ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่ผงบุกเสริมเวย์โปรตีน

FACTORS AFFECTING TEXTURE OF KONJAC JELLY ENHANCED WITH WHEY PROTEIN

ภควรรณ อ่อนเฉียบ

ศุภิสรา อินทรักษา

สิริภัทร ผสมทรัพย์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่ผงบุกเสริมเวย์โปรตีน

FACTORS AFFECTING TEXTURE OF KONJAC JELLY ENHANCED WITH WHEY PROTEIN

จัดทำโดย

ภควรรณ อ่อนเฉียบ รหัสนักศึกษา 59080172

ศุภิสรา อินทรักษา รหัสนักศึกษา 59080185

สิริภัทร ผสมทรัพย์ รหัสนักศึกษา 59080186

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 29 / มิ.ย. / 2563

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่ผงบุกเสริมเวย์โปรตีน
นักศึกษา	ภควรรณ อ่อนเฉียบ รหัสนักศึกษา 59080172
	ศุภิสรา อินทรักษา รหัสนักศึกษา 59080185
	สิริภัทร ผสมทรัพย์ รหัสนักศึกษา 59080186
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การศึกษาการทำเยลลี่เสริมเวย์โปรตีนจากผงบุกผสมคาราจีแนน เมื่อศึกษาอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนที่ระดับ 50:50, 55:45, 60:40 และ 70:30 พบว่าอัตราส่วนทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อค่าความโปร่งแสงและค่าความเป็นกรด-ด่าง ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 60:40 และ 70:30 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหลวไม่คงรูปเป็นก้อน อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงรูปเป็นเยลลี่เท่ากับ 55:45 และเมื่อศึกษาปริมาณการเสริมเวย์โปรตีนลงในผลิตภัณฑ์เยลลี่ดังกล่าวระดับ 1%, 2%, 3% และ 4% w/w พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเวย์โปรตีนลงในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มความแข็งเพิ่มขึ้น โดยที่เมื่อเสริมเวย์โปรตีนที่ระดับ 3% และ 4% w/w ลักษณะเนื้อสัมผัสและค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนความโปร่งแสงลดลงหรือมีความทึบแสงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สูตรเยลลี่เสริมเวย์โปรตีนจากผงบุกและคาราจีแนน ที่อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เสริมเวย์โปรตีน 4% ซึ่งทำให้ได้ปริมาณเวย์โปรตีนใกล้เคียงกับน้ำนมโค

คำสำคัญ: เยลลี่, ผงบุก, คาราจีแนน, เนื้อสัมผัส, เวย์โปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Factors affecting texture of konjac jelly enhanced with whey protein
Student name	Pakkawan Ornchiab Student ID 59080172
	Suphisara Intharaksa Student ID 59080185
	Siripat Phasomsub Student ID 59080186
Programme	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2020
Advisor	Dr.Kittichai Banjong

ABSTRACT

The objective of this special problem was to study the effect of whey protein supplement on the texture of konjac jelly. The ratio of konjac powder to carrageenan at the levels of 50:50, 55:45, 60:40, and 70:30. were also studied to see the effect on texture, transparency and pH. It was found that the ratio had no effect on transparency and pH. However, at the ratio of konjac powder to carrageenan 60:40 and 70:30, the jelly did not set up. Therefore, the highest ratio of konjac to carrageenan was 55:45. Whey protein supplement in the konjac jelly products at 1%, 2%, 3%, and 4% w/w found to increase hardness of konjac jelly. However at 3% and 4% w/w whey protein, texture and pH were not significantly different ($p>0.05$) but the opacity of the jelly was increased. Inconclusion, whey protein suppliment konjac jelly is 1% w/w of 55:45 ratio of konjac powder to carrageenan with 4% whey protein which has protein content similar to cow's milk.

Keywords: jelly, konjac powder, carrageenan, texture, whey protein

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่ผงบุกเสริมเวย์โปรตีน ฉบับนี้ที่สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำเสนอแนะแนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณครอบครัว ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ รวมถึงเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ในสุดท้ายนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยอย่างสูงในข้อผิดพลาดนั้น และหวังว่าเล่มปัญหาพิเศษนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการทำเยลลี่โดยใช้ผงบุกและคาราจีแนน

ภควรรณ อ่อนเฉียบ

ศุภิสรา อินทรักษา

สิริภัทร ผสมทรัพย์

1 มิถุนายน 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญรูปภาพ..... VII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

2.1 เยลลี่..... 2

2.2 บุก..... 3

2.3 คาราจีแนน..... 4

2.4 โปรตีน..... 5

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 7

3.1 วัตถุดิบ..... 7

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลอง..... 7

3.3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... 8

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 14

4.1 การทดลองความหนาของเยลลี่โดยใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อการวัดค่าเนื้อสัมผัส..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง..... 19
4.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง..... 22
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 22
5.1 การทดลองความหนาของเยลลี่โดยใช้น้ำหนักของเยลลี่เหลวที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อการวัดค่าเนื้อสัมผัส..... 22
5.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง..... 22
5.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง..... 23
บรรณานุกรม..... 24
ภาคผนวก..... 26
ภาคผนวก ก วิธีการใช้เครื่อง..... 26
ภาคผนวก ข ผลการทดลอง..... 39
ภาคผนวก ค วัตถุดิบและภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ..... 35
ประวัติผู้เขียน..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตารางแสดงองค์ประกอบของนมโค.....	6
3.1	ตารางแสดงอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w	9
3.2	ตารางแสดงปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w	10
4.1	ผลของความหนาของเยลลี่โดยใช้น้ำหนักของเยลลี่เหลวที่อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50: 50 ปริมาณ 1% w/w	15
4.2	ผลของอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w	16
4.3	ผลของปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w	19
ข.1	ค่าสีที่ได้จากการนำเยลลี่ที่อัตราส่วนระหว่างผงบุกกับคาราจีแนนปริมาณ 1% w/w วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 400.....	32
ข.2	ค่าสีที่ได้จากการนำเยลลี่ที่มีปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 400.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	หัวบุก	4
3.1	เครื่อง Vernier Caliper แบบดิจิตอล	10
3.2	เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus	11
3.3	เครื่องวัดสี Minolta CR400	12
3.4	เครื่องวัด pH (pH – meter)	13
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งเฉลี่ยกับปริมาณทั้ง 3 ระดับและเยลลี่ผงบุกทางการค้า	15
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับที่อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนนปริมาณ 1% w/w	18
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่ที่ปริมาณของเวย์โปรตีนต่างๆ ในเยลลี่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w	21
ก.1	Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus	26
ก.2	เครื่องวัดสี Minolta CR400	28
ก.3	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)	29
ข.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่ความหนาของเยลลี่	30
ข.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่อัตราส่วนระหว่างบุกกับคาราจีแนนปริมาณ 1% w/w	31
ข.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่ปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w	33
ค.1	วัตถุดิบ	35
ค.2	ส่วนผสมระหว่าง น้ำ ผงบุก คาราจีแนนและเวย์โปรตีน	36
ค.3	การนำส่วนผสมระหว่าง น้ำ ผงบุก คาราจีแนนและเวย์โปรตีนมาให้ความร้อน	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่ได้รับความนิยมโดยเฉพาะในกลุ่มของเด็กเล็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากเยลลี่มีรูปร่างและสีสันที่สวยงามมีรสชาติหวานเป็นที่ถูกปาก เยลลี่ส่วนใหญ่ที่ขายตามท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ สารอาหารหลักของเยลลี่คือคาร์โบไฮเดรตทำให้เยลลี่มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงด้านเดียว เพื่อเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการอาหารและลดการใช้สารแต่งกลิ่นและสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ จึงได้คิดค้นการทำเยลลี่โดยการใช้ผงบุกเป็นสารก่อเจลที่มีใยอาหารอยู่ ช่วยเพิ่มปริมาณกากอาหารให้มากขึ้นและเสริมเวย์โปรตีนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย การนำเวย์โปรตีนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพื่อสร้างมูลค่าและทำให้เกิดความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- เพื่อศึกษาความหนาของเยลลี่ที่มีผลต่อการวัดเนื้อสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบกับเยลลี่ผงบุกทางการค้า
- เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างผงบุกและคาราจีแนนที่มีผลต่อการวัดเนื้อสัมผัส สี และค่าความเป็นกรด - ด่าง
- เพื่อศึกษาปริมาณการเสริมเวย์โปรตีนลงในเยลลี่ที่มีผลต่อการวัดเนื้อสัมผัส สี และค่าความเป็นกรด - ด่าง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงคุณลักษณะและปริมาณที่เหมาะสมในการทำเยลลี่จากผงบุกผสมคาราจีแนนที่เสริมเวย์โปรตีนและเกิดแนวคิดในการทำผลิตภัณฑ์ที่เป็นของทานเล่นที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่

เยลลี่ (jelly) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้น เช่น สับปะรด กระเจี๊ยบแดง สตรอเบอรรี่ มะนาว ส้ม มะม่วงกับสารที่ให้ความหวาน (sweetening agent) และสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) เช่น เจลาติน (gelatin) คาราจีแนน (carrageenan) กลูโคแมนแนน (glucomannan) อาจมีการผสมสี (coloring agent) แต่งกลิ่นรส

