



รายงานการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

The Development of Sausage Supplemented with Tamarind Seeds

สุวิมล เทียกทุม และคณะ

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

The Development of Sausage Supplemented with Tamarind Seeds

สุวิมล เทียกทุม

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
ผู้วิจัย	สุวิมล เทียกทุม
ผู้ร่วมวิจัย	หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามและเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทดสอบค่าสี, ค่า pH และค่าแน่นเนื้อ นอกจากนี้ยังทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9 point hedonic scale โดยทดลองผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้งสิ้น 10 สูตร ซึ่งเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 3 วัน, 5 วัน และ 7 วัน แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าค่าสีที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน จากผลการทดสอบค่า pH ผลิตภัณฑ์ในวันที่ 3, 5, 7 มีแนวโน้มลดต่ำลง แต่พบว่าผลของค่า pH ในวันที่ 7 ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในตู้เย็นได้ไม่เกิน 5 วัน จากผลการทดสอบค่าความแน่นเนื้อ พบว่าในวันที่ 3, 5, 7 มีแนวโน้มที่สูงขึ้น และจากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามสูตรที่ 6 เก็บรักษาไว้ในวันที่ 5 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก โดยอัตราส่วนผสมและระดับการบดวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต คือ การใช้เห็ดปริมาณเท่ากับ 135 กรัม แป้งเมล็ดมะขามปริมาณเท่ากับ 30 กรัม และใช้ระดับการบดละเอียด ซึ่งผลการทำนายมีความแม่นยำ 92.85%

คำสำคัญ : ไส้กรอกอีสาน, เห็ด, เมล็ดมะขาม

Title The Development of Sausage Supplemented with Tamarind Seeds.
Author Suwimon Theakthum
Co - author Hathainuch Janchaiyaphoom
Branch Production Engineering and Management
 Phetchabun Rajabhat University 2020

Abstract

This research aims to develop the right formula to produce sausages, mushrooms, flour fortified with tamarind seeds, physical properties testing and sensory testing of mushroom sausage supplemented with tamarind seed powder product. The physical properties testing were color, pH and firmness. In addition, the sensory quality was tested using the 9 point hedonic scale method for sausage supplemented with tamarind seeds product total 10 recipes. Which kept the product for 3, 5, and 7 days. The results of physical property tests found that the colors have remained the same. According to the pH test results, the product on 3, 5 7 days tends to decrease. But found that the effect of pH at day 7 was lower than the standard. Therefore, the product can be stored in the refrigerator for no more than 5 days. From the test results, the firmness value It was found that on 3, 5 7 days tended to be higher. Therefore, from the results of the sensory acceptance test on the product It was found that the mushroom sausage supplemented with tamarind seed powder, formula 6, preserved on day 5 was the most sensory acceptance. The mean is 7.81 which is in the criteria like it very much. The optimal mixing ratio and raw material grinding level were 135 grams of mushroom, 30 grams of tamarind seed flour, and the level of fine grinding. Which the prediction accurate has 92.85% .

Keywords : Isan - Sausage, Mushroom, Tamarind Seeds

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตนติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูป จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ใช้เป็นพื้นที่ในการถ่ายทอดงานวิจัยและให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

สุวิมล เทียกทุม และคณะ

30 พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด	4
2.2 เห็ดนางฟ้าภูฐาน	5
2.3 เห็ดนางรมหลวงหรือเห็ดออริโนจิ	6
2.4 เห็ดหอม	7
2.5 เมล็ดมะขาม	7
2.6 ไม้ไผ่กรอก	11
2.7 ไม้ไผ่กรอกอีสาน	11
2.8 ไม้ไผ่กรอกเห็ด.....	12
2.9 ไม้ไผ่สำหรับบรรจุไม้ไผ่กรอก	14
2.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	15
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย
3.1	เครื่องมืออุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกเห็ด
3.2	การเตรียมแป้งเมล็ดมะขาม
3.3	วิธีการทำไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
3.4	ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
3.5	การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ...
บทที่ 4	ผลการวิจัย.....
4.1	ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม.....
4.2	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
5.1	สรุปผลการวิจัย
5.2	อภิปรายผล.....
5.3	ข้อเสนอแนะ
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก	ลักษณะไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม.....
ภาคผนวก ข	แบบประเมินการทดสอบประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
ภาคผนวก ค	รูปภาพแสดงการทดสอบการวัดค่าสี, ค่า PH และค่าแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม.....
ภาคผนวก ง	ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม
ภาคผนวก จ	การถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
ประวัติผู้วิจัย	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดมะขาม.....	9
3.1 ส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม	32
3.2 สูตรส่วนผสมที่ใช้ทำการทดลองผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม	33
4.1 ผลการทดสอบค่า pH และค่าแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม	36
4.2 ผลการทดสอบค่าสีของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม	38
4.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม ทั้ง 10 สูตร (วันที่ 3)	50
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม ทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)	41
4.5 ผลการวิเคราะห์ Factorial Regression ของค่า pH ไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม	43
4.6 ผลการวิเคราะห์ Factorial Regression ของค่าความแน่นเนื้อไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ด มะขาม	46

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดนางฟ้าภูฐาน	5
2.2 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดนางรมหลวง	6
2.3 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดหอม	7
2.4 แสดงลักษณะทั่วไปของเมลิคมะขาม	8
2.5 ส่วนประกอบหลักของเมลิคมะขาม	8
2.6 ไม้กรอกอีสาน	12
3.1 เครื่องบดวัตถุดิบและบรรจุไม้กรอก	25
3.2 เครื่องชั่งดิจิตอล	25
3.3 กระละมัง	25
3.4 หม้อนึ่งไฟฟ้า	26
3.5 ถังมือยางชนิดไร้แปรง	26
3.6 เนื้อหมูปดหยาบ / ละเอียด	26
3.7 แป้งเมลิคมะขามที่นึ่งสุก	27
3.8 กระเทียม โขลกละเอียด	27
3.9 พริกไทย	27
3.10 เกลือ	28
3.11 น้ำตาลทราย	28
3.12 แสดงลักษณะของเห็ดสด	28
3.13 แสดงลักษณะของเห็ดที่ผ่านการนึ่งให้สุกแล้วเป็นเวลา 30 นาที	29
3.14 ไม้คอตลาเจนแช่น้ำทิ้งไว้ 20 นาที	29
3.15 ลักษณะของมะขามเปรี้ยวขี้	30
3.16 การนำเมลิคมะขามเปรี้ยวขี้ไปคั่วไฟ	30
3.17 การนำเมลิคมะขามเปรี้ยวขี้ที่เอาเปลือกได้นอกออกแล้ว	30
3.18 ลักษณะของแป้งเมลิคมะขามเปรี้ยวขี้	31
4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่า pH ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7	36
4.2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าความหนืดเนื้อในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7	37
4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบผลรวมค่าสีในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7	38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 กราฟแสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบประเมิน	39
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อ ไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 3)	41
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อ ไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)	42
4.7 กราฟ Residual Plot ค่า pH	44
4.8 กราฟ Pareto ปัจจัยที่มีผลต่อค่า pH	45
4.9 กราฟ Residual Plot ค่าความแน่นเนื้อ	47
4.10 กราฟ Pareto ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ	47
4.11 กราฟ Main Effect ที่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ	48
4.12 กราฟแสดงการหาอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด.....	48
ก.1 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 1	56
ก.2 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 2	56
ก.3 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 3	56
ก.4 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 4	57
ก.5 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 5	57
ก.6 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 6	57
ก.7 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 7	58
ก.8 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 8	58
ก.9 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 9	58
ก.10 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 10	59
ค.1 แสดงการทดสอบค่าสีของตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม	63
ค.2 แสดงลักษณะหน้าจอกของเครื่องทดสอบค่าสี และไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม	63
ค.3 แสดงการทดสอบค่า pH ของตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม	64
ค.4 แสดงลักษณะของเครื่องทดสอบค่า pH และตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม ...	64
ค.5 แสดงการทดสอบค่าความแน่นเนื้อของตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม	65

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
ค.6 แสดงลักษณะของเครื่องทดสอบค่าความแน่นเนื้อ และไส้กรอกเห็ด	65
ง.1 การออกแบบโลโก้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามรูปแบบต่าง ๆ	67
ง.2 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม.....	67
จ.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม	69
จ.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม	69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เห็ด เป็นอาหารที่สามารถใช้แทนเนื้อสัตว์ได้และเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและมีสรรพคุณทางยา ปราศจากไขมัน มีปริมาณน้ำตาลและเกลือค่อนข้างต่ำ มีสารที่ช่วยในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านทานโรค กระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว ลดน้ำตาลในเลือดและลดความดันโลหิตได้อีกด้วย (ศราวุธ ดิหมื่นไวย, 2561) จึงทำให้ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปมากมาย เช่น ข้าวเกรียบเห็ด เห็ดสมุนไพโร เห็ดแดดเดียว เห็ดป๊อบ(เห็ดทอดกรอบ) เห็ดสวรรค์ น้ำพริกเห็ด ลูกชิ้นเห็ด แหนมเห็ด และหมูขยเห็ด (จักรี ทองวิเศษ, 2556) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำไปทำอาหารสัตว์ (ชลกานต์ ขวัญนาวารักษ์, 2555) และทำเครื่องสำอางอีกด้วย วิสาหกิจชุมชนรัตติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูป ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหนึ่งที่ทำกรแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดเพื่อออกจำหน่ายสู่ท้องตลาด ซึ่งทางกลุ่มได้ทำการเพาะเลี้ยงเห็ด ทำการแปรรูปเห็ด และทำการจัดจำหน่ายเอง ปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลมีผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปเห็ด ได้แก่ แหนมเห็ด เห็ดป๊อบรสชาติต่างๆ น้ำพริกเห็ด ลูกชิ้นเห็ด เห็ดสวรรค์ และเห็ดสามรสกรอบ เป็นต้น โดยจะนำผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปไปวางจำหน่ายตามงานแสดงสินค้า OTOP ที่ทางหน่วยงานของจังหวัดและกรมพัฒนาธุรกิจการค้าจัดขึ้น และไร่นำถั่วลันเตาซึ่งเป็นจุดแวะซื้อของฝากชื่อดังของจังหวัดเพชรบูรณ์

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูป ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดังกล่าวมีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมาเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และเพิ่มยอดขาย เนื่องจากผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปของกลุ่มส่วนใหญ่มีความเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันกับผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปของผู้ประกอบการรายอื่นที่ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดเช่นกัน ดังนั้นหากทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปขึ้นมาใหม่ ที่มีความแตกต่าง แปลกใหม่ โดยจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตเห็ดสดของกลุ่มและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันได้ ก็จะส่งผลให้ยอดขายผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปของกลุ่มเพิ่มขึ้นได้ตามไปด้วย ปัจจุบันอาหารประเภทไส้กรอกได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะคนรุ่นใหม่ที่ชอบบริโภคไส้กรอกเป็นอาหารมื้อหลักในช่วงเวลาเร่งด่วน ดังนั้นหากทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากเห็ดก็น่าจะได้รับการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ดี

สำหรับในงานวิจัยในครั้งนี้มีแนวคิดที่จะนำเมล็ดมะขามที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปมะขามที่มีปริมาณมากในจังหวัดเพชรบูรณ์มาเป็นวัตถุดิบเสริมในการผลิตไส้กรอกเห็ดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา เพื่อทดแทนการใช้ข้าวสอยหุงสุกที่ทำให้เกิดสเปรี้ยวในกระบวนการหมักไส้กรอก เนื่องจากเมล็ดมะขามมีส่วนประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะเนื้อในของเมล็ดมะขามมีสารอาหารหลายชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร โปรตีน วิตามิน เช่น ไนอะซิน ไรโบฟลาวิน วิตามินบี 1 และแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม เหล็ก ฟอสเฟต และมีสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เช่น เบต้ากลูแคน สารต้านการติดเชื้อ สารฆ่าพยาธิและสารลดคอเลสเตอรอล (สุรวดี สารอินสม, 2558) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม แล้วทำการทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมผสมแป้งเมล็ดมะขามที่ผลิตขึ้นมา เมื่อได้สูตรในการผลิตที่เหมาะสมที่สุดแล้วจะทำการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนเพื่อนำไปผลิตจำหน่ายต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
- 1.2.2 เพื่อทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาปัญหา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม
- 1.3.2 เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์สำหรับผลิตแป้งจากเมล็ดมะขาม
- 1.3.3 เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์สำหรับผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม
- 1.3.4 ผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม
- 1.3.5 ทำการทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
- 1.3.6 สรุป วิเคราะห์ผล และจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัศมีกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูปจังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.4.2 การทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขามใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.1156/2559

1.4.3 ตัวแปร

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่ อัตราส่วนผสมในการทำไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขามแต่ละสูตร
- ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
- ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดเห็ดที่ใช้ในการผลิต คือ เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดหอม และเห็ดนางรมหลวง

1.5 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ

1.5.1 สมมติฐานการวิจัย

การนำเห็ดมาผลิตเป็นไส้กรอกที่เสริมด้วยเมล็ดมะขาม สามารถช่วยในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูปจังหวัดเพชรบูรณ์ได้

1.5.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



- ความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูป

- สูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม
- การทดสอบคุณลักษณะของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

- กลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลเห็ดแปรรูปมะขามแปรรูปได้ผลิตภัณฑ์ใหม่

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

1.6.2 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนรัตติกาลได้ผลิตภัณฑ์เห็ดแปรรูปแบบใหม่ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด

เห็ด จัดเป็นเชื้อราชั้นสูงชนิดหนึ่ง แต่สำหรับนักเกษตรแล้วกลับมองว่าเห็ดเป็นพืชชั้นต่ำ เพราะไม่สามารถสร้างอาหารขึ้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งเห็ดนั้นจะมีการเพาะพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ ทำให้เกิดเป็นกลุ่มใยราจนกระทั่งเจริญเติบโตขึ้นเป็นดอกเห็ด ซึ่งมีสีสันและรูปร่างของดอกเห็ดตามแต่ละชนิดของสายพันธุ์เห็ดต่างๆ

เห็ดนั้นมีอยู่มากมายหลายประเภท ประโยชน์และสรรพคุณของเห็ด หรือคุณค่าทางอาหาร จึงมีแตกต่างกันไปตามแต่ละสายพันธุ์ของเห็ด แต่โดยรวมแล้วเห็ดมีประโยชน์มากมาย เป็นได้ทั้งอาหารและสมุนไพรรักษาโรค บำรุงร่างกาย ได้แก่ ช่วยต่อต้าน ป้องกัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ที่ผิดปกติในร่างกายของเราที่จะก่อเกิดโรคมะเร็งต่างๆ ขึ้นได้, ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และไขมันในเลือดได้ดี, ช่วยให้การการทำงานของระบบตับ, ไต และหัวใจ ทำงานได้เป็นปกติอย่างมีประสิทธิภาพ, มีสารอนุมูลอิสระที่ช่วยให้ร่างกายเกิดการสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายขึ้น ทำให้ร่างกายไม่อ่อนแอหรือเจ็บป่วยง่าย, ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง และปรับสภาพความดันโลหิตให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ, มีไฟเบอร์และกากใยอาหารสูง ทำให้ระบบขับถ่ายสามารถทำงานได้ดี และไม่เสี่ยงต่อการเกิดโรคริดสีดวงทวาร, โรคกระเพาะ หรือมะเร็งลำไส้, ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้ไม่เสี่ยงต่อการเป็นโรคธาลัสซีเมีย หรือโรคโลหิตจาง, ช่วยสมานแผล และลดอาการอักเสบของเซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ, ช่วยให้ระบบสมองและประสาททำงานได้ดี, ช่วยทำให้ระบบการไหลเวียนของเลือดลมในร่างกายดี, ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน และโรคภูมิแพ้, ช่วยให้ร่างกายไม่อดโรย มีกำลัง กระปรี้กระเปร่า, ช่วยแก้อาการไอเรื้อรังได้, ช่วยให้ผิวพรรณดูสดใส ไม่หมองคล้ำ และดูมีน้ำมีนวล, ช่วยขับสารพิษหรือสารเคมีต่าง ๆ ในตับออกจากร่างกาย, เป็นยาอายุวัฒนะ

สำหรับเห็ดนั้นเรียกได้ว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมากๆ และไม่มีไขมัน หรือคอเลสเตอรอล เรียกว่าเป็นได้ทั้งอาหารและยาในเวลาเดียวกันเลยทีเดียว ซึ่งมีสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นแก่ร่างกายเป็นอย่างมาก อาทิ มีวิตามินซีสูง ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรคต่างๆ, ซีลีเนียม เป็นตัวช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ และยับยั้งการเกิดขึ้นของเซลล์มะเร็ง เรียกว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกับวิตามินอีเลยทีเดีย, โพแทสเซียม เป็นตัวที่ช่วยให้ร่างกายเกิดความสมดุล เพราะจะเข้าไปทำให้กระบวนการในระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำงาน

อย่างประสานสอดคล้องกัน และควบคุมในเรื่องของจังหวะการเต้นของหัวใจด้วย, โนอะซิน ก็จะเป็นตัวควบคุมการทำงานในระบบการย่อยอาหารในกระเพาะ รวมทั้งระบบประสาทต่างๆ ได้ดีด้วย, ไรโบฟลาวิน สารอาหารนี้ก็จะเป็นตัวช่วยในเรื่องของสายตาการมองเห็น และบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่ง ไม่อิดโรย, วิตามินบีรวม ซึ่งก็ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง ระบบการทำงานต่างๆ ภายในร่างกายดีขึ้น และผ่อนคลายความตึงเครียดให้แก่อวัยวะ

ซึ่งนอกจากเห็ดโดยรวมแต่ละชนิดจะมีประโยชน์ในตัวเองอย่างมากมายแล้ว การนำเห็ด 3 อย่างขึ้นไป มาดื่มรับประทานพร้อมกัน ก็ยังทำให้ได้ประโยชน์มากกว่าการรับประทานเห็ดเพียงชนิดเดียว เนื่องจากเมื่อนำเห็ด 3 อย่างมารวมกันจะทำให้เกิดค่าของกรดอะมิโนซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถต้านทานหรือต่อสู้กับโรคมะเร็งร้ายได้ รวมทั้งขับสารพิษและสารเคมีต่างๆ ที่ตกค้างอยู่ในร่างกายของเราออกมาได้ ซึ่งเห็ด 3 อย่างนี้เราก็สามารถเลือกรับประทานกันได้ตามชอบใจ ขอเพียงให้ได้เป็นเห็ด 3 ชนิดมาประกอบอาหารด้วยกันเท่านั้น (โชคดีฟาร์ม, ม.ป.ป.)

