ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*)

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และ พยุงศักดิ์ มะโนชัย

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Effect of Konjac flour and carrageenan on the quality of Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) jelly

Pattharaporn Srisamatthakarn, Thirawan Chanrittisen and Phayungsak Manochai

Lampang Agricultural Research and Training Centre, Rajamangala University of Technology Lanna

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเกี๋ยง โดยศึกษาผลของอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 2 ระดับ คือ 50:50 และ 70:30 และปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1 1.25 และ 1.50 ที่มีผลต่อคุณภาพเยลลี่มะเกี๋ยง วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD จำนวน 2 ซ้ำ พบว่า อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนและอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่มะเกี๋ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นค่าแรงกดที่พบว่าเยลลี่มะเกี๋ยงที่มีส่วนผสมของผงบุกต่อคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 และในปริมาณร้อยละ 1.00 มีค่าแรงกดต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเยลลี่จะใช้ค่าแรงกดเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ ผงบุกผสมคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้น และยังพบว่า น้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากผลมะเกี๋ยงต่อน้ำ 2:1 ปริมาณกรดเริ่มต้นร้อยละ 0.75 เติมเกลือป่นร้อยละ 0.1 เติมน้ำตาลทราย ร้อยละ 25 เติมผงบุกผสมคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 ในปริมาณร้อยละ 1 เหมาะสมในการทำเยลลี่มะเกี๋ยง

คำสำคัญ: เยลลี่มะเกี๋ยง ผงบุก คาราจีแนน

Abstract

This research was aimed at the effect of 2 ratio of konjac flour to carrageenan; 50:50 and 70:30 and 3 levels of mixed konjac–carrageenan; 1 1.25 and 1.50 % on makiang jelly quality. The 2x3 factorial in CRD with 2 replication were used as an experimental design. The results showed that the force pushed into makiang jelly was affected by the different ratio and content of konjac flour and carrageenan. The higher the content of mixed konjac-carrageenan,

the higher the force pushed into jelly. All physical and chemical quality of makiang jelly were not significantly different among all main factors and treatments. It was also found that the most suitable makiang jelly recipe was from the extraction of makiang fruit to water ratio at 2:1, 0.75 % initial titratable acidity, 0.1 % salt and 25 % sugar, 1 % mixed konjac flour and carrageenan at the ratio of 50:50.

Key words: Makiang jelly, Konjac flour, carrageenan

บทนำ

เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือการสกัดจากผลไม้ผสมกับสารให้ความหวาน และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) สินธนา สุคันธา (2535) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่โดยทั่วไปใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำตาลต่อน้ำผลไม้เท่ากับ 3 ต่อ 1 โดยปริมาตร และ Desrorsier และ Desrosier (1977) กล่าวว่า ความเข้มข้นของสารให้ความหวาน หรือน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่จะทำให้เกิดความคงตัวของเจลเหมาะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 65-70 ซึ่งจัดเป็นระดับที่ให้พลังงาน และแคลอรี่สูง ถ้าบริโภคเกินความต้องการของร่างกายอาจทำให้เกิดโรคอ้วน ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอื่นๆ อีกหลายโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น โรคเส้นเลือดหัวใจอุดตัน และเบาหวาน เป็นต้น

ปัจจุบันมีการนำสารประเภทกัม (Gum) ซึ่งเป็น Hydrocolloid ที่มีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดเจลได้ เช่น คาราจีแนน (Carrageenan) แซนแทนกัม (Xanthan gum) และผงบุก (Konjac flour) มาเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในเยลลี่ เพื่อลดปริมาณสารให้ความหวาน ปัจจุบันเยลลี่ที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่เป็นเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำผสมน้ำตาล สี กลิ่น และรสสังเคราะห์ ไม่ได้ทำจากน้ำผลไม้ ดังนั้นสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง (2545) ได้ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเกี๋ยง พบว่า มะเกี๋ยงเป็นผลไม้ที่มีรสฝาดและเปรี้ยวมาก จึงจำเป็นต้องเติมน้ำตาลในปริมาณมากในการทำให้เกิดความคงตัวของเยลลี่ ซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ให้พลังงานและแคลอรี่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการนำผงบุกและคาราจีแนนมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเกี๋ยง เพื่อช่วยเพิ่มความข้นหนืดและใยอาหาร ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว และทำให้เกิดเจลในสภาวะที่มีปริมาณน้ำตาลหรือสารให้ความหวานต่ำ ลดปริมาณแคลอรี่ลงและเพิ่มใยอาหาร ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างเพื่อสุขภาพสำหรับคนที่เป็นโรคอ้วน โรคเส้นเลือดหัวใจอุดตัน หรือโรคเบาหวานได้

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ ได้แก่ ผลมะเกี๋ยง น้ำตาลทราย ผงบุก (Konjac flour) คาราจีแนน (Carrageenan) กรดซิตริก (Citric acid) และเกลือป่น

2. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องคั้นน้ำผลไม้ แบบ Hydraulic press หม้อสเตนเลส เตาแก๊ส พิมพ์พลาสติก ผ้าขาวบาง เทอร์โมมิเตอร์ Hand refractometer, pH meter, และอุปกรณ์งานบ้านงานครัว

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาอัตราส่วนและปริมาณที่เหมาะสมของผงบุกและคาราจีแนนในการทำเยลลี่มะเกี๋ยง ตามแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD ทดลอง 2 ซ้ำ โดยการแปรปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

- อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน 2 อัตราส่วน คือ 50:50 และ 70:30
- ปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก

การทำเยลลี่มะเกี๋ยงดัดแปลงจาก บริษัทสเปเชี่ยล-ฟู้ด จำกัด

1.1 เตรียมน้ำมะเกี๋ยง โดยนำผลมะเกี๋ยงต่อน้ำในอัตราส่วน 2:1 ไปต้มเดือดนาน 2 นาที บีบสกัดน้ำมะเกี๋ยงด้วยเครื่อง Hydraulic press (นิอร *และคณะ*, 2539)

1.2 กรองด้วยผ้าขาวบางปรับปริมาณกรดเริ่มต้นเป็นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักด้วยน้ำสะอาด เติมเกลือป่นร้อยละ 0.1 คำนวณเติมน้ำตาลให้ได้ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักของส่วนผสม

1.3 เตรียมผงบุกผสมคาราจีแนนตามปัจจัยที่ศึกษา แล้วแบ่งน้ำตาลทรายมา 1/4 ของทั้งหมดผสมกับผงบุกผสมคาราจีแนนให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

1.4 ต้มน้ำมะเกี๋ยงที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เติมสารที่ทำให้เกิดเจลของผงบุกผสมคาราจีแนนที่ผสมกับน้ำตาลทรายในข้อ 1.3 ลงไปในน้ำมะเกี๋ยง คนอย่างรวดเร็วนานประมาณ 5 นาที

1.5 เติมน้ำตาลทรายส่วนที่เหลือในน้ำมะเกี๋ยง แล้วต้มส่วนผสมให้มีอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หรือจนส่วนผสมข้นหนืด บรรจุลงในภาชนะที่ต้องการขณะร้อน แล้วปิดฝาตั้งทิ้งไว้ให้เยลลี่คงตัว

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

2.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น 5 ks S/N-0866) โดยวัดค่าแรงกด

2.2 ค่าสี โดยใช้เครื่อง (Colorimeter, Juki JS 555) โดยวัดค่าในรูปค่าความสว่างของสี (L*), ความเข้มของสีแดง (a*) และความเข้มของสีเหลือง (b*)

2.3 ปริมาณความชื้น โดยใช้วิธี Drying method ดัดแปลงจาก AOAC (1990)

2.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

2.5 ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable acidity) ในรูปกรดซิตริก (Citric acid)

2.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยใช้ Hand refractometer

2.7 อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด (Brix (Sugar)/Acid ratio) โดยการคำนวณ

3. ศึกษาคุณภาพประสาทสัมผัสโดยการประเมินความชอบแบบ Hedonic scaling preference test ในด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. ผลของอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน และปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่มะเกี๋ยง

คุณภาพทางกายภาพ ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน และปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มของสีแดง (a*) และค่าความเข้มของสีเหลือง (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงส่งผลให้อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนของผงบุกผสมคาราจีแนนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อค่า L*, ค่า a* และค่า b* ด้วย ดังตารางที่ 1 โดยมีค่า L* ระหว่าง 7.26 -10.36 ค่า a* ระหว่าง 7.29-9.16 และค่า b* ระหว่าง 1.93-3.23 อาจเนื่องจากปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนที่เติมลงไปมีระดับต่ำ ส่วนด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า เยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ใช้ค่าแรงกดสูงสุด (0.47 นิวตัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่า ที่อัตราส่วน 50:50 เยลลี่ที่ได้จะมีความแข็งแรงของเจลสูง ซึ่งสอดคล้องกับผล การศึกษาของ Tye (1991) ที่รายงานว่าการใช้ผงบุกร่วมกับคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 ทำให้เจลมีความแข็งแรงมากกว่าที่อัตราส่วน 70:30 และการเติมผงบุกผสม คาราจีแนนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ต้องใช้แรงกดเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปัจจัยหลักของอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนและปริมาณผงบุกผสม คาราจีแนนจะมีผลต่อค่าแรงกดของเยลลี่มะเกี๋ยง แต่อิทธิพลร่วมของปัจจัยหลักทั้งสองไม่มีผลต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะเกี๋ยงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเยลลี่มีค่าแรงกดระหว่าง 0.10-0.63 นิวตัน โดยค่าที่ได้มีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกันกับผลของปัจจัยหลัก

คุณภาพทางเคมี ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนมีผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณกรดของเยลลี่มะเกี๋ยง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 2 โดยเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 มีปริมาณความชื้นต่ำสุดแต่มีปริมาณกรดสูงสุด เนื่องจากผงบุกประกอบด้วยกลูโคแมนแนน (Glucomannan) ซึ่งสามารถดูดซับน้ำไว้ได้เมื่อละลายในน้ำ (Tye,1991) ดังนั้นสัดส่วนของผงบุกในเยลลี่ที่ระดับต่ำ จึงดูดซับน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์น้อย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำและมีปริมาณกรดสูงด้วย ในขณะที่ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากมีการใช้ผงบุกผสมคาราจีแนนในระดับต่ำ แต่ปริมาณความชื้นมีแนวโน้วเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลร่วมของปัจจัยหลักไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณกรดของเยลลี่มะเกี๋ยง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 70.10 - 77.84 และปริมาณกรดระหว่างร้อยละ 0.78-1.09

คุณภาพทางเคมีอื่นๆ พบว่า อัตราส่วนผงบุกผสมคาราจีแนน และปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณ TSS และค่าอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด (Sugar/acid ratio) ของเยลลี่มะเกี๋ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 2 จึงส่งผลให้อิทธิพลร่วมของปัจจัยหลักไม่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีดังกล่าวด้วย เนื่องจากการทำเยลลี่มะเกี๋ยง ได้ปรับค่า TSS และปริมาณกรดเริ่มต้นไม่แตกต่างกัน โดยเยลลี่มะเกี๋ยงมีค่า pH ระหว่าง 2.81-2.99 มีค่า TSS ระหว่าง 28.00 - 33.65 องศาบริกซ์ และมีค่าอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดระหว่าง 266-376

ตารางที่ 1: ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางกายภาพของเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากการแปรอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนต่างกัน

ปัจจัย	ค่าสี			ค่าแรงกด
	L*	a*	b*	(นิวตัน)
ผงบุก : คาราจีแนน (A)	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	*
50:50	10.26	8.21	2.31	0.47 **a**
70:30	7.89	8.40	3.00	0.23 b
ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนน (B)	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	*
1.00 %	9.05	7.68	2.58	0.17 b
1.25 %	8.96	8.10	2.67	0.34 ab
1.50 %	9.21	9.14	2.73	0.53 **a**
A X B	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**
50:50 X 1.00 %	10.23	7.29	1.93	0.24
50:50 X 1.25 %	10.36	8.22	2.45	0.53
50:50 X 1.50 %	10.18	9.12	2.56	0.63
70:30 X 1.00 %	7.87	8.06	3.23	0.10
70:30 X 1.25 %	7.26	7.99	2.89	0.15
70:30 X 1.50 %	8.23	9.16	2.91	0.44
% C.V.	27.95	12.28	31.30	38.96

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p>0.05$)

ตารางที่ 2: ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางเคมีของเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากการแปรอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนต่างกัน

ปัจจัย	ความชื้น (%)	pH	ปริมาณกรด (% กรดซิตริก)	TSS (องศาบริกซ์)	Sugar/acid ratio
ผงบุก : คาราจีแนน (A)	*	**(ns)**	*	**(ns)**	**(ns)**
50:50	71.82	2.87	1.06	32.08	285
70:30	76.42	2.93	0.87	29.25	340
ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนน (B)	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**
1.00 %	72.57	2.85	0.98	32.00	291
1.25 %	74.13	2.91	0.97	29.83	309
1.50 %	75.67	2.93	0.94	30.18	333
A X B	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**
50:50 X 1.00 %	70.10	2.81	1.03	33.65	266
50:50 X 1.25 %	71.88	2.84	1.07	31.65	299
50:50 X 1.50 %	73.49	2.96	1.09	30.95	290
70:30 X 1.00 %	75.04	2.90	0.94	30.35	324
70:30 X 1.25 %	76.84	2.99	0.88	28.00	318
70:30 X 1.50 %	77.84	2.90	0.78	29.40	376
% C.V.	1.95	7.01	9.33	7.86	12.48

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p>0.05$)

2. ผลของอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน และปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่มะเกี๋ยง

จากการศึกษา พบว่า อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีแดง รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 3 โดยเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ได้คะแนนความชอบทุกด้านดังกล่าวสูงสุด อาจเป็นผลจากเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากอัตราส่วนนี้มีปริมาณกรดสูง จึงส่งผลให้สารสีแอนโธไซยานินมีสีแดงเข้ม เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกรดสูง แอนโธไซยานินมีสีแดง (Harborne, 1967) และที่อัตราส่วนนี้มีปริมาณความชื้นต่ำจึงส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความคงตัวมาก ส่วนด้านปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนน พบว่ามีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความใส และลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยคะแนนความชอบจะลดลงตามปริมาณของผงบุกต่อคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้น