ชนิดของเยลลี่ ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบดังนี้

- เยลลี่ชนิดเหลว ที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (dessert jelly) เป็นเยลลี่ที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม มีน้ำมาก ใช้ช้อนตักรับประทาน หรือใช้หลอดดูดได้ มักรับประทานแบบแช่เย็น เป็นของหวาน เป็นอาหารว่าง หรือหลังมื้ออาหาร อาจรับประทานกับไอศกรีม เยลลี่ประเภทนี้มีส่วนผสมของสารที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ คาราจีแนน ผงบุก มีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สีผสมอาหาร และสารปรุงแต่งกลิ่นรส (flavoring agent) ผลิตภัณฑ์มีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาดอาจเป็นผงเยลลี่ผสมสำเร็จรูปที่ผู้บริโภคนำมาผสมน้ำร้อนตามสัดส่วน แล้วแช่เย็นเพื่อให้เกิดเจล อีกรูปแบบหนึ่งคือเยลลี่ที่พร้อมรับประทาน บรรจุถ้วยในภาชนะที่ปิดผนึกสนิท
- เยลลี่แห้ง หรืออาจเรียกว่า กัมมี่เยลลี (gummy jelly) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญพืช (cereal grain) หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวาน (sweetener) และสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) เช่น เจลาติน คาราจีแนน วุ้นในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ อยู่ในลักษณะแห้งและเหนียว อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญพืช สมุนไพร เคี่ยว ให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ อาจเทใส่พิมพ์หรือตัดเป็นชิ้นหลังจากทิ้งไว้ให้เย็น แล้วอาจคลุกด้วยน้ำตาลหรือแป้งบริโภครับประทานเป็นขนมหวาน (confectionery jelly) เยลลี่ชนิดนี้ มีเนื้อเหนียวหนึบ แห้งไม่ติดมือ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521; จินตนาพร, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 บุก

บุก เป็นพืชล้มลุกในวงศ์ Araceae อยู่ในสกุล Amorphophallus ออกดอกในช่วงต้นฤดูฝน เมื่อดอกโรยแล้ว จะมีใบงอกออกมา ก้านดอกและก้านใบ กลมยาว หน้าแล้ง ต้นจะตาย เหลือหัวอยู่ใต้ดิน การเจริญเติบโตจะเป็นแบบถ่ายหัว คือ เมื่อต้นใหม่งอกในฤดูถัดไปหัวเก่าจะฝ่อและสร้างหัวใหม่ขึ้นมาแทนที่ บุกแพร่กระจายพันธุ์อยู่ในภูมิภาค เขตร้อนของทวีปเอเชีย แอฟริกา และ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของทวีปออสเตรเลียไปจนถึงเขตอบอุ่นตอนกลางของประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น และไทย (มงคล และอรนุช, 2540)

สารสำคัญในหัวบุก (Amorphophallus sp.) คือ “กลูโคแมนแนน (glucomannan)” ซึ่งเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ระดับไขมันในเส้นเลือด บำบัดอาการท้องผูก ใช้เป็นอาหารควบคุมน้ำหนักโดยไม่มีผลข้างเคียงต่ออวัยวะอื่นๆ ในร่างกาย และในอุตสาหกรรมอาหารนำผงบุกกลูโคแมนแนนมาใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดและทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ แยมและเจลลี่ใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดและความคงตัวในผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น ใช้เพื่อทดแทนไขมันและเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ ปัจจุบันในประเทศไทย พบว่า มีบุกอยู่ 3 พันธุ์ที่มีสารกลูโคแมนแนน (glucomannan) ใน ปริมาณที่สูงกว่าบุกที่เจริญเติบโตในประเทศญี่ปุ่นและจีนตอนใต้ ซึ่งเป็นสารสำคัญ ที่ต้องการทางการค้า (ชาลีดา และคณะ, 2559)

ด้านอุตสาหกรรมอาหาร มีการใช้บุกเพื่อวัตถุประสงค์เพิ่มความข้นหนืดและความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น เช่น ไอศกรีม วิปปิ้งครีม เนยแข็งหลายชนิด มีการใช้บุกทดแทนสารอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ในการผลิตไอศกรีมเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ผงบุกยังมีความสามารถเกิดเจลได้ เมื่อใช้ร่วมกับด่างหรือไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) บางชนิด ปัจจุบันจึงมี การนำคาราจีแนน แซนแทนกัม และผงบุก มาเป็นสารที่ทำเกิดเจลในผลิตภัณฑ์ แยมและเจลลี่ ผงบุกยังถูกนำมาใช้ร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด เช่น เจลาติน คาราจีแนน ซึ่งจะได้เจลที่ยืดหยุ่น นิ่ม สามารถสไลด์ได้ง่าย เพิ่มปริมาณเนื้อต่อน้ำหนัก ทำให้สามารถลดปริมาณเนื้อที่ใช้โดยไม่เปลี่ยนรสชาติ สามารถคงสภาพหลังเก็บใน อุณหภูมิต่ำในช่องแช่เย็นโดยไม่เปลี่ยนรสชาติและไม่แข็งตัวเป็นก้อน รวมทั้งใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สูตรลดไขมันและไขมันต่ำ เช่น แฮม ไส้กรอก (Jiménez-Colmenero et al., 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 หัวบุก

ที่มา: ชาลีดา และคณะ (2559)

2.3 คาราจีแนน

คาราจีแนนเป็นกัมชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือดูดน้ำและแขวนลอยในน้ำ ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (E-number คือ E 407) คาราจีแนนสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง เช่น สาหร่ายผมนาง

หน้าที่ของคาราจีแนนในอาหาร

- เป็น thickening agent ทำให้เกิดความหนืด
- เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้น้ำมันและไขมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี
- เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ทำให้เกิดเจลจากคาราจีแนน
- เป็นเจลชนิด thermoreversible gel คือเจลที่สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน

ใช้ในผลิตภัณฑ์ของหวานที่เป็นเจลอาหารสัตว์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม น้ำนมถั่วเหลือง (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2563ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โปรตีน

2.4.1 เวย์โปรตีน

พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2563ข) ได้อธิบายว่า เวย์ (whey) เป็นโปรตีนในน้ำนมเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ได้ง่ายและรวดเร็วมีกรดแอมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) อยู่ครบ และมีกรดอะมิโนชนิด branched-chain amino acid (BCAA) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ หรือสร้างเนื้อเยื่อเพิ่มเติม

2.4.2 ปริมาณโปรตีนจากนมโค

โปรตีนของนมประกอบด้วยโปรตีน 2 กลุ่มคือ เคซีน 80% และ เวย์โปรตีน 20% นมโคจะมีโปรตีนชนิด Alpha-S1-casein มากกว่าในนมแพะ นอกจากนี้เมื่อโปรตีนในนมโคทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ในกระเพาะอาหารแล้วจะให้ลิ่มโปรตีนที่มีขนาดใหญ่กว่าและแข็งกว่าในนมแพะเป็นผลทำให้เกิดการย่อยได้ยากกว่านมแพะ (Wallstra et al., 1999)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงองค์ประกอบของนมโค

ส่วนประกอบหลัก	ปริมาณโดยเฉลี่ย (%)
น้ำ	87.5
ไขมัน	3.9
โปรตีน	3.4
น้ำตาลแลคโตส	4.8
แร่ธาตุต่างๆ	0.8

ที่มา: Wallstra และคณะ (1999)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาของ Tester และ Al-Ghazzewi (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ กลูโคแมนแนน เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นกลางซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ซึ่งแตกต่างจากเส้นใยที่ละลายน้ำอื่น ๆ กลูโคแมนแนนมีลักษณะมีความหนืดสูงเป็นพิเศษและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาของ ณัชชากร และคณะ (2560) การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำกลูโคแมนแนนมาใช้เป็นสารก่อเจลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ปราศจากน้ำตาล จากการศึกษาพบว่าการใช้กลูโคแมนแนนเพียงชนิดเดียวไม่สามารถขึ้นรูปเป็นกัมมี่เยลลี่ได้จำเป็นต้องใช้เจลาตินเป็นสารก่อเจลร่วม การใช้กลูโคแมนแนนร่วมกับเจลาตินในอัตราส่วนกลูโคแมนแนนต่อเจลาติน 1 ต่อ 9 ถึง 2 ต่อ 8 ที่ระดับสารก่อเจลรวมร้อยละ 12-20 โดยน้ำหนัก สามารถขึ้นรูปเป็นกัมมี่เยลลี่ได้ ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้วิธีวิเคราะห์โปรไฟล์เนื้อสัมผัส พบว่า ค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมจากกลูโคแมนแนนร่วมกับเจลาตินและกัมมี่เยลลี่ที่เตรียมจากเจลาตินได้แก่ ความแข็ง ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความทนต่อการเคี้ยว มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) การเพิ่มความเข้มข้นของกลูโคแมนแนนร่วมกับเจลาตินจากระดับร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 18 มีผลให้ความแข็ง ความเหนียวและความทนต่อการเคี้ยวของกัมมี่เยลลี่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่แรงยึดเหนี่ยวและความยืดหยุ่นไม่เปลี่ยนแปลง

