

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบโปรตีนสูง

DEVELOPMENT OF HIGH PROTEIN CRISPY TEMPEH CHIP



รวีวรรณ บัวรอด  
ศิริพร บุญสิทธิ์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# DEVELOPMENT OF HIGH PROTEIN CRISPY TEMPEH CHIP



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN  
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)  
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมแม่แปรรูปกรอบโปรตีนสูง
ชื่อนักศึกษา	นางสาว รวีวรรณ บัวรอด รหัสนักศึกษา 63050414
	นางสาว ศิริพร บุญสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 63050426
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. กวินชญา สายแก้ว

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมแม่แปรรูปกรอบโปรตีนสูง โดยใช้ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาเป็นวัตถุดิบหลัก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อ *Rhizopus oligosporus* ที่เหมาะสมสำหรับการหมักนมแม่แต่ละชนิด เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนและสารอาหารสำคัญในปริมาณสูงสุด ก่อนนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวนมแม่แปรรูปกรอบ จากผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่าการหมักถั่วเหลืองและถั่วเขียว โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อนมแม่ 0.2 กรัม เป็นเวลา 27 ชั่วโมง ทำให้ได้ปริมาณโปรตีนในนมแม่ถั่วเหลืองสูงสุดเท่ากับ 66.21 mg BSA/g DW และปริมาณฟลาโวนอยด์ในนมแม่ถั่วเขียวสูงสุดเท่ากับ 7.20 mg QE/g DW สำหรับถั่วแดงและถั่วลันเตา การหมักใช้เวลา 30 ชั่วโมง โดยเติมปริมาณหัวเชื้อ 0.6 และ 0.4 กรัม ทำให้ได้ปริมาณเปปไทด์สูงสุด 83.86 mg BSA/g DW และปริมาณโปรตีนสูงสุด 21.42 mg BSA/g DW ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์นมแม่แปรรูปกรอบ พบว่านมแม่ถั่วเหลืองที่มีการใช้อัตราส่วนนมแม่ต่อแป้งผสมในอัตราส่วน 70:30 ปริมาณเปปไทด์และความสามารถต้านอนุมูลอิสระมีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) นมแม่ถั่วเหลือง อัตราส่วน 80:20 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.28 mg GAE/g DW, 0.19 mg QE/g DW ตามลำดับ และนมแม่ถั่วผสมอัตราส่วน 70:30 ปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยมีค่าสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 22.28 นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์นมแม่แปรรูปกรอบมีความแข็งเพิ่มขึ้นตามปริมาณนมแม่ถั่วเหลือง โดยนมแม่ถั่วเหลืองที่มีอัตราส่วน 80:20 มีความแข็งมากที่สุด จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ชอบนมแม่แปรรูปกรอบจากนมแม่ถั่วเหลืองอัตราส่วน 60:40 ในทุกคุณลักษณะ โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.40 คะแนน ในขณะที่สูตรถั่วผสมอัตราส่วน 60:40 ได้คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.73 คะแนน

**คำสำคัญ :** นมแม่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วลันเตา นมแม่แปรรูปโปรตีนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Title</b>	Development of high protein crispy tempeh chip
<b>Students</b>	Miss Raweewan Buarod Student ID 63050414 Miss Siriporn Boonsit Student ID 63050426
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Biotechnology)
<b>Department</b>	Biology
<b>School</b>	Science
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
<b>Academic Year</b>	2023
<b>Advisor</b>	Dr. Kawinchaya Saikaew

### Abstract

This research focuses on the development of high-protein crispy tempeh chips using soybeans, mung beans, red beans, and tiger-striped peanuts as the main ingredients. The study aims to determine the optimal fermentation time and amount of *Rhizopus oligosporus* starter culture for each type of bean to achieve the highest levels of protein and essential nutrients before developing them into crispy tempeh chip products. Preliminary results indicate that fermenting soybeans and mung beans with 0.2 grams of tempeh starter for 27 hours yielded the highest protein content in soybean tempeh at 66.21 mg BSA/g DW and the highest flavonoid content in mung bean tempeh at 7.20 mg QE/g DW. For red beans and tiger-striped peanuts, a fermentation time of 30 hours with 0.6 and 0.4 grams of starter culture resulted in the highest peptide content at 83.86 mg BSA/g DW and the highest protein content at 21.42 mg BSA/g DW, respectively. Analysis of nutrient content in the crispy tempeh chips showed that soybean tempeh with a tempeh-to-flour ratio of 70:30 had the highest significant levels of peptides and antioxidant capacity ( $p \leq 0.05$ ). A soybean tempeh ratio of 80:20 had the highest phenolic and flavonoid compounds at 4.28 mg GAE/g DW and 0.19 mg QE/g DW, respectively. The mixed bean tempeh ratio of 70:30 had the highest average fat content at 22.28%. Additionally, the hardness of the crispy tempeh chips increased according to soybean content, the ratio of 80:20 contained the highest values. Sensory evaluation results indicated that 30 panels preferred the crispy tempeh chips made from soybean tempeh at a ratio of 60:40 for all attributes, with an overall liking score of 7.40. In comparison, the mixed bean tempeh ratio of 60:40 received an overall liking score of 6.73.

**Keywords :** Tempeh, soybeans, mung beans, red beans, tiger-striped peanuts, and high protein crispy tempeh chips.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. กวินชญา สายแก้ว อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบในรายวิชาโครงการพิเศษทุกท่าน ได้แก่ ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ และ ดร. ตรีนันท์ โปธารส ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขโครงการพิเศษ จนทำให้โครงการพิเศษเล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สำหรับการดำเนินงานวิจัย

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการพิเศษนี้จะเกิดประโยชน์แก่ผู้สนใจศึกษาไม่มากก็น้อย หากเกิดข้อผิดพลาดและเกิดข้อบกพร่องใดๆคณะผู้จัดทำต้องขออภัยเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

รวีวรรณ บัรรอด  
ศิริพร บุญสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>3</b>
2.1 ขนมอบเคี้ยว.....	3
2.1.1 นิยาม.....	3
2.1.2 ประเภทขนมอบเคี้ยว.....	3
2.2 เหมเป้.....	4
2.2.1 นิยาม.....	4
2.3 ถั่วเขียว.....	5
2.3.1 นิยาม.....	5
2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	5
2.4 ถั่วเหลือง.....	6
2.4.1 นิยาม.....	6
2.4.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	6
2.5 ถั่วแดง.....	7
2.5.1 นิยาม.....	7
2.6 ถั่วลิสงลายเสือ.....	8
2.6.1 นิยาม.....	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7. แปะงสาถึ.....	9
2.7.1 นึยาม.....	9
2.7.2 บทบาททของแปะงสาถึทึมึต่อคณภาพทของผลึตถึถึถึ.....	9
2.8 งานวึจึยทึเกึยวข้อง.....	10
<b>บททึ 3 วึธึการด้าเนึนงานวึจึย.....</b>	<b>13</b>
3.1 การเตรึยมหัวเชึอเชึงการค้าทึใช้สาหร้าบการท้าเทมเป้.....	13
3.2 ช้ันตอนการเตรึยมท้าเทมเป้สด.....	13
3.3 การทดลองระยยะเวลาึนการหม้กเทมเป้.....	13
3.4 การทดลองใช้ปริมาถึหัวเชึอึนการหม้กเทมเป้.....	14
3.5 การพัฒนาเทมเป้แผนอบกรอบ.....	14
3.6 การวึเคราะห์ถึลัษณะคณภาพท้่างๆ ทของผลึตถึถึถึ.....	15
3.6.1 สึของผลึตถึถึถึ.....	15
3.6.2 น้้าหน้กเทมเป้ (ก้อนและหล้ังการหม้ก).....	15
3.6.3 การเตรึยมตัวอย้างเพึ่อใช้ึนการวึเคราะห์.....	15
3.6.4 การเกึบตัวอย้างเทมเป้เพึ่อวึเคราะห์ความช้ัน.....	16
3.6.5 การวึเคราะห์ปริมาถึสารประกอบพึนอลึก.....	16
3.6.6 การวึเคราะห์ปริมาถึฟลาโวนอยด์.....	17
3.6.7 การวึเคราะห์กึจึกรรรมการด้าานอนมุลลึสระ.....	18
3.6.8 การวึเคราะห์ปริมาถึเปปไทด์.....	21
3.6.9 การวึเคราะห์ปริมาถึโปรตีนโดยวึธึ Bradford.....	22
3.6.10 การวึเคราะห์ปริมาถึความช้ัน.....	23
3.6.11 การประเมึนทางประสาทส้ัมผัส.....	23
3.6.12 การวึเคราะห์ทางสถึถึ.....	23
<b>บททึ 4 ผลการวึจึยและการอภึปรายผล.....</b>	<b>25</b>
4.1 ผลการศึษาระยยะเวลาและปริมาถึหัวเชึอ.....	25
4.1.1 ผลการศึษาระยยะเวลาทึเหมาะสม.....	25

เอกสารนึ้เป็นเอกสารทึสงวนไว้สาหร้าบการใ้งานเพึ่อการศึษาเท้านึ้ นอ้มนุญดาตึหน้าไปใช้ประยอชนด้าานการค้า  
ไม่ว้ากรณึใดท้ังสึน อึกท้ังห้ามมึให้ด้ดเปลงเนึื่อหา และต้องอ้างอึงถึเจ้าของเอกสารทุ้กคร้ังทึมึการน้าไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.1.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด.....	29
4.1.1.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ .....	30
4.1.1.3 ปริมาณโปรตีน (Bradford assay) และปริมาณเปปไทด์ทั้งหมด .....	31
4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณหัวเชื้อ .....	33
4.1.2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.....	40
4.1.2.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ .....	42
4.1.2.3 ปริมาณฟลาโวนอยด์ .....	44
4.1.2.4 ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Bradford) .....	45
4.1.2.5 ปริมาณเปปไทด์.....	47
4.2 การพัฒนาขนมแยมเบ้แผ่นอบกรอบ .....	49
4.2.1 ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์.....	55
4.2.2 ปริมาณโปรตีนและปริมาณเปปไทด์.....	56
4.2.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ .....	57
4.2.4 สีของผลิตภัณฑ์ขนมแยมเบ้แผ่นอบกรอบ.....	58
4.2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส .....	59
4.2.6 การทดสอบค่ากิจกรรมของน้ำ .....	61
4.2.7 การทดสอบเนื้อสัมผัส.....	61
4.2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี .....	62
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>63</b>
5.1 สรุปผลวิจัย .....	63
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	64
เอกสารอ้างอิง .....	65
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก.....	68
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเทมเป้ .....	4
2.3.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียว .....	5
2.4.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง.....	6
2.5.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วแดง.....	7
2.6.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงลายเสือ.....	8
2.7.1 คุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลี.....	9
3.5.1 ส่วนผสมการพัฒนาเทมเป้บกรอบ .....	14
4.1.1.1 ระยะเวลาในการหมักเทมเป้.....	25
4.1.1.2 ความชื้นและน้ำหนักของเทมเป้ .....	28
4.1.1.3 ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของเทมเป้.....	29
4.1.1.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเทมเป้ .....	30
4.1.1.5 ปริมาณโปรตีนและเปปไทด์ของเทมเป้ .....	32
4.1.2.1 ระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อในการหมักเทมเป้.....	33
4.1.2.2 ความชื้นและน้ำหนักของเทมเป้ .....	34
4.1.2.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเทมเป้ .....	40
4.1.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเทมเป้ .....	42
4.1.2.5 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของเทมเป้.....	44
4.1.2.6 ปริมาณโปรตีนทั้งหมดของเทมเป้.....	46
4.1.2.7 ปริมาณเปปไทด์ทั้งหมดของเทมเป้.....	48
4.2.1 ความชื้นเทมเป้หลังอบ 200 องศาเซลเซียส.....	55
4.2.2 ความชื้นของขนมบกรอบจากเทมเป้ทั้ง 5 สูตร .....	55
4.2.3 ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ของขนมบกรอบ .....	56
4.2.4 ปริมาณโปรตีนและเปปไทด์ของขนมบกรอบ.....	57
4.2.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของขนมบกรอบ.....	58
4.2.6 ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ของขนมบกรอบ.....	58
4.2.7 ปริมาณน้ำอิสระ และลักษณะความแข็ง.....	61
4.2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี .....	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1.1.1 เทมเป็ถั่วเหลืองหลังหมักระยะเวลา 21 24 และ27 ชั่วโมง.....	26
4.1.1.2 เทมเป็ถั่วเขียวหลังหมักระยะเวลา 24 27 และ30 ชั่วโมง.....	26
4.1.1.3 เทมเป็ถั่วแดงหลังหมักระยะเวลา 27 30 และ42 ชั่วโมง.....	27
4.1.1.4 เทมเป็ถั่วลิสงลายเสือหลังหมักระยะเวลา 27 30 และ42 ชั่วโมง.....	27
4.1.1.5 เทมเป็อบแห้งบดละเอียด.....	28
4.1.2.1 เทมเป็ถั่วเหลือง หลังหมัก 21 ชั่วโมง.....	36
4.1.2.2 เทมเป็ถั่วเขียว หลังหมัก 21 ชั่วโมง.....	37
4.1.2.3 เทมเป็ถั่วเหลือง หลังหมัก 24 ชั่วโมง.....	37
4.1.2.4 เทมเป็ถั่วลิสงลายเสือ หลังหมัก 24 ชั่วโมง.....	37
4.1.2.5 เทมเป็ถั่วเหลือง หลังหมัก 27 ชั่วโมง.....	38
4.1.2.6 เทมเป็ถั่วเขียว หลังหมัก 27 ชั่วโมง.....	38
4.1.2.7 เทมเป็ถั่วแดง หลังหมัก 27 ชั่วโมง.....	38
4.1.2.8 เทมเป็ถั่วเขียว หลังหมัก 30 ชั่วโมง.....	39
4.1.2.9 เทมเป็ถั่วแดง หลังหมัก 30 ชั่วโมง.....	39
4.1.2.10 เทมเป็ถั่วลิสงลายเสือ หลังหมัก 30 ชั่วโมง.....	39
4.1.2.11 เทมเป็ถั่วแดง หลังหมัก 42 ชั่วโมง.....	40
4.1.2.12 เทมเป็ถั่วลิสงลายเสือ หลังหมัก 42 ชั่วโมง.....	40
4.2.1 เทมเป็ถั่วเหลืองอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 60:40.....	50
4.2.2 เทมเป็ถั่วผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 60:40.....	50
4.2.3 เทมเป็ถั่วผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 70:30.....	51
4.2.4 เทมเป็ถั่วผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 80:20.....	51
4.2.5 เทมเป็ถั่วเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 60:40.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป ( ต่อ )

รูปที่	หน้า
4.2.6 เทมเป็ถั่วเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 70:30.....	52
4.2.7 เทมเป็ถั่วเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 80:20.....	53
4.2.8 เทมเป็ถั่วผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 60:40.....	53
4.2.9 เทมเป็ถั่วผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 70:30.....	53
4.2.10 เทมเป็ถั่วผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเทมเป็ต่อแป้งผสม 80:20.....	54
4.2.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์.....	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
%wet basis	ปริมาณความชื้นแบบคิดเทียบน้ำหนักเปียก
DW	น้ำหนักแห้ง
GAE	Gallic acid equivalent
QE	Quercetin equivalent
BSA	Bovine serum albumin
TE	Trolox equivalent
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
ABTS	2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้คนหันมาให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพมากขึ้น ทั้งในด้านของการเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและการเลือกรับประทานอาหารที่มีความปลอดภัย ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีแนวโน้มความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นเนื่องจากเหตุผลด้านโภชนาการ สิ่งแวดล้อม และสภาพอากาศ (Mascaraque, M. 2020) จึงมีผลิตภัณฑ์ที่ให้โปรตีนสูงจากพืชเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ เนื่องจากเมื่อบริโภคเนื้อสัตว์ในปริมาณมากจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคลำไส้ใหญ่อักเสบเรื้อรัง พบว่ามีความเสี่ยงเป็นโรคมะเร็งถึงร้อยละ 38 (Talebi, S. *et al.* 2023) ดังนั้นเพื่อเป็นการลดโอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคเหล่านี้ผู้บริโภคจึงหันมานิยมทานอาหารโปรตีนสูงจากพืชเพื่อเป็นการรักษาสุขภาพ และยังสามารถควบคุมน้ำหนักได้อีกด้วยเนื่องจากโปรตีนจากพืชเป็นโปรตีนที่สามารถย่อยและดูดซึมง่าย และมีแคลอรีต่ำกว่าโปรตีนจากสัตว์ โดยโปรตีนจากผลิตภัณฑ์จากถั่วยังอุดมไปด้วย แคลเซียม ไอโอดีน เหล็ก ซีลีเนียม และสังกะสี ในปริมาณมาก (Švarc, P. *et al.* 2022)

ทั้งนี้ เพื่อตอบสนองผู้บริโภคที่มีความสนใจอาหารเพื่อสุขภาพ เคมเป้ที่ทำจากถั่วเหลืองหมักซึ่งเป็นอาหารโปรตีนจากพืชที่ในปัจจุบันเป็นหนึ่งในอาหารเพื่อสุขภาพที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก เคมเป้จัดเป็นวัตถุดิบเพื่อใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้ดีเพราะเคมเป้มีปริมาณโปรตีนสูงจึงสามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ (Wolker-Rooijackers, J. C. M. *et al.* 2018) อีกทั้งเคมเป้ยังมีสารอาหารอีกมากมายที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และใยอาหาร ซึ่งในกระบวนการหมักเคมเป้จะนำถั่วเหลืองมาแช่น้ำ ต้ม และหมักด้วยเชื้อราสายพันธุ์ *Rhizopus* เมล็ดถั่วเหลืองจะถูกรวมกันด้วยเส้นใยสีขาวโมซีเลียมหนาแน่น ซึ่งในปัจจุบันเคมเป้ได้ถูกนำไปใช้ในอาหารประเภทมังสวิรัติและอาหารประเภทอื่นๆ อีกมากมาย เพื่อให้ผู้บริโภคมีตัวเลือกในการบริโภคที่มากขึ้น จึงมีพัฒนาเกี่ยวกับเคมเป้เพื่อใช้ในการบริโภคเป็นขนมขบเคี้ยวซึ่งในปัจจุบันยังมีไม่หลากหลาย จึงได้มีการศึกษาพัฒนาสูตรขนมขบเคี้ยวเคมเป้อบกรอบเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับผู้บริโภคและเพื่อให้มีผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเคมเป้ที่หลากหลายมากขึ้น ซึ่งเดิมมีเพียง คุกกี้เคมเป้ แครกเกอร์เคมเป้ เป็นต้น เมื่อเทียบกับอาหารจากเคมเป้ที่ผู้บริโภคนิยมนำมาประกอบอาหารพบว่าขนมจากเคมเป้มีตัวเลือกที่น้อยกว่า โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเคมเป้อบกรอบนี้จะเพิ่มการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเคมเป้อบกรอบให้มากขึ้น โดยเพิ่มการใช้ถั่วแดง ถั่วเขียว และถั่วลันเตาสลัด ในการผลิตเคมเป้เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับผลิตภัณฑ์ โดยในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาเคมเป้ โดยศึกษาจากการใช้ถั่วทั้ง 4 ชนิดเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางโภชนาการของเคมเป้ที่ดีที่สุด และมุ่งเน้นในการพัฒนาด้านประสาทสัมผัส เช่น รสชาติและความกรอบ รวมถึงคุณภาพด้านอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเหมเป้เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนและสารสำคัญต่างๆ สูงที่สุด จากการใช้ถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเปลือก
- 2) เพื่อพัฒนาสูตรขนมขบเคี้ยวเหมเป้แผ่นอบกรอบจากการใช้ถั่วทั้ง 4 ชนิด

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) งานวิจัยนี้ใช้ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเปลือก

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อในการหมักเหมเป้ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณสารสำคัญสูงสุด
- 2) สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเปลือกได้
- 3) สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเหมเป้แผ่นอบกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันพบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีมลพิษส่งผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้ผู้ที่รักสุขภาพให้ความสำคัญกับอาหารเป็นอย่างมาก เนื่องจากอาหารที่ดีมีประโยชน์ส่งผลทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง การเพิ่มความหลากหลายในอาหารประเภทอาหารเพื่อสุขภาพเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เหมเป้เป็นตัวเลือกที่ดีในการนำมาพัฒนาเป็นอาหารหรือขนมเพื่อสุขภาพเนื่องจากเหมเป้มีโปรตีนสูงมีสารอาหารที่มีประโยชน์สามารถทดแทนเนื้อสัตว์ได้

#### 2.1 ขนมขบเคี้ยว

##### 2.1.1 นิยาม

ขนมขบเคี้ยวเป็นอาหารที่ผลิตขึ้นเพื่อนำมารับประทานเป็นอาหารว่างไม่ได้เป็นอาหารในมื้อหลักของวัน ขนมขบเคี้ยวเป็นอาหารที่มีไว้เพื่อระงับความหิวระหว่างมื้อและให้พลังงานแก่ร่างกายได้เล็กน้อย สามารถรับประทานเพื่อความสนุกสนานในการลิ้มรสชาติ ขนมขบเคี้ยวมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ มีสีสวยงามน่ารับประทาน เช่น มันฝรั่งทอด ลูกอม ลูกกวาด ช็อกโกแลต คุกกี้ ขนมขบเคี้ยวสามารถพบได้ทั่วโลกมีรูปแบบที่หลากหลายตามแต่ละประเทศนั้นๆ

##### 2.1.2 ประเภทขนมขบเคี้ยว

แบ่งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

###### 2.1.2.1 ขนมประเภทพองกรอบ

ขนมขบเคี้ยวประเภทนี้มีความหลากหลายและหลายรูปแบบมากที่สุด มีลักษณะทั้งแบบแผ่น แบบแท่ง รสหวาน รสเค็ม รวมถึงแบบสอดไส้ บางชนิดอาจต้องนำไปทอดในน้ำมันเพื่อความกรอบ ได้แก่ข้าวเกรียบ มันฝรั่งทอด

###### 2.1.2.2 ขนมประเภทปลาเส้นและถั่วชนิดต่างๆ

ขนมขบเคี้ยวประเภทนี้ยังคงรักษารูปลักษณ์ของวัตถุดิบตั้งต้นเอาไว้โดยเฉพาะขนมขบเคี้ยวที่มีวัตถุดิบมาจากถั่วซึ่งอาจจะนำมาทอดหรือคั่ว และผสมเกลือหรือเครื่องปรุงเพื่อเพิ่มรสชาติ

###### 2.1.2.3 ขนมประเภทเยลลี่พร้อมบริโภคร

ขนมขบเคี้ยวประเภทนี้ มีทั้งชนิดบรรจุถ้วยขนาดพอดีคำและถ้วยใหญ่ที่สามารถตักรับประทานได้ ส่วนประกอบของเยลลี่มีส่วนผสมที่สกัดมาจากพืชหรือสาหร่ายส่วนผสมเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเกิด

เป็นวุ้น หรือเจลเมื่อผสมน้ำ และบางชนิดมีใส่น้ำตาลเพื่อเพิ่มความหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.1.2.4 ขนมประเภทลูกอมทั้งแบบอมและแบบเคี้ยว

