



ผลงานลำดับที่ 1

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช. 107

Development of Fermented Ground Pork (Naem)
Using Khao Kam Jao CMU 107 Rice

โดย

นางสาวอัญญมณี พูลสุขกล้า

เอกสารประกอบการขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ตำแหน่งเลขที่ 3145 กลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์

กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์

คำนำ

แหนมหมูเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักพื้นบ้านของไทยที่ได้รับความนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย มีส่วนผสมหลัก ได้แก่ เนื้อหมู หนัหมู ข้าวสุก กระเทียม พริก และเกลือ โดยกระบวนการผลิตอาศัยการหมักของจุลินทรีย์กรดแลคติก ซึ่งใช้คาร์โบไฮเดรตจากข้าวเป็นแหล่งพลังงานและสร้างกรดอินทรีย์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยว กลิ่น และลักษณะเฉพาะของแหนม

อย่างไรก็ตาม แนวโน้มการบริโภคอาหารในปัจจุบันให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่นอกจากมีรสชาติและคุณภาพที่ดีแล้ว ยังต้องมีคุณค่าทางโภชนาการและมีส่วนประกอบจากวัตถุดิบธรรมชาติที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ให้มีความแตกต่างและมีมูลค่าเพิ่มจากรูปแบบเดิมจึงเป็นแนวทางสำคัญในการตอบสนองความต้องการของตลาดและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ไทย แนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ คือ การนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติเด่นมาประยุกต์ใช้ทดแทนส่วนประกอบเดิมในกระบวนการผลิต เนื่องจากข้าวเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์กรดแลคติกในกระบวนการหมักแหนม การเลือกใช้ข้าวที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงจึงเป็นโอกาสในการเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหลัก

ข้าวเจ้า มข.107 เป็นข้าวเจ้าสีม่วงที่มีคุณสมบัติเด่นด้านสารสำคัญตามธรรมชาติ โดยมีแกมมาออไรซานอลและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะแอนโทไซยานินสูง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดแทนข้าวหอมมะลิในการผลิตแหนมหมู เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสร้างความแตกต่างให้แก่ผลิตภัณฑ์

การศึกษานี้จึงดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากการใช้ข้าวเจ้า มข.107 โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนข้าวหอมมะลิ และประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างครอบคลุม ทั้งด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา เนื้อสัมผัส คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนการออกแบบบรรจุภัณฑ์และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์จนถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์

ผลจากการศึกษาคาดว่าจะเป็นองค์ความรู้และต้นแบบสำหรับการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ โดยมีแหนมหมูเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และใช้ข้าวเจ้า มข.107 เป็นวัตถุดิบเสริมคุณค่า สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง ต่อยอดการวิจัย และถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เจ้าหน้าที่ เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและมีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

อัญญมณี พูลสุขกล้า

กันยายน 2569

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(ก)
สารบัญ	(ข)
สารบัญตาราง	(ค)
สารบัญภาพ	(ง)
แบบการเสนอผลงาน (ระดับชำนาญการและระดับชำนาญการพิเศษ)	1
ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง	1
ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน	5
1. ชื่อเรื่อง	5
2. ระยะเวลาการดำเนินการ	5
3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	5
4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	10
5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)	17
6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ	36
7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ	37
8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	38
9. ข้อเสนอแนะ	38
10. การเผยแพร่ผลงาน	39
11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก	44
ภาคผนวก ข	45
ภาคผนวก ค	46

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สูตรการผลิตแหนม	11
ตารางที่ 2 อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107 ในสูตรการผลิตแหนมหมูทั้ง 5 สูตรทดลอง	11
ตารางที่ 3 ค่าสีของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	18
ตารางที่ 4 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	19
ตารางที่ 5 ค่า pH ของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	20
ตารางที่ 6 ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	21
ตารางที่ 7 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Trolox equivalent antioxidant capacity) ของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	21
ตารางที่ 8 ปริมาณเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	22
ตารางที่ 9 ปริมาณยีสต์และราของแหนมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	22
ตารางที่ 10 ผลคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมเมื่อแปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107	25
ตารางที่ 11 คุณค่าทางด้านโภชนาการของแหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107	26
ตารางที่ 12 การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107	29
ตารางที่ 13 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	30
ตารางที่ 14 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	31
ตารางที่ 14 (ต่อ) ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	32
ตารางที่ 15 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	33
ตารางที่ 16 การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	33
ตารางที่ 17 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107	34