2.2 เห็ดนางฟ้าภูฐาน

เห็ดนางฟ้าภูฐาน (Indian Oyster Mushroom หรือ Phoenix Mushroom หรือ Lung Oyster) เรียกว่าเป็นเห็ดนางรมชนิดหนึ่งซึ่งมีสายพันธุ์มาจากประเทศภูฐาน (บางครั้งเลยมีคนเรียกว่าเห็ดนางรมภูฐาน) โดยมีลักษณะเป็นกลุ่มๆ บริเวณโคนนั้นจะเชื่อมติดกัน และมีหมวกเห็ดเป็นทรงคล้ายใบพัดสีน้ำตาลอ่อนแกมเทา หรือม่วงอ่อนๆ มีผิวค่อนข้างเรียบสีขาว ส่วนด้านล่างของเห็ดจะมีริบแคบๆ และเรียวยาวลงไปถึงก้าน และก้านดอกนี้จะไม่อยู่พอดีกับกึ่งกลางของดอก โดยโคนจะเล็กและเรียว แต่เป็นนูนและร่องเตี้ยๆ ทั้งก้านดอกเห็ด



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดนางฟ้าภูฐาน

สรรพคุณและประโยชน์ของเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ ช่วยต้านทานมะเร็ง ไม่ให้เกิดเซลล์ผิดปกติจนกลายเป็นเนื้อร้าย, ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ, มีโปรตีนสูงกว่าในเนื้อสัตว์ สามารถช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในร่างกาย โดยไม่มีอันตรายจากไขมันสัตว์, ช่วยบำรุงให้ระบบการทำงานของหัวใจดีขึ้น, ช่วยป้องกันอาการเลือดออกตามไรฟัน เพราะมีวิตามินซีอยู่สูง, ช่วยแก้อาการคันตามผิวหนัง หรือผดผื่นขึ้นตามร่างกาย, ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคต่างๆ ให้แก่ร่างกายได้เป็นอย่างดี (โชคดีฟาร์ม, ม.ป.ป.)

2.3 เห็ดนางรมหลวงหรือเห็ดออริจิ

เห็ดนางรมหลวง (King Oyster Mushroom) หรือเห็ดออริจิ (Eryngii Mushroom) เป็นเห็ดที่มีรูปร่างและขนาดใหญ่โตมากที่สุดในกลุ่มเห็ดนางรมเลยก็ว่าได้ โดยมีรูปร่างเหมือนหรือคล้ายกรวย ลำต้นจะใหญ่และค่อนข้างอวบหนา มีดอกใหญ่สีน้ำตาลอ่อนแกมเทา ซึ่งบริเวณช่วงกลางจะค่อนข้างหนาแต่ขอบห่มจะบาง มีก้านดอกขนาดใหญ่สีขาว ห่มดอกจะหนา โดยส่วนบนของห่มดอกจะมีสีเทาอ่อนๆ และเวลาออกดอกมาจะไม่เป็นกลุ่มก้อน และมีรสชาติที่อร่อย



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดนางรมหลวง

สรรพคุณและประโยชน์ของเห็ดนางรมหลวง คือ ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ยับยั้งเซลล์มะเร็งไม่เจริญเติบโตขึ้นจนกลายเป็นเนื้อร้าย, ช่วยให้ร่างกายสร้างภูมิต้านทาน ไม่เป็นโรคต่างๆ ได้ง่าย, ช่วยลดอาการปวดตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย, ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือด เหมาะกับผู้ที่กำลังลดน้ำหนัก หรือเป็นโรคเบาหวาน, ช่วยปรับความสมดุลในร่างกาย ทำให้ระบบการทำงานต่างๆ ของร่างกายดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ และช่วยลดความดันโลหิตสูง และปรับความดันให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (โชคดีฟาร์ม, ม.ป.ป.)

2.4 เห็ดหอม

เห็ดหอม (Shiitake) บริเวณหมวกเห็ดจะมีลักษณะกลม ตรงผิวของหมวกเห็ดจะมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม หรือน้ำตาลอมแดง โดยมีขนที่รวมกันเป็นลักษณะเกล็ดสีขาวหายๆ กระจายอยู่บนหมวกเห็ด ส่วนบริเวณก้านเมื่ออ่อนจะเป็นแผ่นสีขาวบางๆ แต่เมื่อแก่ก็จะเปลี่ยนเป็นสีเข้มทันที มีก้านดอกและโคนก้านดอกสีน้ำตาลอ่อนๆ หรือขาว ส่วนเนื้อของเห็ดหอมจะนุ่มรับประทานอร่อย และมีกลิ่นหอมอันเป็นเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวของเห็ดหอม



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะทั่วไปของเห็ดหอม

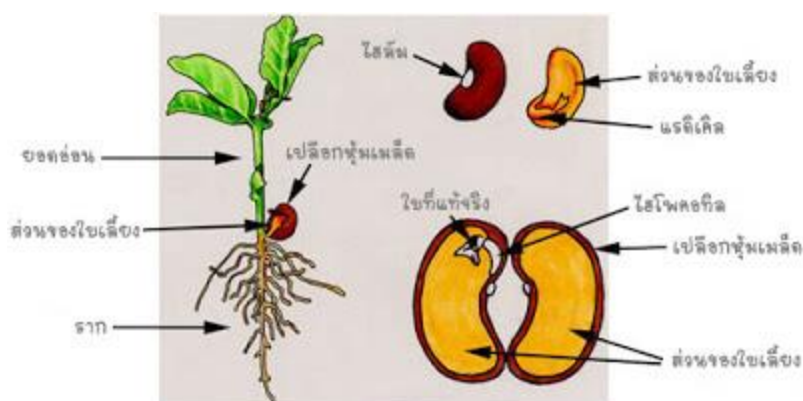
สรรพคุณและประโยชน์ของเห็ดหอม คือ ช่วยในการป้องกันและต่อต้านโรคมะเร็งได้ดี, มีสารต้านทานไวรัสช่วยป้องกันโรคหวัด, ช่วยลดระดับน้ำตาลและไขมันในเส้นเลือดให้อยู่ในภาวะปกติ, ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง, ช่วยบำรุงระบบหัวใจให้แข็งแรงสามารถทำงานได้อย่างปกติและมีประสิทธิภาพ, ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดโรคธาลัสซีเมียหรืออาการโลหิตจาง, ช่วยให้ร่างกายและกล้ามเนื้อแข็งแรง, ช่วยบำรุงกระดูกไม่เปราะหรือแตกหักง่าย, ช่วยให้เลือดลมในร่างกายหมุนเวียนได้สะดวก, ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายได้เป็นอย่างดี, ช่วยบำรุงระบบสมองให้สดชื่น กระปรี้กระเปร่า ไม่ซึมเศร้า, ช่วยบำรุงระบบประสาทให้ทำงานได้สัมพันธ์กัน, ช่วยในการต้านทานความแก่ชรา ทำให้ใบหน้าไม่ดูแก่ก่อนวัย และช่วยทำให้นอนหลับได้ง่ายและสบายขึ้น (โชคดีฟาร์ม, ม.ป.ป.)

2.5 เมล็ดมะขาม

ลักษณะเมล็ดมะขามโดยทั่วไปจะมีเปลือกหุ้ม เมล็ดสีน้ำตาลหรือสีดำ เมล็ดมะขามหวานจะมีลักษณะเมล็ดที่เป็นทรงกลมคล้ายหยดน้ำ มีขนาดเล็ก สำหรับเมล็ดมะขามเปรี้ยวจะมีลักษณะเมล็ดเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า ขนาดใหญ่ เมล็ดค่อนข้างแบน (สุรวดี สารอินสม, 2559)



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะทั่วไปของเมล็ดมะขาม



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบหลักของเมล็ดมะขาม

เมล็ดมะขามสามารถแยกส่วนประกอบหลักได้ 3 ส่วน ดังนี้

1) เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เมล็ดมะขามจะประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดประมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ทำหน้าที่ป้องกันส่วนที่อยู่ภายในโดยป้องกันอันตรายและป้องกันการคายน้ำ ไมโครไพล์ (Micropyle) เป็นตำแหน่งการงอกของต้นอ่อนที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นมะขามต่อไป สามารถแยกเปลือกหุ้มเมล็ดออกเป็น 2 ชั้น คือ เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก (Outer seed coat, testa) มีลักษณะแข็งและเหนียวและเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นใน (Inner seed coat, tegmen) คือชั้นถัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก เป็นเยื่อบาง ๆ

2) เอ็มบริโอ (Embryo) คือส่วนที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นมะขามต่อไป

3) ใบเลี้ยง (Cotyledon) มะขามเป็นพืชที่มีใบเลี้ยงคู่ ใบเลี้ยง คือส่วนที่อยู่ในเมล็ดหรือส่วนของเนื้อในเมล็ดมะขาม ทำหน้าที่สะสมอาหารไปเลี้ยงต้นอ่อน ซึ่งส่วนนี้คือส่วนของเนื้อในเมล็ดมะขาม มีลักษณะหนา แข็ง และอวบ เมล็ดมะขามจะประกอบด้วยเนื้อในเมล็ดมะขาม

ประมาณร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และมีองค์ประกอบทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 2.1 เนื้อในเมล็ดมะขามจัดเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณภาพ

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดมะขาม (สุรวดี สารอินสม, 2559)

องค์ประกอบ	ร้อยละ
โพลีแซคคาไรด์	65.1-72.2
โปรตีน	15.0-20.9
ไขมัน	3.9-8.0
เยื่อเส้นใย (Crude fiber)	2.5-8.2
ความชื้น	11.4-22.7
เถ้า	2.4-4.2

ในเนื้อเมล็ดมะขามมีไขมันและโพลีแซคคาไรด์ (สารประกอบที่เกิดจากการต่อกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจนเป็นสายยาว) และพบว่าโพลีแซคคาไรด์จากเมล็ดมะขามละลายได้ในน้ำและมีฤทธิ์เสริมประสิทธิภาพ ของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ซึ่งหมายความว่าหากระบบภูมิคุ้มกัน (ได้แก่กลุ่มเม็ดเลือดขาวหลายชนิดในร่างกาย) บกพร่องหรือน้อยกว่าปกติโพลีแซคคาไรด์จากเมล็ดมะขามจะกระตุ้นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อไวรัส ซึ่งไม่มียาใด ๆ รักษาได้ รวมทั้งสามารถยับยั้งการเกิดเซลล์เนื้องอกมะเร็งได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่ามีฤทธิ์รักษาภาวะเบาหวานของหนูทดลองโดยมีกลไกซับซ้อนหลายวิธี เช่นทำให้เกิดการสร้างเบต้าเซลล์ที่ผลิตอินซูลิน เพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านกลูโคสที่เยื่อผนังเซลล์เพื่อใช้สร้างไกลโคเจนในตับ (ผ่านทาง GLUT-2) และ ที่กล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อในร่างกาย (ผ่านทาง GLUT-4) เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อในเมล็ดมะขามยังอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญหลายชนิด รวมถึงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ตั้งแต่ปี 1943 อินเดียได้มีการแปรรูปเมล็ดมะขามในเชิงอุตสาหกรรม นั่นคือการผลิตผงเนื้อเมล็ดมะขามเพื่อใช้ในการทดแทนแป้งในอุตสาหกรรมการผลิตกวาดในตลาดสิ่งทอของอินเดีย (สิริการ หนูสิงห์, 2557)

แป้งเมล็ดมะขาม (Tamarin kernel powder, TKP) มาจากเมล็ดมะขาม ถูกนำมาใช้แทนที่แป้งในการขยายขนาดผ้าฝ้าย และเป็นสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมกระดาษแทนที่แป้งและ galactomannans และแป้งเมล็ดมะขาม ถูกใช้เป็นสารให้ความเสถียรและสารก่อเจลในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศญี่ปุ่นที่เป็นสารเติมแต่งอาหารที่ถูกต้องตามกฎหมาย แป้งเมล็ดมะขามเป็นสารโพลีเมอร์ชีวภาพ ประกอบด้วยโซโมเลกุลขนาดใหญ่ เรียงตัวกันอยู่ภายใน ลักษณะ

การเรียงตัวของโมเลกุลเหล่านี้ก่อให้เกิดลักษณะที่ปรากฏของแป้ง ซึ่งเมื่อนำมาละลายก็จะเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวหนืด ซึ่งเรียกว่า เจลโลส (Gellose) (เป็นเอก ทรัพย์สิน และคณะ, 2560) หรือเรียกว่า กัมจากเมล็ดมะขาม (Tamarin gum) ซึ่งเป็นสารที่สามารถละลายหรือกระจายตัวในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น และให้สารละลายมีลักษณะหนืด ส่วนใหญ่เป็นพวก hydrophilic colloid ซึ่งสารนี้มีประโยชน์มากต่อลักษณะของเนื้ออาหาร คุณสมบัติของกัมแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามสูตรโครงสร้าง กัมจะเป็นสารให้ความหนืด สารรักษาความคงตัว สารช่วยทำให้น้ำและน้ำมันเข้ากันได้ดี สารช่วยในการจับน้ำ และช่วยทำให้สารแขวนลอยได้ดีอีกด้วย (ทะนง ภัทรขันธ์, 2534)

การศึกษา “โพลีแซคคาไลดส์” จากเมล็ดมะขาม ในปี 2012 มีงานวิจัยของเมล็ดมะขามออกมามากมาย นักวิจัยเผยแพร่ผลงานการวิจัยที่พบว่า ในเนื้อเมล็ดมะขามมีไขมันและโพลีแซคคาไลดส์ (สารประกอบที่เกิดจากการต่อกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจนเป็นสายยาว) และพบว่าโพลีแซคคาไลดส์จากเมล็ดมะขามละลายได้ดีในน้ำ และมีฤทธิ์เสริมประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ซึ่งหมายความว่าหากระบบภูมิคุ้มกัน (ได้แก่ กลุ่มเม็ดเลือดขาวหลายชนิดในร่างกาย) บกพร่องหรือน้อยกว่าปกติ โพลีแซคคาไลดส์จากเมล็ดมะขามจะกระตุ้นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อไวรัส

มีงานวิจัยจากต่างประเทศเกี่ยวกับเมล็ดมะขามจำนวนมาก ผลการวิจัยพบว่า ในเนื้อเมล็ดมะขามมีไขมันและโพลีแซคคาไลดส์ ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีฤทธิ์เสริมประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ซึ่งหมายความว่า ถ้าเมื่อใดที่ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายบกพร่องหรือน้อยกว่าปกติ โพลีแซคคาไลดส์จากเมล็ดมะขามจะไปกระตุ้นให้ภูมิคุ้มกันทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะสามารถกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในร่างกายโดยเฉพาะเชื้อไวรัส นอกจากนี้ยังสามารถลดน้ำตาลในกระแสโลหิต ลดคลอเรสเตอรอลที่สำคัญคือ สามารถยับยั้งการเกิดเซลล์เนื้องอก หรือมะเร็งได้ด้วย นอกจากนี้ผลการวิจัยในต่างประเทศเมื่อปี พ.ศ. 2550 ด้วยการทดลองกับหนูทดลองโดยการให้ยาพาราเซตามอล ซึ่งเป็นพิษต่อดับในขนาด 1 กิโลกรัม / น้ำหนักตัวหนูทดลองติดต่อกัน 7 วัน เพื่อทำลายเซลล์ตับหนู หลังจากนั้นในวันที่ 3 จึงเริ่มป้อนสารสกัดจากน้ำของเนื้อในเมล็ดมะขาม ในขนาด 700 มิลลิกรัม / น้ำหนักตัวหนู เป็นเวลาอีก 9 วัน และทำการตรวจหาค่าเอนไซม์ที่สื่อถึงการอักเสบและการทำลายเซลล์ตับ พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะขามที่ไม่คั่ว สามารถต้านทานความเป็นพิษต่อดับ กระตุ้นการสร้างเซลล์ตับทดแทนส่วนที่เสียไปและมีฤทธิ์ปกป้องไต จึงพบว่าสามารถรักษาภาวะเบาหวานของหนูทดลองผ่านกลไกซับซ้อนหลายวิธี (สุรวดี สารอินสม, 2559)

2.6 ไส้กรอก

ไส้กรอก (sausage) คือผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (meat product) เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว ไก่ ไก่วง แกะ ที่ได้จากการนำเนื้อมาบด ผสมกับเกลือ และเครื่องปรุงรสแล้วบรรจุในไส้ (casing) เพื่อให้มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งชนิดของไส้กรอก แบ่งได้ดังนี้

1) ไส้กรอกสุก (cooked sausage) เป็นไส้กรอกที่ทำจากเนื้อสัตว์ สุกพร้อมที่จะรับประทานได้ทันที อาจรมควัน (smoking) หรือไม่ก็ได้ เช่น แฟรงเฟอ์เตอร์ (Frankfurter), แนกเวอร์สต์ (Knackwurst), โบโลญา (Bologna), เวียนนา (Vienna) เป็นต้น ซึ่งไส้กรอกกลุ่มนี้เป็นไส้กรอกที่บดเนื้อจนละเอียดเนียนเป็นอิมัลชัน (emulsion) เพื่อให้โปรตีนไมโอซิน (myosin) ในเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) ถูกสกัดละลายออกมา เพื่อช่วยทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้ส่วนผสมของไขมันที่ถูกสับเป็นหยดละเอียด กระจายตัวในส่วนผสมที่เหลือโดยไม่แยกชั้นไขมัน

2) ไส้กรอกสด (fresh sausage) ทำจากเนื้อสด เช่น เนื้อหมู และผสมเครื่องปรุง แล้วบรรจุไส้ ก่อนรับประทานต้องนำมาทำให้สุกก่อน เช่น ไส้กรอกหมูสด (fresh pork sausage), ไส้กรอกอาหารเช้า (breakfast sausage), บราตเวอร์สต์ (Bratwurst) เป็นต้น