ขนมขบเคี้ยวประเภทนี้เป็นลูกอมแบบเม็ดแข็งหรือแบบหนืดที่เคี้ยวได้ส่วนประกอบหลักของลูกอมมาจากน้ำตาล ซึ่งส่วนมากจะมีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

## 2.2 เหมเป้

### 2.2.1 นิยาม

เหมเป้เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองของชาวบ้านของอินโดนีเซีย เหมเป้เป็นอาหารที่เตรียมจากการนำถั่วเหลืองมาหมักจนกลายเป็นแท่งที่มีลักษณะรูปร่างคล้ายเค้ก เป็นอาหารที่หมักจากถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียวหรือถั่วหลายชนิด จุดกำเนิดของเหมเป้อยู่ที่ประเทศอินโดนีเซีย เหมเป้เป็นแหล่งของโปรตีนเช่นเดียวกับเต้าหู้ แต่เหมเป้มีลักษณะ สารอาหาร และเนื้อสัมผัสแตกต่างออกไป กระบวนการหมักเต็มเป้มีการคงลักษณะถั่วเหลืองเอาไว้ทำให้ยังมีปริมาณโปรตีน เส้นใย และวิตามินสูง เมื่อเก็บไว้นานจะมีกลิ่นคล้ายดินแรงขึ้น เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง เหมเป้จึงเป็นที่นิยมในผู้ที่บริโภคมังสวิรัต โดยใช้เหมเป้ประกอบอาหารแทนเนื้อสัตว์ ปัจจุบันผู้คนนำเหมเป้มาประกอบอาหารหลากหลายรูปแบบเพื่อให้มีารประทานมากยิ่งขึ้น และมีคุณค่าทางโภชนาการของเหมเป้ดังตาราง 2.2.1

#### ตารางที่ 2.2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเหมเป้

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	193
ไขมันทั้งหมด	11 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	9 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	412 มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	9 กรัม
โปรตีน	19 กรัม

ที่มา : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ถั่วเขียว

### 2.3.1 นิยาม

ถั่วเขียว เป็นพืชตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบอินเดีย พม่า อินโดนีเซีย และไทย มีลักษณะเป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อายุประมาณ 1 ปี เป็นพืชที่มีอายุสั้นหรือวงจรชีวิตของถั่วเขียวสั้น จึงใช้น้ำน้อยกว่าพืชไร่อื่นหลายชนิด และงอกได้เร็ว สามารถใช้ในระบบปลูกพืช เช่น ทดแทนข้าวนาปรัง ปลูกก่อนข้าวโพดในพื้นที่ประสบภัยแล้ง ใช้ปลูกก่อนหรือหลังการทำนาหรือทำไร่ เพื่อตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช ช่วยบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตรึงไนโตรเจนได้ดี สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณไนโตรเจนสูง ถั่วเขียวใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตแป้งวุ้นเส้น เพาะถั่วงอก และประกอบอาหารอื่นๆ โดยส่วนใหญ่แล้วถั่วเขียวมักถูกนิยมนำมาทำเป็นแป้ง วุ้นเส้น หรือนำไปนึ่งให้สุกแล้วกวนเป็นขนม นอกจากนี้ก็ยังนิยมนำไปเพาะเป็นต้นอ่อน หรือที่เรียกว่าถั่วงอก เพื่อนำมาปรุงเป็นอาหารอีกด้วย โดยถั่วงอกจะมีปริมาณวิตามินซีที่มากกว่าถั่วเขียวที่เป็นเมล็ด

### 2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเขียวมีสองชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำถั่วเขียว (Green Bean หรือ Mung Bean) ลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 40 เซนติเมตร มีขนตามลำต้น กิ่ง ก้าน และใบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก มี 3 ใบย่อย ลักษณะใบเป็นใบตั้ง รูปไข่ บ้างก็คล้ายรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจະ ลักษณะดอกเหมือนดอกถั่วทั่วไป เป็นสีเหลือง ส่วนเมล็ดมีสีเขียวรูปกึ่งกลม และมีคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียวดังตาราง 2.3.1

#### ตารางที่ 2.3.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียว

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	347
ไขมันทั้งหมด	1.2 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	0.3 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	15 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	1,246 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	16 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	63 กรัม
โปรตีน	24 กรัม

ที่มา : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ถั่วเหลือง

### 2.4.1 นิยาม

ถั่วเหลือง เป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกสลับกับการปลูกข้าว ได้มีรายงานการปลูกถั่วเหลืองในประเทศจีนเมื่อเกือบ 5,000 ปีมาแล้ว แต่ก็ยังไม่แน่ชัดว่าส่วนใดของประเทศจีนเป็นถิ่นกำเนิดที่สันนิษฐานและยอมรับกันโดยทั่วไปคือบริเวณหุบเขาแม่น้ำเหลือง เพราะว่าอารยธรรมของจีนได้ถือกำเนิดที่นั่น และประกอบกับการจารึกครั้งแรกเกี่ยวกับถั่วเหลือง เมื่อ 2295 ปีก่อนพุทธกาล ที่หุบเขาแม่น้ำเหลือง จากนั้นถั่วเหลืองได้แพร่กระจายสู่ประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น เมื่อ 200 ปีก่อนคริสตกาล แล้วเข้าสู่ยุโรปในช่วงหลัง พ.ศ. 2143 และไปสู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2347 จากนั้นกว่า 100 ปี ชาวอเมริกันได้ปลูกถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงวัวโดยไม่ได้นำเมล็ดมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น จนถึงปี พ.ศ. 2473 สหรัฐอเมริกาได้นำพันธุ์ถั่วเหลืองจากจีนเข้าประเทศกว่า 1,000 สายพันธุ์ เพื่อการผสมและคัดเลือกพันธุ์ ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีเมล็ดโต ผลผลิตสูง เหมาะแก่การเพาะปลูกเพื่อผลิตเมล็ดมากขึ้น ถั่วเหลืองของไทยส่วนมากปลูกแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน นิยมเรียกกันในภาษาไทยโดยทั่วไปหลายชื่อเช่น ถั่วพระเหลือง ถั่วระ ถั่วแม่ตาย ถั่วเหลือง (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) เป็นต้น

### 2.4.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก สูง 0.3-0.9 เมตร ลำต้นมีขนปกคลุม ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก มี 3 ใบย่อย หูใบรูปไข่ขนาด 3-7 มิลลิเมตร ใบย่อยรูปไข่ ฐานใบเป็นรูปลิ้มหรือกลม ปลายใบเรียวแหลม ช่อดอกแบบช่อกระจุก ก้านช่อดอกยาว 1-3.5 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงขนาด 4-6 มิลลิเมตร มีขนหยาบแข็ง วงกลีบดอกสีม่วง ม่วงอ่อน หรือขาว ขนาด 4.5-10 เซนติเมตร กลีบกลางรูปไข่โคนกลีบคล้ายกันกลีบ ปลายกลีบเว้าตื้น กลีบคู่ข้างหยักมน กลีบคู่ล่างรูปไข่กลับ รั้งไขเหนียววงกลีบ ผลแบบฝักแบบถั่วขนาด 40-75 × 8-15 มิลลิเมตร ออบน้ำ ขอบรูปขนาน มี 2-5 เมล็ด รูปร่างรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนาน ขั้วเมล็ดเป็นรูปรี และมีคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองดังตาราง 2.4.1

ตารางที่ 2.4.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	446
ไขมันทั้งหมด	20 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	2.9 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	2 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียม	1,797 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	9 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	30 กรัม
โปรตีน	36 กรัม

ที่มา : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

## 2.5 ถั่วแดง

### 2.5.1 นิยาม

ถั่วแดงหลวง เมื่อครั้งที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเสด็จประพาสต้นบนดอยเมื่อปี พ.ศ. 2512 พระองค์ทอดพระเนตรเห็นการปลูกฝิ่นของชาวเขา จึงมีรับสั่งให้หาพืชมาปลูกทดแทน โดยหม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี ซึ่งตามเสด็จไปถวายงานได้เสนอว่าควรให้ชาวเขาทดลองปลูก Red kidney bean ภายหลังจากนั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระราชทานพันธุ์ถั่วแดงที่สั่งซื้อมาจากแคลิฟอร์เนียเพื่อให้ชาวเขาได้ปลูก และปรากฏว่าได้ผลดีมาก ซึ่งแต่เดิมแล้วถั่วแดงนั้นยังไม่ชื่อเรียกอย่างเป็นทางการในภาษาไทย และมีผู้เสนอให้ตั้งชื่อว่า “ถั่วไตแดง” เพราะมีลักษณะเหมือนไต แต่ก็มีผู้คัดค้านว่าหากตั้งชื่อแบบนี้คนได้ยินอาจจะไม่ซื้อถั่วชนิดนี้ไปกินแน่ และได้มีการเสนอให้ตั้งชื่อว่า “ถั่วแดง” เพราะเป็นถั่วที่มีสีแดง และก็มีผู้แย้งว่าถั่วแดง จะแดงเฉย ๆ ไม่ได้ ในที่สุดก็นึกขึ้นได้ว่า เมล็ดถั่วชนิดนี้มันมีขนาดใหญ่ ซึ่งคำว่าใหญ่นั้นทางเหนือจะเรียกว่า “หลวง” เลยได้ข้อสรุปว่าควรใช้ชื่อว่า “ถั่วแดงหลวง” เพราะยังมีความหมายอีกอย่างก็คือ พระเจ้าอยู่หัวพระราชทานพันธุ์มา จึงใช้ชื่อนี้เป็นชื่อเรียกอย่างเป็นทางการ แต่สำหรับในปัจจุบันเรามักจะเรียกกันสั้นๆ ว่า “ถั่วแดง” และมีคุณค่าทางโภชนาการของถั่วแดงดังตาราง 2.5.1

ตารางที่ 2.5.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วแดง

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	332
ไขมันทั้งหมด	0.8 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	0.1 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	2 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	1,406 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยอาหาร	25 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	60 กรัม
โปรตีน	24 กรัม

ที่มา : วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

## 2.6 ถั่วลิสงลายเปลือก

### 2.6.1 นิยาม

ถั่วลิสงลายเปลือกหรือถั่วราชินี พืชตระกูลถั่ว คือถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ ๒ เดิมถั่วลิสงลายเปลือกปลูกอยู่ในพื้นที่แถบภาคอีสาน เพิ่งมีการนำมาปลูกที่แม่ฮ่องสอน ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา และได้รับการปรับปรุงและรับรองพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร เมื่อปี ๒๕๔๔ โดยในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการตามโครงการตามพระราชดำริฯ สำหรับถั่วลิสงลายเปลือก นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหนึ่งของจังหวัดแม่ฮ่องสอน จุดเด่นถั่วลิสงลายเปลือกของแม่ฮ่องสอน แตกต่างจากถั่วลิสงลายเปลือกของจังหวัดอื่นๆ คือรสชาติ และเมล็ดใหญ่ เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นหุบเขา ดินอุดมสมบูรณ์ ทำให้ถั่วลิสงลายเปลือกเจริญเติบโตได้ดี และมีรสชาติอร่อยกว่าถั่วที่ปลูกในพื้นที่ราบถั่วลิสงลายเปลือก มีโปรตีนสูง มีเส้นใยอาหารเป็นประโยชน์ของการขับถ่าย ลักษณะพิเศษของถั่วลิสงลายเปลือก มีเปลือกนอกแข็งเส้นลายชัด เมล็ดด้านในสีขาวชมพูมีแต้มสีม่วงอ่อนถึงม่วงเข้ม เมล็ดเนื้อแน่นมัน และมีคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงลายเปลือกดังตาราง 2.6.1

ตารางที่ 2.6.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงลายเปลือก

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	364
ไขมันทั้งหมด	1 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	0.2 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	2 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	107 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	2.7 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	76 กรัม
โปรตีน	10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

## 2.7 แป้งสาลี

### 2.7.1 นิยาม

แป้งสาลีมีลักษณะเป็นผงใช้ประกอบอาหารบริโภค ทำจากการบดข้าวสาลี แป้งสาลีเป็นแป้งประกอบอาหารที่ผลิตมากที่สุด แยกตามปริมาณกลูเตนข้าวสาลีมีหลายประเภท ข้าวสาลีแข็งหรือข้าวสาลีขนมปัง มีปริมาณกลูเตนสูงอยู่ระหว่าง 12 เปอร์เซ็นต์ ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ และมีความเหนียวยืดหยุ่นที่รักษารูปทรงได้ดีเมื่ออบ แป้งสาลีมีกลูเตนค่อนข้างต่ำ จึงให้เนื้อที่ละเอียดหรือร่วนกว่าแป้งตามปกติ แบ่งได้เป็นแป้งเค้ก ซึ่งมีปริมาณกลูเตนต่ำสุด และแป้งพาสต้า ซึ่งมีกลูเตนมากกว่าแป้งเค้กเล็กน้อย และมีคุณค่าทางโภชนาการของ ถั่วลิสงลายเสื่อดังตาราง 2.7.1

ตารางที่ 2.7.1 คุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลี

ประเภท	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม)
แคลอรี (kcal)	364
ไขมันทั้งหมด	1 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	0.2 กรัม
คอแลสเตอรอล	0 มิลลิกรัม
โซเดียม	2 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	107 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	2.7 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	76 กรัม
โปรตีน	10 กรัม

ที่มา : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2567

### 2.7.2 บทบาทของแป้งสาลีที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เบเกอรี่ส่วนใหญ่นิยมใช้แป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก แต่ก็สามารถเลือกใช้แป้งได้ตามความเหมาะสมของเบเกอรี่ ถ้าใช้แป้งขนมปังก็จะได้เบเกอรี่ที่กรอบแข็ง ไม่นิ่มง่าย ถ้าใช้แป้งเอนกประสงค์ก็จะได้เบเกอรี่ที่กรอบร่วนไม่แข็งและนุ่มง่ายมากเกินไป ถ้าใช้แป้งเค้กก็จะได้เบเกอรี่ที่ไม่แข็งกระด้าง มีลักษณะนุ่มเล็กน้อยแต่ยังมีความกรอบอยู่ด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ เช่น แป้งว่าว มีกลูเตนมากกว่าแป้งเค้ก ดูดซิมของเหลวได้ดีทำให้คุกกี้เหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของนมเป้ที่มีการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนแป้งสาลี และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด การเพิ่มปริมาณแป้งสาลี 0 30 40 และ 50 ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก แสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มความแข็งและความเหนียวของแครกเกอร์ ผลการวิจัยยังเผยให้เห็นว่าสูตรที่มีปริมาณแป้งสาลีที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แครกเกอร์มีความหนาขึ้น มีการสูญเสียความชื้นมากขึ้น และมีสีอ่อนลง ในทางกลับกัน การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 0, 1, 2, 3 และ 4 ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก ไม่ส่งผลต่อสีของแครกเกอร์และความชื้น ความแข็งและความเหนียวของแครกเกอร์ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน (Nicole, T. et al. 2021)

การศึกษาขนาดของอนุภาคแป้งถั่วเหลืองมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส และลักษณะทางเคมีกายภาพของคุกกี้ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับคุกกี้ โดยนำถั่วเหลืองผิวดำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ และวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของถั่วเหลืองผิวดำส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติด้านต่างๆของคุกกี้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ค่าทางเคมีของคุกกี้ที่ทำจากถั่วเหลืองผิวดำ (12.02-13.24) สูงกว่าคุกกี้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ อนุภาคของแป้งถั่วเหลืองผิวดำลดการเติมแป้งถั่วเหลืองผิวดำทำให้สีของคุกกี้ลดลงอย่างมากจาก 74.79 เป็น 51.32 การลดลงขนาดอนุภาคของแป้งถั่วเหลืองผิวดำส่งผลความแข็งและความสามารถในการเสีรูปร่างของคุกกี้ ซึ่งความแข็งแรงและความสามารถในการเสีรูปร่างมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 12.22 N เป็น 13.86 N และลดลงจาก 1.26 กรัม เป็น 1.02 กรัม ตามลำดับ การเติมแป้งถั่วเหลืองผิวดำส่งผลให้แป้งถูกย่อยช้าลง จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และการวิเคราะห์ทางโภชนาการพบว่าการใช้แป้งถั่วเหลืองผิวดำเหมาะสมในการพัฒนาคุกกี้ และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าแป้งถั่วเหลืองผิวดำเหมาะสำหรับการผลิตคุกกี้ (Yang, L. et al. 2022.)

การศึกษาการผลิตนมเป้และลักษณะเฉพาะของนมเป้จากแหล่งพืชตระกูลถั่วต่างๆโดย *Rhizopus oligosporus* เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนมเป้ที่ผลิตจากพืชตระกูลถั่วต่างๆ ได้แก่ ถั่วเหลือง(กลุ่มควบคุม), ถั่วชิกพี หรือถั่วลูกไก่, ถั่วเลนทิล(ถั่วแดงและถั่วเขียว), ถั่วขาว ถั่วดำ และถั่วปากอ้า การผลิตนมเป้ใช้เชื้อรา *Rhizopus oligosporus* หลังจากได้นมเป้ไปวิเคราะห์คุณภาพโดยใช้วิธีการประเมินประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์พบว่านมเป้ที่ผลิตขึ้นมีปริมาณเถ้าต่ำสุด 0.53 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 44.88 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีน 47.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นมเป้ที่ผลิตจากถั่วชิกพีมีฟีนอลต่ำกว่านมเป้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง ปริมาณความชื้นของถั่วขาว 55.20 เปอร์เซ็นต์ และถั่วแดง 55.99 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณความชื้นข้างต้นมีความชื้นความใกล้เคียงกับนมเป้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง 55.45 เปอร์เซ็นต์ ค่าสีผิวนมเป้และค่าพื้นผิวของนมเป้ที่ผลิตจากถั่วชิกพีมีความคล้ายคลึงกับค่าพื้นผิวของนมเป้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง นอกจากนี้ไม่พบกรดไฟติก อะซิติก ฟูมาริก และไอโซซิเตริกในนมเป้ที่ผลิตจากถั่วชิกพี ถั่วแดง และถั่วปากอ้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ตรวจพบกรดอะซิติคในถั่วเหลือง ถั่วขาว ถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วปากอ้า การวิเคราะห์การประเมินทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าเหมเบ้ที่ผลิตจากถั่วชิกพีมีคุณภาพโดยรวมที่ดีมากกว่าเหมเบ้ที่ผลิตจากถั่วชนิดอื่นๆ (Erkan, S. et al. 2020.)

การศึกษาอิทธิพลของการหมักและการรอกต่อส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชตระกูลถั่ว น้อยกว่าที่คิดสรรในประเทศไนจีเรีย พบว่าระยะเวลาการหมัก 2, 3 และ 4 วัน และระยะเวลาในการรอก 2, 3, และ 4 วัน ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิก แทนนิน แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ในถั่ว : ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata*L.) ถั่วแรมบารานัทหรือถั่วหรั่ง (*Vigna subterranean* L.), ถั่วแดง (*Phaseolus vulgaris*), ถั่วแระ (*Cajanus cajan* ), เมล็ดสาเกแอฟริกา (*Trec ulia africana*), ถั่วมันเทศแอฟริกัน (*Sphenostylis stenocarpa*), เมล็ดถั่วน้ำมันแอฟริกัน (*Pentaclethra mycrophylla*Benth.), ถั่วลิสง (*Arachis hypogea*L.). นำตัวอย่างที่รอกสามวันไปวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ และ reducing powers ผลการวิจัยพบว่าการหมักที่ใช้เวลาในการหมักนานสามารถลดปริมาณฟีนอลิก แทนนิน แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างลง ถั่วแดงมีปริมาณฟีนอลิก แทนนิน แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นระยะเวลาในการรอกเพิ่มขึ้นระยะเวลาในการรอกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณฟีนอลรวมของตัวอย่างทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาการรอกเพิ่มปริมาณแทนนินและฟลาโวนอยด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ถั่วน้ำมันและถั่วลิสงแอฟริกันมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 52.18 เปอร์เซ็นต์ และ 52.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดถั่วมันเทศแอฟริกัน reducing powers 19.85 เปอร์เซ็นต์ ถั่วลิสง แรมบารานัท และสาเกแอฟริกันมี reducing powers มีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) การรอกสามวันมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 14.65 เปอร์เซ็นต์ 18.42 เปอร์เซ็นต์ 53.58 เปอร์เซ็นต์ 52.84 เปอร์เซ็นต์ 17.24 เปอร์เซ็นต์ 14.56 เปอร์เซ็นต์ 53.18 เปอร์เซ็นต์ 43.03 เปอร์เซ็นต์ ในถั่วน้ำมันแอฟริกัน แรมบารานัท ถั่วพุ่ม ถั่วแดง ถั่วสาเกแอฟริกัน ถั่วลิสง ถั่วน้ำมันแอฟริกัน และถั่วพีเจียน ตามลำดับ ดังนั้น การเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในพืชตระกูลถั่วที่ไม่ค่อยนิยม วิธีการรอกจึงเป็นที่นิยมมากกว่า และการรอกสามกับสี่วันสามารถให้ปริมาณฟีนอลที่สูงได้ (James, S. et al. 2020.)

การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและการทำงานในด้านความสามารถในการละลายของน้ำและการเก็บรักษาของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณลักษณะทางเคมีทางกายภาพความสามารถในการละลาย และคุณสมบัติการเกิดเจลของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (SPI) ที่มีความสามารถในการละลาย (aw) ที่แตกต่างกัน โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีค่าความสามารถในการละลาย (aw) 0.19 ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) 33 เปอร์เซ็นต์ และ 74 เปอร์เซ็นต์ การปรับเปลี่ยนลักษณะโปรตีนถั่วเหลืองสกัดส่งผลให้ความสามารถในการละลาย (aw) ลดลง และผลของการวิเคราะห์ อิเล็กโตรโพรเทคของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ละลายน้ำและการเกิดเจล ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 180 วัน โปรตีนถั่วเหลืองสกัด 0.19 และโปรตีนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วเหลือง 0.33 มีความใกล้เคียงกัน ความสามารถในการละลายของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดลดลง และความแข็ง ความเหนียวแน่น และโครงสร้างจุลภาคของเจล การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มากกว่า 25 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 0.33 มากกว่า โปรตีนถั่วเหลือง 0.19 ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสภาวะการเก็บรักษา อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลต่อคุณสมบัติการละลาย การเกิดเจล ของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Martins, V., and Netto, F. 2006)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 การเตรียมหัวเชื้อเชิงการค้าที่ใช้สำหรับการทำเหมเป้

3.1.1 เตรียมสารแขวนลอยเพื่อเก็บเกี่ยวสปอร์ของเชื้อรา (spore suspension) โดยเตรียม Tween 80 (Polysorbate 80) ปริมาตรร้อยละ 0.1 หรือประมาณ 1-2 หยด ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร โดยเตรียมในขวดรูปชมพู่ (flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลีและนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

3.1.2 เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ กรวยแก้ว สำลี ปีกเกอร์ และข้าวสาร ปริมาณ 20 กรัม โดยข้าวสารจะใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 3 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นปิดจุกด้วยสำลีและนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

3.1.3 นำ Tween 80 ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลองที่มีเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* เจริญ จากนั้นใช้เข็มเย็บเชื้อ (needle) เขี่ยเชื้อราให้รวมกันและเทผ่านจุกสำลีในกรวยกรองเพื่อแยกกากเส้นใยราออก ซึ่งจะได้ของเหลวที่มีสปอร์ของเชื้อราปะปนอยู่ซึ่งเรียกส่วนในนี้ว่า spore suspension จากนั้นนำส่วนใสบางส่วนที่ได้แบ่งไปนับจำนวนเชื้อราด้วยวิธี Hemocytometer

3.1.4 นำ spore suspension ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่มีข้าวสาร 20 กรัม ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30-35 °C นาน 3 วัน เมื่อเชื้อราเจริญเติบโตเต็มที่และสร้างสปอร์ของเชื้อราที่มีสีเทา-ดำ จากนั้นนำข้าวสารที่มีเชื้อราเจริญอยู่ที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 2 วัน หลังจากแห้งดีแล้วจะนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นเพื่อนำไปใช้ในการผลิตเหมเป้ต่อไป

#### 3.2 ขั้นตอนการเตรียมทำเหมเป้สด ( Erkan, S. et al. 2020 )

3.2.1 ใช้ถั่วในการหมักเหมเป้ 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาสลายเสื่อ โดยใช้เชื้อราสายพันธุ์ *Rhizopus oligosporus* ในการหมักเหมเป้

3.2.2 นำถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลืองผ่าซีก ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาสลายเสื่อ ชนิดละ 100 กรัม มาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำถั่วแต่ละชนิดมาแช่ด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจะนำถั่วลันเตาสลายเสื่อมาปอกเปลือกออก และล้างทำความสะอาดถั่วทุกชนิด

3.2.3 ต้มถั่วโดยใช้ระยะเวลาต่างๆ โดยถั่วเขียวจะใช้เวลา 10 นาที ถั่วเหลืองและถั่วแดง จะใช้เวลา 25 นาที และถั่วลันเตาสลายเสื่อ ใช้เวลา 40 นาที จากนั้นจะนำถั่วมาใส่ในภาชนะเพื่อพักให้ถั่วเย็นตัวลงและแห้ง

#### 3.3 การทดลองระยะเวลาในการหมักเหมเป้

บ่มที่อุณหภูมิ 30 °C โดยจะใช้ระยะเวลาในการหมัก ตั้งแต่ 21 - 42 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดถั่วแต่ละชนิด โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัมต่อน้ำหนักถั่ว 100 กรัม ( Erkan, et al. 2020 ) จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีน เปปไทด์ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS และ น้ำหนักเทมเป้

### 3.4 การทดลองใช้ปริมาณหัวเชื้อในการหมักเทมเป้

นำถั่วที่แห้งสนิทมาเติมหัวเชื้อเทมเป้ที่เตรียมได้จากข้อ 3.1 โดยการทดลองจะใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัม ต่อถั่วต้มสุก 100 กรัม โดยใช้เวลาในการหมัก 21 - 42 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุใส่ถุงปิดสนิท และเจาะรูถุงเพื่อระบายอากาศ

### 3.5 การพัฒนาเทมเป้แผ่นอบกรอบ

การพัฒนาสูตรจะนำสูตรพื้นฐานจาก (Nicole, T. *et al.* 2021) ได้สูตรดังแสดงในตารางที่ 3.5.1 ตารางที่ 3.5.1 ส่วนผสมการพัฒนาเทมเป้อบกรอบ

สูตร	เทมเป้อบ ( กรัม )	ร้อยละ ( % )	แป้งผสม ( กรัม )	ร้อยละ ( % )	ส่วนผสมอื่นๆ ( กรัม )
ถั่วเหลือง 60:40	40	60	26	40	
ถั่วเหลือง 70:30	46	70	20	30	เนยรสจืด 5 กรัม, เบคกิ้ง โซดา 1 กรัม,
ถั่วเหลือง 80:20	53	80	13	20	น้ำตาล ทรายขาว 7
ถั่วผสม 60:40	40	60	26	40	กรัม, นมรสจืด
ถั่วผสม 70:30	46	70	20	30	18 กรัม, มอล โทเดกทิน 0.5
ถั่วผสม 80:20	53	80	13	20	กรัม

หมายเหตุ : เทมเป้อบมีความชื้นร้อยละ 30

#### 3.5.1 ขั้นตอนและวิธีการผลิตเทมเป้แผ่นอบกรอบ (Nicole, T. *et al.* 2021)

3.5.1.1 นำเทมเป้สดมาบดให้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องเตรียมอาหาร Panasonic MX-EX1031WSN

3.5.1.2 นำเทมเป้สดอบอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที 3 ครั้ง

3.5.1.3 นำเทมเป้อบที่ได้ 40 กรัม ใส่ภาชนะผสม เติมแป้ง 26 กรัม น้ำตาล 7 กรัม นมจืด 13 กรัม ผสมในภาชนะผสม จากนั้นนำส่วนผสมใส่เครื่องเตรียมอาหาร Panasonic MX-EX1031WSN โดยตั้งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาปั่นประมาณ 1 นาที ให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน นำส่วนผสมทั้งหมดนวดด้วยมือ ประมาณ 3 นาที เพื่อให้แป้งเป็นเนื้อเดียวกัน

3.5.1.4 นำแป้งที่ได้จัดรูปให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม หรือทรงกระบอก จากนั้นนำไปนึ่งด้วยความร้อนเป็นเวลา 10 นาที

3.5.1.5 หลังจากนั้นนำแป้งมานวดด้วยมือ เติมส่วนผสมที่เหลือ (เบคกิ้งโซดา 1 กรัม ผสมกับนม 5 กรัม) และนวดต่อจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.5.1.6 นำแป้งที่ได้อัดด้วยไม้รีดแป้งให้มีขนาดหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ตัดแป้งเป็นสี่เหลี่ยม

3.5.1.7 นำแป้งที่ตัดอบในเตาอบ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที 2 รอบ

### 3.6 การวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

#### 3.6.1 สีของผลิตภัณฑ์

การวัดสีจะวัดโดยการนำตัวอย่างของผลิตภัณฑ์มาวัดเพื่อลดขนาด วัดสีในระบบ CIE  $L^*a^*b^*$  (Yang, L. *et al.* 2022) โดยจะทำการทดสอบแต่ละตัวอย่างหกซ้ำ โดยอ่านค่าความสว่าง ( $L^*$  สีขาว 100/สีดำ 0) สีแดง ( $+a^*$ ) สีเขียว ( $-a^*$ ) สีเหลือง ( $+b^*$ ) และสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) จากเครื่อง จากนั้นคำนวณหาความเข้มสี ( $C^*$ ) ค่ามุมของสี ( $h$ ) และความแตกต่างของสีโดยรวม ( $\Delta E$ )

#### 3.6.2 น้ำหนักเทมเป้ (ก่อนและหลังการหมัก)

การวัดน้ำหนักเส้นใยของเทมเป้จะใช้เครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 2 ตำแหน่ง ชั่งน้ำหนักก่อนการหมัก และชั่งน้ำหนักหลังการหมักเป็นเทมเป้โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง พร้อมหาค่าเฉลี่ยจะได้น้ำหนักของเส้นใยเทมเป้ (Yang, L. *et al.* 2022)

#### 3.6.3 การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

##### ผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบ

นำตัวอย่างแผ่นขนมขบเคี้ยวมาบดด้วยเครื่องบดอาหารเพื่อลดขนาดและเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

##### เทมเป้สด

1. นำตัวอย่างเทมเป้ตัดให้เป็นแผ่น จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 3 วัน ให้เทมเป้แห้งสนิท
2. นำเทมเป้ที่แห้งมาบดเป็นผงละเอียดจากนั้นนำไปร่อนในตระแกรงขนาด 36 mesh และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.4 การเก็บตัวอย่างเห็บเพื่อวิเคราะห์ความชื้น

#### วิธีเก็บตัวอย่างเห็บในการทำขนมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความชื้น

1. นำตัวอย่างเห็บตัดให้เป็นแผ่น จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องปั่นอาหาร
2. นำเห็บที่บดแล้วไปอบในอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที 3 ครั้ง

### 3.6.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (Total phenolic compound) (Jang, H. D.

*et al.* 2006)

#### การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนตมา 7 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยปรับด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 30 มิลลิกรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 แล้วปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร โดยปรับด้วย เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ให้ครบ 50 มิลลิลิตร

#### วิธีการสกัดไขมันออกจากตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดมา 2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมอะซิโตน 10 มิลลิลิตร
2. สกัคนาน 30 นาที โดยใช้เครื่องเขย่า จากนั้นเทอะซิโตนออกแล้วนำตะกอนตัวอย่างที่ได้มาสกัดซ้ำ โดยเติมอะซิโตน 10 มิลลิลิตร เพื่อนำไขมันออกจากตัวอย่างก่อนสกัดตัวอย่าง
3. นำตะกอนตัวอย่างที่ได้มาวางบนกระดาษกรองเพื่อระเหยอะซิโตนออก

#### วิธีการสกัดตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างมา 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์
2. นำไปวางในเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ โดยสกัดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
3. นำสารสกัดตัวอย่างที่ได้มาปั่นเหวี่ยง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเก็บส่วนใสแล้วนำตะกอนตัวอย่างมาทำการสกัดอีกครั้ง โดยการเติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปวางในเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ
4. สารสกัดตัวอย่างที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้ง นำมาปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร โดยปรับด้วย เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

#### วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

1. สารละลายมาตรฐานแกลลิกที่มีความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแกลลิกเป็น 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้นมา 125 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 6 นาที
3. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture
4. ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร
5. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นไปสร้างกราฟมาตรฐาน

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 125 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 6 นาที
2. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture
3. ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

#### 3.6.6 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ (Saiksew, K. *et al.*, 2018)

##### การสกัดตัวอย่าง

1. นำตัวอย่าง 1.0 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเอทานอลร้อยละ 10 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
2. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง shaker อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 150 rpm 2 ชั่วโมง
3. เทตัวอย่างจากขวดรูปชมพู่ใส่หลอดเซนทริฟิวก์
4. นำไปปั่นเหวี่ยง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 4,500 rpm 10 นาที
5. นำส่วนใสที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 10 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

##### การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยการชั่ง 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร
2. เตรียมสารละลายอะลูมิเนียม คลอไรด์ ( $\text{AlCl}_3$ ) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยการชั่ง 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร
3. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ เตรียมโดยการชั่ง 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เตรียมสารละลายมาตรฐาน quercetin ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่ง 0.0125 กรัม ละลายในเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน quercetin ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเจือจางด้วย น้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0, 40, 80, 120, 160, 200, และ 240 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

#### การเตรียมกราฟมาตรฐาน

- สารละลายมาตรฐานแกลลิกที่มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80 ในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานเป็น 0, 40, 80, 120, 160, 200, และ 240 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ
- เติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้ เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 5 นาที
- เติมสารละลายอะลูมิเนียม คลอไรด์ ( $\text{AlCl}_3$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 5 นาที
- เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 15 นาที ในสภาวะมืด
- นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร โดยใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 เป็นแบลนด์

#### การเตรียมปริมาณฟลาโวนอนดีในตัวอย่าง

- ปิเปตส่วนใสของตัวอย่างที่สกัดแล้วใส่หลอดไมโครเซนติฟิวก์ 300 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 700 ไมโครลิตร
- เติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้ เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 5 นาที
- เติมสารละลายอะลูมิเนียม คลอไรด์ ( $\text{AlCl}_3$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสม ให้เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา
- เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 15 นาที ในที่มืด
- นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร โดยใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 เป็นแบลนด์

### 3.6.7 การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

3.6.7.1 วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity assay) (ดัดแปลงจาก Yingngam, B. *et al.* 2014)

#### การสกัดตัวอย่าง

- นำตัวอย่าง 0.5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง shaker อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 150 rpm นาน 2 ชั่วโมง
3. เทตัวอย่างจากขวดรูปชมพู่ใส่หลอดเซนทริฟิวก์
4. นำไปปั่นเหวี่ยง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 4,500 rpm นาน 10 นาที
5. นำส่วนใสที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 10 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

#### การเตรียมสารเคมี

1. สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ (DPPH 0.1 mM) โดยการชั่งสาร DPPH 0.024 กรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
2. เตรียมสารละลายโทรลอคซ์ (Trolox) ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร โดยชั่งสาร Trolox 0.005 กรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานโทรลอคซ์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร มาเจือจางด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ ให้มีความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 และ 140 มิลลิกรัม/ลิตร

#### วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

1. นำสารละลาย DPPH มาเจือจางด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ให้มีค่าการดูดกลืนแสง 0.800 ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
2. ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้นมา 30 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

#### วิธีการวิเคราะห์

1. นำสารละลาย DPPH มาเจือจางด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ให้มีค่าการดูดกลืนแสง 0.800 ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
2. ปิเปตสารสกัดตัวอย่าง 30 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

#### 3.6.7.2 วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ดัดแปลงจาก Arnao, M. *et al.* 2001)

##### การสกัดตัวอย่าง

1. นำตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร
2. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง shaker อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 150 rpm นาน 2 ชั่วโมง
3. เทตัวอย่างจากขวดรูปชมพู่ใส่หลอดเซนทริฟิวก์
4. นำไปปั่นเหวี่ยง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 4,500 rpm นาน 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำส่วนใสที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 10 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

#### การเตรียมสารเคมี

- เตรียมสารละลาย potassium persulfate ( $K_2S_2O_8$ ) 4.9 mM โดยชั่งโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.0662 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนครบ 50 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
- เตรียมสารละลาย ABTS 14 mM โดยชั่ง ABTS 0.0385 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด
- เตรียมสารละลายโทรลอคซ์ (Trolox) ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร โดยชั่งสาร Trolox 0.005 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานโทรลอคซ์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร มาเจือจางด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ให้มีความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 มิลลิกรัม/ลิตร
- เตรียมสาร 1xPBS โดยชั่งโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 4 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.1 กรัม ไดโซเดียมฟอสเฟต ( $Na_2HPO_4$ ) 0.72 กรัม และโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต ( $KH_2PO_4$ ) 0.1225 กรัม ละลายสารทั้งหมดในน้ำกลั่นแล้วปรับสารละลายให้เป็น pH 7.4 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร

#### วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

- เตรียม  $ABTS^+$  cation radical โดยการผสมสารละลาย ABTS 14 mM 5 มิลลิลิตร และ potassium persulfate ( $K_2S_2O_8$ ) 4.9 mM 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ก่อนใช้นำสารละลาย  $ABTS^+$  มาเจือจางด้วย 1xPBS ให้มีค่าการดูดกลืนแสง 0.700 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร
- ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้นมา 50 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย ABTS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
- ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด เป็นเวลา 6 นาที
- นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร

#### วิธีการวิเคราะห์

- เตรียมสารละลาย  $ABTS^+$  cation radical โดยการผสมสารละลาย ABTS 14 mM 5 มิลลิลิตร และ potassium persulfate ( $K_2S_2O_8$ ) 4.9 mM 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ก่อนใช้นำสารละลาย  $ABTS^+$  มาเจือจางด้วย 1X PBS ให้มีค่าการดูดกลืนแสง 0.700 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร
- ปิเปตสารสกัดตัวอย่างมา 50 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย ABTS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
- ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด เป็นเวลา 6 นาที
- นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.8 การวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ (Chen, M. *et al.*, 2021)

#### การสกัดตัวอย่าง

นำตัวอย่าง 1.0 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเอทานอลร้อยละ 10 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

1. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง shaker อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 150 rpm 2 ชั่วโมง
2. เทตัวอย่างจากขวดรูปชมพู่ใส่หลอดเซนทริฟิวก์
3. นำไปปั่นเหวี่ยง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 4,500 rpm 10 นาที
4. นำส่วนใสที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 10 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

#### การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลายผสม โดยการชั่ง  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 กรัม,  $\text{NaOH}$  0.2 กรัม,  $\text{CuSO}_4$  0.005 กรัม และ potassium tartrate 0.01 กรัม ละลายรวมกันด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร
2. เตรียมสารละลายโซเดียมซัลเฟตบัพเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ เตรียมโดยการชั่งสาร โมโนโซเดียม ฟอสเฟต ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) 2.3996 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร ชั่งสารไดโซเดียมฟอสเฟต ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) 2.8408 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร นำสารละลายโมโนโซเดียม ฟอสเฟต และไดโซเดียมฟอสเฟตมาผสมกันเพื่อปรับ Ph ให้ได้ 8.2
3. เตรียมสารละลาย BSA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยการชั่ง 0.025 กรัม ละลายในสารละลายโซเดียมซัลเฟตบัพเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ Ph 8.2 แล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน BSA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟตบัพเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ Ph 8.2 ให้มีความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

#### วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นมา 0.2 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายผสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร
2. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
3. เติม Folin reagent ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร โดยใช้บัพเฟอร์เป็นแบลนด์

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตสารสกัดตัวอย่างที่เจือจาง 10 เท่า ด้วยบัพเฟอร์ มา 0.2 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายผสม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
3. เติม Folin reagent ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร

### 3.6.9 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Bradford (ดัดแปลงจาก Bradford 1976 )

#### การสกัดตัวอย่าง

1. นำตัวอย่าง 1.0 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเอทานอลร้อยละ 10 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
2. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง shaker อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 150 rpm 2 ชั่วโมง
3. เทตัวอย่างจากขวดรูปชมพู่ใส่หลอดเซนทริฟิวก์
4. นำไปปั่นเหวี่ยง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 4,500 rpm 10 นาที
5. นำส่วนใสที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 10 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

#### การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลาย Bradford reagent โดยดูด Bradford 4 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 16 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง เก็บสารละลายในขวดสีชา
2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน BSA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยการชั่ง 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน BSA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.8, และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

#### การเตรียมเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. นำสารละลายมาตรฐาน BSA ที่เจือจางแล้วในแต่ละความเข้มข้นใส่หลอดไมโครเซนติฟิวก์ 25 ไมโครลิตร
2. เติมสารละลาย Bradford reagent 1200 ไมโครลิตร mix ด้วย vortex mixer ทิ้งไว้ 10 นาที
3. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

#### การเตรียมปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างที่สกัดแล้วใส่หลอดไมโครเซนติฟิวก์ 25 ไมโครลิตร
2. เติมสารละลาย Bradford reagent 1200 ไมโครลิตร mix ด้วย vortex mixer ทิ้งไว้ 10 นาที
3. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.10 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

1. อบกระป๋องอะลูมิเนียม (Moisture can) ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งน้ำหนักกระป๋องอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง ประมาณ 3 กรัม ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมหาความชื้นพร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง นำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. คำนวณปริมาณร้อยละความชื้นของตัวอย่าง (% moisture content) และปริมาณร้อยละของของแข็งทั้งหมดของตัวอย่าง (% total solid) (ดัดแปลงจากภาณพงศ์ 2548.)

### 3.6.11 การประเมินทางประสาทสัมผัส ( ความชอบ )

ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกอบรม 30 คน ใช้รูปแบบการทดสอบการยอมรับสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนจาก (1) ชอบน้อยที่สุด ถึง (9) ชอบมากที่สุด (Nicole, T. *et al.* 2021)

### 3.6.12 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ความชื้น น้ำหนัก ค่าสี ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณโปรตีน ปริมาณฟลาโวนอยด์ เปปไทด์ และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window® Version 29

## กรอบงานวิจัย

### 1. ศึกษาเวลาและปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำเหมเป้ เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนและสารสำคัญสูง

#### 1.1 ศึกษาระยะเวลาในการหมักเหมเป้

- ถั่วในการหมักเหมเป้ 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงสายสี โดยใช้เชื้อราสายพันธุ์ *Rhizopus oligosporus*
- ระยะเวลาการหมักระหว่าง 21-42 ชั่วโมง
- ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ต่อถั่วสุก 100 กรัม
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน เปปไทด์ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS และ น้ำหนักเหมเป้

#### 1.2 ศึกษาปริมาณหัวเชื้อในการหมักเหมเป้

- ถั่วในการหมักเหมเป้ 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงสายสี โดยใช้เชื้อราสายพันธุ์ *Rhizopus oligosporus*
- ระยะเวลาการหมัก คือ 21-42 ชั่วโมง
- ปริมาณหัวเชื้อ, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัม ต่อถั่วสุก 100 กรัม
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน เปปไทด์ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS และ น้ำหนักเหมเป้

### 2.การพัฒนาเหมเป้แผ่นอบกรอบ

- ทดลองผลิตโดยพัฒนามาจากสูตรพื้นฐาน (Nicole, T. *et al.* 2021)
- ทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ คือ สี ความกรอบ เปปไทด์ โปรตีน ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS กิจกรรมของน้ำ (Aw) องค์ประกอบทางเคมี ( ความชื้น โปรตีน ไขมัน)
- ทดสอบความชอบจำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้

##### 4.1.1 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตา โดยบ่มเทมเป้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการหมัก ตั้งแต่ 21 - 42 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดถั่วแต่ละชนิด โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัมต่อน้ำหนักถั่ว 100 กรัม ซึ่งจะมีระยะในการศึกษาคือ ระยะเริ่มมีเส้นใยราสีขาว ระยะมีเส้นใยราสีขาวอัดตัวกันแน่น และระยะเริ่มเกิดสปอร์สีเทา-ดำ ของเชื้อรา พบว่าถั่วต่างชนิดกันจะมีระยะเวลาในการหมักที่ต่างกัน โดยระยะเวลาที่เริ่มปรากฏเส้นใยราสีขาว จนถึงสปอร์ราสีเทาของถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตา คือ 21 - 27 ชั่วโมง 24 - 30 ชั่วโมง 27 - 42 ชั่วโมง และ 24 - 42 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1.1.1

##### ตารางที่ 4.1.1.1 ระยะเวลาในการหมักเทมเป้ของถั่วทั้ง 4 ชนิด

ตัวอย่าง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา (ชั่วโมง)	มีเส้นใยอัดแน่น (ชั่วโมง)	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา (ชั่วโมง)
ถั่วเหลือง	21	24	27
ถั่วเขียว	24	27	30
ถั่วแดง	27	30	42
ถั่วลันเตา	24	30	42

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในระยะที่มีเส้นใยจากการหมักเทมเป้จากถั่วชนิดต่างๆ จะแสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองจะมีระยะเวลาในการหมักที่เร็วที่สุดโดยจะมีเส้นใยเชื้อราอัดแน่นหลังการหมักนาน 24 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.1.1.1 ถั่วเขียวใช้ระยะเวลาที่เร็วรองลงมา คือ 27 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.1.1.2 ส่วนถั่วแดง และถั่วลันเตาใช้ระยะเวลา 30 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.1.1.3 และรูปที่ 4.1.1.4 ความชื้นและน้ำหนักหลังหมักเทมเป้ แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1.2 พบว่าหลังการหมักเทมเป้น้ำหนักของเทมเป้จะลดลงเนื่องจากความชื้นในถั่วลดลงจากการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยร้อยละการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเทมเป้จะอยู่ที่ -1.21 จนถึง -6.26 รูปเทมเป้บดละเอียดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.1.1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หลังหมัก 21 ชั่วโมง