ถึงแม้ว่าปัจจัยหลักของอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน และปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนจะมีผลต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสบางประการของผลิตภัณฑ์ แต่อิทธิพลร่วมของปัจจัยหลักดังกล่าวมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและความชอบรวมเท่านั้น โดยเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากอัตราส่วน 50:50 และเติมในปริมาณ ร้อยละ 1 และ 1.25 ได้คะแนนความชอบด้าน เนื้อสัมผัส (7.20 และ 7.10 คะแนน ตามลำดับ) และความชอบรวมสูงสุด (7.20 และ 7.20 คะแนน ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3 ซึ่งให้ผลสอดคล้องเป็นไปในทางเดียวกันกับผลของปัจจัยหลัก ในขณะที่อิทธิพลร่วมดังกล่าวไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีแดง ความใส กลิ่นมะเกี๋ยง และรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยได้คะแนนความชอบระหว่าง 6.48-7.35, 6.73-7.33, 6.40-7.10, 6.53-6.90 และ 5.95-7.30 คะแนน ตามลำดับ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนและปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนนที่เหมาะสมในการทำเยลลี่มะเกี๋ยง คือ ผงบุกผสมคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 เติมในปริมาณร้อยละ 1.00 ของส่วนผสมทั้งหมด ทำให้เยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้มีค่า L* a* และ b* เป็น 10.23 7.29 และ 1.93 ตามลำดับ มีค่าแรงกด 0.24 นิวตัน มีปริมาณความชื้นร้อยละ 70.10 ค่า pH 2.81 ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 1.03 ปริมาณ TSS 33.65 องศาบริกซ์ และมีค่า Sugar/acid ratio 266 และได้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สีแดง ความใส กลิ่นมะเกี๋ยง รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเป็น 7.35 7.28 7.10 6.75 7.30 7.20 และ 7.20 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 3: ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้จากการแปรอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนต่างกัน

ปัจจัย	ลักษณะปรากฏ	สีแดง	ความใส	กลิ่นมะเกี๋ยง	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ผงบุก : คาราจีแนน (A)	*	*	**(ns)**	**(ns)**	*	*	*
50:50	6.91 **a**	7.25 **a**	6.84	6.78	7.10 **a**	6.88 **a**	6.97 **a**
70:30	6.58 b	6.92 b	6.65	6.58	6.09 b	5.68 b	6.22 b
ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนน (B)		**(ns)**	*	**(ns)**	**(ns)**	*	**(ns)**
1.00 %	7.03 **a**	7.14	7.00 **a**	6.65	6.80	6.64 **a**	6.66
1.25 %	6.71 b	7.18	6.78 **a**	6.71	6.56	6.16 b	6.65
1.50 %	6.50 b	6.94	6.46 b	6.67	6.43	6.03 b	6.46
A X B		**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	**(ns)**	*	*
50:50 X 1.00 %	7.35	7.28	7.10	6.75	7.30	7.20 **a**	7.20 **a**
50:50 X 1.25 %	6.85	7.33	7.03	6.90	7.10	7.10 **a**	7.20 **a**
50:50 X 1.50 %	6.52	7.15	6.40	6.70	6.90	6.33 b	6.50 b
70:30 X 1.00 %	6.70	7.00	6.90	6.55	6.30	6.08 b	6.13 b
70:30 X 1.25 %	6.58	7.03	6.53	6.53	6.03	5.23 b	6.10 b
70:30 X 1.50 %	6.48	6.73	6.53	6.65	5.95	5.73 b	6.43 b
% C.V.	14.48	10.08	12.20	12.29	18.58	20.04	16.71

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจัยเดียวกันในแนวตั้ง ($p>0.05$)

เอกสารอ้างอิง

นิอร โฉมศรี, ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และนิรมล อุตมอ่าง. 2539. น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม. ในรายงานผลการวิจัยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พืชมะเกี๋ยง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ: 91-98.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 275 หน้า.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. 2545. มะเกี๋ยงพืชในโครงการอนุรักษ์. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. 100 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด: มอก. 263-2521. กระทรวงอุตสาหกรรม. 24 หน้า.

สินธนา สุคันธา. 2535. เอกสารประกอบการสอนวิชา ทอ. 402 การแปรรูปผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่. 261 หน้า.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1440 p.

Desrosier, N.W. and Desrosier, J.N. 1977. The Technology of Food Preservation. 4th ed. AVI Publishing Co, Westport, Connecticut. 558 p.

Harborne, J.B. 1967. Comparative Biochemistry of the Flavonoids. Part I. Chapman & Hall. London. 383 p.

Tye, R.J. 1991. Konjac flour. Properties and applications. Food Tech. 45 (3):86-92 p.