3) ไส้กรอกกึ่งแห้ง (semi-dry sausage) เป็นไส้กรอกที่มีการหมัก เพื่อให้เกิดกรดแล็กติก (lactic acid fermentation) โดยใช้เชื้อแบคทีเรียตามธรรมชาติ หรือเชื้อบริสุทธิ์ที่เติมลงไป มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหมัก มีความชื้นน้อยกว่าไส้กรอกสด แต่มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างนุ่มกว่าไส้กรอกแห้ง ไส้กรอกกึ่งแห้งหลายชนิดจะผ่านการรมควัน ตัวอย่างของไส้กรอกกึ่งแห้ง ได้แก่ ทูริงเจอร์ (Thuringer), ซัมเมอร์ (Summer sausage), Lebanon Bologna

4) ไส้กรอกแห้ง (dry sausage) เป็นไส้กรอกที่ผ่านการทำแห้ง (dehydration) มีความชื้นประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ อาจผ่านการรมควัน (smoking) มีเนื้อแน่น แห้ง และเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง เช่น ซาลามิ (Salami), เปปเปอร์โรนนิ (Peperoni), กุนเชียง เป็นต้น

5) Bulk sausage ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อคล้ายไส้กรอก แต่ไม่ได้บรรจุในไส้ เช่น ลันเชียนมีท มีทโลฟ และเบอร์เกอร์ เป็นต้น ลันเชียนมีท (luncheon meat)

2.7 ไส้กรอกอีสาน

ไส้กรอกอีสาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ทำจากเนื้อหมู มันหมู ข้าวสุก ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เครื่องเทศ และสมุนไพร เช่น น้ำตาลทราย เกลือ กระเทียมบด พริกไทย ลูกผักชี ผสมให้เข้ากันดี นวดจนเหนียว บรรจุในไส้หมูหรือไส้ชนิดอื่นที่บริโภคได้ มักเป็นพ่อน ผึ่งไว้ในที่สะอาดและแห้งจนเปรี้ยว และต้องทำให้สุกก่อนรับประทาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.144/2546 ไส้กรอกอีสาน

ไส้กรอกอีสานหรือ ไส้กรอกเปรี้ยวเป็นอาหารพื้นบ้านไทย ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของไทย เป็นไส้กรอก (sausage) ประเภทไส้กรอกสด ที่ผลิตจากเนื้อหมูบด มันหมู และข้าวเจ้าหุงสุก ปั่นรสด้วยเกลือ เครื่องเทศสมุนไพร เช่น กระเทียม และพริกไทย ลูกผักชี ผสมให้เข้ากัน นวดให้เหนียว บรรจุใส่ไส้หมู แล้วมัดด้วยเชือกเป็นข้อ ปลอ่ยไว้ให้เกิดการหมัก (fermentation) เพื่อให้เกิดรสเปรี้ยว อาจมีการเติมเกลือไนเตรด (nitrate) หรือไนไตรต์ (nitrite) เช่น โพแทสเซียมไนเตรด (potassium nitrate) หรือดินประสิว เพื่อทำให้เกิดสีชมพูแดง เมื่อจะรับประทานต้องทำให้สุกด้วยการทอด (frying) หรือย่าง (roasting)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวกับการหมักไส้กรอกอีสาน การหมักในไส้กรอกอีสานเป็นการหมักเพื่อให้เกิดกรดแล็กติก (lactic acid fermentation) โดย lactic acid bacteria ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ รสเปรี้ยวจากกรดแล็กติก (lactic acid) ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นในช่วงแรกของการหมัก เกิดจากเชื้อในกลุ่ม Lactobacillus และ Pediococcus ได้แก่ *Pediococcus cerevisiae* ส่วนจุลินทรีย์ในช่วงระยะหลัง คือ แบคทีเรียในกลุ่ม Lactobacillus เช่น Lactobacillus plantarum และ Lactobacillus brevis

ความเปรี้ยวของไส้กรอกอีสานขึ้นอยู่กับส่วนผสม อุณหภูมิของการเก็บหลังการหมัก มี pH ประมาณ 4.5-5.5 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.144/2546, 2546)



รูปที่ 2.6 ไส้กรอกอีสาน

2.8 ไส้กรอกเห็ด

ไส้กรอกเห็ด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเห็ดสดที่อยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด ล้างหรือบดแล้วนวดผสมกับเนื้อหมูบด มันหมู ข้าวสุก ปั่นรสด้วยเครื่องปรุงรส เครื่องเทศ และสมุนไพร เช่น น้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย ตะไคร้ ใบมะกรูด ผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในไส้หมูหรือไส้ชนิดอื่นที่บริโภคได้ มัดเป็นท่อน ผึ่งไว้จนแห้ง ต้องทำให้สุกก่อนรับประทาน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข. 1156/2549)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกเห็ด มพช. 1156/2559 เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ครอบคลุมไส้กรอกที่ทำจากเห็ดเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ ซึ่งมีลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- 1) ลักษณะทั่วไป : ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน มีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ ไส้ไม่ลึบขาด
- 2) สี : ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของไส้กรอกเห็ด
- 3) กลิ่นรส : ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของไส้กรอกเห็ด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- 4) ลักษณะเนื้อสัมผัส : ต้องนุ่มและไม่รวน
- 5) สิ่งแปลกปลอม : ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบใช้วิธีการตรวจพินิจ
- 6) วัตถุเจือปนอาหาร
 - 6.1) ห้ามใช้สีทุกชนิด
 - 6.2) หากมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดดังต่อไปนี้
 - โซเดียมไนไตรต์หรือโพแทสเซียมไนไตรต์ (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) ต้องไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือถ้าใช้ในรูปของผงเพรก (เกลือ : เกลือไนไตรต์ ในสัดส่วน 94 : 6) ต้องไม่เกิน 2 กรัมต่อน้ำหนักสัตว์ 1 กิโลกรัม
 - ฟอสเฟตในรูปโมโน – ได – และโพลีของเกลือโซเดียมหรือเกลือโพแทสเซียม อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 7) จุลินทรีย์ มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้
 - 7.1) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องน้อยกว่า 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
 - 7.2) คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.001 กรัม
 - 7.3) เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 50 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
 - 7.4) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.9 ไส้สำหรับบรรจุไส้กรอก

ไส้ที่บรรจุไส้กรอกจะมีลักษณะเป็นท่อที่มีความยืดหยุ่นและแข็งแรงพอที่จะบรรจุเนื้อได้ เนื่องจากช่วงทำให้สุกไส้กรอกอาจมีการขยายตัวหรือหดตัว นอกจากนี้ไส้บรรจุจะต้องมีความทนทานต่อแรงการบรรจุ การมัดหรือบิดเมื่อมีการบรรจุเต็มแล้ว ไส้บรรจุไส้กรอกแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.9.1 ไส้เทียม (Artificial casing)

นิยมใช้ในโรงงานผลิตไส้กรอกเนื่องจากจะต้องใช้ไส้ในปริมาณมาก ไส้เทียมจะ ใช้งาน ราคาถูก มีความสะดวกในการนำมาใช้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้ลอกได้ตามต้องการ ขนาด สม่ำเสมอและเก็บรักษาได้ง่าย ไส้เทียมมี 3 แบบคือ

1) ไส้บรรจุที่เป็นคอลลาเจนคีนรูป (Reconstituted collagen casing)

ได้จากการนำหนังสัตว์มาต้มแล้วแยกส่วนที่ไม่ใช่คอลลาเจนออก แล้ว นำไปเข้าเครื่องบด เมื่อได้ลักษณะชั้นหนืดจึงนำไปทำปฏิกิริยากับกรดแลคติกเจือจาง เพื่อให้ได้ คอลลาเจนที่พองตัวออก ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วกรอง แล้วผ่านเข้าเครื่องพ่นออกมาเป็นหลอด นำหลอดที่ได้ไปล้าง ทำให้แข็งตัวแล้วอบให้แห้ง ไส้คอลลาเจนจะผลิตในความยาว 10 เมตร และมีการผลิตหลายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไส้ชนิดนี้เหมาะในการใช้บรรจุไส้กรอกรมควัน และสามารถ ต้มได้เนื่องจากสามารถต้มได้เนื่องจากสามารถหัดตัวได้แม้จะใช้อุณหภูมิในการต้มสูงก็ตาม

2) ไส้บรรจุเซลลูโลส (Cellulose casing)

เป็นไส้ที่คล้ายกับไส้คอลลาเจนคีนรูป แต่ว่าวัตถุดิบจะเป็นฝ้ายแทนหนัง สัตว์ ไส้ชนิดนี้มีหลายขนาดหลายรูปแบบ เช่น อาจเป็นไส้มีสีหรือภาพพิมพ์ ควันและน้ำผ่านเข้า ออกได้ ยกเว้นพวกที่นำไปฉาบด้วยพลาสติก เมื่อนำไปบรรจุไส้กรอกแล้ว ก่อนจะรับประทานต้อง ค้างไส้ชนิดนี้ออกก่อน

3) ไส้พลาสติก (Plastic casing)

เป็นไส้ที่ทำจากวัสดุพวก Polyvinylidene Chloride (P.V.D.C) หรือ Cryovac ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซและน้ำผ่านเข้าออก นิยมใช้บรรจุไส้กรอกสุก ไส้ประเภทนี้ รับประทานไม่ได้ เวลารับประทานไส้กรอก ต้องลอกไส้ออกก่อน

2.9.2 ไส้ธรรมชาติ (Natural casing)

ไส้ธรรมชาติหรือที่เรียกว่าไส้แท้ ได้จากไส้หมู ไส้แกะ ไส้วัว เป็นไส้ที่สามารถ รับประทานได้ มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดีของไส้ธรรมชาติ (Natural casing) คือ

- 1) สามารถยืดหดได้โดยเมื่อบรรจุเนื้อเข้าไปจะขยายและหดตัวเมื่อไส้กรอกแห้งลงหรือสุกแล้ว
- 2) รับประทานได้ เมื่อนำมาบรรจุไส้กรอกสามารถนำมารับประทานโดยไม่ต้องลอกไส้ออกก่อน
- 3) มีลักษณะลื่นตัว ขณะเคี้ยวจะมีลักษณะลื่นไหลไปมา เพื่อที่เนื้อจะได้เลื่อนตัวเข้าไปได้สะดวก

ข้อเสียของไส้ธรรมชาติ (Natural casing) คือ

- 1) ไม่แข็งแรง ไส้จากสัตว์แต่ละชนิดจะต่างกัน หรือแม้แต่ในชนิดเดียวกัน แต่ละตำแหน่งของไส้ก็จะมี ความแข็งแรงต่างกัน โดยไส้ที่อยู่ใกล้ไส้ตั้งจะมีความแข็งแรงมากที่สุด
- 2) ความยาวไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากไส้แต่ละช่วงมีความมีความหนาบางของผนังลำไส้ไม่เท่ากันทำให้ไส้ขาดได้ง่ายจึงทำให้ไส้มีลักษณะที่สั้นบ้างยาวบ้าง (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, ม.ป.ป.)

2.9 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่จะมีการนำวิธีการประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสมาใช้เพราะลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สามารถนำมาใช้ตัดสินใจในทางธุรกิจ การเจรจาต่อรองซื้อขายผลิตภัณฑ์ การสร้างโอกาสทางการตลาด การประกันคุณภาพภายใน รวมถึงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าต่างๆ ซึ่งการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการกระตุ้นการวัด การวิเคราะห์ และแปลความ ความรู้สึกของผู้ที่ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ทั้ง 5 ส่วน (Human Senses) ได้แก่ การมองเห็น (Sight) ดมกลิ่น (Smell) สัมผัส (Touch) รับรู้รสชาติ (Taste) การได้ยิน (Hear) โดยผ่านกระบวนการรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ส่วนทำให้เกิดความรู้สึก (Sensation) การรับรู้ (Perception) นำไปสู่การตอบสนอง (Response) โดยลักษณะทางประสาทสัมผัส มีดังต่อไปนี้

- 1) ลักษณะปรากฏ (Appearance) เป็นลักษณะภายนอกที่สามารถสังเกตได้ด้วยสายตา เช่น สี ความเป็นเงา ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะพื้นผิว ขนาด รูปร่าง สิ่งบกพร่องหรือตำหนิ
- 2) กลิ่น (Aroma, Odor) เป็นความรู้สึกที่รับรู้ด้วยประสาทรู้กลิ่น เป็นกลิ่นที่ได้รับในขณะดม ด้วยจมูก

3) กลิ่นรส (Flavor) เป็นความรู้สึกรับรู้ได้ขณะอาหารอยู่ในปาก โดยรับรู้ได้ทั้งกลิ่น (Aroma) และรสชาติ (Taste) พื้นฐาน ซึ่งมนุษย์ใช้ประสาทรับรู้รสที่ลิ้นและเพดาน เรียกว่า ต่อมรับรส (Taste Bud) กระจายจากด้านนอกไปถึงโคนลิ้น คือ ต่อมรับรสหวาน เค็ม เปรี้ยว ขม อูมามิ (Umami)

4) เนื้อสัมผัส (Texture) เป็นสมบัติทางกล เช่น ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่น การยึดติด เป็นต้น สมบัติทางเรขาคณิต เช่น ความเรียบ ลักษณะเนื้อทราย ความเป็นผง ความเป็นเส้นใย ความชุ่มน้ำ เป็นต้น (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, ม.ป.ป.)

การควบคุมสภาวะสำหรับสถานที่ห้องปฏิบัติการทดสอบเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดอคติในการทดสอบโดยห้องปฏิบัติการจะต้องมีสีและแสงที่ไม่ทำลายความเป็นธรรมชาติของตัวอย่าง ที่จะทดสอบ เช่น ผนังสีเทา (Off White) ความเข้มของแสง 700-800 ลักซ์ ในแสงฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45-55% เป็นสภาวะที่เหมาะสมโดยใช้ระบบปรับอากาศ ในการทดสอบจะแบ่งวิธีการทดสอบเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) การทดสอบความแตกต่าง (Different Test)

เป็นวิธีการที่จะหาคำตอบว่าตัวอย่างที่จะนำมาทดลอง มีความแตกต่างกันโดยรวมหรือไม่ เช่น Triangle Test, Duo-trio Test, A-not A Test เป็นต้น หรือมีความแตกต่างในคุณลักษณะด้านใดบ้าง เช่น กลิ่น รส เนื้อสัมผัส เป็นต้น โดยวิธีการทดสอบ เช่น 2 Alternative Forced Choice Test, Ranking Test เป็นต้น

2) การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Test)

เป็นวิธีการอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หรือตัวอย่างในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ประเมินได้ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รส เนื้อ สัมผัส และคุณสมบัติทางเสียงของผลิตภัณฑ์ วิธีทดสอบ เช่น Flavor profile, Quantitative descriptive analysis (QDA) เป็นต้น

3) การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Preference Test/Acceptance Test)

เป็นวิธีการที่ใช้เพื่อทดสอบความรู้สึกรับรู้ของผู้ทดสอบในแง่ความชอบ หรือการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับการศึกษาหาความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (Consumer Test) และการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (Consumer Survey) วิธีการทดสอบเช่น Paired Preference, Ranked Preference เป็นต้น การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้ สอดคล้องตามความต้องการของผู้บริโภค ผลการทดสอบจะบ่งชี้ถึงคุณลักษณะของอาหาร เช่น สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นอัตลักษณ์ของ

อาหารแต่ละชนิด ทำให้ผู้ประกอบการอาหาร สามารถทราบถึงคุณลักษณะที่ผู้บริโภคยอมรับหรือไม่ยอมรับ นำข้อมูลมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารได้

วิธีการทดสอบการยอมรับที่นิยมใช้ ได้แก่ การให้สเกลความชอบ (Hedonic scaling) การวัดความถี่ในการบริโภค (Food action rating scale: FACT) และการวัดความพอดี (Just about right scale: JAR) การทดสอบการยอมรับเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบผู้บริโภคมากกว่าการทดสอบ ความชอบ เพราะสามารถทดสอบตัวอย่างเดียวได้ และข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์แค่ไหน จะใช้หรือซื้อหรือไม่อย่างไร

2.9.1 วิธีการทดสอบการยอมรับ

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และการพัฒนากระบวนการผลิต มีการดำเนินการตั้งแต่การเริ่มต้นทดลองทำดู การทดสอบสูตรต่างๆ การปรับปรุงสูตร การพัฒนาสูตรให้เหมาะสม และการศึกษาผลของตัวแปรในกระบวนการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการผลิตในระดับการขยายการผลิต การดำเนินการที่กล่าวมาแล้วนั้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่มีคุณสมบัติตามข้อ กำหนดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามความจำเป็นและความต้องการของผู้บริโภคในตลาด ดังนั้นการทดสอบการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน จึงจำเป็นต้องใช้การทดสอบที่มีผู้บริโภคพื้นฐาน (Consumer Base Test) โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นสุดท้าย คือ การที่ผลิตภัณฑ์มี “Sensory Profile” ตามที่ต้องการ และผลิตภัณฑ์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การทดสอบผู้บริโภคอาจทำในสถานที่ต่าง ๆ กัน คือห้องปฏิบัติการสถานที่ที่มีผู้ชุมนุมกันเป็นจำนวนมาก (Central Location) และที่บ้านของผู้บริโภค ส่วนวิธีการทดสอบอาจใช้ในเทคนิคต่างๆ เช่น Descriptive, Ranking, Scaling, Quantitative, Semi Qualitative หรือ Quantitative Testing ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะของการพัฒนาของ การดำเนินการในขั้นต่างๆ สำหรับผู้ทดสอบที่ใช้ทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบประเมินความชอบหรือการยอมรับ (Affective Test) โดยใช้ 9-Point hedonic Scale ซึ่งเป็นการวัดระดับความชอบและไม่ชอบ (Degree of Liking and Disliking) โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ “ชอบมากอย่างยิ่ง (Like Extremely)” ถึง “ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง(Dislike Extremely)”

2.9.2 วิธีการให้สเกลความชอบ (Hedonic scale)

วิธีการให้สเกลความชอบโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน เป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุด ใน ปัจจุบัน วิธีการนี้ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1947 ซึ่งเป็นช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ส่วนสเกลความชอบ 7 คะแนน มีการใช้ครั้งแรกโดยสถาบัน Quartermaster Food and Container Institute เพื่อตรวจสอบความชอบของทหารในรายการอาหาร และปี ค.ศ. 1952 Per yam ได้นำสเกลความชอบมาใช้ในการประเมินความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารอย่างเป็นทางการครั้งแรก การทดสอบวิธีนี้ ผู้ทดสอบประเมินความชอบที่มีต่อตัวอย่างโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน คือ 1 =

ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด หรืออาจใช้รูปการแสดงออกทางสีหน้าแทนความรู้สึกได้ ในการทดสอบครั้งหนึ่งผู้ทดสอบ อาจได้รับตัวอย่างพร้อมกันทั้งหมดหรือได้รับทีละตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อประเมินว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ใดมากที่สุดน้อยแค่ไหน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบ เช่น ถ้าค่าคะแนนความชอบ เท่ากับ 8 หมายความว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ในระดับมาก โดยคะแนนความชอบเท่ากับ 9 คือชอบมากที่สุด

2.9.3 วิธีวัดความถี่ในการบริโภค

วิธีนี้ผู้ทดสอบบอกถึงความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์โดยใช้สเกล ได้แก่ 1 = จะไม่รับประทานเด็ดขาด 2 = จะไม่รับประทานถ้าเลือกได้ 3 = จะรับประทานเป็นบางครั้ง 4 = จะรับประทานบ่อยๆ และ 5 = จะรับประทานทุกครั้งที่มีโอกาส ข้อมูลที่ได้จากวิธีนี้ใช้การวิเคราะห์แบบเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้สเกลความชอบ อาจใช้วิธีการวัดความถี่ในการบริโภค ร่วมกับสเกลความชอบ เพื่อตรวจสอบว่าความชอบหรือการยอมรับ ผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับการบริโภคจริง (ประดิษฐ์ กำหนดองไผ่, 2556)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกพล อ่อนน้อมพันธุ์ (2562) การศึกษาดำรับมาตรฐานไส้กรอกอีสานไก่ ดำรับที่ได้รับการยอมรับ มากที่สุด คือ ดำรับที่ 2 ได้รับการยอมรับในระดับชอบมาก อยู่ที่ 7.40 ± 0.54 อัตราส่วนระหว่าง ข้าวเหนียวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดอยู่ที่อัตราส่วน 50:50 โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมที่ 7.48 ± 1.14 อยู่ในระดับชอบมาก การศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพทางโภชนาการ ทางเคมี และทาง จุลินทรีย์ระหว่างไส้กรอกอีสานไก่และไส้กรอกอีสานไก่เสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ฮาลาล) พบว่า ไส้กรอกอีสานไก่ ให้พลังงาน 181.29 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 8.29 กรัม คาร์โบไฮเดรต 13.12 กรัม โยอาหารทั้งหมด 2.58 กรัม เหล็ก 0.45 มิลลิกรัม และสังกะสี 0.69 มิลลิกรัม ตามลำดับ ไส้กรอก อีสานไก่เสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ฮาลาล) ให้พลังงาน 163.65 กรัม ไขมันทั้งหมด 7.49 กรัม คาร์โบไฮเดรต 10.34 กรัม โยอาหารทั้งหมด 4.86 กรัม เหล็ก 0.97 มิลลิกรัม และสังกะสี 0.75 มิลลิกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางจุลินทรีย์ ระหว่างไส้กรอกอีสานไก่ และไส้กรอกอีสานไก่เสริม ข้าวไรซ์เบอร์รี่(ฮาลาล) ต่อ 100 กรัม พบว่า ไส้กรอกอีสานไก่ มีค่า Aerobic plate count เท่ากับ 8.4×10^8 cfu และค่า Lactic acid bacteria เท่ากับ 1.9×10^8 cfu ไส้กรอกอีสานไก่เสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่(ฮาลาล) ค่า Aerobic plate count เท่ากับ 1.2×10^9 cfu และค่า Lactic acid

bacteria เท่ากับ 1.1×10^8 cfu และศึกษาการยอมรับและความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่ยอมรับ ร้อยละ 89 ไม่ยอมรับ ร้อยละ 11 ตามลำดับ

เดือนใจ ศิริพานะกุล (2560) ได้ทำการศึกษาได้กรอกเปรี้ยวจากเนื้อโคพร้อมบริโภคน้ำที่บรรจุในถุงพลาสติก (Nylon/LLDPE) ผนึก ปากถุงด้วยระบบสูญญากาศ (V) และ ผนึกปากถุงด้วยความร้อนธรรมดา (NV) ที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน มีคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 4.55-4.60) และปริมาณกรดทั้งหมด(คำนวณเป็น % ของกรดแลคติก) (0.93-1.04 %) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โปรตีน 24.23-25.72 % และไขมัน 8.63-9.77 % และ ได้กรอกเปรี้ยวจากเนื้อโคพร้อมบริโภคน้ำ NV มี (2) ค่า TBA (mg malonaldehyde/kg sample) เพิ่มขึ้นจาก 0.04 เป็น 0.24 มากกว่าหม่าจากเนื้อโคพร้อม บริโภคน้ำ V คือจาก 0.06 เป็น 0.19 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ มีค่าความสว่าง (L) ค่าสีเหลือง (b) ลดลงและค่าสีแดง (a) มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า หม่าจากเนื้อโคพร้อมบริโภคน้ำ V ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมลดลง (จาก 6.33 เป็น 6.27) น้อยกว่าหม่า จากเนื้อโคพร้อมบริโภคน้ำ NV (จาก 6.33 เป็น 5.80) ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ของได้กรอกเปรี้ยวจาก เนื้อโคพร้อมบริโภคน้ำ V และ NV พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

นิษฐกานต์ ประดิษฐ์ศรีกุล (2549) ได้ทำการพัฒนาการผลิตแฮมเห็ดโดยหาสูตรที่เหมาะสมอัตราส่วนระหว่างเห็ดนางฟ้า ข้าวเหนียวดำ และดอกโสนที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการบ่มอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของผู้บริโภค โดยทำแฮมเห็ด 3 สูตร แล้วประเมินค่าทางประสาท สัมผัส นำสูตรที่ดีมาศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเห็ดนางฟ้า ข้าวเหนียวดำ และดอกโสน โดยวิธี Mixture Design (4:3.5:2.5, 4:4:2, 5:4:1, 6:3:1) นำสูตรที่ดีที่สุดมาบ่มที่อุณหภูมิ 32°C และวิเคราะห์ค่า pH, ปริมาณกรดแลคติก, แบคทีเรีย, แบคทีเรีย ที่สร้างกรดแลคติก ยีสต์ และราเมื่อเก็บครบ 0, 1, 2, และ 3 วัน นำแฮมเห็ดมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C นาน 9 วันและตรวจวิเคราะห์ คุณภาพเพื่อหาอายุการเก็บและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของสูตรที่มี องค์ประกอบของข้าวเหนียวร้อยละ 4 กระเทียมร้อยละ 4 เกลือร้อยละ 3 พริกป่นเกาหลีร้อยละ 1 น้ำตาลทรายร้อยละ 0.5 และ ผงชูรส ร้อยละ 0.5 ของเห็ดนางฟ้ามากที่สุด ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของสูตรที่มีอัตราส่วนของเห็ดนางฟ้า: ข้าวเหนียวดำ:ดอกโสนเท่ากับ 4:3.5:2.5 การหมักที่อุณหภูมิ 32°C นาน 3 วัน จะมีค่า pH ลดลงจาก 6.05 เป็น 3.91 กรดแลคติกเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.23 ± 0.01 เป็น 0.80 ± 0.02 ขณะที่ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก $>300 \times 10^3$ เป็น $>300 \times 10^8$ cfu/g. ปริมาณแบคทีเรียที่สร้างกรด แลคติกทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก $>300 \times 10^3$ เป็น $>300 \times 10^8$ cfu/g. ปริมาณยีสต์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก $>300 \times 10^3$ เป็น $>300 \times 10^6$ cfu/g. และตรวจวิเคราะห์ไม่พบเชื้อรา เมื่อนำไปเก็บในอุณหภูมิ 5°C เก็บได้นาน 9 วัน

ผู้บริโภค 100 คน ให้คะแนนความชอบปานกลาง ถึงมากที่สุดด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ แหนมเห็ดร้อยละ 73 การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมเห็ดร้อยละ 93 และต้องการซื้อ ผลิตภัณฑ์นี้ร้อยละ 87จากผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เพื่อผลิตแหนมเห็ดจำหน่ายเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงที่

ประดิษฐ์ คำหนองไผ่ (2556) ได้ศึกษาไส้กรอกเปรี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู ข้าวสุก เครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรส เปรียบเทียบกันไส้กรอกเปรี้ยวสดในท้องตลาดโดยทั่วไปมีปริมาณไขมันระหว่าง 19-43 % ซึ่งถือว่าสูงมาก ทำให้ผู้บริโภคที่ห่วงใยในสุขภาพหรือต้องการควบคุมปริมาณไขมันในอาหารไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาไส้กรอกเปรี้ยวที่ทดแทนการใช้มันหมูแข็งบางส่วนและทั้งหมดด้วยโปรตีนเกษตรและเวย์โปรตีนที่มีการดูดซับน้ำมันรำข้าวไว้ พบว่าการใช้น้ำมันรำข้าวที่ถูกดูดซับในโปรตีนเกษตรและเวย์หวานแทนการใช้มันหมูแข็งในการผลิตไส้กรอกเปรี้ยว ไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างในการหมักช่วง 0-24 ชั่วโมงแรก แต่หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่าง จะลดลงมากขึ้น เมื่อใช้โปรตีนเกษตรและมีหวานมากขึ้น ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกเปรี้ยวทั้ง 5 สิ่งทดลอง พบว่าไส้กรอกเปรี้ยวที่ใส่โปรตีนเกษตร 100% และไส้กรอกเปรี้ยวที่ใส่โปรตีนเกษตร 60% โดยมีปริมาณโปรตีน 15.10 และ 14.97% ตามลำดับ ค่าปริมาณโปรตีนที่ต่ำลงมาอีก คือไส้กรอกเปรี้ยวที่ใส่เวย์หวาน 60% คือมีปริมาณโปรตีน 14.75% ส่วนไส้กรอกเปรี้ยวศูนย์ควบคุมมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือ 12.97% ค่าปริมาณโปรตีนของไส้กรอกเปรี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการนำไปใช้แทนที่มันหมูแข็งจึงทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น เมื่อนำไปผลิตไส้กรอกเปรี้ยวพบว่าปริมาณโปรตีนไส้กรอกเปรี้ยวที่ใส่โปรตีนเกษตรและเวย์หวาน มีความแตกต่างกันไม่มาก การใช้น้ำมันรำข้าวที่ถูกดูดซับในโปรตีนเกษตรและเวย์หวาน ทำให้ค่าความสว่างและ Sini ยังจะลดลงส่วนสีแดงจะเพิ่มขึ้นค่าการสูญเสียน้ำหนักจะสูงเมื่อใช้โปรตีนเกษตรมากขึ้น โปรตีนมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อใช้เวย์หวานและโปรตีนเกษตรเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าการใช้ไขมันรำข้าวที่ถูกดูดซับในโปรตีนเกษตรและเวย์หวาน ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น ความแน่นเนื้อ รสชาติและความชอบโดยรวม โดยไส้กรอกเปรี้ยวสูตรทดแทนมันหมูแข็งด้วยน้ำมันรำข้าวที่ถูกดูดซับด้วยเวย์หวาน จะมีคะแนนความชอบสูงไม่แตกต่างจากไส้กรอกเปรี้ยวสูตรควบคุม การสูญเสีย น้ำหนักในการทำให้อุณหภูมิสุกและผลผลิตที่ได้พบว่าไส้กรอกเปรี้ยวสูตรทดแทนมันหมูแข็งด้วยน้ำมันรำข้าวที่ถูกดูดซับด้วยโปรตีนเกษตร 60% จะมีการสูญเสียน้ำหนักในการทำให้อุณหภูมิสุกน้อยและมีผลผลิตที่ได้มากที่สุด

วรางคณา สมพงษ์ (2561) การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเจลลูกชิ้นปลาโดยใช้กัมเมล็ดมะขาม ได้นำกัมเมล็ดมะขาม ที่สกัดในสภาวะที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาที่ผลิตจากซูริมิปลาอุยี่ ด้วยการตั้งสมมุติฐานว่าความสามารถในการเกิดโครงสร้างร่างแหกักเก็บน้ำ

เอาไปภายในของกัมเมล็ดมะขาม สามารถช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาที่ผลิตจากชูริมิได้ ผงกัมที่สกัดจาก เมล็ดมะขามสามารถละลายน้ำได้ดี ทนทานต่อสภาวะที่เป็นกรดต่างได้ดีและเกิดเจลได้ โดยสามารถเกิดเจลได้ในระบบที่มีน้ำตาล ซึ่งเป็นคุณสมบัติและลักษณะที่คล้ายกับเพกทิน จากผลไม้ เนื่องจากกัม เมล็ดมะขามที่ศึกษาในการทดลองนี้เป็นกัม ที่ยังไม่บริสุทธิ์ ไม่ได้ผ่านการฟอกสีทำให้กัม ที่ได้มีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสีที่ได้จากเอ็น โคสเปิร์มของเมล็ดมะขามที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงในขั้นตอนการกำจัดเปลือกก่อนนำมาสกัด เมื่อนำมาเตรียมเป็นสารละลายกัม เมล็ดมะขาม จึงได้สารละลายที่มีสีน้ำตาล และเมื่อเติมลงไปในระบบเจลโปรตีนจึงทำให้เจลโปรตีนมีค่า L^* ลดลง และมีค่า a^* เพิ่มขึ้นเมื่อเติมกัม เมล็ดมะขามเพิ่มขึ้น เจลลูกชิ้นปลาได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม โดยมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงปานกลางสำหรับลักษณะที่ปรากฏ และมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยสำหรับลักษณะทางด้านสี กลิ่นรสและความชอบโดยรวม ในด้านความชอบโดยรวมนั้นคะแนนความชอบเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมกัมเมล็ดมะขามเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 10 ส่วนในด้านเนื้อสัมผัสได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงเฉยเฉยจนถึงชอบเล็กน้อย จึงพบว่าการเติมกัมเมล็ดมะขามทำให้ เจลลูกชิ้นปลาจากชูริมิปลาอุยมีค่าความสว่าง และความขาวลดลง แต่มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น เจลลูกชิ้นปลาที่มีการเติมกัม เล็บมะขามร้อยละ 10 มีค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด รวมถึงค่า hardness, adhesiveness และ gumminess สูงที่สุด แบบเติมกัมเมล็ดมะขามทำให้ โครงสร้างร่างแหของเจล โปรตีนมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เจลลูกชิ้นปลาที่เติมกัม เมล็ดมะขามปริมาณร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุด และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

พจนีย์ แก้วคำแสน (2557) การใช้ประโยชน์จากเมล็ดมะขามทดแทนเพกตินทางการค้า พบว่า เพกติน ทางการค้านิยมสกัดจากกากผลไม้หลังการคั้นน้ำ หัวบีท ชอบผลของดอกทานตะวันและเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม โดยโครงสร้างทางเคมีของเพกตินที่พบเป็นพอลิเมอร์ของโปรดการแลกทูลโรนิก เพกติน เป็นพอลิแซคคาไรด์ ที่มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นสารที่ก่อให้เกิดเจลตามธรรมชาติที่ย่อยสลายง่ายและใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เมล็ดมะขามถือเป็นแหล่งของสารที่ทำให้เกิดเจล ในธรรมชาติที่น่าสนใจเนื่องจากเนื้อเมล็ดมะขามพบสารที่ก่อให้เกิดเจลสูง 46-48% รวมถึงเพกติน ที่มีแคลเซียมเพคเตท 70.0-80.4% จึงให้ลักษณะเจลแข็งที่นิยมใช้ในอาหาร ผงเมล็ดมะขาม มีคุณสมบัติเด่นด้านความคงตัวต่อความร้อน การเกิดเจลในช่วง pH กว้าง และยังเป็นแหล่งของโปรตีนและสารฟีนอลิก ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะตัวของพอลิแซคคาไรด์ จากมะขามที่ไม่พบในเพกตินผลไม้ รวมทั้งเป็นสาร ฟรีไบโอดีท สารเพิ่มความคงตัว และช่วยควบคุมการปลดปล่อยสารสำคัญในอาหารและยาในระบบทางเดินอาหาร เมล็ดมะขามส่วนใหญ่ถูกทิ้งเป็น

ของเสียจากกระบวนการแปรรูปอาหารและมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อยในการศึกษานี้จึงนำ TKP (Tammarind kernel power : TKP) มาใช้ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์แยมเพื่อทดแทนเพกตินทางการค้า พบว่า TKP (Tammarind kernel power : TKP) ประกอบด้วยเพกติน ที่มีลักษณะพิเศษสามารถทนร้อนได้เป็นเวลานานและเกิดเจลได้ดีในช่วง pH กว้าง การแปรรูปแยมมะขามที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสโดยใช้ TKP (Tammarind kernel power : TKP) 1% ให้เจลที่มีคุณภาพดีใกล้เคียงกับการใช้เพกตินทางการค้า ดังนั้นการใช้ TKP (Tammarind kernel power : TKP) เป็นสารทดแทนเพกตินจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตอาหารและยา

วรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ 3 รูปแบบคือเห็ดหลินจือบดหยาบ, น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ (1%, 2%, 3%) และสปอร์เห็ดหลินจือ (0.25%, 0.50%, 0.75%) โดยนำเห็ดหลินจือทั้ง 3 รูปแบบมาเป็นส่วนผสมในไส้กรอกปลารมควันเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและด้านกายภาพและการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ได้คะแนนด้านต่างๆ มากที่สุด คือ ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2%

อนัญญา สิมมะลี (2556) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้น้ำมันถั่วเหลืองในไส้กรอกปลาโมงอิมัลชันและเสริมด้วยสมุนไพรจีน โดยผลิตไส้กรอกปลาโมง 5 สูตร คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุมซึ่งไขมันแข็งสุกรเป็นส่วนผสมของไขมันเพียงอย่างเดียว สำหรับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเพื่อทดแทนไขมันจากมันแข็งสุกรที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนักตามลำดับประเมินคุณสมบัติทางเคมีทางกายภาพ การประเมินความชอบของผู้ทดสอบชิม และ วิเคราะห์จุลินทรีย์ จากนั้นทำการผลิตไส้กรอกปลาโมงสมุนไพรจีน โดยใช้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาโมง ผลการศึกษาพบว่า การใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทนมันแข็งสุกรที่ระดับร้อยละ 100 เป็นระดับที่เหมาะสม และยอมรับจากผู้ทดสอบชิม และเสริมซึ่งที่ระดับร้อยละ 4 จึงเป็นระดับที่เหมาะสมที่มีความเป็นไปได้ในการผลิตไส้กรอกปลาโมงอิมัลชันสมุนไพรจีนโคเลสเตอรอลต่ำ