หลังหมัก 24 ชั่วโมง



หลังหมัก 27 ชั่วโมง

รูปที่ 4.1.1.1 เหมเป็ดัวเหลืองหลังหมักระยะเวลา 21 24 และ 27 ชั่วโมง



หลังหมัก 24 ชั่วโมง

หลังหมัก 27 ชั่วโมง



หลังหมัก 30 ชั่วโมง

รูปที่ 4.1.1.2 เหมเป็ดัวเขียวหลังหมักระยะเวลา 24 27 และ 30 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หลังหมัก 27 ชั่วโมง



หลังหมัก 30 ชั่วโมง



หลังหมัก 42 ชั่วโมง

รูปที่ 4.1.1.3 เหมเป็ดัวแดงหลังหมักระยะเวลา 27 30 และ 42 ชั่วโมง



หลังหมัก 24 ชั่วโมง



หลังหมัก 30 ชั่วโมง



หลังหมัก 42 ชั่วโมง

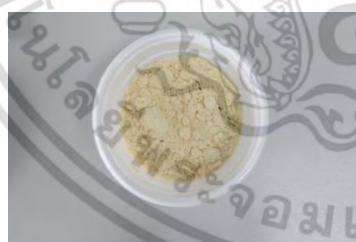
รูปที่ 4.1.1.4 เหมเป็ดัวลีสงลายเสือหลังหมักระยะเวลา 24 30 และ 42 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1.1.2 ความชื้นของเทมเป้หลังอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส และน้ำหนักของเทมเป้

ตัวอย่าง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความชื้น (%wet basis)	น้ำหนักก่อนหมัก (กรัม)	น้ำหนักหลังหมัก (กรัม)	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง น้ำหนัก (%)
เทมเป้ถั่ว เหลือง	21	2.65±0.84 <sup>e</sup>	107.60±7.99 <sup>d</sup>	104.40±6.20 <sup>e</sup>	-2.90±1.68 <sup>bc</sup>
	24	5.03±0.24 <sup>cd</sup>	124.73±3.10 <sup>ab</sup>	122.60±3.03 <sup>abc</sup>	-1.71±0.17 <sup>ab</sup>
	27	6.67±0.59 <sup>b</sup>	121.33±6.41 <sup>abcd</sup>	118.3±6.40 <sup>abcd</sup>	-2.64±0.14 <sup>bc</sup>
เทมเป้ถั่ว เขียว	24	7.31±0.62 <sup>a</sup>	124.33±4.12 <sup>abc</sup>	120.67±3.82 <sup>abcde</sup>	-2.95±0.15 <sup>bc</sup>
	27	6.62±0.11 <sup>ab</sup>	131.93±5.55 <sup>a</sup>	125.87±5.25 <sup>ab</sup>	-4.60±0.05 <sup>d</sup>
	30	6.45±0.39 <sup>ab</sup>	130.13±5.65 <sup>a</sup>	122.00±5.57 <sup>abc</sup>	-6.26±0.21 <sup>e</sup>
เทมเป้ถั่ว แดง	27	6.46±0.012 <sup>ab</sup>	132.07±7.99 <sup>a</sup>	130.47±7.85 <sup>a</sup>	-1.21±0.11 <sup>a</sup>
	30	5.91±0.09 <sup>bc</sup>	131.20±9.75 <sup>a</sup>	129.00±10.15 <sup>a</sup>	-1.70±0.43 <sup>ab</sup>
	42	6.74±0.46 <sup>ab</sup>	125.20±16.12 <sup>ab</sup>	121.00±17.35 <sup>abcd</sup>	-3.49±1.55 <sup>cd</sup>
เทมเป้ถั่ว ลิสงลายเสือ	24	4.16±0.01 <sup>d</sup>	114.40±5.24 <sup>bcd</sup>	112.33±5.72 <sup>bcd</sup>	-1.82±0.52 <sup>ab</sup>
	30	4.87±0.32 <sup>d</sup>	110.20±2.82 <sup>cd</sup>	107.00±2.00 <sup>de</sup>	-2.89±0.73 <sup>bc</sup>
	42	4.20±0.24 <sup>d</sup>	110.27±7.60 <sup>cd</sup>	118.44±10.59 <sup>cde</sup>	-2.18±0.48 <sup>abc</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



เทมเป้ถั่วเหลือง



เทมเป้ถั่วเขียว



เทมเป้ถั่วแดง



เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ

รูปที่ 4.1.1.5 เทมเป้อบแห้งบดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดเห็บจากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1.3 ซึ่งพบว่าเห็บถั่วเหลืองและเห็บถั่วลันเตาได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง โดยเห็บถั่วลันเตาได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่สูงที่สุด (8.44 mg GAE /g DW) และเห็บถั่วแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (2.01 mg GAE /g DW) ซึ่งเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการหมักเห็บของแต่ละชนิดพบว่าเห็บถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วแดง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดเห็บจากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาได้มีระยะเวลาการหมักเห็บแตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.3 ซึ่งพบว่าสถานะของเห็บถั่วเหลืองที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เห็บถั่วเหลือง ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ( 41.05 mg QE /g DW) สถานะของเห็บถั่วเขียวที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เห็บถั่วเขียว ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 38.00 mg QE /g DW) สถานะของเห็บถั่วแดงที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เห็บถั่วแดง ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 36.77 mg QE /g DW) สถานะของเห็บถั่วลันเตาที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เห็บถั่วลันเตา ระยะเวลา 44.14 ชั่วโมง ( 44.14 mg QE /g DW)

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมากที่สุดในการสกัดเห็บจากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาได้แก่ เห็บถั่วลันเตา ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่มากที่สุด (44.14 mg QE /g DW) และเห็บถั่วแดง ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ของถั่วแดงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด ( 28.60 mg QE /g DW)

#### ตารางที่ 4.1.1.3 ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดเห็บจากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตา

ตัวอย่าง	ระยะการเกิดเส้นใยเชื้อรา	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	ปริมาณฟีนอลิก (mg GAE /g DW)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg QE /g DW)
เห็บถั่วเหลือง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	7.00±0.08 <sup>cd</sup>	40.05±0.36 <sup>d</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	24	7.54±0.20 <sup>bc</sup>	41.05±0.26 <sup>cd</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	7.50±0.15 <sup>bc</sup>	42.19±0.21 <sup>bc</sup>
เห็บถั่วเขียว	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	3.25±0.29 <sup>e</sup>	32.71±1.30 <sup>g</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	27	3.67±0.22 <sup>e</sup>	38.39±1.18 <sup>e</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	3.63±0.15 <sup>e</sup>	38.00±1.17 <sup>e</sup>
เห็บถั่วแดง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	2.01±0.02 <sup>f</sup>	28.60±0.94 <sup>h</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.30±0.71 <sup>f</sup>	36.77±0.32 <sup>e</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทมเป้ถั่วลิสงลาย เสือ	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	2.31±0.05 <sup>f</sup>	34.49±0.80 <sup>f</sup>
	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	6.55±0.10 <sup>d</sup>	44.14±1.07 <sup>a</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	7.91±0.08 <sup>ab</sup>	43.89±1.69 <sup>a</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	8.44±1.11 <sup>a</sup>	43.17±0.56 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.1.1.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

##### การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity assay)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเทมเป้โดย DPPH ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1.4 โดยพบว่า เทมเป้ถั่วเขียวมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (7.66  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) และเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด (3.47  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) เมื่อเทียบระยะเวลาในการหมักของถั่วแต่ละชนิด พบว่าเทมเป้ถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ส่วนเทมเป้ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น โดยเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็จะมากขึ้น

##### การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเทมเป้โดย ABTS ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1.4 โดยพบว่า เทมเป้ถั่วเหลืองมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (185.8  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) และเทมเป้ถั่วแดงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด (84.17  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) เมื่อเทียบกับระยะเวลาในการหมักเทมเป้ของถั่วแต่ละชนิดพบว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของเทมเป้ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.1.1.4** ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ

ตัวอย่าง	ระยะการเกิดเส้นใยเชื้อรา	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	DPPH ( $\mu\text{mol TE /g DW}$ )	ABTS ( $\mu\text{mol TE /g DW}$ )
เทมเป้	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	4.06±0.16 <sup>f</sup>	158.22±1.62 <sup>d</sup>
ถั่วเหลือง	มีเส้นใยอัดแน่น	24	4.04±0.19 <sup>f</sup>	170.78±1.70 <sup>b</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทมเป้ ถั่วเขียว	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	4.10±0.13 <sup>f</sup>	185.85±1.91 <sup>a</sup>
	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	6.45±0.33 <sup>c</sup>	138.05±2.36 <sup>f</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	27	7.23±0.20 <sup>b</sup>	155.83±1.60 <sup>d</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	7.66±0.48 <sup>a</sup>	164.75±1.32 <sup>c</sup>
เทมเป้ ถั่วแดง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	3.57±0.29 <sup>s</sup>	84.17±0.60 <sup>l</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	4.57±0.09 <sup>e</sup>	95.11±1.29 <sup>i</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	5.46±0.28 <sup>d</sup>	127.77±3.87 <sup>s</sup>
เทมเป้ ถั่วลิสงลายเสือ	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	3.47±0.04 <sup>s</sup>	111.90±1.64 <sup>h</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	3.93±0.05 <sup>f</sup>	142.88±1.56 <sup>e</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	4.88±0.03 <sup>e</sup>	166.12±3.00 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Bradford assay) และปริมาณเปปไทด์ทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือที่มีระยะเวลาการหมักแตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1.5 ซึ่งพบว่าสถานะของเทมเป้ถั่วเหลืองที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ( 13.25 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วเขียวที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเขียว ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 11.96 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วแดงที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วแดง ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 10.94 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ( 18.98 mg BSA /g DW)

ปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดมากที่สุดในการสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ ระยะเวลา 42 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบโปรตีนมากที่สุด ( 26.31 mg BSA /g DW) และเทมเป้ถั่วเขียว ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (8.30 mg BSA /g DW)

ปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือที่มีระยะเวลาการหมักแตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.5 ซึ่งพบว่าสถานะของเทมเป้ถั่วเหลืองที่มีปริมาณเปปไทด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ( 154.78 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วเขียวที่มีปริมาณเปปไทด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเขียว ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 75.39 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วแดงที่มีปริมาณเปปไทด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วแดง ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 49.01 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณเปปไทด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 96.98 mg BSA /g DW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดมากที่สุดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตา ระยะเวลา 27 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์ที่มากที่สุด ( 158.93 mg BSA /g DW) และเทมเป้ถั่วแดง ระยะเวลา 27 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด ( 36.31 mg BSA /g DW)

**ตารางที่ 4.1.1.5** ปริมาณโปรตีน และเปปไทด์ทั้งหมดของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตา

ตัวอย่าง	ระยะการเกิดเส้นใยเชื้อรา	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (mg BSA /g DW)	ปริมาณเปปไทด์ทั้งหมด (mg BSA /g DW)
เทมเป้ถั่วเหลือง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	12.85±0.92 <sup>cd</sup>	144.36±2.53 <sup>c</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	24	13.25±1.25 <sup>c</sup>	154.78±4.42 <sup>b</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	13.51±0.64 <sup>c</sup>	158.93±0.89 <sup>a</sup>
เทมเป้ถั่วเขียว	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	8.30±0.90 <sup>f</sup>	72.82±1.85 <sup>g</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	27	11.96±0.25 <sup>de</sup>	75.39±0.39 <sup>g</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	11.60±.29 <sup>e</sup>	86.64±0.89 <sup>f</sup>
เทมเป้ถั่วแดง	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	8.91±0.51 <sup>f</sup>	36.31±0.53 <sup>j</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	10.94±0.63 <sup>d</sup>	49.01±0.81 <sup>i</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	9.43±0.51 <sup>f</sup>	53.49±0.39 <sup>h</sup>
เทมเป้ถั่วลันเตา	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	18.48±0.76 <sup>b</sup>	85.89±0.51 <sup>f</sup>
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	13.15±0.76 <sup>cd</sup>	96.98±0.52 <sup>e</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	26.31±1.64 <sup>a</sup>	106.76±1.54 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้

การศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาสลายเนื้อ โดยบ่มเทมเป้ที่อุณหภูมิ 30 °C ใช้ระยะเวลาในการหมัก ตั้งแต่ 21 - 42 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดถั่วแต่ละชนิด เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่เริ่มเกิดเส้นใยจนถึงช่วงเกิดสปอร์สีเทา-ดำ โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อน้ำหนักถั่ว 100 กรัม ซึ่งจะมีระยะในการศึกษาคือ ระยะเริ่มมีเส้นใยราสีขาว ระยะมีเส้นใยราสีขาวอัดตัวกันแน่น และระยะเริ่มเกิดสปอร์สีเทา-ดำของเชื้อรา ถั่วต่างชนิดกันจะมีระยะเวลาในการหมักที่ต่างกันและปริมาณหัวเชื้อที่ต่างกันจะใช้ระยะเวลาในการหมักที่ต่างกันด้วยดังแสดงในรูปที่ 4.1.2.1 – 4.1.2.12 และตารางที่ 4.1.2.1 ความชื้นและน้ำหนักหลังหมักแสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.1 พบว่า เทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม 0.4 กรัม และ 0.6 กรัม มีเส้นใยเชื้อราอัดแน่นที่ 27 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เทมเป้ถั่วเขียว ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม 0.4 กรัม และ 0.6 กรัม มีเส้นใยเชื้อราอัดแน่นที่ 27 ชั่วโมง 27 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เทมเป้ถั่วแดง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม 0.4 กรัม และ 0.6 กรัม มีเส้นใยเชื้อราอัดแน่นที่ 30 ชั่วโมง ในทุกปริมาณหัวเชื้อ และเทมเป้ถั่วลันเตาสลายเนื้อ ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม 0.4 กรัม และ 0.6 กรัม มีเส้นใยเชื้อราอัดแน่นที่ 30 ชั่วโมง ในทุกปริมาณหัวเชื้อ เมื่อเพิ่มปริมาณหัวเชื้อระยะเวลาบ่มจนเป็นเส้นใยเชื้อราอัดแน่นที่เหมาะสมจะใช้เวลาที่ลดลง

เมื่อนำเทมเป้หลังหมักของเทมเป้ถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาสลายเนื้อ โดยบ่มเทมเป้ที่อุณหภูมิ 30 °C ใช้ระยะเวลาในการหมัก ตั้งแต่ 21 - 42 ชั่วโมง พบว่าน้ำหนักของเทมเป้ถั่วทั้ง 4 ชนิด และทุกสภาวะมีค่าลดลงเนื่องจากความชื้นในถั่วลดลงจากการเจริญเติบโตของเชื้อรา

ตารางที่ 4.1.2.1 ระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อในการหมักเทมเป้

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา ( ชั่วโมง )	มีเส้นใยอัดแน่น ( ชั่วโมง )	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา ( ชั่วโมง )
เทมเป้ถั่วเหลือง	0.2	24	27	30
	0.4	21	24	27
	0.6	21	24	27
เทมเป้ถั่วเขียว	0.2	24	27	30
	0.4	24	27	30
	0.6	21	24	27
เทมเป้ถั่วแดง	0.2	27	30	42
	0.4	27	30	42
	0.6	27	30	42
เทมเป้ถั่วลันเตาสลายเนื้อ	0.2	24	30	42
	0.4	24	30	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	0.6	24	30	42
--	-----	----	----	----

ตารางที่ 4.1.2.2 ความชื้นของเทมเป้หลังอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส และน้ำหนักของเทมเป้

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	ความชื้น (%wet basis)	น้ำหนักก่อนหมัก ( กรัม )	น้ำหนักหลังหมัก ( กรัม )	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (%)
เทมเป้ ถั่ว เหลือง	0.2	24	3.24±0.15 <sup>ijkl</sup> m	107.70±5.79 fight	104.00±5.0 g hijklm	-3.42±0.47 <sup>abcd</sup>
		27	5.04±1.23 <sup>efgh</sup> i	106.70±3.53 fight	102.20±3.6 7 ijklm	-4.22±0.27 <sup>abcde</sup>
		30	4.19±0.52 <sup>efgh</sup> is	114.40±7.35 bcdefghi	109.80±5.9 3bcdefghijkl	-3.98±0.98 <sup>abcde</sup>
		21	2.87±1.14 <sup>klm</sup>	108.30±11.1 7sfight	104.40±8.7 6ghijklm	-3.50±1.85 <sup>abcd</sup>
		24	3.11±0.57 <sup>ijklm</sup>	109.90±8.90 efghijkl	106.20±8.7 6fghijklm	-3.37±0.14 <sup>abc</sup>
		27	4.41±0.00 <sup>fghij</sup> k	112.10±10.3 2defghijkl	107.60±9.8 9defghijkl	-4.01±0.01 <sup>abcde</sup>
	0.6	21	3.48±0.47 <sup>hijkl</sup>	109.10±2.68 fghijkl	106.40±2.5 4efghijklm	-2.47±0.06 <sup>a</sup>
		27	3.39±0.70 <sup>ijkl</sup>	118.10±8.90 abcdefg	110.50±2.9 6abcdefghijkl	-6.26±4.55 <sup>efg</sup>
		42	1.84±1.07 <sup>lm</sup> l	96.75±2.05 l	94.05± 0.77 <sup>m</sup>	-2.77±1.25 <sup>a</sup>
		24	4.99±0.79 <sup>efgh</sup> i	124.00±5.65 abcd	119.40±5.6 5abcd	-3.71±0.17 <sup>abcde</sup>
		27	7.58±0.73 <sup>abc</sup> ab	127.00±3.39 ab	119.30±2.4 0abcde	-6.05±0.61 <sup>defg</sup>
		30	8.40±0.48 <sup>ab</sup> 8	123.00±10.1 8abcdef	113.00±9.0 5 abcdefghij	-8.12±0.24 <sup>fgh</sup>
0.4	24	5.04±0.40 <sup>efgh</sup> i	118.00±3.67 abcdefg	111.10±4.1 0abcdefghijk	-5.85±0.54 <sup>cdefg</sup>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		27	6.33±0.72 <sup>cde</sup>	127.80±1.69 ab	120.10±0.4 2 <sup>abcd</sup>	-6.01±0.91 <sup>defg</sup>
		30	9.06±0.19 <sup>a</sup>	122.50±2.12 abcdefg	112.30±1.8 3 <sup>abcdefghijk</sup>	-8.32±0.08 <sup>gh</sup>
		21	4.99±0.04 <sup>efgh</sup> i	127.40±0.84 ab	123.20±1.4 1 <sup>a</sup>	-3.29±0.46 <sup>abc</sup>
	0.6	24	4.96±0.17 <sup>efgh</sup> ij	123.10±0.42 abcdef	117.40±0.5 6 <sup>abcdef</sup>	-4.63±0.13 <sup>efghij</sup>
		27	4.35±0.61 <sup>fghij</sup> k	122.10±1.98 abcdef	113.60±1.4 1 <sup>abcdefghij</sup>	-7.48±0.33 <sup>fgh</sup>
		27	5.92±0.91 <sup>cdef</sup> g	125.80±6.79 abcd	121.20±6.2 3 <sup>abc</sup>	-3.64±0.25 <sup>abcde</sup>
	0.2	30	7.01±0.63 <sup>bcd</sup>	122.90±6.65 abcdef	117.10±6.3 6 <sup>abcdefg</sup>	-4.72±0.02 <sup>abcde</sup>
		42	6.44±0.38 <sup>cde</sup>	126.10±6.08 abcd	114.50±6.6 4 <sup>abcdefghi</sup>	-9.22±0.89 <sup>h</sup>
		27	2.34±0.39 <sup>lm</sup>	119.70±8.06 abcdefgf	115.10±7.2 1 <sup>abcdefgh</sup>	-3.82±0.45 <sup>abcde</sup>
เทมเป้ ถั่วแดง	0.4	30	6.19±0.43 <sup>cdef</sup>	126.20±1.13 abcd	120.30±1.2 7 <sup>abcd</sup>	-4.67±0.15 <sup>abcde</sup>
		42	5.27±0.84 <sup>defg</sup> h	129.10±0.14 a	116.90±0.9 8 <sup>abcdefg</sup>	-9.44±0.86 <sup>h</sup>
		27	6.71±0.96 <sup>bcd</sup> e	126.80±12.7 2 <sup>abc</sup>	122.70±12. 2 <sup>ab</sup>	-3.22±0.23 <sup>abc</sup>
	0.6	30	5.87±0.50 <sup>cdef</sup> g	118.60±8.20 abcdefgf	113.20±8.7 6 <sup>abcdefghij</sup>	-4.58±0.79 <sup>abcde</sup>
		42	4.21±1.09 <sup>ghijk</sup>	128.70±1.83 ab	117.50±0.7 0 <sup>abcdef</sup>	-8.69±1.075 <sup>h</sup>
เทมเป้ ถั่วลิสง	0.2	24	4.18±0.37 <sup>ghijk</sup>	100.70±3.25 ghl	97.80±2.82 lm	-2.87±0.32 <sup>a</sup>
ลายเสือ		30	1.48±0.47 <sup>m</sup>	106.00±1.41 fight	101.40±1.9 7jklm	-4.34±0.59 <sup>abcde</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.4	42	3.66±0.54 <sup>hijkl</sup>	118.00±0.56 abcdefgf	110.75±2.4 3abcdeghijk	-6.14±1.64 <sup>efg</sup>
	24	2.94±1.49 <sup>klm</sup>	97.10±1.55 hl	94.40±1.69 m	-2.78±0.19 <sup>a</sup>
	30	4.92±1.07 <sup>efgh</sup> ij	112.40±11.3 1cdefgfigh	107.90±8.9 0defghijkl	-3.91±1.74 <sup>abcde</sup>
	42	4.24±1.06 <sup>ghijk</sup>	115.50±3.53 abcdefgfi	109.00±1.4 1cdefghijkl	-5.60±1.66 <sup>bcdef</sup>
0.6	24	2.25±1.72 <sup>lm</sup>	102.90±0.98 ighl	99.70±0.98 klm	-3.11±0.02 <sup>ab</sup>
	30	5.02±0.79 <sup>efgh</sup> i	98.85±0.91 hl	94.65±0.91 m	-4.24±0.02 <sup>abcde</sup>
	42	2.22±0.20 <sup>lm</sup>	114.50±3.53 abcdefgfi	107.80±2.5 4defghijkl	-5.84±0.68 <sup>cdefg</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=2) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูปที่ 4.1.2.1 ถั่วเหลือง หลังหมัก 21 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม

รูปที่ 4.1.2.2 ถั่วเขียว หลังหมัก 21 ชั่วโมง



ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม

ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม

ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม

รูปที่ 4.1.2.3 ถั่วเหลือง หลังหมัก 24 ชั่วโมง



ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม

ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม

ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม

รูปที่ 4.1.2.4 ถั่วลิสงลายเปลือก หลังหมัก 24 ชั่วโมง

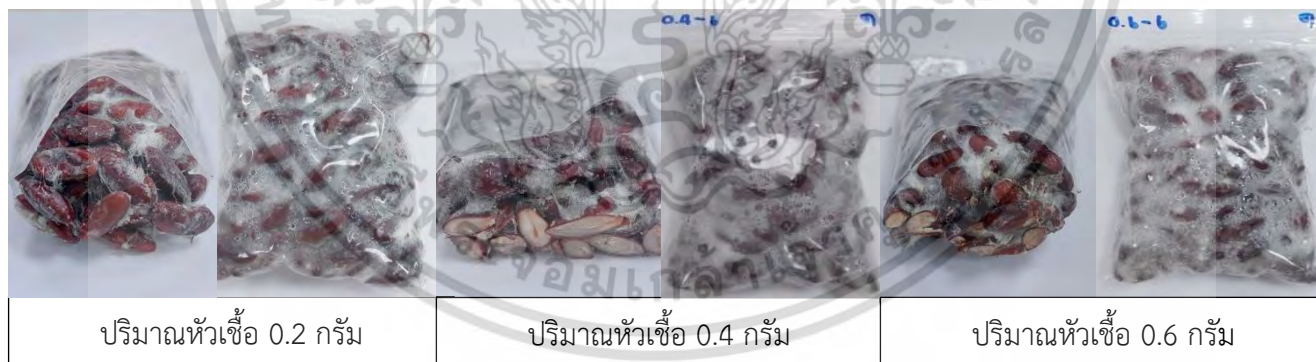
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.2.5 ถั่วเหลือง หลังหมัก 27 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1.2.6 ถั่วเขียว หลังหมัก 27 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1.2.7 ถั่วแดง หลังหมัก 27 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.2.8 ถัวยี่หว หลังหมัก 30 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1.2.9 ถั่วแดง หลังหมัก 30 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1.2.10 ถั่วลิสงลายเสือ หลังหมัก 30 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.2.11 ถั่วแดง หลังหมัก 42 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1.2.12 ถั่วลิสงลายเสือ หลังหมัก 42 ชั่วโมง

#### 4.1.2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.3 ซึ่งพบว่า เเทมเป้ถั่วเหลืองเมื่อระยะเวลาการเกิดเส้นใยเท่ากันโดยปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณฟีนอลิกที่ลดลงและเมื่อปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการเกิดเส้นใยที่ลดลง เเทมเป้ถั่วเขียวเมื่อระยะเวลาการเกิดเส้นใยเท่ากันโดยปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณฟีนอลิกที่ใกล้เคียงกันในปริมาณหัวเชื้อ 0.2 และ 0.4 และเมื่อปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการเกิดเส้นใยที่ลดลง เเทมเป้ถั่วแดงเมื่อระยะเวลาการเกิดเส้นใยเท่ากันโดยปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้นและเมื่อปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการเกิดเส้นใยที่ลดลง และเเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ เมื่อระยะเวลาการเกิดเส้นใยเท่ากันโดยปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณหัวเชื้อเท่ากัน ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ จะใช้ระยะเวลาในการเกิดเส้นใยที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ

#### ตารางที่ 4.1.2.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะเวลาการเกิดเส้นใย	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	ปริมาณฟีนอลิก (mg GAE /g DW)
----------	----------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทมเป้ถั่วเหลือง	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	3.88±0.04 <sup>hij</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	7.50±0.31 <sup>a</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	6.18±0.31 <sup>c</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	3.52±0.05 <sup>kl</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	4.51±0.10 <sup>g</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	7.24±0.05 <sup>b</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	3.68±0.12 <sup>jk</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	3.92±0.08 <sup>hi</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	3.55±0.12 <sup>k</sup>
เทมเป้ถั่วเขียว	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	3.51±0.03 <sup>kl</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	4.97±0.07 <sup>f</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	4.94±0.04 <sup>f</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	3.31±0.08 <sup>l</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	4.92±0.06 <sup>f</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	5.72±0.10 <sup>d</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	2.54±0.12 <sup>o</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	3.06±0.04 <sup>m</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	3.86±0.06 <sup>ij</sup>
เทมเป้ถั่วแดง	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	27	2.92±0.15 <sup>mn</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.59±0.02 <sup>o</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	3.55±0.05 <sup>k</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	27	2.82±0.04 <sup>n</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.81±0.07 <sup>n</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	3.50±0.13 <sup>kl</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	27	3.06±0.03 <sup>m</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.99±0.10 <sup>mn</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	3.82±0.20 <sup>ij</sup>
เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	3.85±0.19 <sup>ij</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	3.05±0.10 <sup>m</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	2.99±0.07 <sup>mn</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	2.48±0.10 <sup>o</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	4.08±0.02 <sup>h</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	4.43±0.06 <sup>s</sup>
	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	3.47±0.07 <sup>kl</sup>
0.6	มีเส้นใยอัดแน่น	30	5.61±0.08 <sup>d</sup>
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	5.25±0.15 <sup>e</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.1.2.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

##### การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity assay)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเหมาเป็ดด้วย DPPH ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.4 โดยพบว่า เหมาเป็ดหัวเหลืองและลิสงลายเสือเมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อที่ต่างกันจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ใกล้เคียงกัน และยังพบว่าที่ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่มากกว่าปริมาณหัวเชื้อ 0.2 และ 0.6 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ

##### การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเหมาเป็ดด้วย ABTS ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.4 โดยพบว่า เมื่อปริมาณหัวเชื้อในการหมักเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าที่ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ที่กว่าปริมาณหัวเชื้อ 0.2 และ 0.6 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.1.2.4** ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดเหมาเป็ดจากหัวเหลือง หัวเขียว หัวแดง และหัวลิสงลายเสือ

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะการเกิดเส้นใย	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	DPPH (µmol TE /g DW)	ABTS (µmol TE /g DW)
เหมาเป็ดหัวเหลือง	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	3.18±0.20 <sup>k</sup>	170.03±2.90 <sup>j</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	4.16±0.10 <sup>i</sup>	217.40±6.92 <sup>d</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	3.68±0.15 <sup>j</sup>	219.55±1.66 <sup>cd</sup>
เหมาเป็ดหัวเขียว	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	2.63±0.19 <sup>lm</sup>	194.70±3.57 <sup>f</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	2.74±0.13 <sup>l</sup>	202.10±1.45 <sup>e</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	4.07±0.09 <sup>j</sup>	229.05±3.99 <sup>b</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทพีแก้วเขียว	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	2.69±0.10 <sup>l</sup>	173.79±4.77 <sup>ij</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	3.50±0.14 <sup>j</sup>	228.43±2.57 <sup>b</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	3.67±0.08 <sup>l</sup>	243.50±2.00 <sup>a</sup>
	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	5.94±0.22 <sup>c</sup>	176.08±4.86 <sup>hi</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	7.41±0.10 <sup>a</sup>	224.63±4.54 <sup>bc</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	5.42±0.13 <sup>e</sup>	177.06±2.45 <sup>hi</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	6.00±0.09 <sup>c</sup>	174.64±6.12 <sup>ij</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	7.33±0.19 <sup>a</sup>	188.07±1.88 <sup>s</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	6.81±0.07 <sup>b</sup>	219.01±3.81 <sup>d</sup>
เทพีแก้วแดง	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	4.51±0.14 <sup>h</sup>	133.81±1.59 <sup>n</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	4.90±0.06 <sup>s</sup>	161.63±4.83 <sup>k</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	5.84±0.02 <sup>cd</sup>	200.76±1.39 <sup>e</sup>
	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	5.00±0.12 <sup>s</sup>	129.58±2.28 <sup>no</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	4.44±0.14 <sup>h</sup>	128.80±1.58 <sup>no</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	5.26±0.08 <sup>ef</sup>	162.14±1.73 <sup>k</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	2.99±0.13 <sup>k</sup>	143.40±3.02 <sup>m</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	4.91±0.70 <sup>s</sup>	118.89±1.24 <sup>p</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	5.70±0.09 <sup>d</sup>	181.11±0.77 <sup>h</sup>
เทพีแก้วลิสง ลายเสือ	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	5.83±0.10 <sup>cd</sup>	147.11±4.73 <sup>m</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	5.65±0.09 <sup>d</sup>	173.83±4.86 <sup>ij</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	5.07±0.10 <sup>fg</sup>	172.14±1.07 <sup>ij</sup>
	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	1.97±0.17 <sup>q</sup>	93.10±1.07 <sup>p</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.32±0.10 <sup>no</sup>	127.98±2.58 <sup>o</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	2.07±0.04 <sup>pq</sup>	116.87±1.43 <sup>p</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	2.24±0.05 <sup>op</sup>	115.21±2.60 <sup>p</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.46±0.06 <sup>mn</sup>	131.79±0.47 <sup>no</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	2.60±0.08 <sup>lm</sup>	152.84±1.07 <sup>l</sup>
0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	2.25±0.90 <sup>op</sup>	127.89±2.98 <sup>o</sup>	
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	2.26±0.07 <sup>p</sup>	145.10±2.85 <sup>m</sup>	
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	2.44±0.15 <sup>mno</sup>	144.13±3.38 <sup>m</sup>	

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณหัวเชื้อเทมเป้แตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.5 ซึ่งพบว่าสถานะของเทมเป้ถั่วเหลืองที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 13.53 mg QE /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วเขียวที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเขียว ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 7.20 mg QE /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วแดงที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วแดง ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 5.96 mg QE /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ( 5.96 mg QE /g DW)

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมากที่สุดในการสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่มากที่สุด (13.53 mg QE /g DW) และเทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ของถั่วแดงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (3.22 mg QE /g DW)

เมื่อเทมเป้ถั่วเหลืองเพิ่มปริมาณหัวเชื้อมากขึ้น ได้แก่ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัม การเกิดระยะเส้นใยใช้ระยะเวลาน้อยลง ปริมาณหัวเชื้อเทมเป้ถั่วเขียว 0.2 และ 0.4 กรัม ใช้ระยะเวลาการเกิดระยะเส้นใยที่เท่ากัน ปริมาณหัวเชื้อเทมเป้ถั่วแดง ถั่วลิสงลายเสือ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัม ใช้ระยะเวลาการเกิดระยะเส้นใยที่เท่ากัน

ตารางที่ 4.1.2.5 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะการเกิดเส้น ใย	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	ปริมาณ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE /g DW)
เทมเป้ถั่วเหลือง	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	7.80±0.10 <sup>s</sup>
		มีเส้นใย	27	13.53±0.18 <sup>a</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	30	9.29±0.08 <sup>e</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	7.50±1.77 <sup>h</sup>
		มีเส้นใย	24	8.27±0.12 <sup>f</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	27	12.63±0.22 <sup>b</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	10.17±0.04 <sup>d</sup>
		มีเส้นใย	24	8.07±0.38 <sup>f</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	27	12.37±0.26 <sup>c</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	5.80±0.04 <sup>l</sup>
		มีเส้นใย	27	
		เชื้อราเจริญเติบโต	30	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		มีเส้นใย	27	7.20±0.08 <sup>i</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	30	5.58±0.09 <sup>M</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	6.64±0.05 <sup>j</sup>
	0.4	มีเส้นใย	27	4.88±0.95 <sup>qr</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	30	6.28±0.19 <sup>k</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	4.72±0.04 <sup>rs</sup>
	0.6	มีเส้นใย	24	5.12±0.13 <sup>nop</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	27	5.92±0.12 <sup>l</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	4.86±0.09 <sup>qr</sup>
	0.2	มีเส้นใย	30	3.24±0.06 <sup>w</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	6.48±0.10 <sup>jk</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	5.96±0.07 <sup>l</sup>
เทมเป้ถั่วแดง	0.4	มีเส้นใย	30	3.78±0.04 <sup>t</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	5.84±0.08 <sup>l</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	4.96±0.07 <sup>pq</sup>
	0.6	มีเส้นใย	30	5.02±0.03 <sup>opq</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	6.00±0.05 <sup>l</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	5.95±0.08 <sup>l</sup>
	0.2	มีเส้นใย	30	4.05±0.04 <sup>fu</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	5.32±0.05 <sup>M</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	4.99±0.06 <sup>uv</sup>
เทมเป้ถั่วลิสงลาย เสือ	0.4	มีเส้นใย	30	4.82±0.06 <sup>v</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	5.20±0.03 <sup>no</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	3.89±0.11 <sup>st</sup>
	0.6	มีเส้นใย	30	4.12±0.09 <sup>f</sup>
		เชื้อราเจริญเติบโต	42	6.58±0.08 <sup>s</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.1.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Bradford assay)

ปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณหัวเชื้อเทมเป้แตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.6 ซึ่งพบว่าสถานะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเทมเป้ถั่วเหลืองที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 66.21 mg BSA /g DW) สภาวะของเทมเป้ถั่วเขียวที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเขียว ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 76.19 mg BSA /g DW) สภาวะของเทมเป้ถั่วแดงที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วแดง ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 12.50 mg BSA /g DW) สภาวะของเทมเป้ถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 21.42 mg BSA /g DW)

ปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดมากที่สุดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ เทมเป้ถั่วเขียวปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบโปรตีนที่มากที่สุด (80.54 mg BSA /g DW) และเทมเป้ถั่วแดงปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบโปรตีนที่ต่ำที่สุด (8.82 mg BSA /g DW)

เมื่อเทมเป้ถั่วเหลืองเพิ่มปริมาณหัวเชื้อมากขึ้น ได้แก่ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัม การเกิดระยะเส้นใยใช้ระยะเวลาน้อยลง ปริมาณหัวเชื้อเทมเป้เขียว ถั่วแดง ถั่วลิสงลายเสือ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัมใช้ระยะเวลาการเกิดระยะเส้นใยที่เท่ากัน

ตารางที่ 4.1.2.6 ปริมาณโปรตีนทั้งหมดของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือ

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะการเกิดเส้นใย	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (mg BSA /g DW)	
เทมเป้ถั่วเหลือง	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	25.62±0.32 <sup>hij</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	66.21±1.54 <sup>d</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	62.65±0.73 <sup>f</sup>	
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	29.20±0.67 <sup>fi</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	30.88±0.33 <sup>l</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	64.32±1.22 <sup>e</sup>	
	0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	39.99±0.99 <sup>i</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	55.67±0.59 <sup>s</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	67.45±0.47 <sup>c</sup>	
	เทมเป้ถั่วเขียว	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	12.21±0.04 <sup>uw</sup>
			มีเส้นใยอัดแน่น	27	32.89±1.18 <sup>j</sup>
			เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	55.65±0.54 <sup>s</sup>
0.4		เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	14.51±0.17 <sup>p</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	76.19±0.40 <sup>b</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	80.54±0.66 <sup>a</sup>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทมเป้ถั่วแดง	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	21	11.01±0.10 <sup>x</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	12.64±0.14 <sup>stu</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	43.29±0.32 <sup>h</sup>
	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	8.82±0.20 <sup>y</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	9.74±0.14 <sup>y</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	13.71±0.20 <sup>pqr</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	12.49±0.16 <sup>stu</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	11.37±0.13 <sup>wx</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	13.86±0.15 <sup>pqr</sup>
เทมเป้ถั่วลิสงลาย เสือ	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	12.43±0.13 <sup>tu</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	12.50±0.25 <sup>stu</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	12.68±0.25 <sup>stu</sup>
	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	12.07±0.26 <sup>uw</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	13.45±0.22 <sup>qrs</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	17.58±0.29 <sup>o</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	13.25±0.25 <sup>rst</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	21.42±0.32 <sup>n</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	25.72±0.32 <sup>m</sup>
0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	14.26±0.32 <sup>pq</sup>	
	มีเส้นใยอัดแน่น	30	20.62±0.16 <sup>n</sup>	
	เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	20.54±0.23 <sup>n</sup>	

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวยกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ )

#### 4.1.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์

ปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสือที่มีปริมาณหัวเชื้อเทมเป้แตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1.2.7 ซึ่งพบว่าสถานะของเทมเป้ถั่วเหลืองที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเหลือง ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 101.13 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วเขียวที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วเขียว ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 27 ชั่วโมง ( 106.91 mg BSA /g DW) สถานะของเทมเป้ถั่วแดงที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วแดง ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 83.86 mg BSA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/g DW) สภาวะของเทมเป้ถั่วลิสงลายเสื่อที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ได้แก่ เทมเป้ถั่วลิสงลายเสื่อ ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ( 79.06 mg BSA /g DW)

ปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดมากที่สุดในสารสกัดเทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสื่อเทมเป้ ได้แก่ ถั่วเขียวปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลา 30 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์มากที่สุด (110.74 mg BSA /g DW) และเทมเป้ถั่วลายเสื่อปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (50.32 mg BSA /g DW)

เมื่อเทมเป้ถั่วเหลืองเพิ่มปริมาณหัวเชื้อมากขึ้น ได้แก่ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัม การเกิดระยะเส้นใยใช้ระยะเวลาน้อยลง ปริมาณหัวเชื้อเทมเป้ถั่วเขียว 0.2 และ 0.4 กรัมใช้ระยะเวลาการเกิดระยะเส้นใยที่เท่ากัน ปริมาณหัวเชื้อเทมเป้ถั่วแดง ถั่วลิสงลายเสื่อ 0.2 0.4 และ 0.6 กรัมใช้ระยะเวลาการเกิดระยะเส้นใยที่เท่ากัน

#### ตารางที่ 4.1.2.7 ปริมาณเปปไทด์ทั้งหมดของสารสกัดเทมเป้จากถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสื่อ

ตัวอย่าง	ปริมาณหัวเชื้อ ( กรัม )	ระยะการ เกิดเส้นใย	ระยะเวลา ( ชั่วโมง )	ปริมาณ เปปไทด์ทั้งหมด (mg BSA /g DW)	
เทมเป้ถั่วเหลือง	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	86.65±0.52 <sup>Kl</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	100.53±0.72 <sup>ef</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	100.04±4.77 <sup>ef</sup>	
	0.4	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	98.54±0.94 <sup>s</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	99.76±0.17 <sup>fs</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	104.99±1.06 <sup>c</sup>	
	0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	98.68±0.48 <sup>s</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	24	101.13±0.70 <sup>de</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	102.05±0.69 <sup>d</sup>	
	เทมเป้ถั่วเขียว	0.2	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	93.81±0.90 <sup>h</sup>
			มีเส้นใยอัดแน่น	27	99.52±0.39 <sup>fs</sup>
			เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	102.16±0.73 <sup>d</sup>
0.4		เริ่มมีเส้นใยสีขาว	24	101.95±0.80 <sup>d</sup>	
		มีเส้นใยอัดแน่น	27	106.91±1.08 <sup>b</sup>	
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	30	110.74±0.62 <sup>a</sup>	
0.6	เริ่มมีเส้นใยสีขาว	21	82.78±0.77 <sup>n</sup>		
	มีเส้นใยอัดแน่น	24	85.98±0.65 <sup>lm</sup>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	27	91.26±0.70 <sup>i</sup>
		เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	58.98±0.52 <sup>w</sup>
	0.2	มีเส้นใยอัดแน่น	30	64.15±0.96 <sup>t</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	87.82±1.11 <sup>K</sup>
เทมเป้ถั่วแดง	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	76.00±0.35 <sup>p</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	62.66±1.18 <sup>u</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	86.61±0.83 <sup>Kl</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	27	72.29±0.78 <sup>q</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	83.86±0.72 <sup>jk</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	89.06±0.48 <sup>j</sup>
เทมเป้ถั่วลันเตา เสื่อ	0.2	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	50.32±0.24 <sup>X</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	60.39±1.10 <sup>v</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	64.21±0.64 <sup>t</sup>
	0.4	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	67.79±0.29 <sup>r</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	79.05±0.35 <sup>o</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	85.33±0.55 <sup>m</sup>
	0.6	เริ่มมีเส้นใยเชื้อรา	24	90.76±0.87 <sup>i</sup>
		มีเส้นใยอัดแน่น	30	65.64±0.65 <sup>s</sup>
		เริ่มเกิดสปอร์สีเทา	42	72.42±0.56 <sup>q</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### 4.2 การพัฒนาขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

จากการทดลองจะได้ระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อในการหมักเทมเป้ที่เหมาะสม โดยระยะเวลาในการหมักจะเลือกจากระยะที่มีเส้นใยราสีขาวอัดตัวแน่น และปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมจะเลือกจากปริมาณสารสำคัญที่สูงที่สุด โดยถั่วแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อในการหมักเทมเป้ คือ ถั่วเหลืองใช้เวลาในการหมัก 27 ชั่วโมง ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ถั่วเขียวใช้เวลาในการหมัก 27 ชั่วโมง ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ถั่วแดงใช้เวลาในการหมัก 30 ชั่วโมง ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 กรัม และถั่วลันเตาเสื่อใช้เวลาในการหมัก 30 ชั่วโมง ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม

ในการพัฒนาขนมอบกรอบจากเทมเป้จะพัฒนาสูตรโดยการกำหนดอัตราส่วนของเทมเป้และอัตราส่วนของแป้งผสม โดยมีอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม คือ 60:40, 70:30 และ 80:20 ในส่วนของเทมเป้จะมีการใช้เทมเป้จากถั่วเหลือง และการใช้เทมเป้จากถั่วทั้ง 4 ชนิด คือ เทมเป้ถั่วเหลือง เทมเป้ถั่วเขียว เทมเป้ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดง และเทมเป้ถั่วลันเตาสีเหลือง ในอัตราส่วนต่างกัน โดยเทมเป้ก่อนการนำมาทำขนมจะนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และนำมาบดลดขนาดก่อนนำมาใช้



รูปที่ 4.2.1 เทมเป้ถั่วเหลืองอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40



รูปที่ 4.2.2 เทมเป้ถั่วผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะแป้งก่อนนี้



ลักษณะแป้งหลังนี้



ลักษณะขมหลังอบ

รูปที่ 4.2.3 เหมแป้งผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเหมแป้งต่อแป้งผสม 70:30



ลักษณะแป้งก่อนนี้



ลักษณะแป้งหลังนี้



ลักษณะขมหลังอบ

รูปที่ 4.2.4 เหมแป้งผสมอบแห้ง 105 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเหมแป้งต่อแป้งผสม 80:20

จากการศึกษาพบว่าขมแผ่นเหมแป้งกรอบที่ได้มีลักษณะที่ยากต่อการผลิตโดยเฉพาะแป้งจากเหมแป้งเหลือง 60:40 ที่ไม่สามารถปั้นขึ้นรูปได้ในลักษณะของแป้งก่อนนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.1 คุณภาพด้านรสชาติที่มีความขมและมีกลิ่นคาวจากเหมแป้งแห้ง 105 องศาเซลเซียส ลักษณะสีของขมแผ่นเหมแป้งกรอบที่ได้หลังการอบมีสีเข้มจากการควบคุมอุณหภูมิให้สุกกรอบได้ยาก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทำให้มีการปรับเปลี่ยนการใช้เหมแป้ง โดยจากการที่ใช้เหมแป้งแห้ง 105 องศาเซลเซียส เปลี่ยนมาใช้เป็นเหมแป้งที่อบในอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

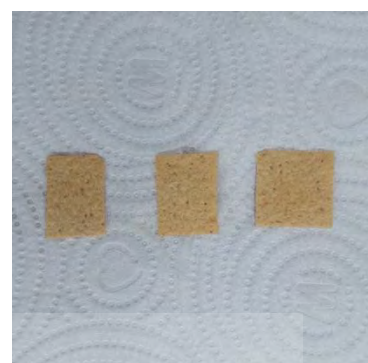
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะแป้งก่อนนี้้ง