จากงานวิจัยของ ภัทราภรณ์ และคณะ (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง โดยศึกษาผลของอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 2 ระดับ คือ 50:50 และ 70:30 และปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1, 1.25 และ 1.50 ที่มีผลต่อคุณภาพเยลลี่มะเกี๋ยง ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนและอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนและปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่มะเกี๋ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นค่าแรงกด ที่พบว่าเยลลี่มะเกี๋ยงที่มีส่วนผสมของผงบุกต่อคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 และในปริมาณร้อยละ 1.00 มีค่าแรงกดต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเยลลี่จะใช้ค่าแรงกดเพิ่มขึ้นตามปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยของ Kohyama และคณะ (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ เจลที่เตรียมจากสารละลายผสมของบุกกลูโคแมนแนนและแคปป้าคาราจีแนน มีความแข็งแรงมากกว่าเจลที่เตรียมจากแคปป้าคาราจีแนน โดยเทียบปริมาณการใช้ที่เท่ากัน และเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของบุกกลูโคแมนแนนในระบบการเกิดเจลของสารละลายผสมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เจลที่ได้มีความแข็งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ผงบุก

คาราจีแนน

เวย์โปรตีน

น้ำ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

บีกเกอร์

แท่งแก้ว

เทอร์โมมิเตอร์

ช้อนตักสาร

แม่พิมพ์ขนาด 4.5 x 5.2 เซนติเมตร

เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH meter)

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer TA.XT Plus)

เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง

เครื่องวัดสี Minolta CR400

อ่างควบคุมอุณหภูมิ

Vernier Caliper แบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การทดลองความหนาของเยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อการวัดค่าเนื้อสัมผัส

ขั้นตอนการเตรียมเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w โดยแบ่งระดับของความหนาตามน้ำหนักเป็น 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม โดยการทดลองนำผงบุกไปชั่งปริมาณ 0.5 กรัมและคาราจีแนนไปชั่งในปริมาณ 0.5 กรัม แล้วจึงชั่งน้ำปริมาณ 99 กรัม ในขั้นตอนแรกต้องนำผงบุกที่ชั่งได้ไปทำการละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องโดยค่อยๆ เทผงบุกลงทีละนิดและคนตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ผงบุกจับตัวเป็นก้อนไม่ละลายน้ำ หลังจากนั้นจึงนำคาราจีแนนมาเทใส่บีกเกอร์ที่เตรียมผงบุกผสมกับน้ำไว้คนให้เข้ากัน แล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส เมื่อคนจนคาราจีแนนละลายเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที จึงเอาออกมาจากอ่างควบคุมอุณหภูมิแล้วนำมาเทใส่แม่พิมพ์ขนาด 4.5 x 5.2 เซนติเมตร โดยเทใส่ปริมาณ 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งเยลลี่เกิดการคงรูป แล้วจึงนำมาวัดค่าดังนี้

3.3.1.1 วัดความหนาของเยลลี่ตามวิธีการวัดในข้อ 3.3.4

3.3.1.2 วัดค่าเนื้อสัมผัสตามวิธีการวัดในข้อ 3.3.5

นำค่าเนื้อสัมผัสที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับค่าเนื้อสัมผัสของเยลลี่ผงบุกทางการค้า ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) และนำผลของความหนาของเยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w ไปใช้ในหัวข้อ 3.3.2 และ 3.3.3

3.3.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

ขั้นตอนการเตรียมเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนโดยใช้ปริมาณ 1% w/w นำผงบุกและคาราจีแนนซึ่งเป็นสารก่อเจลไปชั่งตามอัตราส่วนดังตารางที่ 3.1 โดยใช้ปริมาณสารก่อเจลที่ 1% ใน 100% ของตัวอย่าง ในขั้นตอนแรกต้องนำผงบุกที่ชั่งได้ไปทำการละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องโดยค่อยๆ เทผงบุกลงทีละนิดและคนตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ผงบุกจับตัวเป็นก้อนไม่ละลายน้ำ หลังจากนั้นจึงนำคาราจีแนนมาเทใส่บีกเกอร์ที่เตรียมผงบุกผสมกับน้ำไว้คนให้เข้ากัน แล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส เมื่อคนจนคาราจีแนนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที จึงเอาออกมาจากอ่างควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิแล้วนำมาเทใส่แม่พิมพ์ขนาด 4.5 x 5.2 เซนติเมตร โดยเทใส่ปริมาณ 10 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งเยลลี่เกิดการคงรูป แล้วจึงนำมาวัดค่าดังนี้

3.3.2.1 วัดค่าเนื้อสัมผัสตามวิธีการวัดในข้อ 3.3.5

3.3.2.2 วัดค่าความโปร่งแสง ตามข้อ 3.3.6

3.3.2.3 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามข้อ 3.3.7

นำค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) และนำผลของอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w และปริมาณ 10 กรัม ไปใช้ในข้อ 3.3.3

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w

ส่วนประกอบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ผงบุก (กรัม)	0.5	0.55	0.60	0.70
คาราจีแนน (กรัม)	0.5	0.45	0.40	0.30
น้ำ (กรัม)	99	99	99	99

3.3.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

ขั้นตอนการเตรียมเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนเพื่อนำมาเสริมเวย์โปรตีน นำผงบุกและคาราจีแนนมาชั่งใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w และกำหนดปริมาณเวย์โปรตีนเป็น 1%, 2%, 3% และ 4% w/w ใน 100% w/w ของสารผสมทั้งหมดโดยเริ่มจากการนำส่วนผสมทั้งหมดไปชั่งในอัตราส่วนดังตารางที่ 3.2 แล้วนำน้ำที่ชั่งได้มาเทใส่บีกเกอร์แล้วจึงนำเวย์โปรตีนมาใส่ในบีกเกอร์และคนให้เวย์โปรตีนละลายจนไม่เห็นเป็นก้อนที่ก้นบีกเกอร์ จากนั้นจึงนำผงบุกมาเทใส่ในบีกเกอร์ ต้องค่อยๆเทผงบุกลงทีละนิดและคนตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ผงบุกจับตัวเป็นก้อนไม่ละลายน้ำ หลังจากนั้นจึงนำคาราจีแนนมาเทใส่และคนให้ละลายแล้วจึงนำไปตั้งให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส เมื่อส่วนผสมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที จึงเอาออกมาจากอ่างควบคุมอุณหภูมิแล้วนำมาเทใส่แม่พิมพ์ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 x 5.2 เซนติเมตร โดยเทใส่ปริมาณ 10 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเยลลี่เกิดการคงรูป แล้วจึงนำมาวัดค่าดังนี้

3.3.3.1 วัดค่าเนื้อสัมผัสตามวิธีการวัดในข้อ 3.3.5

3.3.3.2 วัดค่าความโปร่งแสง ตามข้อ 3.3.6

3.3.3.3 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามข้อ 3.3.7

นำค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) แล้วจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบกับปริมาณของโปรตีนในนมโค

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w

ส่วนประกอบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ผงบุก (กรัม)	0.55	0.55	0.55	0.55
คาราจีแนน (กรัม)	0.45	0.45	0.45	0.45
เวย์โปรตีน (กรัม)	1	2	3	4
น้ำ (กรัม)	98	97	96	95

3.3.4 การวัดความหนาของเยลลี่

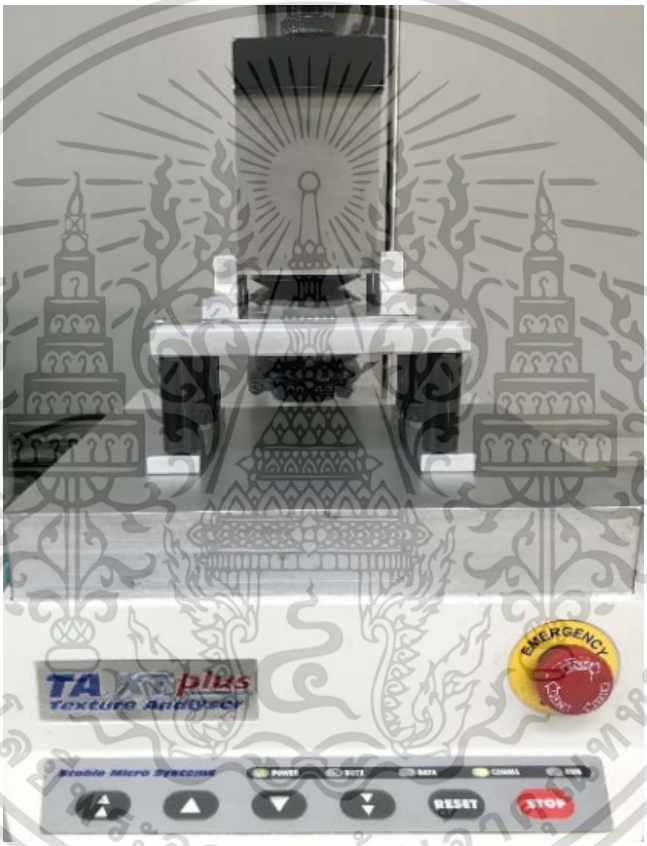
วัดด้วยเครื่อง Vernier Caliper แบบดิจิตอล

ภาพที่ 3.1 เครื่อง Vernier Caliper แบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analysis)

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสทำด้วยการนำเยลลี่ออกมาจากแม่พิมพ์แล้วจึงนำมาวางที่ฐานใบมีดให้ตัวเยลลี่อยู่กึ่งกลาง ในการวัดเนื้อสัมผัสใช้หัววัดแบบ Warner-Bratzler blade set กำหนดให้โปรแกรมแสดงผลกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงและเวลาเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus ใช้โหลดเซลล์ขนาด 5 กิโลกรัมความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาทีใช้เนื้อสัมผัสถึงระดับความลึกที่ 25 มิลลิเมตร