สิริการ หนูสิงห์ (2557) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของกัมจากเมล็ดมะขามเพื่อนำมาใช้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา โดยทำการสกัดกัมเมล็ดมะขามด้วยน้ำร้อน กรดเกลือจาง (0.05M HCl) และด่างเกลือจาง (0.05M NaOH) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณผลผลิตกัมร้อยละ 7.73 ± 1.01 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและความสามารถในการละลายสูงที่สุด มีความสามารถในการดูดซับน้ำสูง และมีความหนืดสูง และศึกษาวิธีทำแห้งกัมเมล็ดมะขาม พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เนื่องจากทำให้กัมมีความสามารถในการดูดซับและละลายน้ำสูง จากนั้นทดลองเดิม

สารละลายกัมเมล็ดมะขามเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 25 โดยน้ำหนักทั้งหมดลงในลูกชิ้นปลาจากซูริมิปลาหมึกเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมกัม) พบว่าการเติมกัมเมล็ดมะขามลงในเจลลูกชิ้นปลาทำให้โครงสร้างร่างแหของเจลโปรตีนมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เจลลูกชิ้นปลาที่เติมกัมเมล็ดมะขามได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม และได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุดเมื่อเติมกัมเมล็ดมะขามปริมาณร้อยละ 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเจลลูกชิ้นปลาที่เติมกัมพบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า

อนันต์ชัย สระแก้ว (2557) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษากรรมวิธีผลิตไขโลกูแคนผงจากเมล็ดมะขามและการประยุกต์ใช้เป็นสารตัวพาในการผลิตมะม่วงผง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่สภาวะต่างๆ และทดลองใช้สารตัวพาที่แตกต่างกัน โดยจะทำการศึกษากระบวนการผลิตผงไขโลกูแคนจากเมล็ดมะขาม โดยใช้ความร้อนในการสกัดแล้วแปรรูปสารสกัดเป็นผลิตภัณฑ์ผงด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน พบว่าผงไขโลกูแคนที่ได้จากแนวทางตกตะกอนด้วยเอทานอลและทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย และแนวทางการใช้เอนไซม์เบตาอะไมเลสช่วยในการสกัดตกตะกอนด้วยเอทานอลและทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ผงไขโลกูแคนที่จำหน่ายทางการค้า ซึ่งการใช้ไขโลกูแคนเป็นสารตัวพาช่วยลดปริมาณการใช้สารตัวพาในผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้มะม่วงผงที่ได้มีกลิ่นรสของมะม่วงที่เข้มข้นกว่าจากผลการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการทำแห้งมะม่วงผง

สุธินี ภูมิรินทร์ (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการลดการหืนและอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกหมูรมควันที่ได้จากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยนำน้ำสกัดฐานเห็ดถั่งเช่าสีทองมาผลิตเป็นน้ำแข็งเพื่อใช้แทนที่น้ำแข็งในสูตรการผลิตไส้กรอกที่ระดับ 0 (กลุ่มควบคุม), 25, 50, 75 และ 100 % โดยได้ทำศึกษาลักษณะทางกายภาพ-เคมี ชีวภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และการหืน ผลการศึกษาพบว่าสามารถใช้ น้ำแข็งที่เตรียมได้จากน้ำสกัดฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง 100% มีคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสทางด้านความแน่นและความพอใจโดยรวมไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม คุณภาพทางจุลชีววิทยาของไส้กรอกเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกหมู มพช.330/2547 คุณค่าทางโภชนาการมีค่าพลังงานในอาหาร 301 กิโลแคลอรี สำหรับค่าการหืน พบว่ามีค่า TBA number ลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ธนวัฒน์ มาปายะ และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่อิมัลชันเสริมเส้นใยสับปะรด และศึกษาการเติมเส้นใยทั้งหมดจากสับปะรด ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 ของน้ำหนักเนื้อไก่ วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางเคมีและกายภาพ และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale scoring test และการเติมกลูเตนร้อยละ 0.8 ร่วมกับแป้งสาลี ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักเนื้อไก่ มีผลต่อค่าความแข็ง การเชื่อมติด ความเหนียว การเคี้ยว การเติมเส้นใยสับปะรดร้อยละ 1 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสรสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าโครงสร้างเนื้อสัมผัส ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้น และมีปริมาณไขมันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

วรางคณา สมพงษ์ และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการสกัดกัมเมล็ดด้วยไมโครเวฟเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดกัมเมล็ดมะขาม และการใช้ในผลิตภัณฑ์แฮมสเตอร์วเบอร์รี่พบว่ากำลังแมกนีตรอน ระยะเวลาในการสกัด และปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสองมีผลต่อทุกค่าที่ทำการวิเคราะห์โดยที่การใช้กำลังแมกนีตรอน 640 วัตต์ นาน 4 นาที ให้ปริมาณผลผลิตและค่าสี (L^*) สูงที่สุด มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด จากนั้นจึงเลือกใช้เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดเจลในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมสเตอร์วเบอร์รี่โดยแปรอัตราส่วนระหว่างเพคตินต่อกัมเมล็ดมะขาม วัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) ระยะทางในการไหล ความสามารถในการแผ่ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี ความสามารถในการแผ่ กลิ่นรส รสชาติ การเกาะตัว และความชอบโดยรวมพบว่าแฮมที่ใช้อัตราส่วนเพคตินต่อกัมเท่ากับ 1.5:0.5 มีระยะทางในการไหล ความสามารถในการแผ่ และคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นรส รสชาติ การเกาะตัว และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากแฮมสูตรมาตรฐาน 2:0 อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เป็นเอก ทรัพย์สิน และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้แป้งเมล็ดมะขามและสารรองพวงเป็นสารให้ความคงตัวแทนเจลาตินผงในการผลิตไอศกรีมชอร์เบทมะนาวโดยแปรปริมาณเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 25 50 และ 100 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อปริมาณของแป้งเมล็ดมะขามที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ใช้เวลาในการปั่นไอศกรีมได้น้อยลง และมีผลทำให้อัตราการขึ้นฟูสูงขึ้นตามปริมาณของแป้งเมล็ดมะขามในขณะที่สารรองพวงไม่มีผลต่อเวลาในการปั่นไอศกรีมและอัตราการขึ้นฟูลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของสารรองพวงมากขึ้น เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไอศกรีมชอร์เบทมะนาวที่ใช้แป้งเมล็ดมะขามแทนที่เจลาตินผง 50 % นั้นได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด ความเนียนเมื่อรับประทาน และความชอบโดยรวมสูงที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้ลูกสารรองพวงมีผลต่อสีของไอศกรีมชอร์เบทมะนาว ดังนั้นการใช้แป้งเมล็ดมะขามจึงเหมาะสมและถูกกว่าลูกสารรองพวงและเจลาติน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

- 3.1 เครื่องมืออุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกเห็ด
- 3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเตรียมไส้กรอกเห็ด
1. เครื่องบดวัตถุดิบและบรรจุไส้กรอก



รูปที่ 3.1 เครื่องบดวัตถุดิบและบรรจุไส้กรอก

2. เครื่องชั่งดิจิตอล



รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งดิจิตอล

3. กะละมังสแตนเลส สำหรับใช้ผสมวัตถุดิบ



รูปที่ 3.3 กะละมัง

4. หม้อนึ่งไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 หม้อนึ่งไฟฟ้า

5. ถุงมือยางชนิดไร้แป้ง



รูปที่ 3.5 ถุงมือยางชนิดไร้แป้ง

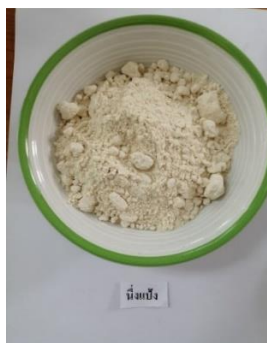
3.1.2 วัตถุดิบสำหรับการเตรียมไส้กรอกเห็ด

1) เนื้อหมูปนมัน



รูปที่ 3.6 เนื้อหมูบดหยาบ / ละเอียด

2) แป้งเมล็ดมะขามสุก



รูปที่ 3.7 แป้งเมล็ดมะขามที่นึ่งสุก

3) กระเทียมโขลกละเอียด



รูปที่ 3.8 กระเทียมโขลกละเอียด

4) พริกไทยขาวและพริกไทยดำ



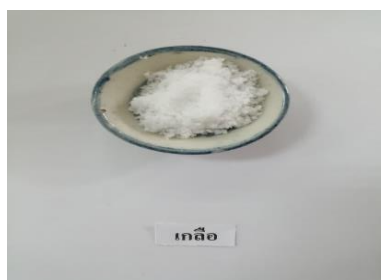
(ก)



(ข)

รูปที่ 3.9 พริกไทย (ก) ขาว (ข) ดำ

5) เกลือ



รูปที่ 3.10 เกลือ

6) น้ำตาลทราย



รูปที่ 3.11 น้ำตาลทราย

7) เห็ดนางรมหลวง, เห็ดนางฟ้าภูฐาน, เห็ดหอม



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะของเห็ดสด

(ก) เห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข) เห็ดหอม (ค) เห็ดนางรมหลวง



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของเห็ดที่ผ่านการนึ่งให้สุกแล้วเป็นเวลา 30 นาที

(ก) เห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข) เห็ดหอม (ค) เห็ดนางรมหลวง

8) ใ้คอลลลาเจน



รูปที่ 3.14 ใ้คอลลลาเจนแช่น้ำทิ้งไว้ 20 นาที

3.2 การเตรียมแป้งเมล็ดมะขาม

นำเมล็ดมะขามมาล้างทำความสะอาด แล้วทำการกำจัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยการนำเมล็ดมะขามไปคั่วไฟ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทุบให้แตก แยกเปลือกหุ้มเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ดมะขาม โดยการทุบเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามให้พอแตก แล้วนำไปบดโดยเครื่องบด จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh ทำให้ได้ผงแป้งจากเมล็ดมะขามออกมา ซึ่งกระบวนการบดและร่อนแป้งจะทำได้โดยใช้เครื่องจักรประสิทธิภาพสูงที่ผู้วิจัยได้นำเมล็ดมะขามที่ผ่านการกะเทาะเปลือกหุ้มออกเรียบร้อยแล้วไปส่งผลิตที่บริษัท เฟรชชีไทย จำกัด

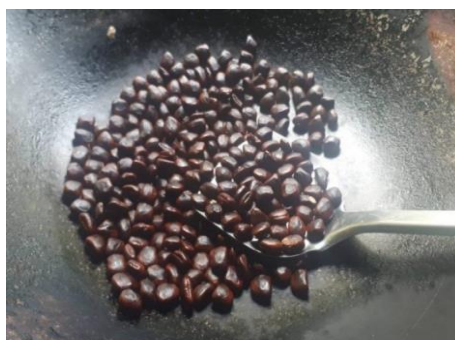


(ก)



(ข)

รูปที่ 3.15 ลักษณะของมะขามเปรี้ยวยักษ์ (ก) ฝัก (ข) เมล็ด



รูปที่ 3.16 การนำเมล็ดมะขามเปรี้ยวยักษ์ไปคั่วไฟ



รูปที่ 3.17 การนำเมล็ดมะขามเปรี้ยวยักษ์ที่เอาเปลือกได้นอกออกแล้ว



รูปที่ 3.18 ลักษณะของแป้งเมล็ดมะขามเปรี้ยวยักษ์

3.3 วิธีการทำไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

ขั้นตอนที่ 1 นำเห็ดทั้ง 3 ชนิด คือ เห็ดนางฟ้า, เห็ดหอม, เห็ดออริจิ ไปล้างให้สะอาด แล้วตัดขั้วเห็ดที่แข็งออกไป จากนั้นนำเห็ดไปนึ่งจนกระทั่งเห็ดสุก จากนั้นบีบน้ำออกจากเห็ด แล้วผึ่งทิ้งไว้ให้เห็ดเย็นตัวลง

ขั้นตอนที่ 2 นำแป้งเมล็ดมะขามที่เตรียมไว้ไปผสมน้ำเล็กน้อย จากนั้นนำไปนึ่งให้แป้งสุกใช้เวลา 1/2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำของหมอนึ่งเดือดเป็นไอแล้ว

ขั้นตอนที่ 3 นำเนื้อหมูปนมันและเห็ดทั้ง 3 ชนิด ไปบดด้วยเครื่องบดที่สามารถปรับระดับความละเอียดในการบดได้ที่มีระดับความหยาบไปถึงละเอียด (ปรับระดับการบดตามสูตรที่กำหนดไว้)

ขั้นตอนที่ 4 นำเห็ดทั้งสามชนิด, หมูบดปนมัน, แป้งเมล็ดมะขาม, กระเทียมโขลกละเอียด พริกไทย น้ำตาล และเกลือป่น เทลงไปในกะละมังสแตนเลสเพื่อทำการผสมคลุกเคล้าให้ส่วนผสมทุกอย่างเข้ากัน

ขั้นตอนที่ 5 นำส่วนผสมที่คลุกเคล้ากันเรียบร้อยแล้วไปบรรจุลงในไส้คอลลาเจน โดยใช้เครื่องบรรจุไส้กรอก (เตรียมไส้คอลลาเจนโดยการนำไปแช่น้ำก่อนให้ไส้นุ่ม) เมื่อได้ไส้กรอกเห็ดแล้วทำการใช้ค้ายมัดเป็นท่อนๆ ละ 9 เซนติเมตร

ขั้นตอนที่ 7 นำไส้กรอกไปหมักโดยการฝังลมทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 8 นำไส้กรอกไปนึ่งให้สุก แล้วนำไปบรรจุถุงพลาสติกปิดให้มิดชิด แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่ช่องปกติ

3.4 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองผลิตสูตรการทำไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม จนกระทั่งได้สูตรส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามในงานวิจัยครั้งนี้เป็นดังตารางที่ 3.1 – 3.2

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)
เห็ด 3 ชนิดนึ่งสุก (เห็ดนางฟ้าภูฐาน,เห็ดหอม,เห็ดนางรม หลวง อย่างละเท่ากัน และบดที่ระดับแตกต่างกัน)	ปริมาณตามกำหนด บดที่ระดับตามกำหนด
แป้งเมล็ดมะขามสุก	ปริมาณตามกำหนด
เนื้อหมูบดปนมัน	60 บดที่ระดับตามกำหนด
กระเทียมโขลกละเอียด	10
เกลือ	10
พริกไทยดำ	2
พริกไทยขาว	2
น้ำตาลทราย	5

ตารางที่ 3.2 สูตรส่วนผสมที่ใช้ทำการทดลองผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

สูตร	การบด	เห็ด 3 ชนิด (กรัม)	แป้งมะขาม (กรัม)
1	หยาบ	105	30
2	หยาบ	135	30
3	หยาบ	105	50
4	หยาบ	135	50
5	ละเอียด	105	30
6	ละเอียด	135	30
7	ละเอียด	105	50
8	ละเอียด	135	50
9	หยาบ	120	40
10	ละเอียด	120	40

3.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.5.1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

3.5.1.1 ทดสอบค่าสี

โดยการวัดสีของไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม โดยใช้เครื่อง colorimeter ที่เป็นค่า L^* a^* b^* และ Hue angle ยี่ห้อ FRU รุ่น WF-WR10QC

ค่า L^* เป็นค่าที่รายงานถึงค่าความสว่างของสี โดยจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้า L^* สูง หมายถึงมีความสว่างมาก(สีขาว) แต่ถ้า L^* ต่ำ หมายถึง มีสีเข้มมาก(สีดำ) ส่วนค่า a^* และ b^* จะบอกถึงทิศทางของสี ดังนี้

- + a^* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง
- a^* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว
- + b^* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง
- b^* หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

3.5.1.2 ทดสอบค่า PH

โดยใช้เครื่องวัดค่า PH Meter ยี่ห้อ SANXIN รุ่น PH5S ซึ่งจะนำไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร มาวัดค่า pH หลังจากหมักวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 โดยค่า pH ที่วัดได้นี้จะสะท้อนความเป็นกรดของไส้กรอก โดยการทดสอบนี้จะอ้างอิงตามค่า pH มาตรฐานของไส้กรอกอีสานหลังการหมักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข. 114-2546 มีค่า pH ประมาณ 4.5-5.5

3.5.1.3 ทดสอบความแน่นเนื้อ

โดยใช้เครื่องวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness Meter) ยี่ห้อ Aliyoqi รุ่น GY-1 ซึ่งวิธีการใช้เครื่องมือวัดความหนาแน่นเนื้อของผลไม้ มีดังนี้

- 1) ปรับเข็มให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ก่อน
- 2) ควรวัดบริเวณกึ่งกลางของไส้กรอก โดยนำไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามมาตัดครึ่งให้ได้ระนาบประมาณที่กึ่งกลางแท่งไส้กรอก
- 3) ใช้มือซ้ายถือไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามที่ต้องการวัดให้แน่น ใช้มือขวาถือเครื่องมือวัด แล้วกดให้หัวรับแรงกดจมลงในเนื้อของไส้กรอกเห็ดสักจนกระทั่งถึงขีดแสดงที่หัววัด จากนั้นเข็มจะชี้บอกค่าของแรงกด เมื่ออ่านค่าหน่วยเป็น kg/cm^2 หรือ 10^5 Pa

3.5.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

นำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการให้สเกลความชอบ 9 Point (Hedonic scaling) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบบเฉพาะเจาะจง คือ นักศึกษาชั้นปีสุดท้ายของสาขาหัตถกรรม จำนวน 20 คน มีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังนี้

- 9 = ชอบมากที่สุด
- 8 = ชอบมาก
- 7 = ชอบปานกลาง
- 6 = ชอบเล็กน้อย
- 5 = เฉย ๆ
- 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 = ไม่ชอบปานกลาง
- 2 = ชอบมาก
- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

เมื่อทดลองทำการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามตามขั้นตอนและตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ ตามที่กล่าวมาในบทที่ 3 แล้วนั้น พบว่าไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามที่ผลิตขึ้นมาทั้ง 10 สูตร มีคุณลักษณะโดยทั่วไปเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกเห็ด (มพช. 1156/2549) คือ มีสีตามธรรมชาติ, มีกลิ่นตามธรรมชาติ, มีเนื้อสัมผัสนุ่มและไม่รวน, ไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ในการทำไส้กรอก และไม่มีวัตถุเจือปนในไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