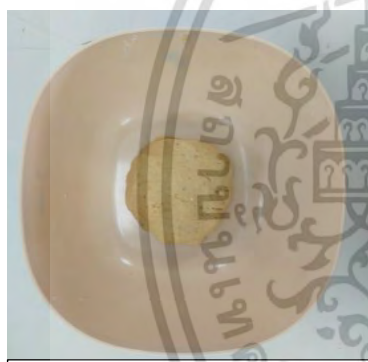


ลักษณะแป้งหลังนี้้ง

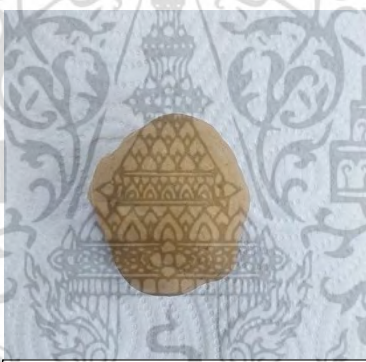


ลักษณะขนมหลังอบ

รูปที่ 4.2.5 เหมแป้งหัวเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที  
อัตราส่วนแป้งต่อแป้งผสม 60:40



ลักษณะแป้งก่อนนี้้ง



ลักษณะแป้งหลังนี้้ง



ลักษณะขนมหลังอบ

รูปที่ 4.2.6 เหมแป้งหัวเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที  
อัตราส่วนแป้งต่อแป้งผสม 70:30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะแป็งก่อนนี้้ง

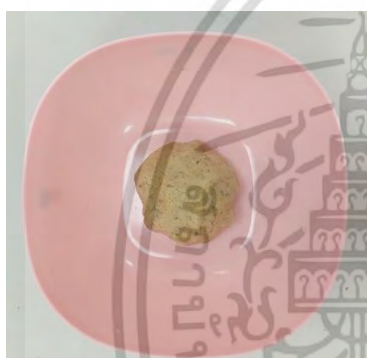


ลักษณะแป็งหลังนี้้ง

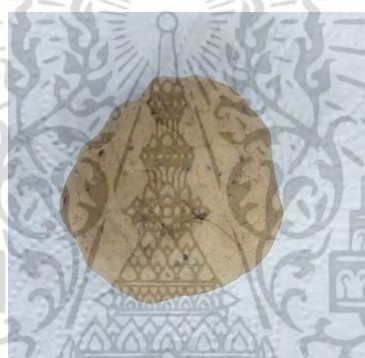


ลักษณะขนมหลังอบ

รูปที่ 4.2.7 เหมเป็ถั่วเหลืองอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที  
อัตราส่วนเหมเป็ต่อแป็งผสม 80:20



ลักษณะแป็งก่อนนี้้ง

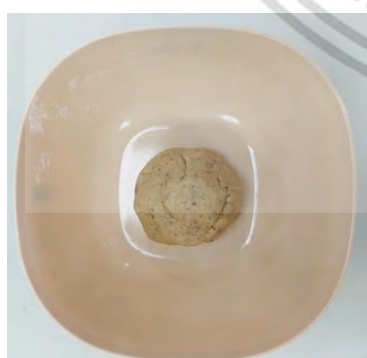


ลักษณะแป็งหลังนี้้ง



ลักษณะขนมหลังอบ

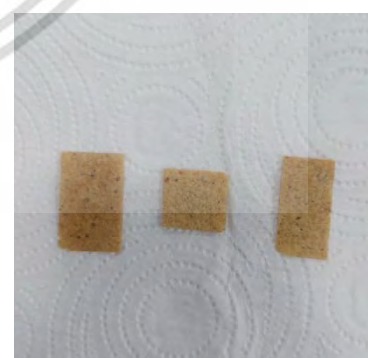
รูปที่ 4.2.8 เหมเป็ถั่วผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที  
อัตราส่วนเหมเป็ต่อแป็งผสม 60:40



ลักษณะแป็งก่อนนี้้ง



ลักษณะแป็งหลังนี้้ง



ลักษณะขนมหลังอบ

รูปที่ 4.2.9 เหมเป็ถั่วผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อัตราส่วนเหมเป็ต่อแป็งผสม 70:30  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.10 เเทมแป้งกล้วยผสมอบ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที  
อัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 80:20

การทดลองเปลี่ยนมาใช้เทมแป้ง 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้ได้ลักษณะของขนมแผ่นเทมแป้งกรอบดีขึ้น ทั้งด้านรสชาติ กลิ่น สี และความกรอบ ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งโดยเพิ่มเทมแป้งมากขึ้นจะส่งผลให้แป้งหลังการนึ่งมีลักษณะที่นิ่มขึ้นทำให้การรีดแป้งเป็นแผ่นบางมีความยากขึ้น โดยเฉพาะการใช้เทมแป้งผสมในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 80:20 ที่ไม่สามารถรีดแป้งให้เป็นแผ่นบางได้จากรูป 4.2.10 จะเห็นได้ว่าลักษณะแป้งหลังรีดเป็นแผ่นหนาทำให้ไม่สามารถอบเป็นแผ่นอบกรอบได้ อีกทั้งการใช้เทมแป้งผสมจะใช้ระยะเวลาในการอบที่เพิ่มขึ้นโดยการใช้เทมแป้งเหลืองจะใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 16 นาที ในการอบ ส่วนการใช้เทมแป้งผสมจะใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 60:40 และใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 70:30 เพื่อให้ขนมมีความสุกกรอบ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมแป้ง นำเทมแป้งสดทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ เทมแป้งเหลือง เทมแป้งเขียว เทมแป้งแดง และเทมแป้งลายเสือ มาอบอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้ลักษณะผลิตภัณฑ์อบกรอบดีขึ้น พบว่า เทมแป้งเขียว ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลาหมัก 27 ชั่วโมงหลังอบมีความชื้นมากที่สุด ( 45.54 % wet basis) เทมแป้งลายเสือ ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 กรัม ระยะเวลาหมัก 30 ชั่วโมงหลังอบมีความชื้นต่ำที่สุด ( 15.34 % wet basis)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมแป้งทั้งหมด 5 สูตร นำไปอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง พบว่า ขนมอบกรอบจากเทมแป้งเหลืองในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 70:30 ไม่มีความแตกต่างกับขนมอบกรอบจากเทมแป้งเหลืองในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 80:30 และขนมอบกรอบจากเทมแป้งเหลืองในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 60:40 ไม่มีความแตกต่างกับขนมอบกรอบจากเทมแป้งผสมในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 70:30 ขนมอบกรอบจากเทมแป้งผสมในอัตราส่วนเทมแป้งต่อแป้งผสม 60:40 มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นมากที่สุด (7.95 เปอร์เซ็นต์) ขนมอบกรอบจากเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 มีความชื้นต่ำที่สุด 0.74 เปอร์เซ็นต์)

ตาราง 4.2.1 ความชื้นเทมเป้หลังอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

ตัวอย่าง	ความชื้น (% wet basis)
เทมเป้ถั่วเหลือง	37.93±0.48 <sup>b</sup>
เทมเป้ถั่วเขียว	45.54±2.07 <sup>a</sup>
เทมเป้ถั่วแดง	22.48±0.06 <sup>c</sup>
เทมเป้ถั่วลิสงลายเสือ	15.34±0.07 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=2) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*เทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

ตารางที่ 4.2.2 ความชื้นของขนมอบกรอบจากเทมเป้ทั้ง 5 สูตร หลังอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ความชื้น (%)
	เทมเป้ต่อแป้งผสม	
เทมเป้ถั่วเหลือง	60:40	0.74±0.06 <sup>c</sup>
	70:30	3.81±0.29 <sup>b</sup>
	80:20	3.24±0.07 <sup>b</sup>
เทมเป้ถั่วผสม	60:40	7.95±1.18 <sup>a</sup>
	70:30	3.09±3.04 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=2) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*เทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

#### 4.2.1 ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ ในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.3 ซึ่งพบว่าขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่สูงที่สุด (4.29 mg GAE /g DW) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 (4.20 mg GAE /g DW) และเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 (4.25 mg GAE /g DW) ดังนั้น ขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบจากการใช้เทมเป้ถั่วเหลือง ในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 และอัตราส่วน 80:20 จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด และการใช้เทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.3 ซึ่งพบว่าขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สูงที่สุด (0.19 mg QE /g DW) ขนมเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (0.07mg QE /g DW) ขนมเทมเป้เหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ไม่มีความแตกต่างกับขนมเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (0.10 mg QE /g DW)

ตารางที่ 4.2.3 ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ ในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมเป้

ตัวอย่าง	อัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม	ปริมาณฟีนอลิก (mg GAE /g DW)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg QE /g DW)
เทมเป้ ถั่วเหลือง	60:40	3.80±0.11 <sup>c</sup>	0.10±0.00 <sup>c</sup>
	70:30	4.20±0.05 <sup>ab</sup>	0.16±0.02 <sup>b</sup>
	80:20	4.29±0.04 <sup>a</sup>	0.19±0.00 <sup>a</sup>
เทมเป้ ถั่วผสม	60:40	4.15±0.06 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>c</sup>
	70:30	4.25±0.08 <sup>ab</sup>	0.07±0.5 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*เทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

#### 4.2.2 ปริมาณโปรตีน และปริมาณเปปไทด์ในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมเป้

ปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดในขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.4 ซึ่งพบว่าขนมเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 มีปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดที่สูงที่สุด (29.35 mg BSA /g DW) ขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 มีปริมาณสารประกอบโปรตีนทั้งหมดต่ำที่สุด ( 23.18 mg BSA /g DW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดในขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.4 ซึ่งพบว่าขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดที่สูงที่สุด ( 156.64 mg BSA /g DW) ขนมเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 มีปริมาณสารประกอบเปปไทด์ทั้งหมดต่ำที่สุด ( 146.15 mg BSA /g DW)

**ตารางที่ 4.2.4** ปริมาณโปรตีน และปริมาณเปปไทด์ในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมเป้

ตัวอย่าง	อัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม	ปริมาณโปรตีน (mg BSA /g DW)	ปริมาณเปปไทด์ (mg BSA /g DW)
เทมเป้ ถั่วเหลือง	60:40	17.25±0.20 <sup>e</sup>	128.86±0.40 <sup>c</sup>
	70:30	20.10±0.25 <sup>d</sup>	156.64±0.43 <sup>a</sup>
	80:20	21.50±0.24 <sup>c</sup>	146.15±0.31 <sup>b</sup>
เทมเป้ ถั่วผสม	60:40	23.18±0.64 <sup>b</sup>	119.37±0.55 <sup>d</sup>
	70:30	29.35±0.64 <sup>a</sup>	124.72±2.70 <sup>e</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\*เทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

#### 4.2.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity assay)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบด้วย DPPH ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.4 โดยพบว่า ขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูงที่สุด (1.44  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับขนมเทมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 (1.38  $\mu\text{mol TE /g DW}$ )

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเทมเป้ด้วย ABTS ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.4 โดยพบว่า ขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 จะมีความสามารถในการต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลอิสระ ABTS ที่สูงที่สุด (29.56  $\mu\text{mol TE /g DW}$ ) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับขนมเทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 (30.74  $\mu\text{mol TE /g DW}$ )

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS พบว่าขนมแผ่นเทมเป้อบกรอบจากการใช้เทมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ที่ดีที่สุด

**ตารางที่ 4.2.5** ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS ของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

ตัวอย่าง	อัตราส่วน เทมเป้ต่อแป้งผสม	DPPH ( $\mu\text{mol TE /g DW}$ )	ABTS ( $\mu\text{mol TE /g DW}$ )
ขนมเทมเป้ถั่วเหลือง	60:40	0.78 $\pm$ 0.82 <sup>b</sup>	26.40 $\pm$ 0.31 <sup>d</sup>
	70:30	1.44 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	30.74 $\pm$ 1.35 <sup>ab</sup>
	80:20	0.70 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	27.24 $\pm$ 0.51 <sup>cd</sup>
ขนมเทมเป้ผสม	60:40	0.80 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	32.31 $\pm$ 1.60 <sup>a</sup>
	70:30	1.38 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	28.92 $\pm$ 1.54 <sup>bc</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*เทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

#### 4.2.4 สีของผลิตภัณฑ์ขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

ลักษณะสีของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.6 ค่า  $L^*$  วัดความสว่างของผลิตภัณฑ์  $L^* = 0$  หมายถึงสีดำ และ  $L^* = 100$  หมายถึงสีขาว พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนเทมเป้ถั่วเหลืองต่อแป้งผสมจะทำให้ค่า  $L^*$  ลดลงสาเหตุมาจากเมื่อเพิ่มอัตราส่วนเทมเป้จะทำให้ควบคุมอุณหภูมิในการอบขนมเทมเป้เป็นแผ่นอบกรอบได้ยากเนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณเทมเป้จะส่งผลให้ขนมมีลักษณะที่เหม็นง่าย และตัวอย่างของเทมเป้ผสมที่ทำให้ค่า  $L^*$  ลดลงสาเหตุมาจากการใส่ถั่วแดงและถั่วเขียวที่มีเปลือกทำให้สีของขนมเข้มขึ้น ในส่วนของค่า  $a^*$  แสดงถึงความมีสีแดงของขนม พบว่าเมื่อค่า  $a^*$  มีค่าสูงขึ้น และค่า  $L^*$  มีค่าลดลงจะเป็นตัวบ่งชี้การเกิดปฏิกิริยา Maillard และค่า  $C^*$  ของขนมเทมเป้จะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.2.6** ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง	อัตราส่วน เทมเป้ต่อ แป้งผสม	$L^*$	$a^*$	$b^*$	ความเข้มสี ( $C^*$ )	ค่ามุมของ สี ( $h$ )	ความต่างของ สีโดยรวม ( $\Delta E$ )
----------	-----------------------------------	-------	-------	-------	-------------------------	-------------------------	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่ว เหลือง	60:40	57.39±2.21 <sup>a</sup>	8.77±1.17 <sup>b</sup>	32.80±2.43 <sup>a</sup>	33.96±2.63 <sup>a</sup>	1.31±0.02 <sup>b</sup>	54.29±1.51 <sup>c</sup>
	70:30	51.22±1.17 <sup>b</sup>	10.58±1.01 <sup>a</sup>	31.60±1.37 <sup>a</sup>	33.33±1.59 <sup>a</sup>	1.25±0.02 <sup>c</sup>	58.80±0.79 <sup>b</sup>
	80:20	54.63±1.50 <sup>a</sup>	6.26±1.27 <sup>c</sup>	28.93±2.55 <sup>b</sup>	29.60±2.75 <sup>b</sup>	1.36±0.03 <sup>a</sup>	53.89±2.65 <sup>c</sup>
นมเป้ ผสม	60:40	45.20±3.28 <sup>c</sup>	8.52±0.49 <sup>b</sup>	27.55±1.18 <sup>b</sup>	28.84±1.12 <sup>b</sup>	1.27±0.02 <sup>c</sup>	61.62±2.40 <sup>a</sup>
	70:30	51.44±3.20 <sup>b</sup>	7.75±0.50 <sup>b</sup>	27.77±1.12 <sup>b</sup>	28.83±1.01 <sup>b</sup>	1.30±0.02 <sup>b</sup>	56.19±2.47 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=6) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*นมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนนมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

#### 4.2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากนมเป้

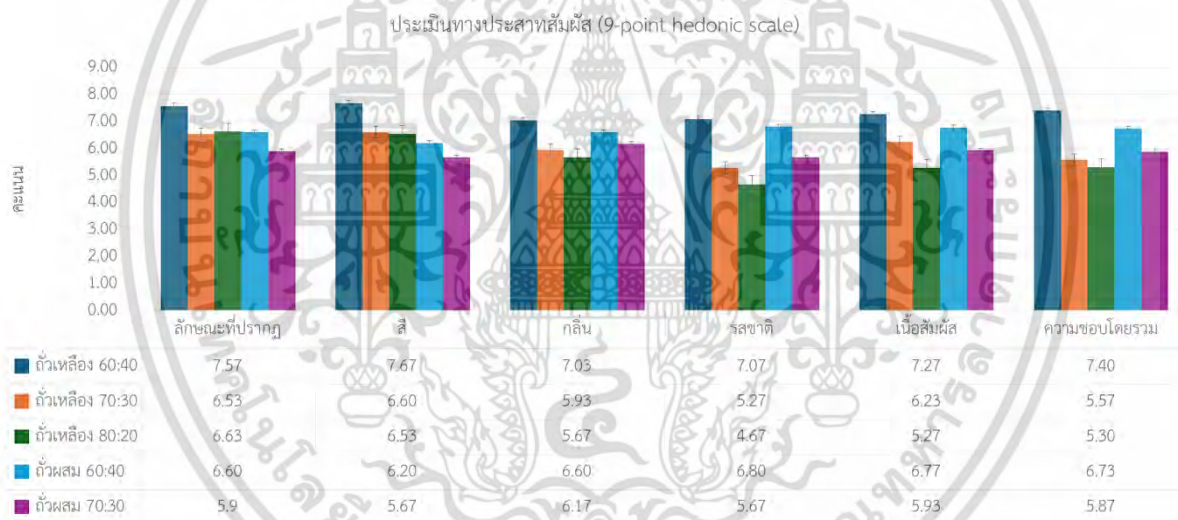
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากนมเป้ทั้ง 5 สูตรได้แก่ สูตรที่ 1 ถั่วเหลือง อัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 สูตรที่ 2 ถั่วเหลือง อัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้ง 70:30 สูตรที่ 3 ถั่วเหลือง อัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 80:20 สูตรที่ 4 ถั่วผสม อัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 และสูตรที่ 5 ถั่วผสม อัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 70:30 ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้การทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ( 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ) ประเมินจากคะแนนของผู้ทดสอบชิมจากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังภาพ 4.3.1 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสจากผู้สอบ พบว่า ลักษณะที่ปรากฏของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุด ( 7.57 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 70:30 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 5.9 คะแนน ) สีผลิตภัณฑ์ของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุด ( 7.67 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 70:30 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 5.67 คะแนน ) กลิ่นผลิตภัณฑ์ของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุด ( 7.03 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 70:30 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 5.93 คะแนน ) รสชาติผลิตภัณฑ์ของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุด ( 7.07 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วผสมอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 80:20 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 4.67 คะแนน ) เนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุด ( 7.27 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 80:20 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 5.29 คะแนน ) ความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ของขนมอบกรอบจากนมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วนปริมาณนมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 ได้คะแนนจากผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบมากที่สุด ( 7.40 คะแนน ) ขนมอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลืองอัตราส่วนปริมาณเทมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 80:20 ได้คะแนนจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด ( 5.30 คะแนน )

เมื่อเทียบในกลุ่มสภาวะขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลือง พบว่า จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ชื่นชอบขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลืองอัตราส่วนปริมาณเทมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 มากที่สุดของทุกคุณลักษณะที่ใช้ทดสอบ ในกลุ่มสภาวะขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยผสม พบว่า จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ชื่นชอบขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลืองอัตราส่วนปริมาณเทมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 มากที่สุดของทุกคุณลักษณะที่ใช้ทดสอบ

เมื่อเทียบในกลุ่มสภาวะขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ทั้ง 5 สูตร พบว่าจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ชื่นชอบขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลืองอัตราส่วนปริมาณเทมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 มากที่สุดของทุกคุณลักษณะที่ใช้ทดสอบ อาจเนื่องจากขนมแผ่นอบกรอบจากเทมเป้ถ้วยเหลืองอัตราส่วนปริมาณเทมเป้ต่อปริมาณแป้งผสม 60:40 พัฒนาจากเทมเป้ถ้วยเหลืองที่เป็นถ้วยพื้นฐานในการทำเทมเป้ และยังเป็นเทมเป้ถ้วยชนิดที่นิยมรับประทานทำให้เกิดความคุ้นชิน และเป็นที่ยอมรับมากกว่าสูตรอื่น



**รูปที่ 4.2.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเทมเป้ทั้ง 5 สูตร**

จากผลการการศึกษาวิเคราะห์สารสำคัญต่างๆในเทมเป้ และขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบ พบว่ามีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้นจากถ้วยดิบและให้คุณค่าทางโภชนาการ เปปไทด์เป็นสารสำคัญที่ได้จากถ้วยเหลืองมีคุณสมบัติในการลดโคเลสเตอรอลผ่านกลไกการทำงาน 1. การจับกับน้ำดี เกลือ หรือไขมัน และยับยั้งการละลายของไมเซลล์โคเลสเตอรอลในระบบทางเดินอาหาร 2. หยุดการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลโดยการยับยั้งกิจกรรม HMGCoAR (Li, J. et al. 2024)

จากผลการทดลองในกระบวนการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบใช้อุณหภูมิอบขนมแผ่นอบกรอบ 100 องศาเซลเซียส และอบเทมเป้สด 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ 100 และ 200 องศาเซลเซียสอาจส่งผลให้สารสำคัญต่างๆในขนมแผ่นอบกรอบมีแนวโน้มที่ลดลง และเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบผลงานวิจัยของ ( Suwannachot, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

et al.) ที่ศึกษาผลการให้ความร้อนด้วยวิธีการอบต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้าห่าม พบว่า ปริมาณความชื้น ของกล้วยที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 90 และ 135 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่อุณหภูมิ ที่ 180 องศาเซลเซียสมีค่าลดลงเนื่องจากความร้อนสูงทำให้สูญเสีย น้ำ ปริมาณโปรตีนที่อุณหภูมิการอบ 90 และ 135 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ 30, 45 และ 60 นาที มีค่าไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ( $P > 0.05$ ) นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเวลายังส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (FRAP) มีค่าเพิ่มขึ้น ( $P \leq 0.05$ ) เนื่องด้วยการอบกล้วยทั้งเปลือกเพราะในเปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกเมื่อให้ความร้อนที่สูงจะทำให้ปลดปล่อย cell wall phenolics หรือ bound phenolics ออกมาและอาจรวมตัวกับเนื้อกล้วยทำให้มีค่าสารที่สูงขึ้น

จากผลการทดลองในกระบวนการผลิตเทมเป้โดยใช้ถั่วชนิดต่างๆมาหมักกับเชื้อราหมักเป็นเวลา 21-30 ชั่วโมงส่งผลให้สารสำคัญต่างๆมีเพิ่มจากเดิม เมื่อเทียบผลงานวิจัยของ (Teoh, et al. 2024) ที่ศึกษา A review on health benefits and processing of tempeh with outlines on its functional microbes พบว่าเทมเป้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าถั่วดิบ โดยการหมักถั่วทำให้เกิดการผลิตสารเมตาบอไลต์ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มวิตามิน เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ แบคทีเรียเป็นตัวช่วยที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเชื้อราเป็นตัวช่วยให้เกิดราเส้นใยปกคลุมและสร้างเอนไซม์สลายส่วนประกอบต่างๆให้อยู่ในรูปที่ย่อยง่าย หรือสามารถเพิ่มวิตามินโดยหมักด้วยเชื้อ *R. Oligosporus* และ *S. cerevisiae* มีปริมาณวิตามินบี12 มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ *R. oligosporus* และ *K. pneumonie* ที่มีปริมาณวิตามินบี12 ต่ำกว่า

#### 4.2.6 การทดสอบค่ากิจกรรมของน้ำ

ปริมาณน้ำอิสระในอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 4.2.7 ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบ จะอยู่ระหว่าง 0.16 ของเทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วน 70:30 จนถึง 0.28 ของเทมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วน 70:30 โดยแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบมีปริมาณน้ำอิสระที่น้อยซึ่งจะสามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิดการเน่าเสียเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง

ตารางที่ 4.2.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ และลักษณะความแข็งของผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบ

