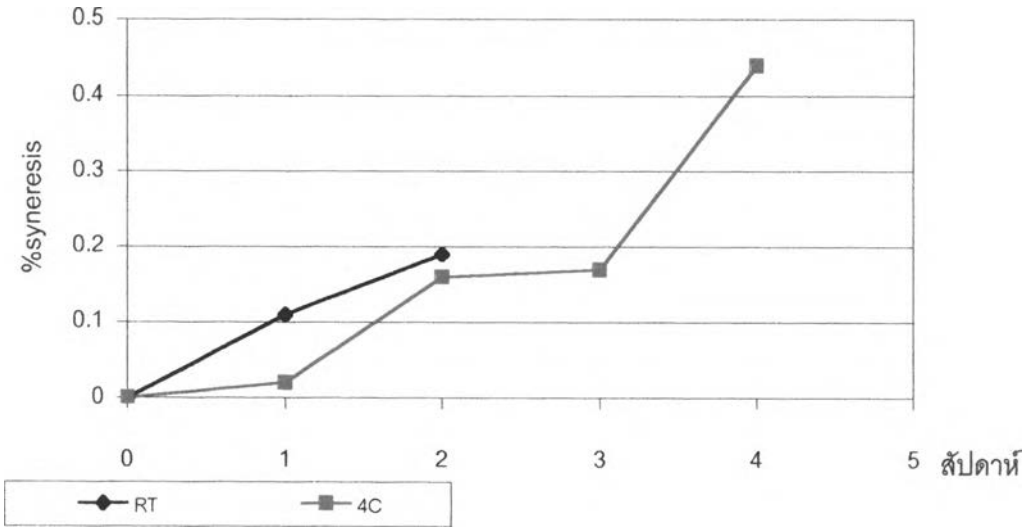
เวลาการเก็บ (สัปดาห์)	pH	% total acidity (citric acid)	% TSS (°Brix)	L	a	b
0	3.51±0.05ns	0.26±0.006ns	20.0±0.009a	48.42±2.29bc	0.74±0.21a	6.98±0.61b
1	3.56±0.04ns	0.25±0.008ns	17.6±0.014b	46.97±1.22c	0.68±0.23a	8.59±.08ab
2	3.58±0.09ns	0.24±0.004ns	18.6±0.010ab	50.56±3.15b	0.17±0.32b	9.01±0.45a
3	3.48±0.11ns	0.25±0.010ns	22.8±0.085a	53.65±1.37a	0.01±0.11b	9.23±0.41a
4	3.46±0.07ns	0.25±0.08ns	19.4±0.022a	54.45±0.08a	-0.08±0.08b	9.15±0.64a

a, b, c, ... ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.43 พบว่า ค่า L และ ค่า b มีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับค่า a ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาทางด้าน % TSS pH และ % total acidity เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกที่ศึกษามีค่า pH และ % total acidity ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ($p > 0.05$) ในขณะที่ % TSS มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

จากการศึกษาการขับน้ำของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งระหว่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส ให้ผลดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 เปอร์เซนต์การขับน้ำของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนที่เติมน้ำฝรั่งที่เกิดขึ้นระหว่างการศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.23 พบว่าเยลลี่แป้งบุกมีการขับน้ำออกจากเจลเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้นานขึ้น โดยมีอัตราการขับน้ำออกจากเจลอยู่ในช่วง 0.2-0.5% โดยน้ำหนัก