จากนั้นจึงนำตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตรไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบ 3 คุณสมบัติ ได้แก่ 1) การทดสอบค่า pH 2) การทดสอบความแน่นเนื้อ 3) การวัดค่าสี ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม โดยทำการทดสอบทั้งหมด 10 สูตร สูตรละ 3 ซ้ำการทดสอบ โดยทำการเก็บข้อมูลผลการทดสอบไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามหลังจากที่เริ่มต้นทำการผลิตและเก็บรักษาไว้ในถุงปิดสนิทในตู้เย็นช่องปกติ ในวันที่ 3, วันที่ 5 และวันที่ 7 หลังจากเริ่มทำการผลิตไส้กรอก และทำการเปรียบเทียบกับไส้กรอกอีสานที่จำหน่ายในท้องตลาด ได้ผลดังตารางที่ 4.1- 4.2

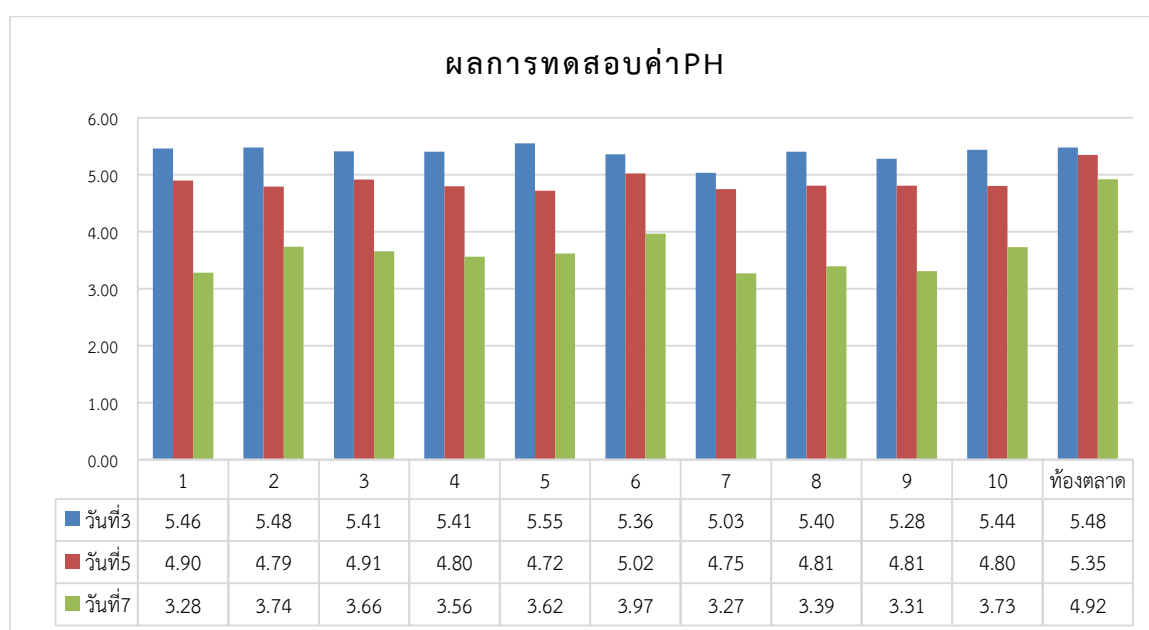
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่า pH และค่าแน่นเนื้อ ของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

สูตรที่	วันที่ 3		วันที่ 5		วันที่ 7	
	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)
1	5.46	2.34	4.90	2.72	3.28	2.99
2	5.48	2.48	4.79	3.16	3.74	3.48
3	5.41	2.1	4.91	2.34	3.66	2.64
4	5.41	2.1	4.80	2.27	3.56	2.68
5	5.55	2.29	4.12	3.09	3.62	3.28

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่า pH และค่าแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม (ต่อ)

สูตรที่	วันที่ 3		วันที่ 5		วันที่ 7	
	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)	ค่า pH	ค่าแน่นเนื้อ (kg/cm ²)
6	5.36	2.91	5.02	3.24	3.97	3.51
7	5.03	2.43	4.75	2.78	3.27	2.98
8	5.40	2.26	4.81	2.85	3.39	3.15
9	5.28	2.06	4.81	2.52	3.31	3.04
10	5.44	2.09	4.80	2.32	3.73	3.63
11*	5.48	2.32	5.35	2.34	4.92	1.38

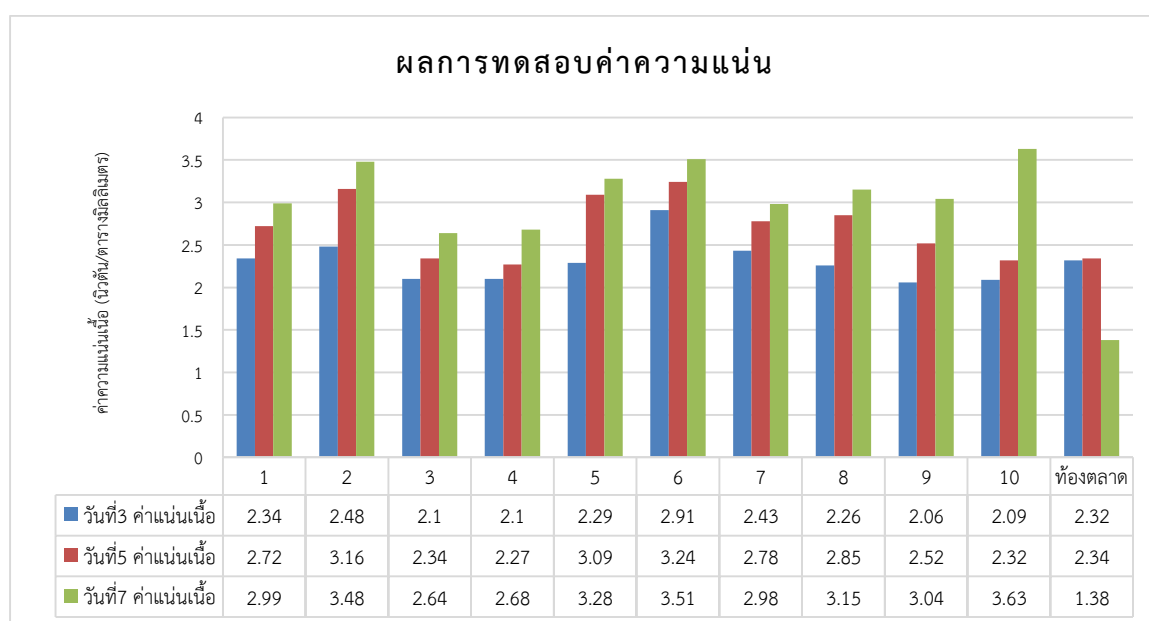
หมายเหตุ : * คือ ไส้กรอกอีสานท้องตลาด



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่า pH ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 พบว่าผลการทดสอบค่า pH ของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 มีแนวโน้มลดต่ำลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับไส้กรอกอีสานท้องตลาด หากทำการพิจารณาค่า pH ที่ควรจะเป็นของผลิตภัณฑ์ประเภทไส้กรอกอีสาน ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกอีสาน (มพช.

144/2546) ค่า pH ควรจะอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ซึ่งจากผลการทดสอบค่า pH ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร พบว่าค่า pH ใน วันที่ 3 และวันที่ 5 ของไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามทุกสูตรมีค่าอยู่ในมาตรฐาน แต่ผลการทดสอบค่า pH ในวันที่ 7 พบว่าทุกสูตรมีค่า pH ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน หรือต่ำกว่ามาตรฐาน แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามจะเกิดการเน่าเสียในวันที่ 7 ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามสามารถเก็บรักษาได้ในตู้เย็นไม่เกิน 5 วัน ที่จะสามารถนำมารับประทานได้



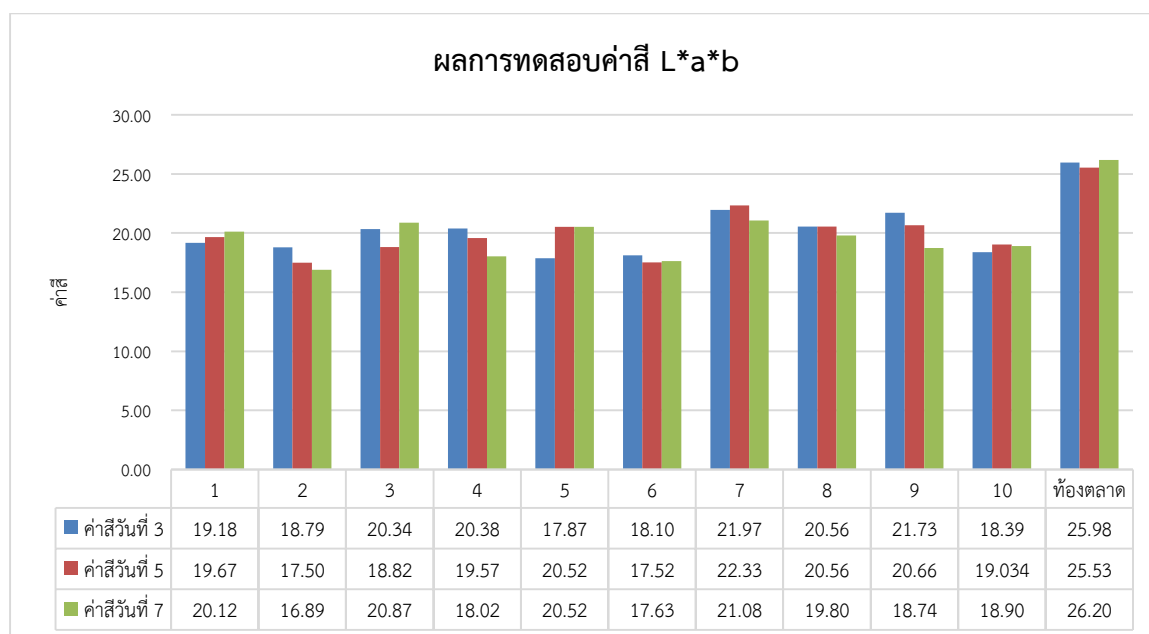
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 พบว่าผลการทดสอบค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแตกต่างจากไส้กรอกอีสานที่จำหน่ายตามท้องตลาดที่มีแนวโน้มค่าความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากไส้กรอกอีสานที่ท้องตลาดนั้นมีส่วนผสมของข้าว ซึ่งข้าวที่ใช้เป็นตัวช่วยในกระบวนการหมักของไส้กรอกอีสาน เมื่อเก็บไว้นานๆ จะเริ่มเกิดการย่อยมีลักษณะไม่แน่นและไม่เกาะตัว ซึ่งจะแตกต่างจากไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามที่มีส่วนผสมของเห็ดและแป้งเมล็ดมะขามที่มีคุณสมบัติพิเศษที่ทำให้เกิดความเหนียวของเนื้อสัมผัส เมื่อเก็บรักษาไว้นานจะยิ่งเพิ่มกระบวนการหมักแล้วส่งผลให้มีน้ำที่ออกมาจากเห็ดแล้วไปผสมเข้ากับแป้งเมล็ดมะขาม จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบค่าสีของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

สูตร ที่	วันที่ 3			วันที่ 5			วันที่ 7		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
1	38.10	7.30	12.15	40.93	6.99	11.09	36.10	5.60	8.97
2	35.15	9.21	12.01	35.32	6.74	12.01	44.70	6.24	11.68
3	42.30	8.20	10.52	39.56	7.00	9.89	36.83	7.34	9.91
4	38.37	10.74	12.04	37.46	8.37	12.89	37.82	6.43	11.98
5	44.90	8.60	11.70	43.96	6.85	11.17	45.38	6.29	9.88
6	33.23	8.72	11.67	46.53	6.12	8.92	37.78	6.54	8.57
7	33.92	8.72	11.67	35.80	6.94	9.83	36.10	5.60	8.97
8	45.78	7.67	7.67	47.62	7.99	12.44	46.07	5.94	11.24
9	40.34	9.265	12.07	41.73	8.16	11.55	39.98	7.41	12.03
10	35.01	8.93	11.21	37.39	9.24	8.94	37.30	8.07	11.32
11*	60.56	8.76	8.63	58.43	9.24	8.94	56.97	9.28	12.34

หมายเหตุ : * คือ ไส้กรอกอีสานท้องถิ่น

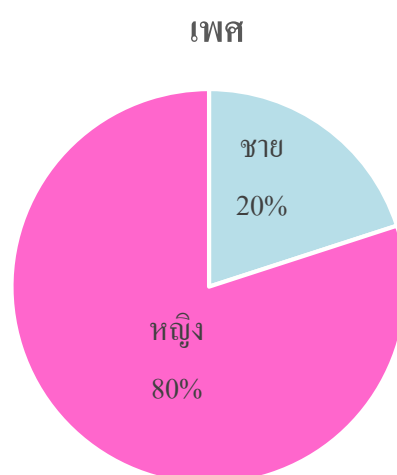


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบผลรวมค่าสีในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.3 พบว่าผลการทดสอบค่าสีของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน หรือเรียกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีน้อยมาก ซึ่งมีทิศทางเดียวกับไส้กรอกอีสานที่จำหน่ายตามท้องตลาด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเก็บรักษาไว้นาน จะไม่ทำให้สีของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามเปลี่ยนแปลงไปมากนัก

4.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม นำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการให้สเกลความชอบ 9 Point (Hedonic scaling) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบบเฉพาะเจาะจง คือ นักศึกษาชั้นปีสุดท้ายของสาขาคหกรรม จำนวน 20 คน พบว่าลักษณะโดยทั่วไปของผู้ที่มาตอบแบบประเมินการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้งหมดมีอายุอยู่ระหว่าง 20 -30 ปี คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนข้อมูลด้านเพศของผู้ตอบแบบประเมินมีเพศชายจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และเพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



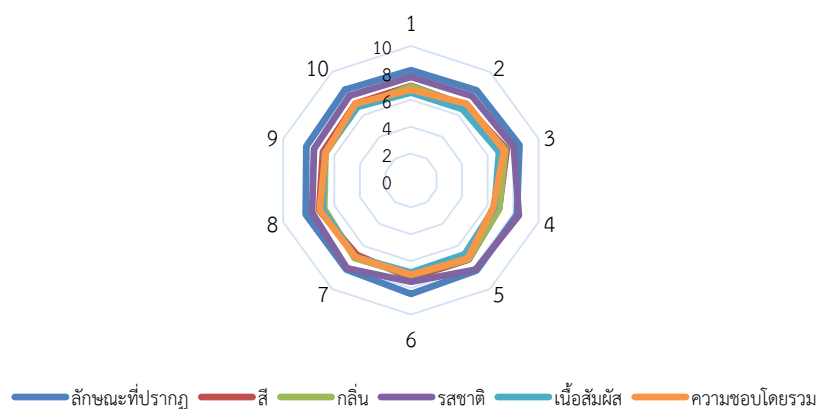
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบประเมิน

จากข้อมูลผลการทดสอบค่า pH ของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นช่องปกติได้ไม่ถึง 7 วัน ดังนั้นจึงจะทำการเก็บผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดเฉพาะที่เก็บรักษาไว้ในวันที่ 3 และวันที่ 5 เท่านั้น เนื่องจากในการทดสอบจะต้องให้ผู้ประเมินทำการชิมไส้กรอกก่อนที่จะตอบแบบประเมิน โดยผลของระดับคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ, สี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามในวันที่ 3 และวันที่ 5 เป็นดังตารางที่ 4.3 – 4.4 และรูปที่ 4.5 – 4.6

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 3)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ค่า $\bar{X} \pm S.D$									
	สูตร ที่ 1	สูตร ที่ 2	สูตร ที่ 3	สูตร ที่ 4	สูตร ที่ 5	สูตร ที่ 6	สูตร ที่ 7	สูตร ที่ 8	สูตรที่ 9	สูตรที่ 10
1 ลักษณะที่ ปรากฏ	8.2± 0.76	8.3± 0.92	8.5± 0.94	8.3± 0.92	8.3±1 .031	8.45± 1.05	8.2± 0.89	8.25± 0.85	8.2± 1.10	8.35± 1.13
2 สี	7.05± 0.68	6.9± .788	7.5± 0.94	6.9± 0.78	7.3± 1.08	7.25± 1.01	6.85± 0.87	7.2± 0.95	6.9± 1.02	7.05± 0.68
3 กลิ่น	7± 1.02	6.9± 0.71	7.4± 1.04	6.9± 0.71	7.25± 1.16	7.05± 1.09	7.15± 0.93	6.8± 1.00	6.7± 0.97	6.8± 0.95
4 รสชาติ	7.7± 1.08	7.75± 0.78	8.05± 0.94	8.45± 1.18	8.2± 1.23	7.55± 1.43	8.1± 1.11	7.75± 0.96	7.6± 1.27	7.8± 1.23
5 เนื้อสัมผัส	6.55± 1.26	6.55± 0.94	6.9±0 .96	6.55± 1.19	6.8± 1.05	6.85± 1.30	7.05± 1.276	6.95± 1.05	6.75± 0.91	6.75± 0.91
6 ความชอบ โดยรวม	6.75± 1.20	7.05± 0.88	7.3± 1.08	6.45± 1.19	7.2± 1.10	7.03± 1.20	7.05± 0.88	7.15± 1.03	6.70± 0.80	7.05± 0.88
เฉลี่ย	7.21	7.24	7.61	7.26	7.51	7.36	7.40	7.35	7.14	7.30

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (3 วัน)