ตัวอย่าง	อัตราส่วนเทมเป้ต่อ	ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร	Hardness
	แป้งผสม	(Water Activity)	(g)
เทมเป้ถั่วเหลือง	60:40	0.24±0.00 <sup>c</sup>	175.83±30.35 <sup>a</sup>
	70:30	0.28±0.00 <sup>a</sup>	216.58±23.12 <sup>ab</sup>
	80:20	0.25±0.00 <sup>b</sup>	250.67±120.27 <sup>a</sup>
เทมเป้ถั่วผสม	60:40	0.18±0.00 <sup>d</sup>	108.12±17.46 <sup>bc</sup>
	70:30	0.16±0.00 <sup>e</sup>	52.42±25.62 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.7 การทดสอบเนื้อสัมผัส

คุณสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.2.7 เมื่ออัตราส่วนของเทมเป้ถั่วเหลืองต่อแป้งผสมเพิ่มขึ้นค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณเทมเป้ถั่วเหลืองจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งขึ้น และเทมเป้ถั่วผสมต่อแป้งผสมจะมีลักษณะความแข็งที่น้อยกว่าการใช้เทมเป้ถั่วเหลืองโดยอัตราส่วนเทมเป้ถั่วผสมต่อแป้งผสม 80:20 จะมีลักษณะความแข็งที่น้อยที่สุด เนื่องจากมีปริมาณของเทมเป้ถั่วเหลืองน้อยลงและมีเทมเป้ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลิสงลายเสื่อเพิ่มเข้ามา

#### 4.2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ปริมาณโปรตีนและไขมัน แสดงไว้ในตารางที่ 4.2.8 ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบจะอยู่ระหว่างร้อยละ 1.68 ของเทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วน 60:40 จนถึงร้อยละ 2.58 ของเทมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วน 80:20 โดยเมื่ออัตราส่วนเทมเป้ถั่วเหลืองต่อแป้งผสมเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณไขมันจะอยู่ระหว่างร้อยละ 16.97 ของเทมเป้ถั่วเหลืองอัตราส่วน 60:40 จนถึงร้อยละ 22.28 ของเทมเป้ถั่วผสมอัตราส่วน 80:20 โดยเมื่ออัตราส่วนเทมเป้ถั่วเหลืองต่อแป้งผสมเพิ่มขึ้นปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเทมเป้ถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนเทมเป้ถั่วผสมต่อแป้งผสมจะมีปริมาณโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันแต่มีปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.2.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบ

ตัวอย่าง	อัตราส่วนเทมเป้ต่อแป้งผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)	
		โปรตีน	ไขมัน
เทมเป้ถั่วเหลือง	60:40	2.00±0.01 <sup>c</sup>	16.97±0.04 <sup>e</sup>
	70:30	2.35±0.01 <sup>b</sup>	18.95±0.27 <sup>d</sup>
	80:20	2.58±0.05 <sup>a</sup>	20.80±0.30 <sup>b</sup>
เทมเป้ถั่วผสม	60:40	1.68±0.05 <sup>d</sup>	20.33±0.02 <sup>c</sup>
	70:30	1.66±0.00 <sup>d</sup>	22.28±0.38 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษานี้ ได้มีการใช้ถั่ว 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วลันเตาสลายเสื่อ มาใช้ในการทำเหมเป้ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์ขนมเหมเป้แผ่นอบกรอบให้ได้สารสำคัญ คือ ปริมาณโปรตีน ปริมาณฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณเปปไทด์ และปริมาณฟลาโวนอยด์ สูงที่สุด จากการศึกษาระยะเวลาและปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเหมเป้ โดยเลือกจากระยะที่มีเส้นใยเชื้อราอัดแน่น จะได้ว่า ถั่วเหลืองจะใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 กรัม ระยะเวลาในการหมัก 27 ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน ปริมาณฟลาโวนอยด์ และปริมาณฟีนอลิกที่สูงที่สุด ถั่วเขียวจะใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.2 ระยะเวลาในการหมัก 27 ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณฟลาโวนอยด์ ปริมาณฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด ถั่วแดงจะใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.6 ระยะเวลาในการหมัก 30 ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน ปริมาณเปปไทด์ ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด และถั่วลันเตาสลายเสื่อจะใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.4 ระยะเวลาในการหมัก 30 ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน ปริมาณเปปไทด์ และปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุด โดยเทียบในระยะเวลาการเกิดเส้นใยเชื้อราอัดแน่นเดียวกันที่ปริมาณหัวเชื้อต่างกันในแต่ละชนิด

การพัฒนาสูตรขนมเหมเป้แผ่นอบกรอบได้มีการศึกษาการใช้อัตราส่วนของเหมเป้ต่อแป้งผสม คือ อัตราส่วน 60:40, 70:30 และ 80:20 ในขั้นแรกได้มีการใช้เหมเป้อบแห้งมาใช้โดยพบว่าขนมเหมเป้แผ่นอบกรอบนั้นมีรสชาติขม มีกลิ่นคาว และสีของขนมที่มีสีเข้มจากการควบคุมไฟให้สุกกรอบได้ยาก จึงเปลี่ยนมาใช้เหมเป้ที่อบด้วยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และได้มีการศึกษาการใช้เหมเป้จากถั่วเหลืองและการใช้เหมเป้ผสม ได้แก่ เหมเป้ถั่วเหลือง เหมเป้ถั่วเขียว เหมเป้ถั่วแดง และเหมเป้ถั่วลันเตาสลายเสื่อ ในอัตราส่วนเหมเป้ต่างกัน นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการใช้อัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม คือ 60:40, 70:30 และ 80:20 พบว่า อัตราส่วนการใช้เหมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 ของการใช้เหมเป้ผสม ไม่สามารถรีดเป็นแผ่นอบกรอบได้ เนื่องจากมีปริมาณความชื้นที่มากจึงทำให้รีดเป็นแผ่นบางได้ยาก ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญต่างๆ พบว่า ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ของเหมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม 80:20 จะมีค่าสูงที่สุด ปริมาณโปรตีนของเหมเป้ถั่วผสมในอัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะมีค่าสูงที่สุด ปริมาณเปปไทด์ของเหมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะมีค่าสูงที่สุด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS การใช้เหมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม 70:30 จะให้ค่าที่สูงที่สุด การทดสอบความชอบของผู้บริโภคพบว่าเหมเป้ถั่วเหลืองในอัตราส่วนเหมเป้ต่อแป้งผสม 60:40 เป็นที่ยอมรับมากที่สุด ในส่วนของเหมเป้ถั่วผสมจะเป็นอัตราส่วน 60:40 ที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาข้อมูลเรื่องเหมเป้ ทั้งด้านการเตรียมหัวเชื้อ และด้านกระบวนการผลิตรวมถึงสภาวะที่ใช้ในการบ่มเหมเป้เพื่อลดปัญหาการเน่าเสีย การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ แบคทีเรีย หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียม

5.2.2 ควรศึกษาข้อมูลลักษณะ คุณสมบัติ และโภชนาการของถั่วแต่ละชนิด และส่วนประกอบอื่นๆที่นำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบเพื่อนำข้อมูลมาปรับใช้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากเหมเป้

5.2.3 ควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องบ่ม สถานที่ที่ใช้ในการเตรียมเหมเป้ให้มีลักษณะที่พร้อมใช้งาน สามารถควบคุมสภาวะการบ่มได้ทุกครั้งการทดลองเพื่อลดปัญหาการเน่าเสียจากสภาวะที่ไม่คงที่ หรือการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ แบคทีเรีย ของเครื่องบ่ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐนนท์ อยู่สถิต และชญาดา กลิ่นจันทร์. การวิเคราะห์สารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบสารแห่น ใบทับทิม และใบว่านร้างคอดำ เพื่อแปรรูปเป็นชาสมุนไพร. 322-338. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 (ฉบับที่ 2)
- นิกร สุวรรณโชติ, อภัสรา แสงนาค และนุช ศิริวงศ์. 2562. ผลของอุณหภูมิและเวลาการอบ และการย่างของ กล้วยน้ำว่านห้ามต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพ. 488-496. ในการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 57: สาขาพืช, สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วุฒิเมศรี ฉัตรอิสราวิชญ์ และณัฐกฤต ณทงอยู่สุข. 2566. White Tiger นม Plant Based จาก ถั่วลายเสือแม่ฮ่องสอน. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://readthecloud.co/whitetiger-plant-based-milk/>
- Chen, M, Ning, P, Jiao, Y, Xu, Z. and Cheng, Y. 2021. Extraction of antioxidant peptides from rice dreg protein hydrolysate *via* an angling method. Food Chemistry. 337: 128069.
- Erkan, S, Gürler, H, Bilgin, D, Germec, M. and Turhan, I. 2020. Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. LWT-Food Science and Technology. 119: 108880.
- Jame, S, Nwabueze, T, Ndife, J, Onwuka, G. and Usman, M. 2020. Influence of fermentation and germination on some bioactive components of selected lesser legumes indigenous to Nigeria. Journal of Agriculture and Food Research. 2: 100086.
- Jang, H, D, Chang, K, S, Huang, Y, S, Hsu, C, L, Lee, S. H. and Su, M. S. 2007. Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. Food Chemistry. 103: 749–756.
- Jebessa, T, Tolesa, G, Bultosa, G, Abera, S. and Hailu, G. 2024. Comprehensive study on the effect of fermentation time, baking temperature and baking time on the physicochemical and nutritional properties of *injera teff* (*Eragrostis teff*). Food and Humanity. 2: 100256.
- Li, J, Bollati, C, Adduzio, L, Fanzaga, M, Cruz-Chamorro, I, Arnoldi, A, Sirtori, C. R. and Lammi, C. 2024. Food-derived peptides with hypocholesterolemic activity: Production, transepithelial transport and cellular mechanisms. Trends in Foods Science & Technology. 143: 104279.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Martins, V and Netto, F. 2006. Physicochemical and functional properties of soy protein isolate as a function of water activity and storage. *Food Research International*. 39: 145-153.
- Mascaraque, M. 2021. Going plant-based: the rise of vegan and vegetarian food. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.euromonitor.com/article/the-rise-of-vegan-and-vegetarian-food>
- Nicole, T, Nichelle, T, Elizabeth, T. E. and Yuliarti, O. 2021. NichelleFormulation of functionl crackers enriched with fermented soybean (tempeh) paste: rhological and microstructurat properties. *Future Foods*. 4: 100050.
- Oliverira, L, C, Schmiele, M. and Steel, C. J. 2017. Development of whole grain wheat flour extruded cereal and process impacts on color, expansion, and dry and bowl-life texture. *LWT-Food Science and Technology*. 75: 261-270.
- Saikaew, K, Lertrat, K, Meenune, M. and Tangwongchai, R. 2018. Effect of high-pressure processes on color, photochemical contents and antioxidant activities of purple waxy corn (*Zea mays* L. var. *ceratina*) kernels. *Food Chemistry*. 243: 328-337.
- Švarc, P, Jensen, M, Langwagen, M, Poulsen, A, Trolle, E. and Jakobsen, J. 2022. Nutrient content in plant-based protein products intended for food composition databases” *Journal of Food Composition and Analysit*. 106: 104332.
- Talebi, S, Zeraattalab-Motlagh, S, Rahimlou, M, Naeini, F, Ranjbar, M, Talebi, A. and Mohammadi, H. 2023. The Association between Total Protein, Animal Protein, and Animal Protein Sources with Risk of Inflammatory Bowel Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Advances in Nutrition*. 14: 752-761.
- Teoh, S, Chin, N, Chong, C, Ripen, A, How, S. and Lim, J. 2024. A review on health benefits and processing of tempeh with outlines on its functional microbes. *Future Foods*. 9: 100330.
- Yang, L, Wang, S, Zhang, W, Zhang, H, Guo, L, Zheng, S. and Du, C. 2022. Effect of black soybean flour particle size on the nutritional, texture and physicochemical characteristics of cookies. *LWT-Food Science and Technology*. 164: 113649.
- Yingngam, B, Monschein, M. and Brantner, A. 2014. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Cratogeomys formosum* ssp. *formosum* leaves using central composite design and evaluation of its protective ability against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced cell death. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 7: S497-S505.
- Workers-Rooijackers, J. C. M., Endika, M. and Smid, E. J. 2018. Enhancing vitamin B<sub>12</sub> in lupin tempeh by *in situ* fortification. *LWT-Food Science and Technology*. 96: 513-518.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของเครื่องดื่มจากถั่วเขียว

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale)

ตัวอย่าง.....ขนมอบกรอบจากเทมเป้..... ลำดับผู้ประเมิน.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวา แล้วเขียนเลขให้คะแนนความชอบจาก 1-9 ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ตามเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

กำหนดให้      9 หมายถึง ชอบมากที่สุด      8 หมายถึง ชอบมาก      7 หมายถึง ชอบปานกลาง  
6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย      5 หมายถึง เฉย ๆ      4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย  
3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง      2 หมายถึง ไม่ชอบมาก      1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

ในระหว่างการทดสอบกรุณาตีมน้ำระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง				
ลักษณะที่ปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale)

ตัวอย่าง.....ขนมอบกรอบจากเทมเป้..... ลำดับผู้ประเมิน.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวา แล้วเขียนเลขให้คะแนนความชอบจาก 1-9 ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ตามเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

กำหนดให้      9 หมายถึง ชอบมากที่สุด      8 หมายถึง ชอบมาก      7 หมายถึง ชอบปานกลาง  
6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย      5 หมายถึง เฉย ๆ      4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย  
3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง      2 หมายถึง ไม่ชอบมาก      1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

ในระหว่างการทดสอบกรุณาตีมน้ำระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง				
ลักษณะที่ปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำเหมเป้

ปริมาณฟลาโวนอยด์ของเหมเป้

### ตาราง ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: flavonoid					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	766.894 <sup>a</sup>	11	69.718	79.771	<.001
Intercept	53707.146	1	53707.146	61452.010	<.001
TRT	766.894	11	69.718	79.771	<.001
Error	20.975	24	.874		
Total	54495.015	36			
Corrected Total	787.869	35			

a. R Squared = .973 (Adjusted R Squared = .961)

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: flavonoid			
TRT	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh Soy Beans 21	40.0500	.35552	3
Tempeh Soy Beans 24	41.0533	.26368	3
Tempeh Soy Beans 27	42.1858	.20817	3
Tempeh Green Beans 24	32.7163	1.29671	3
Tempeh Green Beans 27	38.3906	1.18475	3
Tempeh Green Beans 30	38.0088	1.16617	3
Tempeh Red Beans 27	28.6091	.94007	3
Tempeh Red Beans 30	36.7708	.31678	3
Tempeh Red Beans 42	34.4999	.80529	3
Tempeh Peanuts 24	44.1437	1.04475	3
Tempeh Peanuts 30	43.8912	1.66817	3
Tempeh Peanuts 42	43.1764	.54447	3
Total	38.6247	4.74453	36

รูปที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์  
ของการการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำเหมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเปปไทด์ของเทมเป้

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: เปปไทด์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2939.800 <sup>a</sup>	4	734.950	457.606	<.001
Intercept	273982.567	1	273982.567	170591.390	<.001
TRT	2939.800	4	734.950	457.606	<.001
Error	16.061	10	1.606		
Total	276938.428	15			
Corrected Total	2955.861	14			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .992)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: peptides

TRT	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh Soy Beans 21	144.3600	2.53014	3
Tempeh Soy Beans 24	154.7883	4.42936	3
Tempeh Soy Beans 27	158.9371	.88677	3
Tempeh Green Beans 24	72.8210	1.84130	3
Tempeh Green Beans 27	75.3991	.38710	3
Tempeh Green Beans 30	86.6461	.88835	3
Tempeh Red Beans 27	36.3121	.52663	3
Tempeh Red Beans 30	49.0096	.80847	3
Tempeh Red Beans 42	53.4864	.39179	3
Tempeh Peanuts 24	85.8971	.51402	3
Tempeh Peanuts 30	96.9845	.51784	3
Tempeh Peanuts 42	106.7632	1.54266	3
Total	93.4504	39.87207	36

รูปที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีนของเทมเป้

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	797.660 <sup>a</sup>	11	72.515	146.018	<.001
Intercept	6299.561	1	6299.561	12685.013	<.001
TRT	797.660	11	72.515	146.018	<.001
Error	11.919	24	.497		
Total	7109.140	36			
Corrected Total	809.579	35			

a. R Squared = .985 (Adjusted R Squared = .979)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: Protein

TRT	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh Soy Beans 21	12.8510	.92003	3
Tempeh Soy Beans 24	13.2560	1.24600	3
Tempeh Soy Beans 27	13.5155	.63536	3
Tempeh Green Beans 24	8.3068	.89666	3
Tempeh Green Beans 27	11.9611	.25341	3
Tempeh Green Beans 30	11.6023	.29209	3
Tempeh Red Beans 27	8.9051	.50597	3
Tempeh Red Beans 30	10.9488	.63294	3
Tempeh Red Beans 42	9.4391	.50748	3
Tempeh Peanuts 24	18.4865	.75437	3
Tempeh Peanuts 30	13.1513	.75998	3
Tempeh Peanuts 42	26.3162	.37733	3
Total	13.2283	4.80945	36

รูปที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน  
ของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟีนอลิกของเทมเป้

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Phenolic

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	207.560 <sup>a</sup>	11	18.869	152.095	<.001
Intercept	964.752	1	964.752	7776.397	<.001
Ttt	207.560	11	18.869	152.095	<.001
Error	2.977	24	.124		
Total	1175.290	36			
Corrected Total	210.538	35			

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .979)

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: Phenolic

Ttt	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh soybean 21	7.004802	.0760013	3
Tempeh soybean 24	7.542759	.1950165	3
Tempeh soybean 27	7.503242	.1544250	3
Tempeh green beans 24	3.254046	.2922046	3
Tempeh green beans 27	3.670089	.2228080	3
Tempeh green beans 30	3.628892	.1457229	3
Tempeh red beans 27	2.013697	.0234560	3
Tempeh red beans 30	2.301194	.0708023	3
Tempeh red beans 42	2.308660	.0532441	3
Tempeh peanuts 24	6.548371	.1022859	3
Tempeh peanuts 30	7.907319	.0760795	3
Tempeh peanuts 42	8.437838	1.1136306	3
Total	5.176742	2.4526237	36

รูปที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก  
ของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ABTS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	32916.560 <sup>a</sup>	11	2992.415	714.558	<.001
Intercept	723710.924	1	723710.924	172814.766	<.001
Ttt	32916.560	11	2992.415	714.558	<.001
Error	100.507	24	4.188		
Total	756727.990	36			
Corrected Total	33017.067	35			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ABTS

Ttt	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh soybean 21	158.223944	1.6186482	3
Tempeh soybean 24	170.778124	1.6990031	3
Tempeh soybean 27	185.849312	1.9103263	3
Tempeh green beans 24	138.050447	2.3632502	3
Tempeh green beans 27	155.827512	1.6034206	3
Tempeh green beans 30	164.745114	1.3173215	3
Tempeh red beans 27	84.169683	.5984738	3
Tempeh red beans 30	95.108470	1.2887945	3
Tempeh red beans 42	127.768470	3.8793702	3
Tempeh peanuts 24	111.897527	1.6442189	3
Tempeh peanuts 30	142.884848	1.5569776	3
Tempeh peanuts 42	166.120569	3.0016451	3
Total	141.785335	30.7139180	36

รูปที่ ข.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำเหมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: DPPH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	67.847 <sup>a</sup>	11	6.168	181.522	<.001
Intercept	882.517	1	882.517	25972.678	<.001
Trit	67.847	11	6.168	181.522	<.001
Error	.815	24	.034		
Total	951.179	36			
Corrected Total	68.662	35			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .983)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: DPPH

Trit	Mean	Std. Deviation	N
Tempeh soybean 21	4.069805	.1570119	3
Tempeh soybean 24	4.038992	.1882851	3
Tempeh soybean 27	4.102696	.1264425	3
Tempeh green beans 24	6.452081	.3331927	3
Tempeh green beans 27	7.219087	.2033766	3
Tempeh green beans 30	7.657151	.0475210	3
Tempeh red beans 27	3.566643	.2890932	3
Tempeh red beans 30	4.571602	.0940730	3
Tempeh red beans 42	5.459991	.2801297	3
Tempeh peanuts 24	3.471063	.0401731	3
Tempeh peanuts 30	3.925216	.0551542	3
Tempeh peanuts 42	4.880038	.0382273	3
Total	4.951197	1.4006336	36

**รูปที่ ข.6** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำแม่เป็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นของเทมเป้

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ความชื้น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	41.688 <sup>a</sup>	11	3.790	22.269	<.001
Intercept	740.871	1	740.871	4353.341	<.001
treatment	41.688	11	3.790	22.269	<.001
Error	2.042	12	.170		
Total	784.601	24			
Corrected Total	43.730	23			

a. R Squared = .953 (Adjusted R Squared = .910)

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ความชื้น

การทดลอง 1.1	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 21	2.649599	.8363569	2
เหลือง 24	5.029373	.2458470	2
เหลือง 27	6.267575	.5868215	2
เขียว 24	7.319491	.6208782	2
เขียว 27	6.617475	.1118068	2
เขียว 27	6.448646	.3954619	2
แดง 27	6.459831	.0123433	2
แดง 30	5.907970	.0920119	2
แดง 42	6.736809	.4649573	2
สีส้ม 24	4.163582	.0055357	2
สีส้ม 30	4.871661	.3191821	2
สีส้ม 42	4.200538	.2383895	2
Total	5.556046	1.3788757	24

รูปที่ ข.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของการการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมักเทมเป้  
ปริมาณฟลาโวนอยด์ของเทมเป้

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ฟลาโวนอยด์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	658.144 <sup>a</sup>	35	18.804	1183.442	<.001
Intercept	4451.212	1	4451.212	280138.362	<.001
TRT	658.144	35	18.804	1183.442	<.001
Error	1.144	72	.016		
Total	5110.499	108			
Corrected Total	659.288	107			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ฟลาโวนอยด์

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 24	7.8005	.10764	3
เหลือง 0.2 27	13.6609	.18123	3
เหลือง 0.2 30	9.2924	.08394	3
เหลือง 0.4 21	7.5053	.17717	3
เหลือง 0.4 24	8.2750	.12919	3
เหลือง 0.4 27	12.6352	.22597	3
เหลือง 0.6 21	10.1756	.04710	3
เหลือง 0.6 24	8.0789	.38677	3
เหลือง 0.6 27	12.3734	.26023	3
เขียว 0.2 24	5.8026	.04315	3
เขียว 0.2 27	7.2015	.08576	3
เขียว 0.2 30	5.5816	.09221	3
เขียว 0.4 24	6.6450	.05979	3
เขียว 0.4 27	4.8828	.09559	3
เขียว 0.4 30	6.2825	.19599	3
เขียว 0.6 21	4.7218	.04911	3
เขียว 0.6 24	5.1219	.13438	3
เขียว 0.6 27	5.9286	.12035	3
แดง 0.2 27	4.8647	.09285	3
แดง 0.2 30	3.2403	.06867	3
แดง 0.2 42	6.4856	.10114	3
แดง 0.4 27	5.9678	.07389	3
แดง 0.4 30	3.7869	.04370	3
แดง 0.4 42	5.8484	.08384	3
แดง 0.6 27	4.9678	.07570	3
แดง 0.6 30	5.0201	.03105	3
แดง 0.6 42	6.0025	.05227	3
ลายเสือ 0.2 24	5.9526	.08069	3
ลายเสือ 0.2 30	4.0519	.04229	3
ลายเสือ 0.2 42	5.3261	.05766	3
ลายเสือ 0.4 24	4.9966	.06579	3
ลายเสือ 0.4 30	4.8264	.06367	3
ลายเสือ 0.4 42	5.2066	.03052	3
ลายเสือ 0.6 24	3.8916	.11703	3
ลายเสือ 0.6 30	4.1295	.09047	3
ลายเสือ 0.6 42	4.5847	.08870	3
Total	6.4199	2.48225	108