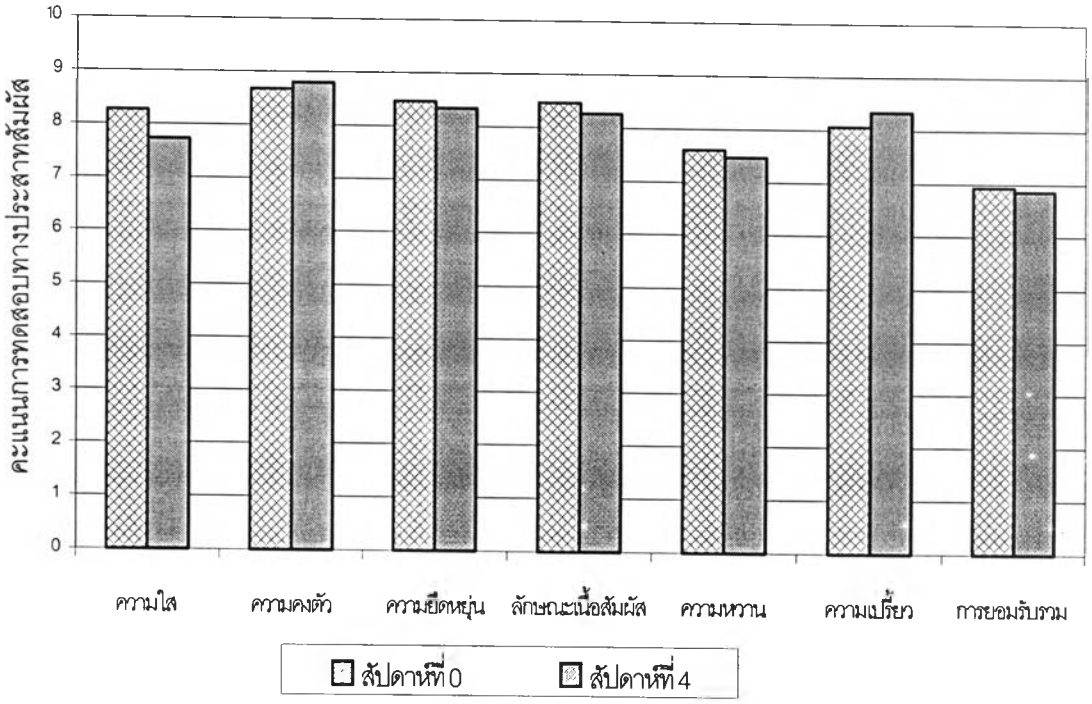
จากการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการศึกษาอายุการเก็บของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนซึ่งเติมน้ำฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ได้ผลดังตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 ผลการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการศึกษาอายุการเก็บเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนนซึ่งเติมน้ำฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

อุณหภูมิ	สัปดาห์ที่	PCA (colony/g)	PDA (colony/g)
อุณหภูมิ	1	$1.3x10^4$	$8.8x10^3$
ห้อง	2	$3.7x10^4$	$2.8x10^4$
4°C	1	$1.5x10^2$	-
	2	$1.5x10^2$	11
	3	$2x10^2$	25
	4	$3x10^2$	50

จากตารางพบว่าเยลลี่ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการศึกษาอายุการเก็บได้เพียง 2 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ถึง 3.7×10^4 โคโลนีต่อกรัม ส่วนเยลลี่ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ตลอดระยะเวลาการศึกษาอายุการเก็บคือ 4 สัปดาห์

ในการศึกษาอายุการเก็บของเยลลี่แป้งบุกผสมแคปปาคาร์ราจีแนน เห็นได้ว่าเยลลี่ที่ทำการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้ครบตามระยะเวลาการศึกษา 4 สัปดาห์ โดยที่ยังคงสภาพเดิม และยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ และจากการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (0 สัปดาห์) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-points hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกที่เก็บเป็นเวลา 4 สัปดาห์มีคะแนนความชอบในด้านต่างๆ รวมถึงการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งได้ผลดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 การเปรียบเทียบความชอบของผลิตภัณฑ์เยลลี่แป้งบุกผสมคาร์ราจีแนนที่เก็บอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ กับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-points hedonic scale

จากการเปรียบเทียบเยลลี่แป้งบุกผสมคาร์ราจีแนนที่ได้จากงานวิจัย กับเยลลี่ปีโป้ และ Conjac jelly ซึ่งเป็นเยลลี่ในอุดมคติในด้านปริมาณใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) ปริมาณโปรตีน และลักษณะเนื้อสัมผัส (ในรูปของค่า Hardness) ได้ผลดังตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 ผลการเปรียบเทียบเยลลี่แป้งบุกจากงานวิจัยกับเยลลี่ปีโป้ และ Conjac jelly ในด้านปริมาณใยอาหารทั้งหมด ปริมาณโปรตีน และลักษณะเนื้อสัมผัส

เยลลี่	ลักษณะที่ทดสอบ		
	Total dietary fiber (g/100 g sample)	Protein (%) Nx6.25	Hardness (g)
KC jelly	0.55	0.060	41.95
Pepo	0.20	0.035	49.33
Conjac jelly	0.88	0.025	30.52

หมายเหตุ KC jelly คือเยลลี่ที่ได้จากงานวิจัย

Conjac jelly มีวุ้นมะพร้าวเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

จากตารางเห็นได้ว่าเยลลี่ Conjac jelly มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือเยลลี่จากงานวิจัย และเยลลี่ปีโป้ ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีนมากที่สุดในเยลลี่จากงานวิจัย รองลงมาคือ เยลลี่ปีโป้ และ Conjac jelly ส่วนเนื้อสัมผัสนั้นเยลลี่ปีโป้มีความแข็งมากที่สุด รองลงมาคือ เยลลี่จากงานวิจัย และ Conjac jelly ซึ่งมีความแข็งน้อยที่สุด