ภาพที่ 3.2 เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การวัดค่าความโปร่งแสง

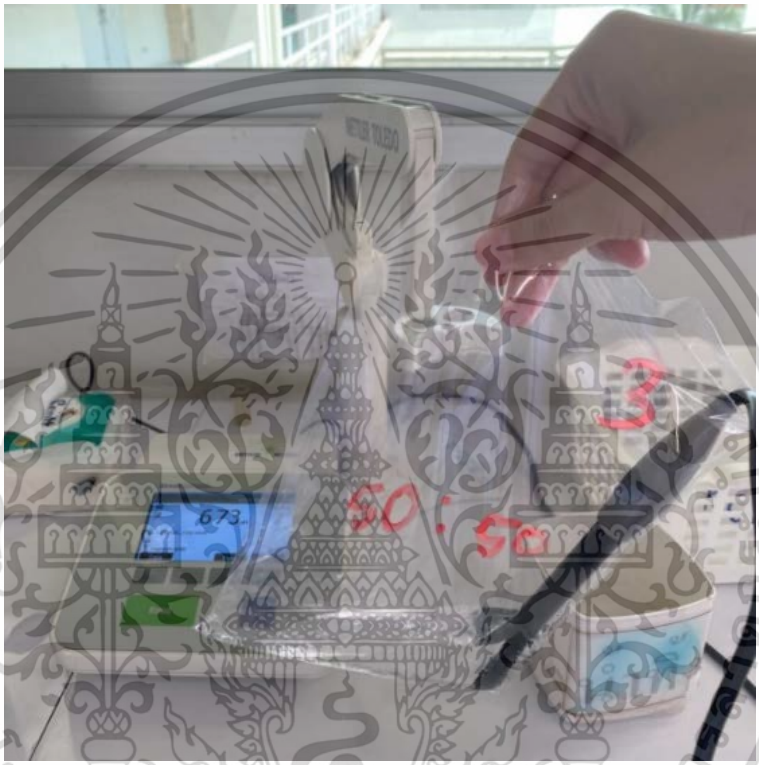
เตรียมเยลลี่ผงบุกและคาราจีแนน โดยนำเยลลี่ออกมาใส่ภาชนะสำหรับวัดค่าสี และทำการวัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR400

ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดสี Minolta CR400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่าง

เตรียมเยลลี่ผงบุกและคาราจีแนนโดยใช้เยลลี่ 25 กรัม ใส่น้ำ 50 กรัม แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น แล้วนำออกมาใส่ภาชนะสำหรับวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้เครื่องวัด pH (pH - meter)



ภาพที่ 3.4 เครื่องวัด pH (pH – meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองความหนาของเยลลี่โดยใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อการวัดค่าเนื้อสัมผัส

ในการทดลองนี้นำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w โดยแบ่งระดับของความหนาตามน้ำหนักเป็น 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม โดยเทใส่แม่พิมพ์ขนาดเดียวกันคือขนาด 4.5 x 5.2 เซนติเมตร แล้วจึงนำมาวัดความหนาของเยลลี่และค่าเนื้อสัมผัส แล้วนำค่าเนื้อสัมผัสที่ได้มาเปรียบเทียบกับเยลลี่ผงบุกทางการค้า

จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) เมื่อทดลองความหนาของเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนได้ผลดังตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อนำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w โดยแบ่งระดับของความหนาตามน้ำหนักเป็น 3 ระดับ ปริมาณเยลลี่เหลว 10 กรัม ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 3.51±0.01 มิลลิเมตร ที่ปริมาณเยลลี่เหลว 20 กรัม ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 7.05±0.3 มิลลิเมตร และที่ปริมาณเยลลี่เหลว 30 กรัม ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 11.02±0.02 มิลลิเมตร และเยลลี่ผงบุกทางการค้ามีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 3.34±0.01 มิลลิเมตร ความหนามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) เนื่องจากความหนามีความแตกต่างกันทางสถิติจึงนำค่าความหนาของทั้ง 3 ระดับและค่าความหนาของเยลลี่ผงบุกทางการค้ามาวัดค่าเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อนำเยลลี่ผงบุกทางการค้ามาวัดค่าเนื้อสัมผัสมีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 1365.41±22.16 กรัม ที่ปริมาณเยลลี่เหลว 10 กรัม มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 1729.27±127.58 g ที่ปริมาณเยลลี่เหลว 20 กรัม มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 2236.46±45.78 กรัม และที่ปริมาณเยลลี่เหลว 30 กรัม ค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 2541.00±171.51 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 4.1 นำค่าความแข็งมาสร้างกราฟแท่งเพื่อดูความแตกต่างของค่าความแข็งได้ชัดเจนมากขึ้น พบว่าจากการทดลองแบ่งระดับของความหนาตามน้ำหนักเป็น 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัมมาเปรียบเทียบ

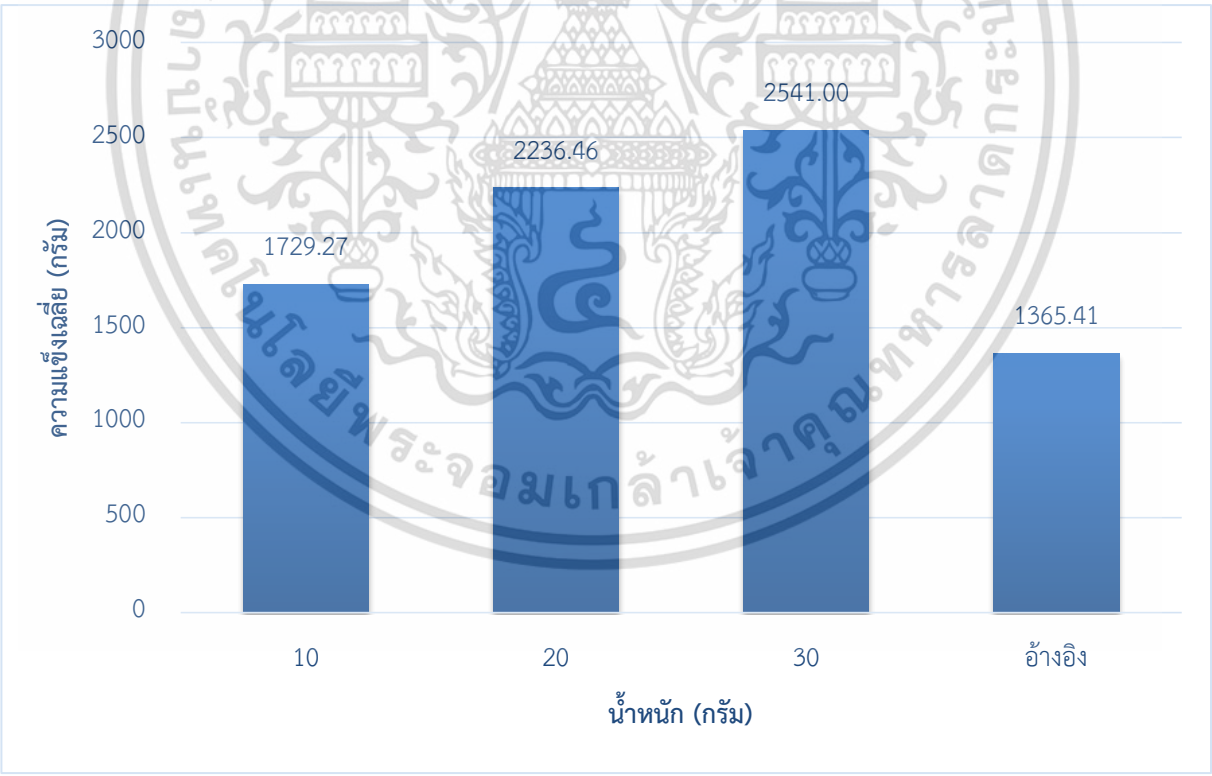
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับเยลลี่ผงบุกทางการค้า ปริมาณของเยลลี่เหลวที่ใกล้เคียงเยลลี่ผงบุกทางการค้า คือที่ปริมาณเยลลี่เหลว 10 กรัม เนื่องจากให้ค่าความแข็งเฉลี่ยใกล้เคียงกับเยลลี่ผงบุกทางการค้ามากที่สุดดังกราฟที่ 4.1

ตาราง 4.1 ผลของความหนาของเยลลี่โดยใช้น้ำหนักของเยลลี่เหลวที่อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w

	10 กรัม	20 กรัม	30 กรัม	อ้างอิง
ความแข็งเฉลี่ย (กรัม)	1729.27±127.58^{b}	2236.46±45.78^{c}	2541.00±171.51^{d}	1365.41±22.16^{a}
ความหนา (มิลลิเมตร)	3.51±0.01^{b}	7.05±0.30^{c}	11.02±0.02^{d}	3.34±0.01^{a}

หมายเหตุ a,b,c... อักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งเฉลี่ยกับปริมาณทั้ง 3 ระดับและเยลลี่ผงบุกทางการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

ในการทดลองนำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนโดยใช้ปริมาณ 1% w/w นำผงบุกและคาราจีแนนซึ่งเป็นสารก่อเจลไปชั่งตามอัตราส่วนดังตารางที่ 3.1 โดยใช้ปริมาณสารก่อเจลที่ 1% ใน 100% w/w ของตัวอย่าง มีอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนดังนี้ 50:50, 55:45, 60:40, และ70:30 ตามลำดับ ทำให้ได้ตัวอย่างในการทดลอง 4 สูตร และนำ 4 สูตร ที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้ผล ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลของอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w

	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ความแข็งเฉลี่ย (กรัม)	1761.63±71.94^{d}	1531.42±45.09^{c}	1082.82±16.74^{b}	630.41±51.59^{a}
ความโปร่งแสง (L*)^{ns}	78.24±0.61	78.30±0.27	78.02±0.06	78.35±0.23
pH^{ns}	7.06±0.07	7.04±0.05	7.03±0.05	6.97±0.01

หมายเหตุ a,b,c... อักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) เมื่อทดลองปริมาณผลของสูตรทั้ง 4 สูตร สูตรที่ 1 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกและคาราจีแนน 50:50 สูตรที่ 2 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 สูตรที่ 3 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 60:40 และสูตรที่ 4 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 70:30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) จากตารางที่ 4.1 เมื่อเรานำค่าความแข็งกับอัตราส่วนมาพรอตเป็นกราฟแท่งเพื่อให้สามารถดูค่าความแตกต่างได้ง่ายมากขึ้นจึงได้กราฟแท่งมาดังภาพที่ 4.3 พบว่าที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 1761.63 กรัม ,อัตราส่วน 55:45

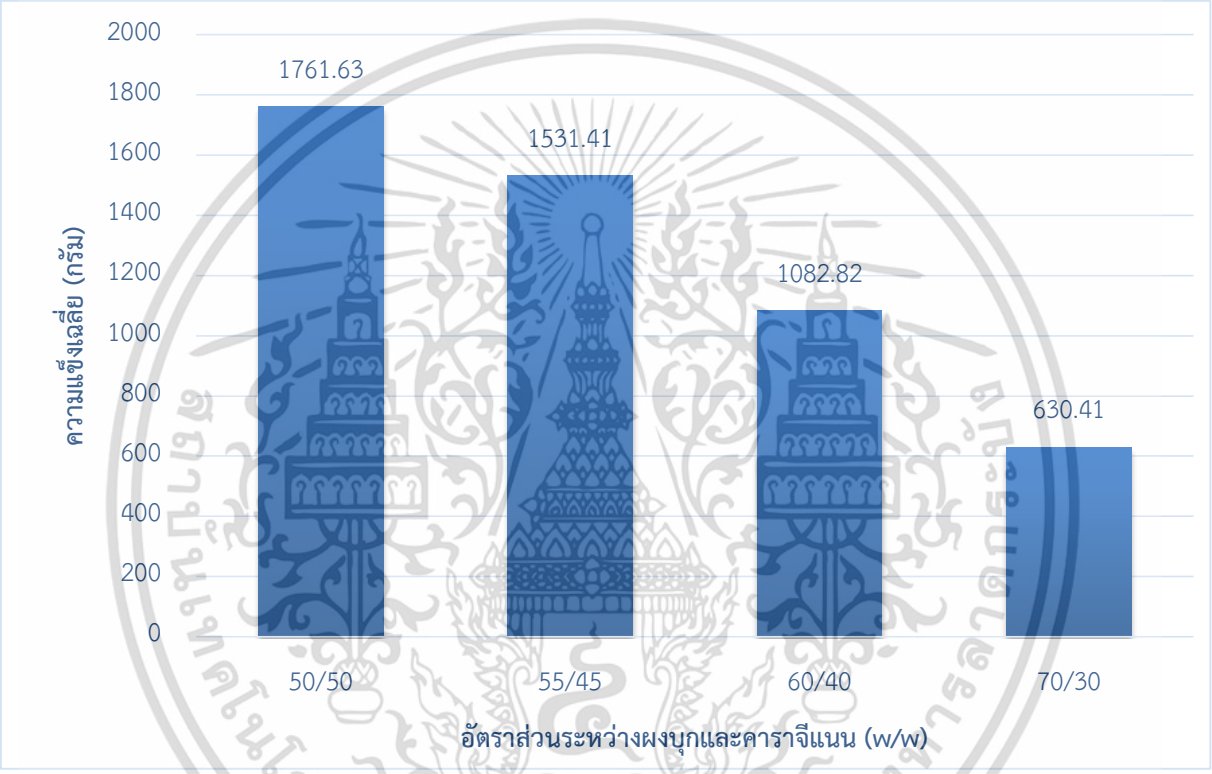
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 1531.41 กรัม ,อัตราส่วน 60:40 มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 1082.82 กรัม และที่อัตราส่วน 70:30 มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 630.42 กรัม จากการทดลองทั้ง 4 สูตร พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของผงบุกร่วมกับการลดปริมาณของคาราจีแนน ทำให้เยลลี่มีลักษณะเหลวไม่คงรูปเมื่อหยิบออกมาจากแม่พิมพ์จะยืดจนเสียรูป จึงเลือกอัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนนที่ 55:45 เพราะเป็นอัตราส่วนที่ใส่ผงบุกได้สูงสุดและเยลลี่มีความคงรูป ไม่เสียรูปทรงเวลานำออกจากแม่พิมพ์

จากตารางที่ 4.2 ค่าความโปร่งแสง L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของเยลลี่ของทั้ง 4 สูตร พบว่าค่า L* ของตัวอย่างทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$) โดยค่า L* ของสูตรที่ 1 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 มีค่า 78.24±0.61 สูตรที่ 2 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 มีค่า 78.30±0.27 สูตรที่ 3 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 60:40 มีค่า 78.02±0.06 และสูตรที่ 4 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 70:30 มีค่า 78.35±0.23 จากการทดลองทั้ง 4 สูตร จะได้ว่าปริมาณที่เพิ่มขึ้นของผงบุกและปริมาณที่ลดลงของคาราจีแนนไม่มีผลต่อค่าสีของเยลลี่ โดยในการนำค่า L* มาวิเคราะห์เนื่องจากผงบุกและคาราจีแนนเมื่อนำไปละลายน้ำแล้ว ทั้ง 2 ชนิดเป็นสารที่ไม่มีสีจึงไม่จำเป็นที่จะต้องนำ ค่า a* และ ค่า b* มาวิเคราะห์ด้วย

จากตาราง 4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเยลลี่ทั้ง 4 สูตร พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$) โดยค่า pH ของสูตรที่ 1 คืออัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 มีค่า 7.06±0.07 สูตรที่ 2 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 มีค่า 7.04±0.05 สูตรที่ 3 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 60:40 มีค่า 7.03±0.05 และสูตรที่ 4 อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน 70:30 มีค่า 6.97±0.01 จากการทดลองทั้ง 4 สูตร จะพบว่าอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของผงบุกต่ออัตราส่วนที่ลดลงของคาราจีแนนที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับที่อัตราส่วนระหว่างผงบุกต่อคาราจีแนน ปริมาณ 1% w/w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

ในการทดลองนำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนเพื่อนำมาเสริมเวย์โปรตีน นำผงบุกและคาราจีแนนมาชั่งใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w และกำหนดปริมาณเวย์โปรตีนเป็น 1%, 2%, 3% และ 4% w/w ใน 100% w/w ของสารผสมทั้งหมด แล้วจึงนำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนเสริมเวย์โปรตีนทั้ง 4 สูตร ไปทำการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้ผลดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ผลของปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w

	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ความแข็งเฉลี่ย (กรัม)	1546.75±100.55^{a}	1686.22±52.38^{a}	1942.40±122.28^{b}	2065.72±62.13^{b}
ความโปร่งแสง (L*)	75.52±0.43^{c}	70.52±0.28^{b}	67.64±2.07^{a}	66.58±1.24^{a}
pH^{ns}	6.92±0.05	6.95±0.03	6.92±0.01	6.90±0.01

หมายเหตุ a,b,c... อักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การเปรียบเทียบที่ปริมาณของเวย์โปรตีนที่ต่างกัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ข้อมูลที่นำมาทดลองมีทั้งหมด 4 สูตร สูตรที่ 1 คือ อัตราส่วนเวย์โปรตีน 1% ในส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม และสูตรที่ 2 คือ อัตราส่วนเวย์โปรตีน 2% ในส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) และสูตรที่ 3 คือ อัตราส่วนเวย์โปรตีน 3% ในส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม กับสูตรที่ 4 คือ อัตราส่วนเวย์โปรตีน 4% ในส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