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตแหนมหมู	12
ภาพที่ 2 ฉลากบรรจุภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107	27
ภาพที่ 3 บรรจุภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107	27
ภาพที่ 4 การเผยแพร่ผลงานผ่านทางเว็บไซต์กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์	39
ภาพที่ 5 เผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์	39
ภาพที่ 6 บรรยายผลงานวิจัย ให้กับนักศึกษาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	40

แบบการเสนอผลงาน
(ระดับชำนาญการและระดับชำนาญการพิเศษ)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง

ชื่อผู้ขอประเมิน นางสาวอัญญมณี พูลสุขกล้า

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ระดับชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ 3145

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งปัจจุบัน

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ โดยใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และความชำนาญงานสูงด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ ในการดำเนินการหรือแก้ปัญหาที่ยากในกลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่เกษตรกรและสถาบันเกษตรกรด้านปศุสัตว์อย่างทั่วถึงตรงตามยุทธศาสตร์ของกรมปศุสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพ

ก. ด้านการปฏิบัติการ

1) ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นมและไข่ ผลิตภัณฑ์สัตว์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากสัตว์ และกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ ให้ข้อมูลหรือแก้ปัญหาข้อขัดข้องทางวิชาการ

2) ร่วมดำเนินการเกี่ยวกับการปรับปรุง พัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นมและไข่ ผลิตภัณฑ์สัตว์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากสัตว์ และกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ ให้ได้คุณภาพและมาตรฐานด้านสุขศาสตร์สัตว์และอนามัย

3) ดูแล ติดตามผลการดำเนินงาน ควบคุม รักษาระบบงานให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

4) เป็นวิทยากรถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปให้แก่ผู้ประกอบการอาชีพการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ พัฒนาและกำหนดแนวทางการถ่ายทอดความรู้ ผลิตภัณฑ์การฝึกอบรม ติดตามและประเมินผลการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์

5) ร่วมจัดทำแผนงานหรือโครงการภายใต้งบประมาณปกติหรืองบประมาณอื่น เพื่อให้เป็นไปตามกระบวนการที่กำหนดไว้

6) ปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานในสังกัดและกรมปศุสัตว์ ในภาพรวมประสบความสำเร็จตามแผนและเป้าหมายที่กำหนดไว้

ข. ด้านการวางแผน

1) วางแผนหรือร่วมดำเนินการวางแผนการทำงานตามแผนงานหรือโครงการของหน่วยงาน ระดับสำนักหรือกอง และแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

ค. ด้านการประสานงาน

1) ประสานการทำงานร่วมกันโดยมีบทบาทในการให้ความเห็นและคำแนะนำเบื้องต้นแก่สมาชิกในทีมงานหรือหน่วยงานอื่น เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

2) ให้ข้อคิดเห็นหรือคำแนะนำเบื้องต้นแก่สมาชิกในทีมงานหรือบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

ง. ด้านการบริการ

1) ให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ค่อนข้างยากแก่ผู้ประกอบการ ส่วนราชการและประชาชนผู้สนใจทั่วไป เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ทราบข้อมูล ความรู้ต่างๆและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2) เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เกี่ยวข้อง

ตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง นักวิทยาศาสตร์ระดับชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 3145

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ โดยใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และความชำนาญในงานสูงมากในด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ ในการดำเนินการแก้ปัญหาที่ยากมากในกลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่เกษตรกร และสถาบันเกษตรกรด้านปศุสัตว์อย่างทั่วถึงตรงตามยุทธศาสตร์ของกรมปศุสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพ

ก. ด้านการปฏิบัติการ

- 1) ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และพัฒนาเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นมและไข่ ผลิตภัณฑ์สัตว์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากสัตว์ และกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ ให้ข้อมูลหรือแก้ปัญหาข้อขัดข้องทางวิชาการ
- 2) ดำเนินการเกี่ยวกับการปรับปรุง พัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นมและไข่ ผลิตภัณฑ์สัตว์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากสัตว์ และกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ ให้ได้คุณภาพและมาตรฐานด้านสุขศาสตร์สัตว์และอนามัย
- 3) ดูแล ติดตามผลการดำเนินงาน และผู้ร่วมปฏิบัติงาน ควบคุมรักษาระบบงานให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด
- 4) เป็นวิทยากรถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปให้แก่ผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ พัฒนาและกำหนดแนวทางการถ่ายทอดความรู้ ผลลัพธ์การฝึกอบรม ติดตามและประเมินผลการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์
- 5) จัดทำแผนงานหรือโครงการภายใต้งบประมาณปกติหรืองบประมาณอื่น เพื่อให้เป็นไปตามกระบวนการที่กำหนดไว้
- 6) ปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานในสังกัดและกรมปศุสัตว์ ในภาพรวมประสบความสำเร็จตามแผนและเป้าหมายที่กำหนดไว้

ข. ด้านการวางแผน

- 1) วางแผนหรือร่วมดำเนินการวางแผนการพัฒนา สร้างความเข้มแข็งเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และสถาบันเกษตรกรด้านการปศุสัตว์ เพื่อเป็นทิศทางในการทำงานของหน่วยงาน
- 2) วางแผนหรือร่วมดำเนินการวางแผนส่งเสริมและพัฒนา อาชีพด้านปศุสัตว์ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับเกษตรกร พื้นที่และตลาด
- 3) วางแผนการติดตาม ประเมินผล แก้ไขปัญหา อุปสรรคของโครงการ/แผนงาน เพื่อปรับปรุงให้เกิดความสำเร็จตามโครงการ/แผนงานที่กำหนดไว้

ค. ด้านการประสานงาน

1) ประสานการทำงานร่วมกันในทีมงานโดยมีบทบาทในการชี้แนะ จูงใจ ทีมงาน หรือหน่วยงานในระดับสำนักหรือกอง เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

2) ชี้แจง ให้ข้อคิดเห็นในที่ประชุมคณะกรรมการหรือคณะทำงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์และความร่วมมือในการดำเนินงานร่วมกัน

ง. ด้านการบริการ

1) ให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ยุ่งยาก ชับซ้อนแก่ผู้ประกอบการ ส่วนราชการและประชาชนผู้สนใจทั่วไป เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ทราบข้อมูล ความรู้ต่างๆและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2) เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ด้านวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน

1. เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช. 107

(Development of Fermented Ground Pork (Naem) Using Khao Kam Jao CMU 107 Rice)

2. ระยะเวลาการดำเนินการ สิงหาคม 2568 – กุมภาพันธ์ 2569

3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช. 107 ต้องอาศัยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร ได้แก่ การแปรรูปและการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คุณสมบัติของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี คุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินผลของการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช. 107 อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

ผู้วิจัยยังต้องใช้ความรู้ด้านระเบียบวิธีวิจัยและสถิติในการออกแบบการทดลอง กำหนดสูตร ควบคุมตัวแปร ตรวจวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลระหว่างสูตร รวมทั้งใช้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และประสบการณ์ในการเชื่อมโยงผลการตรวจวิเคราะห์หลายด้าน เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมและประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างรอบด้าน

นอกจากนี้ ยังประยุกต์ใช้ความรู้ด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อประเมินศักยภาพของข้าวเก่าเจ้า มช. 107 ในการเพิ่มคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนใช้ความรู้ด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ การวิเคราะห์ต้นทุน และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์และต่อยอดเชิงพาณิชย์

ดังนั้น การดำเนินงานจึงต้องใช้ทั้ง ความรู้ ความชำนาญ ประสบการณ์ด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การควบคุมกระบวนการผลิต การตรวจวิเคราะห์ การคัดเลือกสูตร ไปจนถึงการประเมินศักยภาพในการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ โดยองค์ความรู้ที่นำมาใช้สามารถสรุปและอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1 องค์ความรู้

3.1.1 แหนม

แหนม (Naem) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองพื้นบ้านที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเป็นอาหารที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวทั้งในด้านรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส กระบวนการหมักมีบทบาทสำคัญไม่เพียงแต่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร แต่ยังช่วยสร้างรสเปรี้ยวตามธรรมชาติที่เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์กรดแลคติกซึ่งเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสัตว์ให้เป็นกรดอินทรีย์ ส่งผลให้รสชาติของแหนมมีความกลมกล่อม และเกิดกลิ่นเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ นอกจากนี้การหมักยังมีส่วนช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ เช่น การเพิ่มปริมาณ