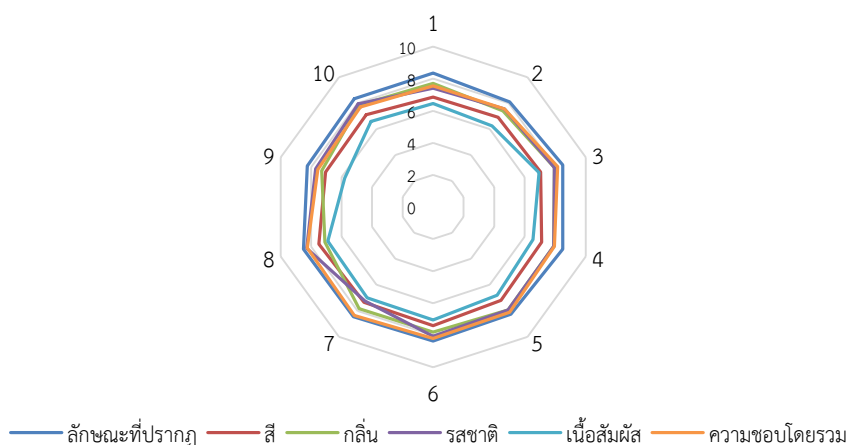


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 3)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ค่า $\bar{X} \pm S.D.$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 ลักษณะที่ปรากฏ	8.35± 0.98	8.1± 0.96	8.5± 1.14	8.5± 1.09	8.25± 1.11	8.35± 0.98	8.45± 1.05	8.5± 1.09	8.25± 1.06	8.35± 1.18
2 สี	6.85± 0.98	6.9± 1.07	7.05± 1.23	7.1± 1.02	7.2± 0.95	7.4± 1.09	7.35± 1.03	7.5± 0.99	7.05± 1.31	7.1± 1.33
3 กลิ่น	7.7± 1.17	7.4± 1.04	7.95± 1.46	7.9± 0.78	7.95± 1.23	7.8± 1.00	7.85± 0.98	7.1± 1.07	7.3± 1.08	7.85± 1.28
4 รสชาติ	7.4± 1.18	7.55± 0.75	7.95± 1.14	7.9± 0.85	7.95± 1.05	8.05± 0.99	7.25± 1.16	8.3± 0.92	7.7± 1.33	7.95± 1.53
5 เนื้อสัมผัส	6.45± 0.99	6.25± 1.16	6.95± 0.88	6.55± 0.88	6.8± 0.89	7.05± 1.23	7± 1.02	6.9± 1.25	5.8± 1.50	6.6± 1.39
6 ความชอบโดยรวม	7.55± 0.94	7.55± 0.82	8.15± 1.03	7.95± 0.82	8.1± 0.85	8.2± 1.05	8.35± 0.93	8.25± 1.01	7.55± 1.31	7.7± 1.38
ค่าเฉลี่ย	7.38	7.29	7.76	7.65	7.71	7.81	7.71	7.76	7.28	7.59

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (5 วัน)



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)

จากตารางที่ 4.3 รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ในวันที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามสูตรที่มีค่ามากที่สุด คือ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก รองลงมา คือ สูตรที่ 5, 7, 6, 8, 10, 4, 2, 1 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.51, 7.40, 7.36, 7.35, 7.30, 7.26, 7.24, 7.21 และ 7.14 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ยกเว้นสูตรที่ 5 ที่อยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

จากตารางที่ 4.4 รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร ในวันที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามสูตรที่มีค่ามากที่สุด คือ สูตรที่ 6 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก รองลงมา คือ สูตรที่ 8, 3, 5, 7, 4, 10, 1, 2 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.76, 7.76, 7.71, 7.71, 7.65, 7.59, 7.38, 7.29 และ 7.28 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

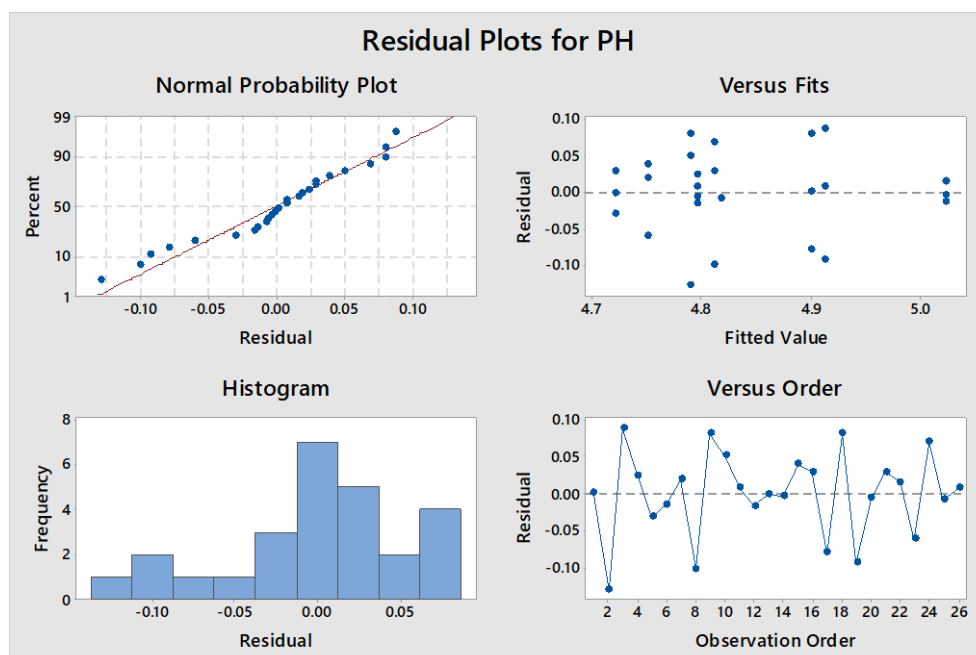
เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม ระหว่างวันที่ 3 และวันที่ 5 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบประเมินมีความชอบไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามในวันที่ 5 มากกว่า วันที่ 3

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่า pH, ค่าความแน่นเนื้อ และผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามที่เก็บรักษาในวันที่ 5

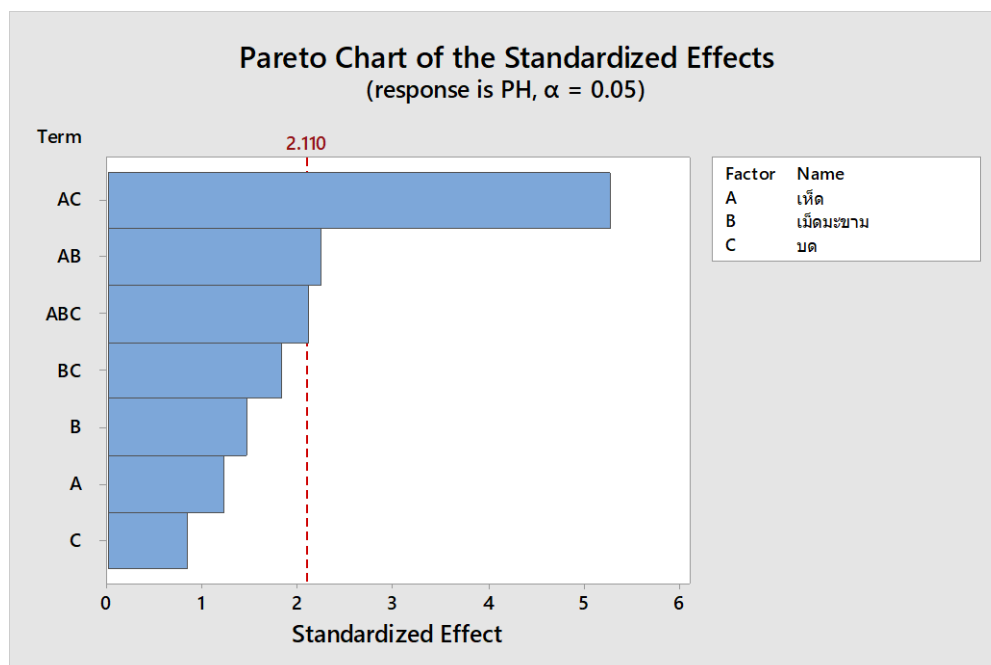
มาวิเคราะห์ต่อไป เพื่อหาสูตรอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม จึงได้ทำการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อที่ส่งผลต่อค่า pH และปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม โดยการวิเคราะห์ 3 ปัจจัย คือ ปริมาณเห็ด, ปริมาณแป้งเมล็ดมะขาม และระดับการบด ด้วยวิธีการวิเคราะห์ Factorial Regression ดังแสดงในตารางที่ 4.5 - 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ Factorial Regression ของค่า pH ไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม

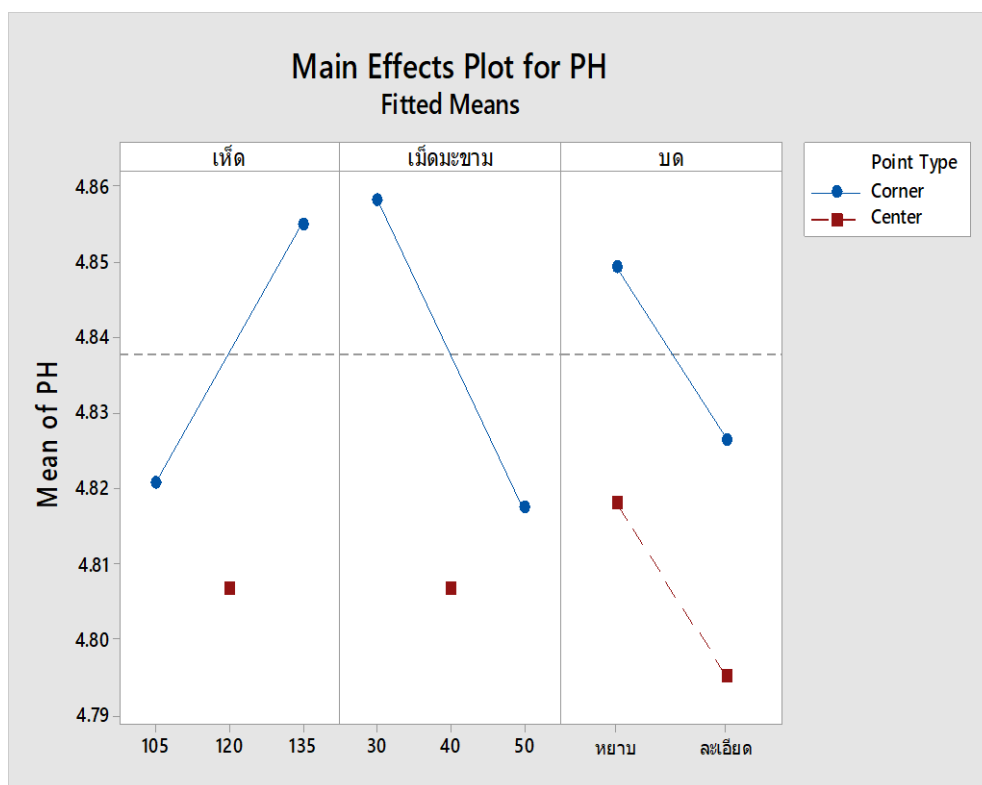
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	0.212680	0.026585	5.68	0.001
Linear	3	0.020393	0.006798	1.45	0.263
เห็ด	1	0.007004	0.007004	1.50	0.238
เมล็ดมะขาม	1	0.010004	0.010004	2.14	0.162
บด	1	0.003385	0.003385	0.72	0.407
2-Way Interactions	3	0.169479	0.056493	12.07	0.000
เห็ด*เมล็ดมะขาม	1	0.023437	0.023437	5.01	0.039
เห็ด*บด	1	0.130537	0.130537	27.90	0.000
เมล็ดมะขาม*บด	1	0.015504	0.015504	3.31	0.086
3-Way Interactions	1	0.021004	0.021004	4.49	0.049
เห็ด*เมล็ดมะขาม*บด	1	0.021004	0.021004	4.49	0.049
Curvature	1	0.001803	0.001803	0.39	0.543
Error	17	0.079541	0.004679		
Lack-of-Fit	1	0.000141	0.000141	0.03	0.868
Pure Error	16	0.079400	0.004962		
Total	25	0.292221			



รูปที่ 4.6 กราฟ Residual Plot ค่า pH
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)



รูปที่ 4.7 กราฟ Pareto ปัจจัยที่มีผลต่อค่า pH
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)

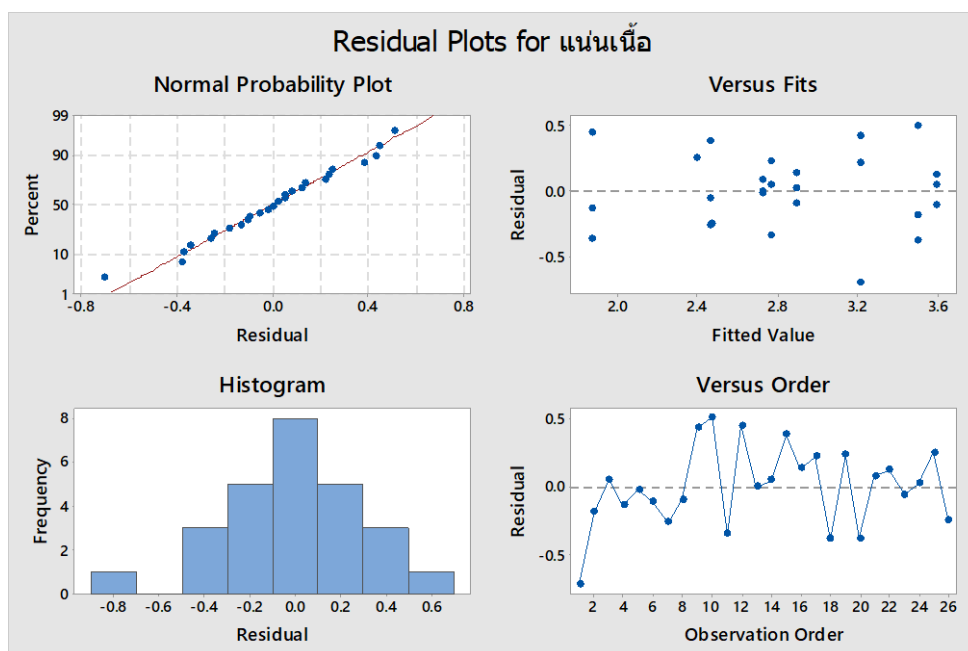


รูปที่ 4.8 กราฟ Main Effect ที่มีผลต่อค่า pH
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)

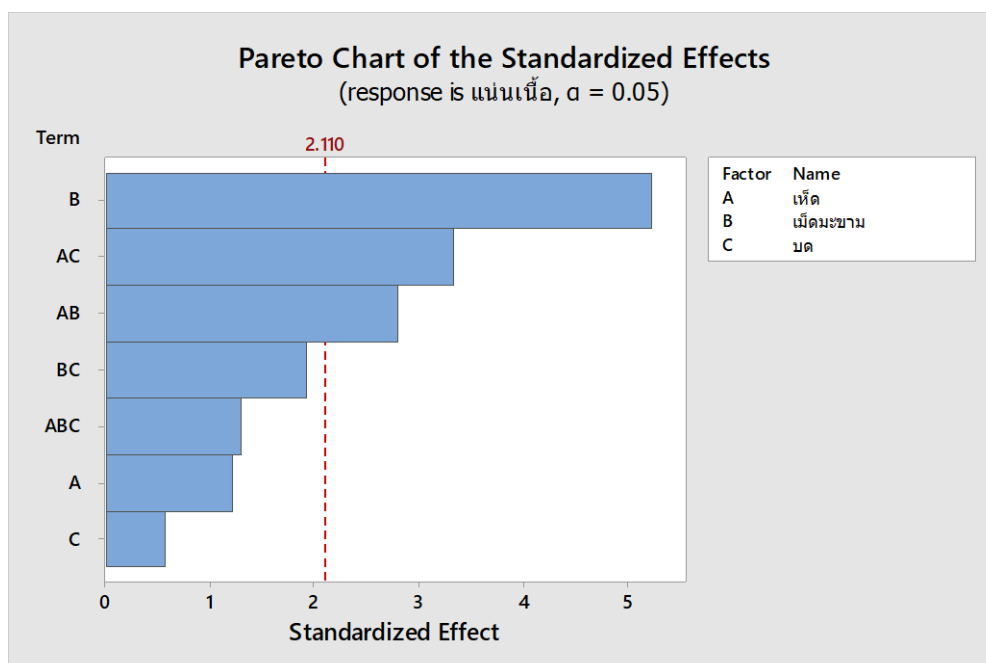
จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 -4.8 ผลการการวิเคราะห์ Factorial Regression เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อที่ส่งผลต่อค่า pH ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติของค่าความผิดพลาดและมีความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดสม่ำเสมอและเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งแสดงว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมาความน่าเชื่อถือ จากการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีค่า P-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ความเชื่อมั่น 95%) ได้แก่ เห็ด*เม็ดมะขาม, เห็ด*บด และ เห็ด*เม็ดมะขาม*บด ซึ่งจากการพิจารณากราฟ Pareto และ Main Effect ที่มีผลต่อค่า pH พบว่าปริมาณเห็ด, ปริมาณเมล็ดมะขาม และระดับการบด ล้วนส่งผลต่อค่า pH โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า pH มากที่สุดคือ ปริมาณเห็ดร่วมกับระดับการบด

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ Factorial Regression ของค่าความแน่นเนื้อไม้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม

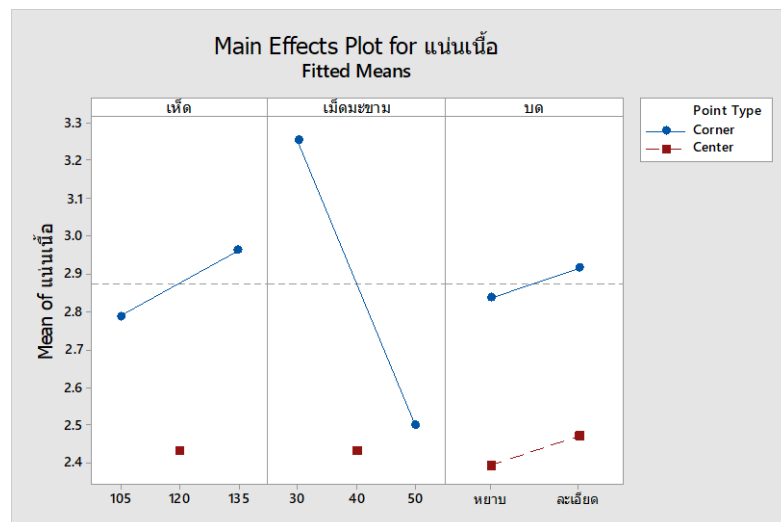
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	7.01647	0.87706	7.06	0.000
Linear	3	3.63541	1.21180	9.75	0.001
เห็ด	1	0.18200	0.18200	1.46	0.243
เมล็ดมะขาม	1	3.41260	3.41260	27.45	0.000
บด	1	0.04080	0.04080	0.33	0.574
2-Way Interactions	3	2.81168	0.93723	7.54	0.002
เห็ด*เมล็ดมะขาม	1	0.97204	0.97204	7.82	0.012
เห็ด*บด	1	1.37760	1.37760	11.08	0.004
เมล็ดมะขาม*บด	1	0.46204	0.46204	3.72	0.071
3-Way Interactions	1	0.20720	0.20720	1.67	0.214
เห็ด*เมล็ดมะขาม*บด	1	0.20720	0.20720	1.67	0.214
Curvature	1	0.36217	0.36217	2.91	0.106
Error	17	2.11327	0.12431		
Lack-of-Fit	1	0.13500	0.13500	1.09	0.312
Pure Error	16	1.97827	0.12364		
Total	25	9.12973			