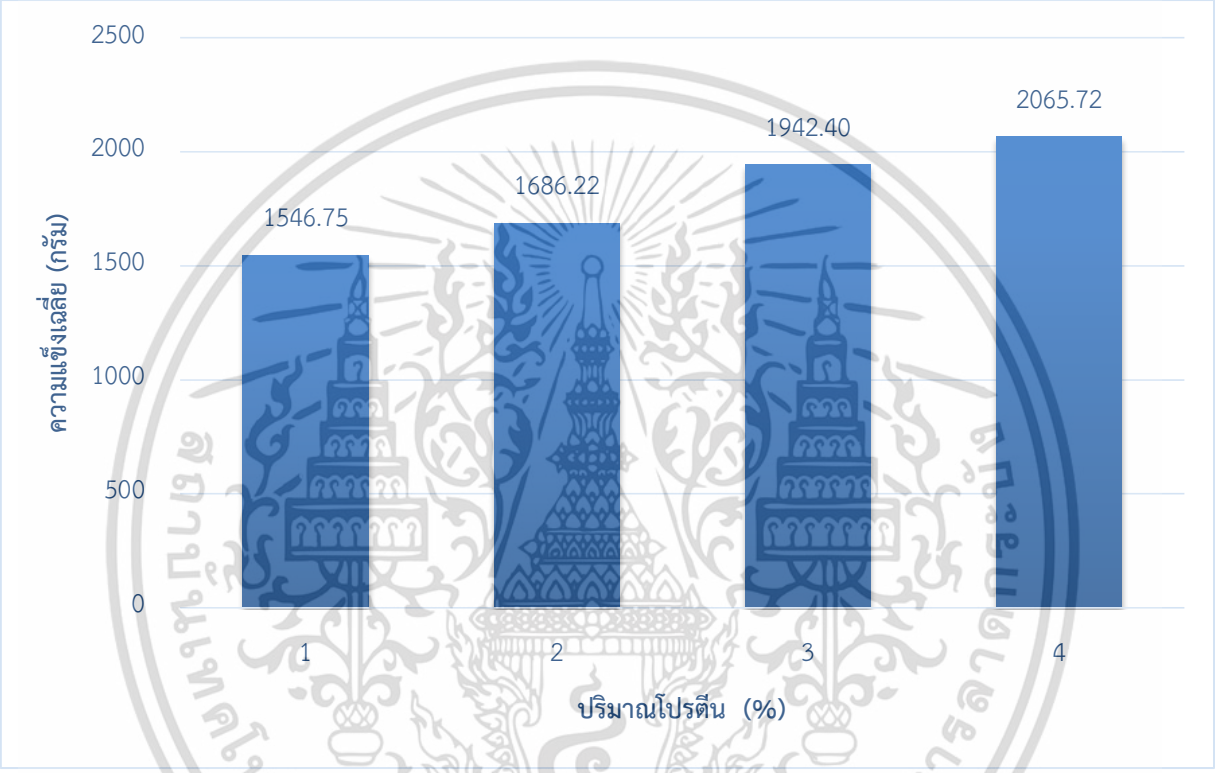
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$) แต่อัตราส่วนเวย์โปรตีนในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p\leq0.05$) กับอัตราส่วนเวย์โปรตีนในสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 จากตารางที่ 4.3 พบว่าที่อัตราส่วนโปนตีน 1% มีค่าความแข็งเท่ากับ 1546.75±100.55 กรัม อัตราส่วนเวย์โปรตีน 2% มีค่าความแข็งเท่ากับ 1686.22±52.38 กรัม อัตราส่วนเวย์โปรตีน 3% มีค่าความแข็งเท่ากับ 1942.40±122.28 กรัม และที่อัตราส่วนเวย์โปรตีน 4% ค่าความแข็งเท่ากับ 2065.72±62.13 กรัม ตามลำดับ แล้วจึงนำค่าความแข็งกับอัตราส่วนเวย์โปรตีนไปพลอตกราฟแท่งเพื่อให้ดูความแตกต่างของทั้ง 4 สูตรได้ดังภาพที่ 4.4 จากการทดลองทั้ง 4 สูตร พบว่าเมื่อใส่เวย์โปรตีนในเยลลี่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มความแข็งเพิ่มขึ้นโดยที่เมื่อเสริมเวย์โปรตีนที่ระดับ 3% และ 4% w/w

จากตารางที่ 4.3 ค่าความโปร่งแสง L* ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของเยลลี่ทั้ง 4 สูตร พบว่าค่า L* ของสูตรที่ 1 คืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 1% มีค่า 75.52±0.43 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p\leq0.05$) กับสูตรที่ 2 คืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 2% มีค่า 70.52±0.28 แต่ค่า L* ของสูตรที่ 3 คืออัตราส่วนเวย์โปรตีนที่ 3% มีค่า 67.64±2.07 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$) กับสูตรที่ 4 คืออัตราส่วนเวย์โปรตีนที่ 4% มีค่า 66.58±1.24 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p\leq0.05$) จากสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 จากการทดลองเมื่อปริมาณเวย์โปรตีนเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสีมีค่าความโปร่งแสงที่ลดลงเนื่องจากเวย์โปรตีนมีสีขาวขุ่นเมื่อลงไปผสมกับผงบุกและคาราจีแนนจึงทำให้เยลลี่มีสีขุ่น

จากตาราง 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเยลลี่ทั้ง 4 สูตร พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$) โดยค่า pH ของสูตรที่ 1 คืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 1% มีค่า 6.92±0.05 สูตรที่ 2 อัตราส่วนคืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 2% มีค่า 6.95±0.03 สูตรที่ 3 คืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 3% มีค่า 6.92±0.01 และสูตรที่ 4 คืออัตราส่วนของเวย์โปรตีนที่ 4% มีค่า 6.90±0.01 จากการทดลองทั้ง 4 สูตร จะพบว่าอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของเวย์โปรตีนไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่ที่ปริมาณของเวย์โปรตีนต่างๆ ในเยลลี่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การทดลองความหนาของเยลลี่โดยใช้น้ำหนักของเยลลี่เหลวที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อการวัดค่าเนื้อสัมผัส

จากการทดลองเรื่องความหนาของเยลลี่โดยใช้น้ำหนักของเยลลี่เหลวที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 50:50 ปริมาณ 1% w/w โดยแบ่งระดับของความหนาตามน้ำหนักเป็น 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม ใส่ลงในแม่พิมพ์ขนาดเดียวกันทำให้เกิดความหนาของเยลลี่ไม่เท่ากัน เมื่อนำเยลลี่ที่มีความหนาต่างกันมาวัดค่าเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อเยลลี่มีความหนาเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งเฉลี่ยก็เพิ่มมากขึ้นด้วย การใช้ส่วนผสมปริมาณ 10 กรัม ให้ความหนาและลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อ้างอิง

5.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w ที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากการทดลองเรื่องอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนใช้ปริมาณ 1% w/w มีอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนดังนี้ 50:50 , 55:45 , 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ ทำให้ได้ตัวอย่างในการทดลอง 4 สูตร นำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส พบว่าอัตราส่วนทั้ง 4 ระดับไม่มีผลต่อค่าความโปร่งแสงและค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างไรก็ตามที่อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 60:40 และ 70:30 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหลวไม่คงรูปเป็นก้อน จึงเลือกอัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนนที่ 55:45 ซึ่งเป็นอัตราส่วนผงบุกสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงรูปเป็นเยลลี่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เพื่อนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากการทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนที่ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w และมีปริมาณเวย์โปรตีนเป็น 1%, 2%, 3% และ 4% w/w แล้วจึงนำเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนเสริมเวย์โปรตีนทั้ง 4 สูตร นำไปวัดค่าเนื้อสัมผัส ความโปร่งแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเวย์โปรตีนลงในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มความแข็งเพิ่มขึ้นโดยที่เมื่อเสริมเวย์โปรตีนที่ระดับ 3% และ 4% w/w ลักษณะเนื้อสัมผัสและค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนความโปร่งแสงลดลงหรือมีความทึบแสงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สูตรเยลลี่เสริมเวย์โปรตีนจากผงบุกและคาราจีแนน ที่เลือกคืออัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w เสริมเวย์โปรตีน 4% ซึ่งทำให้ได้ปริมาณเวย์โปรตีนใกล้เคียงกับน้ำนมโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกร

จินตนาพร สังข์คำ. 2553. การแปรรูปเยลลี่แห้งจากน้ำใบบัวบกโดยวิธีปั๊มความร้อนภายใต้รังสีอัลตราไวโอเลตเปรียบเทียบกับวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล, รริศรา อิ่มภาประเสริฐ, อรชร เมฆเกิดชู, รสพร เจียมจริยธรรม และภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์. 2559. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบุก. คู่มือการใช้ประโยชน์จากบุก. สำนักงานพัฒนาการวิจัยเพื่อการเกษตร (องค์กรมหาชน).

มงคล เกษประเสริฐ และอรนุช เกษประเสริฐ. 2540. การผลิตบุกเนื้อทรายหรือบุกเพื่อการอุตสาหกรรมที่ครบวงจร. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการกองพฤษศาสตร์และวัชพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณัชชากร วรสาร, นภภัค ใจภักดี และเอกพล ลิ้มพงมา. 2560. การเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนน. ในการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2563ก. Carrageenan / คาร์ราจีแนน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274. 1 ธันวาคม 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2563ข. Whey / เวย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0554/whey-. 3 พฤษภาคม 2563.

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และ พยุงศักดิ์ มะโนชัย. 2563. ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง. หน้า 302-308. ในการประชุมวิชาการทรัพยากรไทย. สถาบันวิจัยศึกษาฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. ลำปาง: มหาวิทยาลัยเทคโลยีราชมงคลล้านนา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่และมาร์มาเลด. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

Kohyama, K., Sano, Y. and Nishinari, K. 1996. A mixed system composed of different molecular weights konjac glucomannan and kappa-carrageenan. II. Molecular weight dependence of viscoelasticity and thermal properties. Food Hydrocolloids. 10(2): 229-238.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., Herrero, A.M., Solas, M.T. and Ruiz-Capillas, C. 2013. Konjac gel for use as potential fat analogue for healthier meat product development:Effect of chilled and frozen storage. Food Hydrocolloids, 30, 351-357.