วิตามินบางชนิดและการทำให้โปรตีนย่อยง่ายขึ้น สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1219-2547) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของแฮมไม้ชัดเจน โดยกำหนดให้มีเนื้อหมูไม่น้อยกว่าร้อยละ 52 ไขมันไม่เกินร้อยละ 40 ลักษณะทั่วไปต้องมีเนื้อแน่นและคงรูป ส่วนประกอบต่าง ๆ ต้องผสมกันอย่างทั่วถึง มีสีชมพูตามธรรมชาติของแฮมที่พร้อมบริโภค มีกลิ่นและรสดี ปราศจากกลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็น มีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ไขมันไม่เกินร้อยละ 8 ความเป็นกรด-ด่าง ต้องไม่เกิน 4.6 และมีการควบคุมปริมาณวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ไม่ให้เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือปริมาณโซเดียมไนไตรต์ต้องไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ แฮมที่มีคุณภาพต้องปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* และเชื้อรา

3.1.2 สีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สีของเนื้อสัตว์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาวะออกซิเดชันของเม็ดสีไมโอโกลบิน โดยการออกซิเดชันของ oxymyoglobin ไปเป็น metmyoglobin ส่งผลให้สีแดงสดของเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีหมอง และกระบวนการดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเกิด lipid oxidation ในเนื้อสัตว์ (Mancini และ Hunt, 2005; Faustman et al., 2010) การเกิด metmyoglobin ถูกกระตุ้นจากหลายปัจจัย เช่น การออกซิเดชันของไขมัน การเปลี่ยนแปลงค่า pH การสัมผัสออกซิเจน และระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อลดหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีการนำสารต้านอนุมูลอิสระมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ทั้งในขั้นเริ่มต้น และขั้นการแพร่กระจายของปฏิกิริยาลูกโซ่ อย่างไรก็ตามสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์เริ่มถูกผู้บริโภคปฏิเสธจากความกังวลด้านความปลอดภัย ส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่พบในพืชมีความหลากหลายทางโครงสร้างทางเคมี โดยเฉพาะกลุ่ม โพลีฟีนอล เช่น แอนโทไซยานิน แทนนิน และฟลาโวนอล รวมถึง น้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีสารกลุ่มเทอร์ปีนเป็นองค์ประกอบหลัก สารเหล่านี้สามารถสกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ เมล็ด ผล และดอก และมีรายงานว่าสามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีบทบาทในการช่วยคงเสถียรภาพของสีเนื้อในระหว่างการเก็บรักษา การประยุกต์ใช้สารสกัดจากพืชในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีรายงานว่าสามารถชะลอการเกิดออกซิเดชัน ลดการเกิด metmyoglobin และรักษาคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ความเข้มข้น สภาวะการแปรรูป และเงื่อนไขการเก็บรักษา เช่น ค่า pH อุณหภูมิ และการสัมผัสแสงหรือออกซิเจน

3.1.3 ข้าวเจ้าหมก.107

ข้าวพันธุ์เจ้าหมก.107 ได้จากการปรับปรุงพันธุ์เมื่อ พ.ศ. 2542 โดยการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวหอมมะลิดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์แม่ และ ข้าวเจ้าดอยสะเก็ด (ข้าวเหนียวดำ) เป็นพันธุ์พ่อ ซึ่งเป็น

สายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงและคัดเลือกโดย อาจารย์ดำเนิน กาละดี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538 กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ดำเนินการตามหลัก Pedigree method of selection โดยเริ่มจากการผลิตเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) ในช่วง พ.ศ. 2543–2544 และทำการปลูกคัดเลือกประชากรที่มีการแยกทางพันธุกรรม

ในช่วง พ.ศ. 2545–2547 มีการปลูกและคัดเลือกในรุ่น F3 จำนวน 250 ต้นเดี่ยว โดยประเมินจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคัดเลือกเหลือ 50 สายพันธุ์ จากนั้นนำไปปลูกต่อในรุ่น F4 (พ.ศ. 2548–2549) ในรูปแบบแถวเดี่ยว (single row) รวม 50 แถว หลังการเก็บเกี่ยวได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในเมล็ดข้าวของสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกทั้งในรุ่น F3 และ F4 และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสสูง ($\geq 16\%$)