รูปที่ ข.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์  
ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำแทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเปปไทด์ของนมเป้

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: เปปไทด์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27209.644 <sup>a</sup>	35	777.418	1448.721	<.001
Intercept	793091.171	1	793091.171	1477927.539	<.001
TRT	27209.644	35	777.418	1448.721	<.001
Error	38.637	72	.537		
Total	820339.451	108			
Corrected Total	27248.280	107			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: เปปไทด์

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 24	86.6579	.52372	3
เหลือง 0.2 27	100.5316	.72311	3
เหลือง 0.2 30	100.0427	.47765	3
เหลือง 0.4 21	98.5494	.94701	3
เหลือง 0.4 24	99.7662	.17718	3
เหลือง 0.4 27	104.9995	1.06674	3
เหลือง 0.6 21	98.6810	.48479	3
เหลือง 0.6 24	101.1337	.70113	3
เหลือง 0.6 27	102.0554	.69949	3
เขียว 0.2 24	93.8134	.90339	3
เขียว 0.2 27	99.5250	.39089	3
เขียว 0.2 30	102.1656	.73606	3
เขียว 0.4 24	101.9507	.80556	3
เขียว 0.4 27	106.9140	1.08863	3
เขียว 0.4 30	110.7439	.62200	3
เขียว 0.6 21	82.7807	.77569	3
เขียว 0.6 24	85.9832	.65127	3
เขียว 0.6 27	91.2666	.70494	3
แดง 0.2 27	58.9850	.52068	3
แดง 0.2 30	64.1507	.96685	3
แดง 0.2 42	87.8239	1.11611	3
แดง 0.4 27	76.0007	.35155	3
แดง 0.4 30	62.6694	1.18188	3
แดง 0.4 42	86.6141	.83321	3
แดง 0.6 27	72.2960	.78380	3
แดง 0.6 30	83.8695	.72950	3
แดง 0.6 42	89.0652	.48846	3
ลายเสือ 0.2 24	50.3275	.24413	3
ลายเสือ 0.2 30	60.3970	1.09611	3
ลายเสือ 0.2 42	64.2107	.64245	3
ลายเสือ 0.4 24	67.7910	.29140	3
ลายเสือ 0.4 30	79.0512	.35460	3
ลายเสือ 0.4 42	85.3340	.55461	3
ลายเสือ 0.6 24	90.7631	.87052	3
ลายเสือ 0.6 30	65.6442	.65878	3
ลายเสือ 0.6 42	72.4249	.56696	3
Total	85.6939	15.95797	108

#### รูปที่ ข.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์

ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำเหมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีนของนมแม่

ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: โปรตีน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	50867.183 <sup>a</sup>	35	1453.348	5168.981	<.001
Intercept	91476.701	1	91476.701	325346.260	<.001
TRT	50867.183	35	1453.348	5168.981	<.001
Error	20.244	72	.281		
Total	142364.128	108			
Corrected Total	50887.427	107			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = .999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: โปรตีน

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 24	25.6259	.32523	3
เหลือง 0.2 27	66.2198	1.54471	3
เหลือง 0.2 30	62.6566	.73956	3
เหลือง 0.4 21	29.2007	.67441	3
เหลือง 0.4 24	30.8845	.33328	3
เหลือง 0.4 27	64.3297	1.22249	3
เหลือง 0.6 21	39.9922	.99042	3
เหลือง 0.6 24	55.6799	.59231	3
เหลือง 0.6 27	67.4558	.47717	3
เขียว 0.2 24	12.2143	.04173	3
เขียว 0.2 27	32.8974	1.18138	3
เขียว 0.2 30	55.6588	.54101	3
เขียว 0.4 24	14.5103	.17755	3
เขียว 0.4 27	76.1962	.40062	3
เขียว 0.4 30	80.5476	.66025	3
เขียว 0.6 21	11.0121	.10293	3
เขียว 0.6 24	12.6421	.14799	3
เขียว 0.6 27	43.2994	.32900	3
แดง 0.2 27	8.9286	.20027	3
แดง 0.2 30	9.7443	.14195	3
แดง 0.2 42	13.7179	.20213	3
แดง 0.4 27	12.4917	.16239	3
แดง 0.4 30	11.3705	.13749	3
แดง 0.4 42	13.8683	.15706	3
แดง 0.6 27	12.4329	.13826	3
แดง 0.6 30	12.5046	.25737	3
แดง 0.6 42	12.6812	.25877	3
ลายเสือ 0.2 24	12.0706	.26921	3
ลายเสือ 0.2 30	13.4577	.22407	3
ลายเสือ 0.2 42	17.5889	.29676	3
ลายเสือ 0.4 24	13.2519	.25511	3
ลายเสือ 0.4 30	21.4229	.32391	3
ลายเสือ 0.4 42	25.7281	.32863	3
ลายเสือ 0.6 24	14.2665	.32785	3
ลายเสือ 0.6 30	20.6241	.16870	3
ลายเสือ 0.6 42	20.5477	.23760	3
Total	29.1034	21.80788	108

รูปที่ ข.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน  
ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำหมักเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟีนอลิกของนมแป้

ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ฟีนอลิก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	164.705 <sup>a</sup>	35	4.706	347.529	<.001
Intercept	1730.598	1	1730.598	127805.025	<.001
treatment	164.705	35	4.706	347.529	<.001
Error	.975	72	.014		
Total	1896.279	108			
Corrected Total	165.680	107			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ฟีนอลิก

การทดลอง 1.2	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 (24)	3.883457	.0405033	3
เหลือง 0.2 (27)	7.505690	.3090645	3
เหลือง 0.2 (30)	6.177250	.3055323	3
เหลือง 0.4 (21)	3.521614	.0512808	3
เหลือง 0.4 (24)	4.514076	.1042404	3
เหลือง 0.4 (27)	7.239928	.0495651	3
เหลือง 0.6 (21)	3.675737	.1172248	3
เหลือง 0.6 (24)	3.915558	.0798180	3
เหลือง 0.6 (27)	3.547375	.1224707	3
เขียว 0.2 (24)	3.512634	.0287915	3
เขียว 0.2 (27)	4.967653	.0708948	3
เขียว 0.2 (30)	4.936540	.0362504	3
เขียว 0.4 (24)	3.316097	.0801266	3
เขียว 0.4 (27)	4.916761	.0646103	3
เขียว 0.4 (30)	5.717926	.1044323	3
เขียว 0.6 (21)	2.544216	.1201815	3
เขียว 0.6 (24)	3.061798	.0412382	3
เขียว 0.6 (27)	3.860357	.0632722	3
แดง 0.2 (27)	2.915770	.1453809	3
แดง 0.2 (30)	2.591577	.0233791	3
แดง 0.2 (42)	3.551731	.0532420	3
แดง 0.4 (27)	2.823691	.0401299	3
แดง 0.4 (30)	2.808316	.0678940	3
แดง 0.4 (42)	3.503783	.1269077	3
แดง 0.6 (27)	3.064821	.0293231	3
แดง 0.6 (30)	2.991315	.0995631	3
แดง 0.6 (42)	3.824653	.2037379	3
ลีสง 0.2 (24)	3.845782	.1946086	3
ลีสง 0.2 (30)	3.045561	.0963969	3
ลีสง 0.2 (42)	2.997774	.0686291	3
ลีสง 0.4 (24)	2.479190	.0952504	3
ลีสง 0.4 (30)	4.077963	.0228649	3
ลีสง 0.4 (42)	4.434888	.0600646	3
ลีสง 0.6 (24)	3.473522	.0723513	3
ลีสง 0.6 (30)	5.611930	.0811931	3
ลีสง 0.6 (42)	5.251282	.1450895	3
Total	4.003006	1.2443533	108

#### รูปที่ ข.11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำหมေး

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS

ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ABTS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	157065.193 <sup>a</sup>	35	4487.577	434.178	<.001
Intercept	3046323.909	1	3046323.909	294735.303	<.001
treatment	157065.193	35	4487.577	434.178	<.001
Error	744.177	72	10.336		
Total	3204133.279	108			
Corrected Total	157809.370	107			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ABTS

การทดลอง 1.2	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 (24)	170.032836	2.9006497	3
เหลือง 0.2 (27)	217.395248	6.9164877	3
เหลือง 0.2 (30)	219.554398	1.6554050	3
เหลือง 0.4 (21)	194.697083	3.5673134	3
เหลือง 0.4 (24)	202.100571	1.4484151	3
เหลือง 0.4 (27)	229.047277	3.9900877	3
เหลือง 0.6 (21)	173.788840	4.7656925	3
เหลือง 0.6 (24)	228.427599	2.5693544	3
เหลือง 0.6 (27)	243.498462	2.0053489	3
เขียว 0.2 (24)	176.075452	4.8627542	3
เขียว 0.2 (27)	224.630407	4.5390696	3
เขียว 0.2 (30)	177.059095	2.4455321	3
เขียว 0.4 (24)	174.636813	6.1220913	3
เขียว 0.4 (27)	188.072803	1.8835797	3
เขียว 0.4 (30)	219.007422	3.8104286	3
เขียว 0.6 (21)	133.814011	1.5918453	3
เขียว 0.6 (24)	161.633791	4.8251120	3
เขียว 0.6 (27)	200.760815	1.3943644	3
แดง 0.2 (27)	129.578136	2.2802848	3
แดง 0.2 (30)	128.806599	1.5753580	3
แดง 0.2 (42)	162.137582	1.7320488	3
แดง 0.4 (27)	143.402571	3.0244745	3
แดง 0.4 (30)	118.886714	1.2409886	3
แดง 0.4 (42)	181.116748	.7731547	3
แดง 0.6 (27)	147.109738	4.7348630	3
แดง 0.6 (30)	173.832900	4.8594779	3
แดง 0.6 (42)	172.139006	1.0670728	3
สีส้ม 0.2 (24)	93.101074	1.0666384	3
สีส้ม 0.2 (30)	127.976119	2.5754154	3
สีส้ม 0.2 (42)	116.870091	1.4276404	3
สีส้ม 0.4 (24)	115.209873	2.5969463	3
สีส้ม 0.4 (30)	131.789745	.4675878	3
สีส้ม 0.4 (42)	152.836403	1.0673680	3
สีส้ม 0.6 (24)	127.890104	2.9823780	3
สีส้ม 0.6 (30)	145.103045	2.8471820	3
สีส้ม 0.6 (42)	144.127078	3.3807702	3
Total	167.948513	38.4038270	108

รูปที่ ข.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการ

ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำแอมเป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: DPPH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	275.034 <sup>a</sup>	35	7.858	561.961	<.001
Intercept	1873.459	1	1873.459	133977.229	<.001
treatment	275.034	35	7.858	561.961	<.001
Error	1.007	72	.014		
Total	2149.500	108			
Corrected Total	276.041	107			

a. R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: DPPH

การทดลอง 1.2	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 (24)	3.177672	.2020582	3
เหลือง 0.2 (27)	4.163129	.1016740	3
เหลือง 0.2 (30)	3.682727	.1463537	3
เหลือง 0.4 (21)	2.629873	.1935214	3
เหลือง 0.4 (24)	2.737862	.1310174	3
เหลือง 0.4 (27)	4.073946	.0857572	3
เหลือง 0.6 (21)	2.692610	.1000375	3
เหลือง 0.6 (24)	3.502483	.1365875	3
เหลือง 0.6 (27)	3.667151	.0779349	3
เขียว 0.2 (24)	5.942961	.2234957	3
เขียว 0.2 (27)	7.410720	.1024241	3
เขียว 0.2 (30)	5.424484	.1255306	3
เขียว 0.4 (24)	5.997810	.0853943	3
เขียว 0.4 (27)	7.337915	.1901439	3
เขียว 0.4 (30)	6.813620	.0674076	3
เขียว 0.6 (21)	4.507322	.1406249	3
เขียว 0.6 (24)	4.898175	.0626117	3
เขียว 0.6 (27)	5.836497	.0235131	3
แดง 0.2 (27)	4.963625	.1195280	3
แดง 0.2 (30)	4.436138	.1436734	3
แดง 0.2 (42)	5.264182	.0786873	3
แดง 0.4 (27)	2.992591	.1314297	3
แดง 0.4 (30)	4.909942	.0707730	3
แดง 0.4 (42)	5.696128	.0932517	3
แดง 0.6 (27)	5.826490	.0964346	3
แดง 0.6 (30)	5.675496	.0861503	3
แดง 0.6 (42)	5.075076	.1046300	3
ลีสง 0.2 (24)	1.969280	.1657237	3
ลีสง 0.2 (30)	2.318966	.0960829	3
ลีสง 0.2 (42)	2.070794	.0404340	3
ลีสง 0.4 (24)	2.237587	.0546965	3
ลีสง 0.4 (30)	2.464804	.0644720	3
ลีสง 0.4 (42)	2.601023	.0789010	3
ลีสง 0.6 (24)	2.246815	.0907921	3
ลีสง 0.6 (30)	2.255508	.0675707	3
ลีสง 0.6 (42)	2.436937	.1462544	3
Total	4.164954	1.6061834	108

รูปที่ ข.13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการ

ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำแอมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นของเทมเป้

ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ความชื้น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.023 <sup>a</sup>	35	.001	11.020	<.001
Intercept	.159	1	.159	2665.107	<.001
TRT	.023	35	.001	11.020	<.001
Error	.002	36	5.950E-5		
Total	.184	72			
Corrected Total	.025	71			

a. R Squared = .915 (Adjusted R Squared = .832)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ความชื้น

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 0.2 24	.0324	.00156	2
เหลือง 0.2 27	.0504	.01235	2
เหลือง 0.2 30	.0492	.00524	2
เหลือง 0.4 21	.0287	.01144	2
เหลือง 0.4 24	.0311	.00569	2
เหลือง 0.4 27	.0441	.00004	2
เหลือง 0.6 21	.0349	.00466	2
เหลือง 0.6 24	.0339	.00698	2
เหลือง 0.6 27	.0184	.01069	2
เขียว 0.2 24	.0499	.00789	2
เขียว 0.2 27	.0758	.00731	2
เขียว 0.2 30	.0840	.00484	2
เขียว 0.4 24	.0504	.00396	2
เขียว 0.4 27	.0633	.00718	2
เขียว 0.4 30	.0906	.00191	2
เขียว 0.6 21	.0500	.00042	2
เขียว 0.6 24	.0496	.00175	2
เขียว 0.6 27	.0435	.00619	2
แดง 0.2 27	.0592	.00911	2
แดง 0.2 30	.0701	.00632	2
แดง 0.2 42	.0644	.00386	2
แดง 0.4 27	.0234	.00392	2
แดง 0.4 30	.0619	.00436	2
แดง 0.4 42	.0527	.00841	2
แดง 0.6 27	.0671	.00970	2
แดง 0.6 30	.0587	.00498	2
แดง 0.6 42	.0422	.01096	2
ลายเสือ 0.2 24	.0418	.00367	2
ลายเสือ 0.2 30	.0148	.00470	2
ลายเสือ 0.2 42	.0366	.00542	2
ลายเสือ 0.4 24	.0295	.01486	2
ลายเสือ 0.4 30	.0492	.01067	2
ลายเสือ 0.4 42	.0424	.01065	2
ลายเสือ 0.6 24	.0225	.01726	2
ลายเสือ 0.6 30	.0502	.00794	2
ลายเสือ 0.6 42	.0223	.00202	2
Total	.0469	.01880	72

รูปที่ ข.14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น  
ของการการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการทำเหมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

ปริมาณฟลาโวนอยด์ของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ฟลาโวนอยด์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.029 <sup>a</sup>	4	.007	1285.100	<.001
Intercept	.233	1	.233	41096.012	<.001
TRT	.029	4	.007	1285.100	<.001
Error	5.667E-5	10	5.667E-6		
Total	.262	15			
Corrected Total	.029	14			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: ฟลาโวนอยด์

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60.40	.0993	.00252	3
เหลือง 70.30	.1633	.00153	3
เหลือง 80.20	.1890	.00200	3
นลม 60.40	.0997	.00379	3
นลม 70.30	.0717	.00115	3
Total	.1246	.04566	15

รูปที่ ข.15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์  
ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเปปไทด์ของนมหมักเป็นแผ่นอบกรอบ

<b>Descriptive Statistics</b>			
Dependent Variable: เปปไทด์			
TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60.40	128.8647	.39950	3
เหลือง 70.30	156.6377	.43203	3
เหลือง 80.20	146.1523	.31511	3
ผสม 60.40	119.3730	.54557	3
ผสม 70.30	124.7220	2.69948	3
Total	135.1499	14.53041	15

รูปที่ ข.16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์  
ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากนมเป้

ปริมาณโปรตีนของนมหมักเป็นแผ่นอบกรอบ

<b>Descriptive Statistics</b>			
Dependent Variable: โปรตีน			
TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60.40	17.2543	.19512	3
เหลือง 70.30	20.1020	.25758	3
เหลือง 80.20	21.5007	.24411	3
ผสม 60.40	23.1780	.15581	3
ผสม 70.30	29.3510	.64957	3
Total	22.2772	4.18724	15

รูปที่ ข.17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน  
ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากนมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟีนอลิกของขนมแยมแป้นอบกรอบ

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ฟีนอลิก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.469 <sup>a</sup>	4	.117	22.306	<.001
Intercept	256.731	1	256.731	48792.596	<.001
TRT	.469	4	.117	22.306	<.001
Error	.053	10	.005		
Total	257.254	15			
Corrected Total	.522	14			

a. R Squared = .899 (Adjusted R Squared = .859)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: ฟีนอลิก

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60/40	3.796648	.1132177	3
เหลือง 70/30	4.196808	.0470497	3
เหลือง 80/20	4.291798	.0394528	3
ผสม 60/40	4.149315	.0594377	3
ผสม 70/30	4.250831	.0786584	3
Total	4.137080	.1931102	15

รูปที่ ข.18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก  
ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแป้นอบกรอบจากแยมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

### ตาราง ANOVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ABTS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	71.219 <sup>a</sup>	4	17.805	12.549	<.001
Intercept	12722.233	1	12722.233	8966.457	<.001
TRT	71.219	4	17.805	12.549	<.001
Error	14.189	10	1.419		
Total	12807.641	15			
Corrected Total	85.408	14			

a. R Squared = .834 (Adjusted R Squared = .767)

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ABTS

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เกลือ 60/40	26.405320	.3130385	3
เกลือ 70/30	30.736011	1.3451833	3
เกลือ 80/20	27.240001	.5125580	3
นมน 60/40	32.311443	1.5988998	3
นมน 70/30	28.922200	1.5387137	3
Total	29.122995	2.4699333	15

รูปที่ ข.19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: DPPH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.548 <sup>a</sup>	4	.387	65.792	<.001
Intercept	15.597	1	15.597	2651.040	<.001
TRT	1.548	4	.387	65.792	<.001
Error	.059	10	.006		
Total	17.204	15			
Corrected Total	1.607	14			

a. R Squared = .963 (Adjusted R Squared = .949)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: DPPH

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60/40	.783103	.0825354	3
เหลือง 70/30	1.441781	.1270935	3
เหลือง 80/20	.699593	.0472363	3
นลม 60/40	.795075	.0286677	3
นลม 70/30	1.378919	.0582933	3
Total	1.019694	.3388123	15

รูปที่ ข.20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นของขนมเทมเป้แผ่นอบกรอบ

### ตาราง ANOVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ความชื้นขนมหลังอบ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	81.639 <sup>a</sup>	4	20.410	67.749	<.001
Intercept	95.407	1	95.407	316.700	<.001
TRT	81.639	4	20.410	67.749	<.001
Error	1.506	5	.301		
Total	178.552	10			
Corrected Total	83.145	9			

a. R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .967)

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: ความชื้นขนมหลังอบ

TRT	Mean	Std. Deviation	N
เหลือง 60.40	.0740	.06223	2
เหลือง 70.30	3.8175	.29628	2
เหลือง 80.20	3.2450	.07354	2
นลม 60.40	7.9555	1.18582	2
นลม 70.30	.3520	.05515	2
Total	3.0888	3.03946	10

รูปที่ ข.21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของการพัฒนาขนมขบเคี้ยวแผ่นอบกรอบจากเทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### วิธีวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของน้ำ ( water activity )

เป็นอัตราส่วนระหว่างความดันไอของอาหารเมื่ออยู่ในสมดุลที่ไม่ถูกรบกวนอย่างสมบูรณ์กับตัวกลางในอากาศหารด้วยความดันไอของน้ำกลั่นภายใต้สภาวะเดียวกันช่วยลดการเคลื่อนตัวของความชื้น ภายในผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากส่วนผสมต่างๆ สามารถวัดได้จากเครื่องวัด Water Activity Meter

#### การเตรียมตัวอย่าง

1. ใส่ตัวอย่างในตลับวัด  $a_w$  ประมาณ 2.5 กรัม เกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับ

#### การเปิดเครื่อง

1. เปิดเครื่อง  $a_w$  ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
2. นำตลับวัด  $a_w$  ใส่ลงในเครื่องวัด เมื่อเครื่องเริ่มวัดจะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง
3. เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า  $a_w$  ที่หน้าจอ
4. ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง

### วิธีวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์

ใช้เครื่องวิเคราะห์พื้นผิว TA.XT2 (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable MicroSystems, Godalming UK) การทดสอบดำเนินการตามเงื่อนไขการทำงานต่อไปนี้: ระยะโพรบ 48 มิลลิเมตร ความเร็วก่อนการทดสอบ 1 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วการทดสอบ 2 มิลลิเมตร/วินาที และความเร็วหลังการทดสอบ 10 มิลลิเมตร/วินาที



งานทะเบียนคนฉะวิทยาศาสตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 26 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว รวีวรรณ บัวรอด รหัสประจำตัว 63050414

นาย/นาง/นางสาว ศิริพร มุกสิทธิ์ รหัสประจำตัว 63050426

นาย/นาง/นางสาว รหัสประจำตัว

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีจรงาน ภาควิชา ชีววิทยา

ขอรับรองว่าโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทมเป้แผ่นอบกรอบโปรตีนสูง

ชื่อภาษาอังกฤษ Development of high protein crispy tempeh chip

ปีการศึกษา 2563

เป็นผลงานวิจัยที่มีได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 3.71 % หรือโปรแกรม Turnitin %

ลงชื่อ รวีวรรณ บัวรอด

ลงชื่อ ศิริพร มุกสิทธิ์

ลงชื่อ

( รวีวรรณ บัวรอด )

( ศิริพร มุกสิทธิ์ )

( )

นักศึกษา

นักศึกษา

นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้า ~~ศ.~~ / ~~รศ.~~ / ~~ผศ.~~ / ~~ดร.~~ / ~~อ.~~ กวีหญิง สายแก้ว..... อาจารย์ที่ปรึกษา โครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ..... กวีหญิง..... ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้