Tester, R. and Al-Ghazzewi, F. 2017. Glucomannans and nutrition. Food Hydrocolloids. 68: 246-254.

Wallstra, P., Wouters, J.T.M. and Geurts, T.j. 1999. Principles of milk properties and processes. 189-234. Dairy Technology. New YorK: Marcel Dekker.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้เครื่อง

ก.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture)

ภาพที่ ก.1 Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus

- ทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง Texture Analyzer แล้วคลิกเข้าโปรแกรม Texture Expert
- Calibrate Force คลิกที่ TA เลือก Calibrate แล้วเลือก Calibrate Force กด Next แล้ววางตุ้มน้ำหนัก 1000 กรัมลงบนกึ่งกลางของฐานหัววัดแล้วกด Next รอจนกว่าจะปรากฏ Calibrate Successful จากนั้นนำตุ้มน้ำหนักลงแล้วคลิก Finish ถ้าไม่ขึ้น Calibrate Successful ให้ทำการ Calibrate ใหม่
- Calibrate Height ทำการติดตั้งหัวตัดใบมีดตรงและฐานใบมีดเข้าการเครื่อง Texture Analyzer ทำการตรวจสอบว่าหัวใบมีดและฐานใบมีดไม่ชนกันในระหว่างการวัด แล้วคลิกที่ TA เลือก Calibrate แล้วเลือก Calibrate Height แล้วตั้ง Return Distance ให้พอเหมาะกับตัวอย่าง แล้วทำการ Calibrate จนปรากฏ Height Calibration Successful ถ้าไม่ขึ้นให้ทำการ Calibrate ใหม่
- คลิก TA เลือก TA Setting แล้วกรอกสภาวะต่างๆ ดังนี้

  Mode : Compression

  Pre – Test Speed : 1.00 mm/sec

  Test Speed : 1.00 mm/sec

  Post – Test Speed : 10.00 mm/sec

  Distance : 25.00 mm

  Trigger Type : Auto (Force)

  Trigger Force : 5.0 g

จากนั้นกด Update

- นำตัวอย่างเยลลี่ที่เตรียมไว้ มาวางลงบนบริเวณกึ่งกลางฐานใบมีด
- คลิก TA เลือก Run a test โดยตั้งชื่อไฟล์ตามลำดับในการวัด ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล แล้วกด Start Test
- รอให้เครื่อง Texture Analyzer ทำการวัดเนื้อสัมผัสเสร็จแล้วปรากฏกราฟขึ้นมา แล้วทำการวัดตัวอย่างอื่นๆ ต่อ
- เมื่อทำการวัดตัวอย่างเสร็จแล้วให้เลือกปุ่ม Run Macro แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 เครื่องวัดสี (Minolta CR400)

ภาพที่ ก.2 เครื่องวัดสี Minolta CR400

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR400) โดยค่าที่วัดสี L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness / greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness / blueness)

โดย	L*	คือค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง		0 – 100	
			0	คือ	สีดำ	
			100	คือ	สีขาว	
	a*	คือค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ	a*	มีค่าเป็นบวก	เป็นสีแดง
			เมื่อ	a*	มีค่าเป็นลบ	เป็นสีเขียว
			เมื่อ	a*	มีค่าเป็นศูนย์	เป็นสีเทา
	b*	คือค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน	เมื่อ	b*	มีค่าเป็นบวก	เป็นสีเหลือง
			เมื่อ	b*	มีค่าเป็นลบ	เป็นสีน้ำเงิน
			เมื่อ	b*	มีค่าเป็นศูนย์	เป็นสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีใช้เครื่องวัดสี Minolta CR400

- เลือกหัวที่ใช้วัด (หัวปิด/หัวเปิด) ให้ตรงกับลักษณะของที่เราต้องการวัด
- ต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันแล้ว Calibrate เครื่องพร้อมเลือกระบบ Hunter lab ที่ให้เครื่องอ่านค่า
- บันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

ก.3 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)

ภาพที่ ก.3 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)

วิธีการใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)

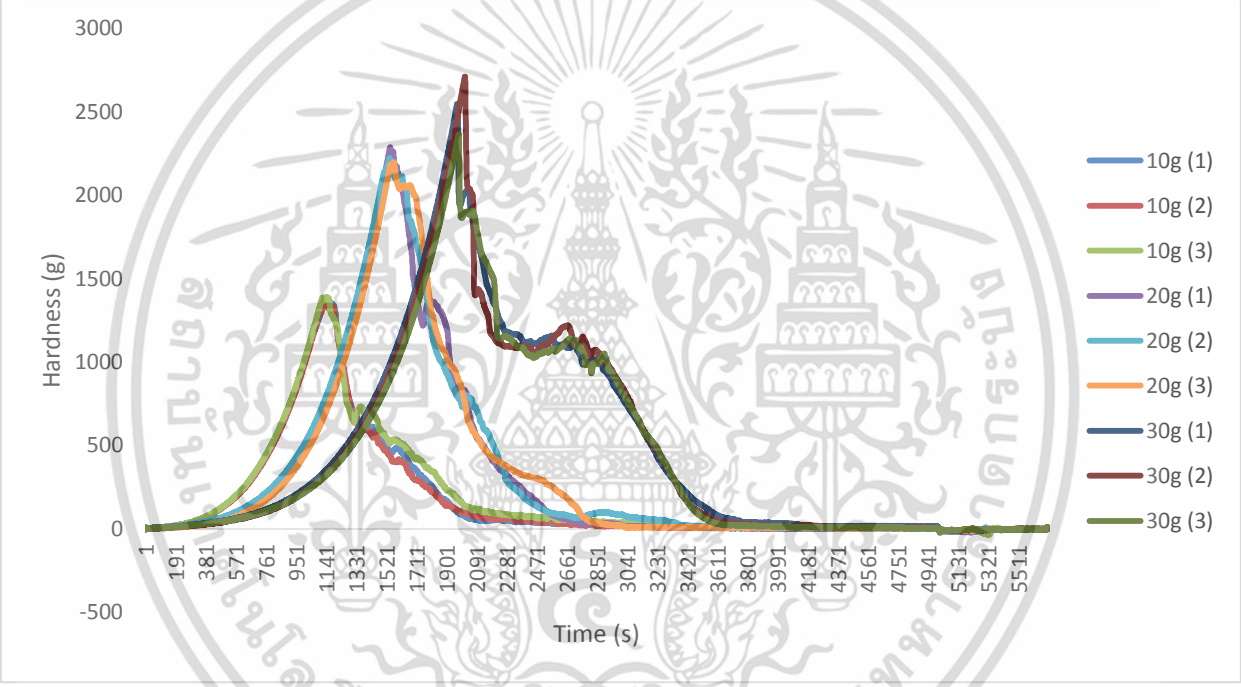
- Calibrate เครื่องก่อนเริ่มใช้งานโดยนำโพรบที่แช่อยู่ใน KCl ออกมาล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วไปจุ่มลงในบัฟเฟอร์ pH 7 ให้เครื่องอ่านค่า แล้วนำโพรบล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วไปจุ่มลงในบัฟเฟอร์ pH 4 ให้เครื่องอ่านค่า Calibrate เสร็จแล้ว
- ตรวจวัดตัวอย่างและบันทึกค่า
- หลังจากวัดเสร็จให้ล้างโพรบด้วยน้ำกลั่น แล้วแช่ใน KCl เพื่อรักษาไม่ให้โพรบเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการทดลอง

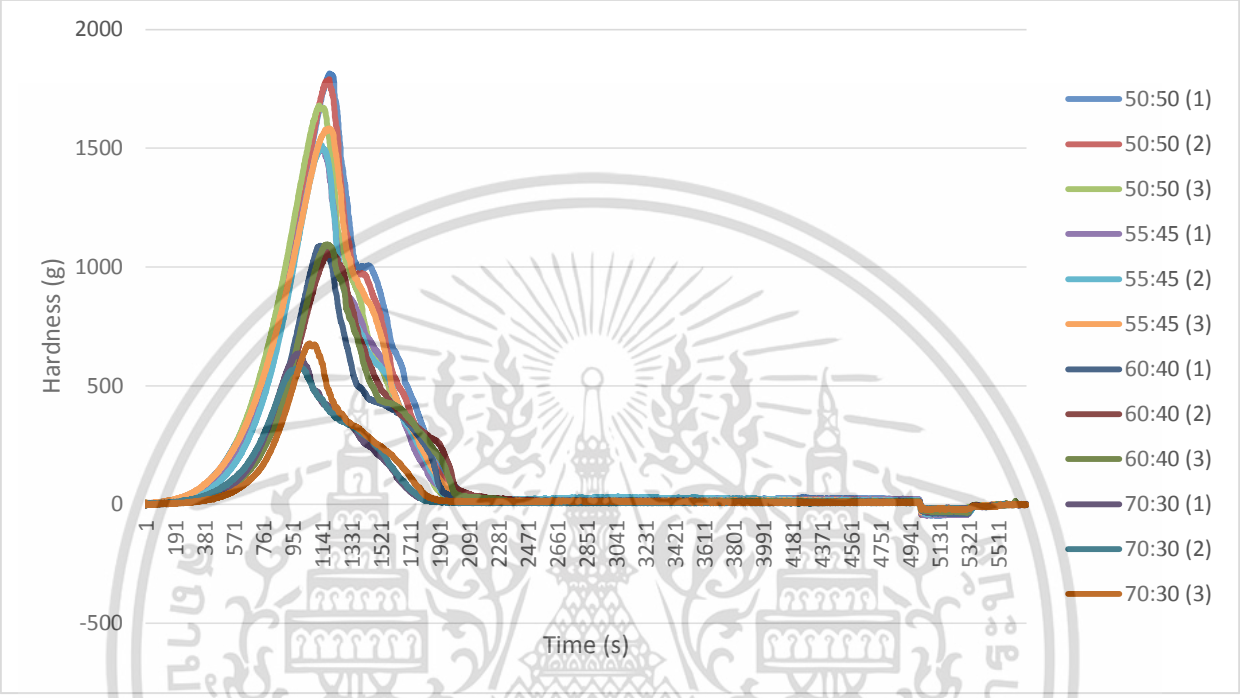
ข.1 การทดลองความหนาของเยลลี่โดยใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture Analyzer