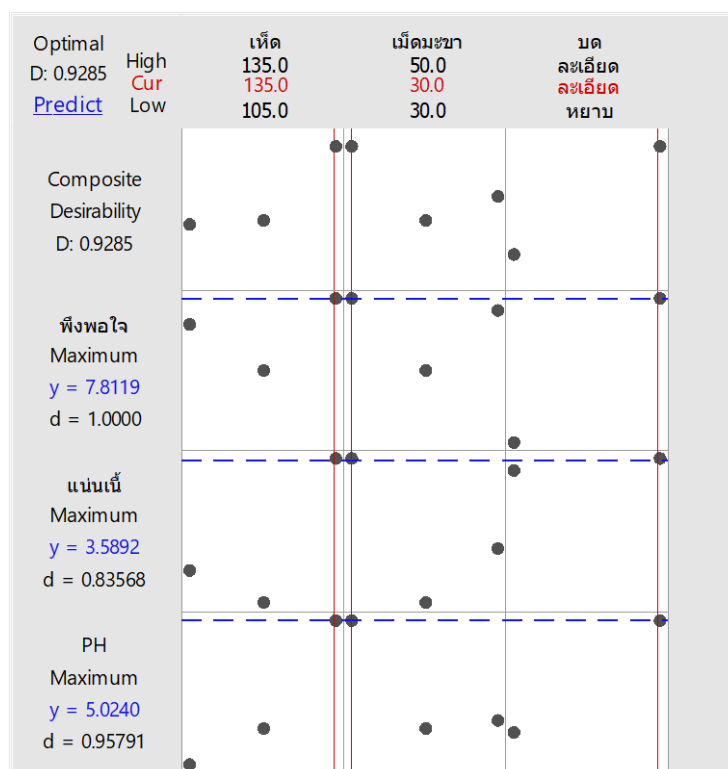
รูปที่ 4.9 กราฟ Residual Plot ค่าความแนนเนื้อ
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)



รูปที่ 4.10 กราฟ Pareto ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแนนเนื้อ
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)



รูปที่ 4.11 กราฟ Main Effect ที่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ
ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามทั้ง 10 สูตร (วันที่ 5)



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการหาอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด
ในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

จากตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.9 -4.11 ผลการการวิเคราะห์ Factorial Regression เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อที่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงของค่าความผิดพลาดแบบปกติและมีความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดสม่ำเสมอและเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งแสดงว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีความน่าเชื่อถือ จากผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีค่า P-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ความเชื่อมั่น 95%) ได้แก่ เม็ดมะขาม, เห็ด*เม็ดมะขาม และ เห็ด*บด ซึ่งจากการพิจารณากราฟ Pareto และ Main Effect ของปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ พบว่า ปริมาณแป้งเมล็ดมะขาม, ปริมาณเห็ดรวมกับระดับการบด และปริมาณเห็ดรวมกับแป้งเม็ดมะขาม เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ ปริมาณแป้งเมล็ดมะขาม

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สามารถหาสมการความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า pH และสมการความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ได้ดังสมการข้างล่างนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่า PH} = & 3.783 + 0.00947 \text{ เห็ด} + 0.0230 \text{ เม็ดมะขาม} - 1.446 \text{ บด} - 0.000208 \text{ เห็ด*} \\ & \text{เม็ดมะขาม} + 0.01281 \text{ เห็ด*บด} + 0.0211 \text{ เม็ดมะขาม*บด} - 0.000197 \\ & \text{เห็ด*เม็ดมะขาม*บด} - 0.0313 \text{ Ct Pt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความแน่นเนื้อ} = & -2.75 + 0.0595 \text{ เห็ด} + 0.1233 \text{ เม็ดมะขาม} + 0.54 \text{ บด} - 0.001342 \text{ เห็ด*เม็ด} \\ & \text{มะขาม} - 0.0088 \text{ เห็ด*บด} - 0.0605 \text{ เม็ดมะขาม*บด} + 0.000619 \text{ เห็ด*เม็ด} \\ & \text{มะขาม*บด} - 0.443 \text{ Ct Pt} \end{aligned}$$

จากรูปที่ 4.12 ผลการคุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม และผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม เมื่อทำการปรับปริมาณเห็ด ปริมาณเมล็ดมะขาม และระดับการบดวัตถุดิบ ที่ระดับต่างๆ กัน สามารถทำการทำนายเพื่อหาอัตราส่วนผสมและระดับการบดวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุด ที่จะทำให้ได้ค่า pH, ค่าความแน่นเนื้อ และค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุด พบว่าจากการคำนวณคือการใช้อัตราส่วนที่มีปริมาณเห็ด เท่ากับ 135 กรัม ปริมาณแป้งเมล็ดมะขาม เท่ากับ 30 กรัม และระดับการบดละเอียด ซึ่งผลการทำนายมีความแม่นยำ 92.85%

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม โดยทำการควบคุมปริมาณของเนื้อหมูบดปนมัน เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรสต่างๆ ให้คงที่ แล้วทำการทดลองปรับเปลี่ยนปริมาณของเห็ดเห็ด 3 ชนิด (ได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฐาน, เห็ดหอม, เห็ดนางรมหลวง) ปริมาณของแป้งเมล็ดมะขาม และระดับการบด ที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 10 สูตร จากนั้นจึงทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ 3 คุณสมบัติ ได้แก่ (1) การทดสอบค่า pH (2) การทดสอบความแน่นเนื้อ (3) การวัดค่าสี ของไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม โดยทำการเก็บข้อมูลผลการทดสอบไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามหลังจากที่เริ่มต้นทำการผลิตและเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นปิดสนิทในตู้เย็นช่องปกติ ในวันที่ 3, วันที่ 5 และวันที่ 7 หลังจากเริ่มทำการผลิตไส้กรอก พบว่าผลการทดสอบค่า pH ในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น หากพิจารณาค่า pH ที่ควรจะเป็นของไส้กรอกอีสานควรอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ซึ่งพบว่าผลของค่า pH ในวันที่ 7 ต่ำกว่ามาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขามสามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้ไม่เกิน 5 วัน จากผลการทดสอบค่าความแน่นเนื้อ พบว่าในวันที่ 3 วันที่ 5 และวันที่ 7 มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเรื่อยๆ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม พบว่าในวันที่ 3 พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก และในวันที่ 5 พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 6 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวันที่ 3 และวันที่ 5 พบว่าไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามในวันที่ 5 ได้รับการยอมรับมากกว่า วันที่ 3

5.2 อภิปรายผล

จากการผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม พบว่าอัตราส่วนผสมและระดับการบดวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขาม คือ การใช้ปริมาณเห็ด 3 ชนิด เท่ากับ 135 กรัม ปริมาณแป้งเมล็ดมะขาม เท่ากับ 30 กรัม และระดับการบดละเอียด ซึ่งผลการทำนายมีความแม่นยำ 92.85% โดยคุณลักษณะโดยทั่วไปเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกเห็ด

(มพช. 1156/2549) คือ มีสีตามธรรมชาติ, มีกลิ่นตามธรรมชาติ, มีเนื้อสัมผัสนุ่มและไม่รวน, ไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ในการทำไส้กรอก และไม่มีวัตถุเจือปนในไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่จากเห็ดเพื่อนำไปจำหน่ายต่อไปได้ แต่เนื่องจากแป้งที่ทำจากเมล็ดมะขามมีกลิ่นหืนเฉพาะตัวที่ทำให้ผู้บริโภคบางคนยอมรับได้ยากเมื่อเทียบกับการใช้ข้าวสาลีเป็นส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกจากเห็ด ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาหาแนวทางเพิ่มเติมในการลดหรือดับกลิ่นหืนจากแป้งเมล็ดมะขาม ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ควรมีการศึกษาและพัฒนาวิธีการหรือแนวทางในการดับกลิ่นหืนของแป้งเมล็ดมะขาม
- 5.3.2 ควรมีการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมแป้งเมล็ดมะขามให้นานยิ่งขึ้น
- 5.3.3 ควรมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามให้อยู่ในรูปแบบพร้อมบริโภคหรือกึ่งสำเร็จรูป

บรรณานุกรม

- กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไม้กรอกอีสาน มผช.144/2546**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไม้กรอกเห็ด มผช. 1156/2549**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- จักรี ทองวิเศษ. (2556). การใช้เห็ดนางฟ้าในผลิตภัณฑ์หมูยอ. ปรินญาณิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชลกานต์ ขวัญนาวารักษ์. (2555). สารสกัดเห็ดนางฟ้า. ปรินญาณิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โชคดีฟาร์ม. (ม.ป.ป.). รู้จักเห็ดชนิดต่างๆ. สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2563, จากเว็บไซต์: <http://www.chokdeefarm.in.th/article/33/รู้จักเห็ดชนิดต่างๆ>
- ทนง ภัทรชพันธุ์. (2534). เมล็ดมะขามและกัม. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2534. หน้า 29-34
- ประดิษฐ์ คำหนองไผ่ (2544) แนวทางใหม่ในการลดปริมาณมันหมูแข็งในไม้กรอกเปรี้ยว. ปรินญาณิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- พรนภา มะเสนย์. (2561). ปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกบริโภคเห็ดนางฟ้าภูฐานของผู้บริโภคในอำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี. ปรินญาณิพนธ์บริหารมหาบัณฑิต สาขาการตลาด คณะบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- พจนีย์ แก้วคำแสน. (2557). การใช้ประโยชน์จากผงเมล็ดมะขามทดแทนเพกตินทางการค้า. ปรินญาณิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร
- วิรัตน์ สุมณ. (2553). คุณภาพของไม้กรอกเปรี้ยวที่ผลิตจากเนื้อโค. บทความการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์. วันที่ 3-5 ก.พ. 2553. หน้า 48-55

วิโรจน์ ปิยพิทยานันต์. (2549). การเปรียบเทียบและคุณสมบัติบางประการของเห็ดหอมพันธุ์ต่างๆ.

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. (ม.ป.ป.). ไข่. สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2563, จากเว็บไซต์:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3355/casing-ไข่>

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. (ม.ป.ป.). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. สืบค้นเมื่อ

28 กรกฎาคม 2563, จากเว็บไซต์ :

[http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0486/sensory-evaluation-การ](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0486/sensory-evaluation-การประเมินการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส)

ประเมินการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

สิริการ หนูสิงห์. (2557). สมบัติทางเคมีกายภาพของกัมจากเมล็ดมะขามและการใช้ปรับปรุงเนื้อ

สัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุรวดี สารอินสม. (2558). การพัฒนานวัตกรรมสินค้าแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่วัตถุดิบเหลือใช้

กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวสมุนไพรจากเมล็ดมะขาม, วิทยานิพนธ์บริหาร

มหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมบริการ คณะบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย

บูรพา.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

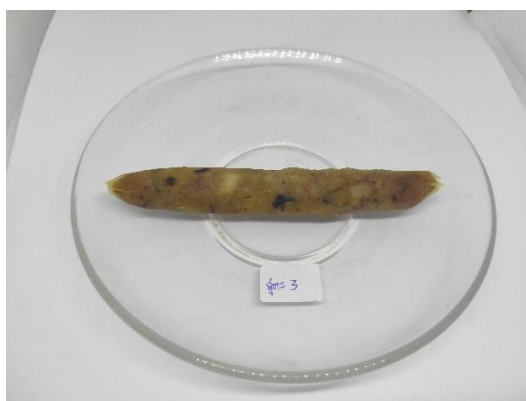
ลักษณะไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม



รูปที่ ก.1 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 1



รูปที่ ก.2 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 2



รูปที่ ก.3 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 3



รูปที่ ก.4 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 4



รูปที่ ก.5 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 5



รูปที่ ก.6 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 6



รูปที่ ก.7 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 7



รูปที่ ก.8 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 8



รูปที่ ก.9 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 9



รูปที่ ก.10 ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม สูตรที่ 10

ภาคผนวก ข

แบบประเมินการทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ด
มะขาม

ภาคผนวก ค

รูปภาพแสดงการทดสอบการวัดค่าสี, ค่า PH และค่าแน่นเนื้อ
ของไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.1 แสดงการทดสอบค่าสีของตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.2 แสดงลักษณะหน้าจอของเครื่องทดสอบค่าสี และตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.3 แสดงการทดสอบค่า pH ของตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.4 แสดงลักษณะของเครื่องทดสอบค่า pH และตัวอย่างไส้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.5 แสดงการทดสอบค่าความแน่นเนื้อของตัวอย่างไม้กรอกเห็ดเสริมเมล็ดมะขาม



รูปที่ ค.6 แสดงลักษณะของเครื่องทดสอบค่าความแน่นเนื้อ และและตัวอย่างไม้กรอกเห็ดเสริม
เมล็ดมะขาม

ภาคผนวก ง

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม



รูปที่ ง.1 การออกแบบโลโก้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขามรูปแบบต่าง ๆ



รูปที่ ง.2 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากเห็ดเสริมด้วยแป้งเมล็ดมะขาม

ภาคผนวก จ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยสู่การออกผลิตภัณฑ์ด้วยเมล็ดมะขาม



รูปที่ จ.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม



รูปที่ จ.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ดมะขาม

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวสุวิมล เทียกทุม
Miss Suwimon Theakthum
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5440600024595
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609 โทรสาร 056-717164
E-mail mapheangvan@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - วิศวกรรมอาหาร
 - เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
 - กรรมวิธีการผลิต
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : -
 - 7.1. หัวหน้าโครงการวิจัย :
 - การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บรังไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรังไหมจากจิ้งหรีด. ทนวิชัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2554
 - สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต หมู่เรียน 5511021371 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ไม่ตั้งใจเรียน. ทนวิชัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2556

- การจำลองสถานการณ์เส้นทางการขนส่งนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557
- การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากแคลบสำหรับใช้ในการขนส่งของผู้ผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ตำบลคงมูลเหล็ก เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2558
- การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ OTOP ด้วยวิศวกรรมการเคลือบผิวกรณีศึกษาสินค้ากลุ่มติ่มหีบ้านใหม่และสินค้ากลุ่มสตรีก้าวหน้าอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ 2559
- การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ 2559
- การศึกษาและประเมินต้นทุนของระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อสร้างฐานข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และออกแบบการติดตั้งระบบป้องกันทางไฟฟ้า 2560
- การหาส่วนผสมชีวมวลวัสดุเหลือทิ้ง จากการเกษตร โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง เพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก 2561
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นใยขัดผิวจากกรมะขามพันธุ์ศรีชมภู 2562

7.2. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- การออกแบบและพัฒนาชุดคั่นรังใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรังไหมจากจิ้งหรีดโดยใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น. นำเสนอในวารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 เครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา

ร่วมกับเครือข่ายวิชาการทางด้านคณิตศาสตร์ “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” ประจำปี 2557

- สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต หมู่เรียน 5511021371 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ไม่ตั้งใจเรียน. ทน วิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2556
 - การจำลองสถานการณ์เส้นทางการขนส่งนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557
 - การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขาม กลุ่มสตรีก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2558; 8(1) : /24-33. TCI กลุ่ม 1
 - การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเกล็ดผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้. ในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 วันที่ 29 เมษายน 2559. หน้า 352 - 360.
 - การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ OTOP ด้วยวิศวกรรมเครื่องเคลือบผิว: กรณีศึกษาสินค้ากลุ่มดีมีดบ้านใหม่และสินค้ากลุ่มสตรีก้าวหน้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559
-

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวหทัยนุช จันทรัชชัยภูมิ
Miss Hathainuch Janchaiyaphoom
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1670400078671
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
67000
โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609 โทรสาร 056-717164
E-mail hathainuch.jan@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการพลังงาน)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - พลังงาน
 - วัสดุวิศวกรรม
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - 7.3. ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : -
 - 7.4. หัวหน้าโครงการวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดแมคคา
เดเมียแบบชั้นรางท่อ สำหรับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอ
เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนสนับสนุนงานวิจัย วช. 2562
 - 7.5. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
 - การออกแบบและพัฒนาชุดคันเร่งใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
ในการเก็บรังไหมจากจ่อไม้โดยใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น.
นำเสนอในวารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 เครือข่ายสถาบันวิจัย

และพัฒนาพร้อมกับเครือข่ายวิชาการทางด้านคณิตศาสตร์
“งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” ประจำปี 2557

- การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลสำหรับใช้เป็นสื่อ
การเรียนการสอนวิชาการจัดการพลังงานในโรงงาน
อุตสาหกรรม นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายในการประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2
ประจำปี 2558
- การออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดหมุนเพลานางานตัดด้วย
แท่นตัดไฟเบอร์ นำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) การ
ประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3”
21 พฤษภาคม 2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
- การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการ
ผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปผีเสื้อกลุ่มสตรี
ก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจใน
ผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2558; 8(1) : /24-33. TCI กลุ่ม 1
- การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเกล็ดผสมฟองน้ำยางธรรมชาติ
เพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้. ในการประชุมวิชาการ
ระดับชาติและระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559
วันที่ 29 เมษายน 2559. หน้า 352 - 360.
- การประยุกต์ใช้วิธีอานานิคมมดเพื่อจัดเส้นทางรถท่องเที่ยวใน
อำเภอเขาค้อ. ในการประชุมวิชาการการประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมไฟฟ้า (EENET) ประจำปี 2559 ระหว่างวันที่ 25-27
พฤษภาคม พ.ศ. 2559. หน้า 501 - 504.
- การพัฒนาชุดกระทุ้งถ่านสำหรับเตาแก๊สซีพีเออร์. ในการ
ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่
3 วันที่ 22 กรกฎาคม 2559; มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่า
ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้าน

กุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอ
 ขอบุญวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

- การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ OTOP ด้วยวิศวกรรมการเคลือบผิว:
 กรณีศึกษาสินค้ากลุ่มตีมิดบ้านใหม่และสินค้ากลุ่มสตรี
 ก้าวหน้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอบุญวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559
- การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม เสนอขอบุญสนับสนุน
 นักวิจัชรุ่นใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560
- การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้น
 รางท้อ สำหรับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอเขาค้อ
 จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอบุญสนับสนุนงานวิจั วช. 2562