ภาพที่ ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่ความหนาของเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การทดลองอัตราส่วนของผงบุกและคาราจีแนนที่ปริมาณ 1% w/w แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture Analyzer



ภาพที่ ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่อัตราส่วนระหว่างผงบุกกับคาราจีแนนปริมาณ 1% w/w

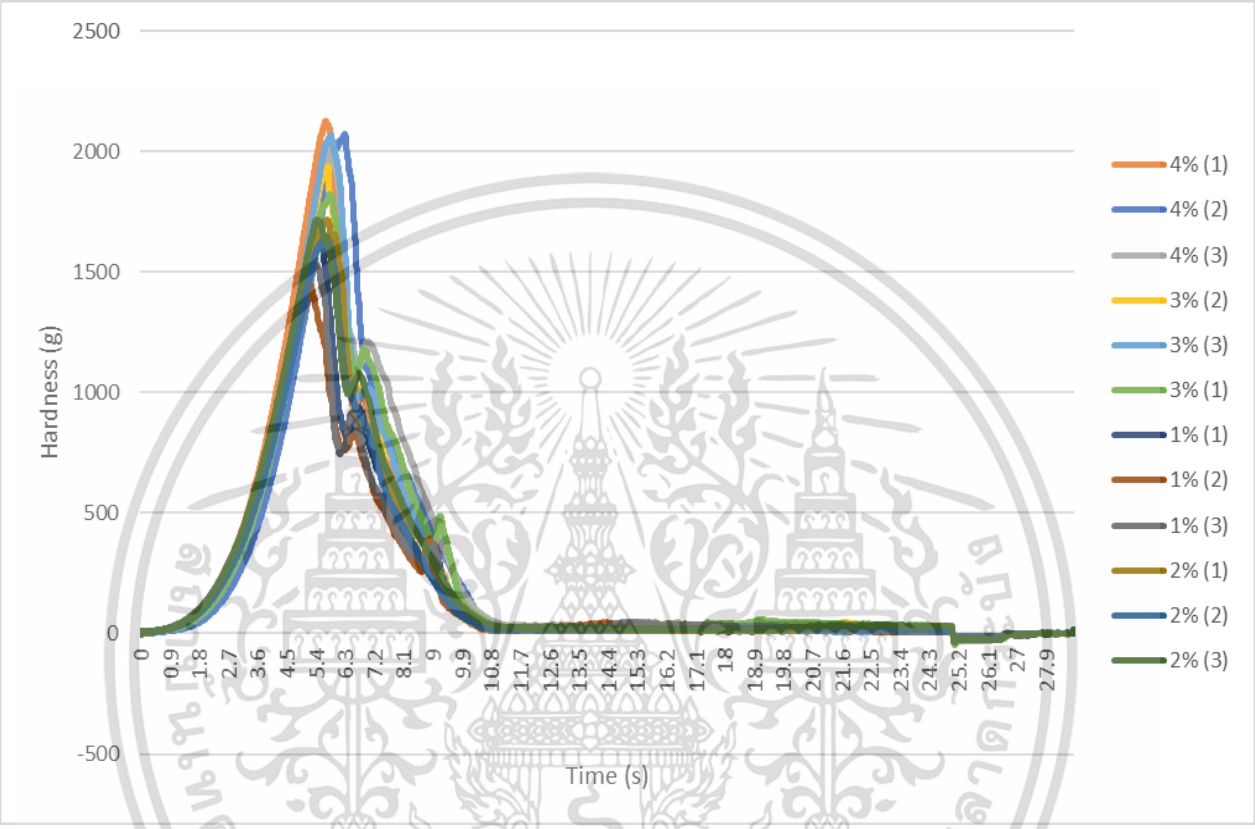
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าสีที่ได้จากการนำเยลลี่ที่อัตราส่วนระหว่างผงบุกกับคาราจีแนนปริมาณ 1% w/w วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 400

	ค่าสี		
อัตราส่วน	L*	a*	b*
50:50 (1)	78.94	1.28	-2.01
50:50 (2)	77.85	1.33	-2.05
50:50 (3)	77.92	1.31	-1.77
55:45 (1)	78.31	1.34	-1.96
55:45 (2)	78.02	1.34	-1.81
55:45 (3)	78.56	1.32	-1.96
60:40 (1)	77.95	1.34	-2.08
60:40 (2)	78.03	1.29	-1.99
60:40 (3)	78.07	1.29	-1.97
70:30 (1)	78.28	1.32	-2.03
70:30 (2)	78.16	1.35	-2.28
70:30 (3)	78.6	1.37	-2.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การทดลองปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture Analyzer



ภาพที่ ข.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเยลลี่กับเวลาที่ปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนนใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ค่าสีที่ได้จากการนำเยลลี่ที่มีปริมาณเวย์โปรตีนในเยลลี่จากผงบุกและคาราจีแนน ใช้อัตราส่วนผงบุกต่อคาราจีแนน 55:45 ปริมาณ 1% w/w วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 400

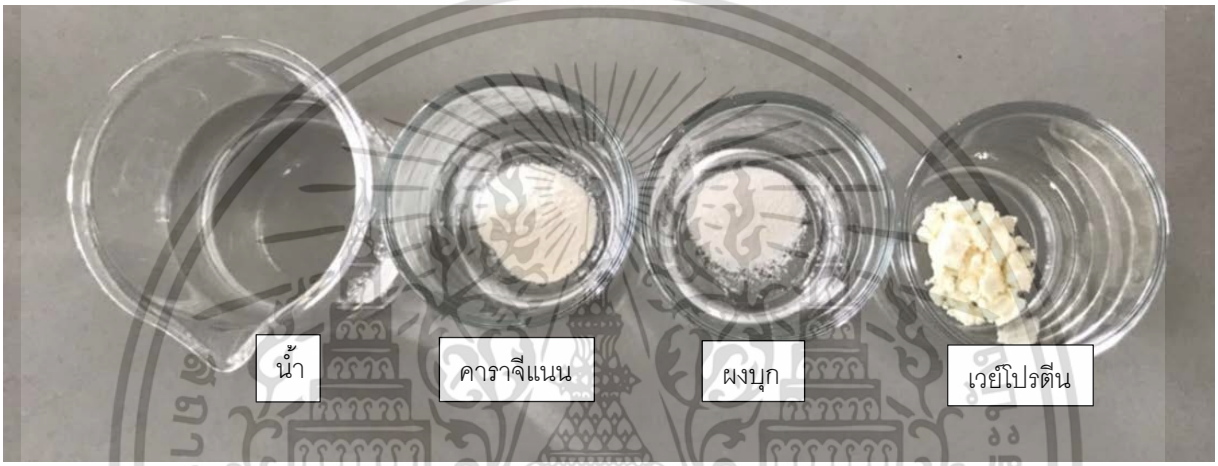
	ค่าสี		
Protein	L*	a*	b*
1% (1)	75.04	1.64	0.11
1% (2)	75.88	1.56	0.06
1% (3)	75.65	1.54	0.4
2% (1)	70.28	1.41	2.87
2% (2)	70.28	1.44	3.15
2% (3)	70.76	1.4	3.05
3% (1)	69.4	1.35	4.55
3% (2)	68.17	1.32	4.72
3% (3)	65.36	1.12	5.95
4% (1)	65.5	1.06	6.02
4% (2)	66.31	1.03	5.81
4% (3)	67.94	1.07	5.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วัตถุดิบและภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ

ค.1 วัตถุดิบ



ภาพที่ ค.1 วัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 ภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ

ภาพที่ ค.2 ส่วนผสมระหว่าง น้ำ ผงบุก คาราจีแนนและเวย์โปรตีน

ภาพที่ ค.3 การนำส่วนผสมระหว่าง น้ำ ผงบุก คาราจีแนนและเวย์โปรตีนมาให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวภควรรณ อ่อนเฉียบ
วันเดือนปีเกิด	26 พฤษภาคม 2540
ที่อยู่	33 ม.6 ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี 72160
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวศุภิสรา อินทรักษา
วันเดือนปีเกิด	14 สิงหาคม 2540
ที่อยู่	37 ม.6 ต.บางโรง อ.คลองเขื่อน จ.ฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสิริภัทร ผสมทรัพย์
วันเดือนปีเกิด	24 มีนาคม 2541
ที่อยู่	59/1 ม.2 ต.กุฎโง้ง อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้