จากการคัดเลือกดังกล่าว สามารถคัดเลือกได้ข้าวก่ำชนิดแบ่งข้าวเจ้า 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ที่ 107 และ สายพันธุ์ที่ 173 รวมเป็น 61 สายพันธุ์เด่นซึ่งนำไปปลูกและประเมินเพิ่มเติมในรุ่น F5 และ F6 (พ.ศ. 2550–2551) โดยตรวจสอบลักษณะความหอม ต่อมาในรุ่น F7 (พ.ศ. 2552) ได้พัฒนาเป็น elite advanced lines และดำเนินการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในรุ่น F8 (พ.ศ. 2553) ในรุ่น F9 ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสและปริมาณแอนโทไซยานินของสายพันธุ์สืบเนื่อง ก่อนขยายพันธุ์เมล็ดในรุ่น F10 เพื่อใช้ในการทดสอบพันธุ์ในระดับท้องถิ่นในพื้นที่ 5 จังหวัด โดยประเมินความสามารถในการปรับตัวและความเสถียรของผลผลิต จนได้สายพันธุ์ที่มีสมรรถนะเหมาะสมต่อการปลูกเชิงเกษตรกรรม และตั้งชื่อพันธุ์ว่า ข้าวก่ำเจ้า มช.107

คุณสมบัติเด่นของข้าวก่ำเจ้า มช.107 ข้าวก่ำเจ้า มช.107 เป็นข้าวเจ้าสีม่วงที่มี ปริมาณแกมมาออไรซานอลในเมล็ดสูง และอุดมด้วย สารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน อีกทั้งยังมีลักษณะเด่นด้าน กลิ่นหอม จึงมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเชิงฟังก์ชันสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2560)

3.1.4 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นคำศัพท์ที่แปลมาจากคำว่า antiradical ปัจจุบันคำศัพท์นี้ได้ถูกบัญญัติใหม่เป็นสารขจัดหรือกำจัดอนุมูล (Radical scavenger) เพื่อให้ถูกต้องตรงกับการทำงาน และอาจได้คำว่าต้านออกซิเดชันแทนสารต้านออกซิเดชันเป็นสารที่ไปยับยั้งหรือชะลอหรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันของสารที่ถูกออกซิไดซ์ได้เข้าสามารถเข้าสู่กับอนุมูลอิสระโดยตรงเพื่อทำลายอนุมูลให้หมดไป หรือหยุดปฏิกิริยาโซไมให้เดินทางต่อสารต้านออกซิเดชันที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น กรดยูริก (Uric acid) บิลิรูบิน (Bilirubin) กรดแอสคอร์บิกส่วนจำพวกอื่นเช่น วิตามินซี กลูตาไธโอน (Glutathione) เบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) และยูบิควิโนน (Ubiquinone) จะหยุดปฏิกิริยาอนุมูลอิสระในการเกิดอนุมูลอิสระ สารต้านออกซิเดชันประเภทหลังมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดผลดีในทางชีวภาพ คือ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ โรคหลอดเลือด และโรคเมเร็งบางชนิด แต่ทว่ากลับมีข้อเสียในเชิงเทคนิคในการควบคุมคุณภาพของอาหาร ในระหว่างการผลิตและการเก็บรักษาอาหารที่ทำให้เปลี่ยนแปลงคุณภาพโดยเฉพาะสีของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่

ระยะแรกไปจนถึงที่ขั้นตอนสุดท้าย วิตามินซีจึงเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทสำคัญในการหยุดปฏิกิริยาโซ้ได้ดี (โอภา และคณะ, 2549)

สารต้านออกซิเดชันส่วนใหญ่มาจาก Phenolic aromatic ซึ่งบางครั้งเรียกว่า Phenolic antioxidant ทั้งนี้ในรูปของแข็งและของเหลว สารต้านออกซิเดชันแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ คือ สารต้านออกซิเดชัน (Primary antioxidant) และสารเสริมต้านออกซิเดชัน (Synergist) การทำงานของสารต้านออกซิเดชัน จะทำหน้าที่ใน 3 ลักษณะ คือ (1) ลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเริ่มต้น สารต้านอนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระชนิดที่ไปกระตุ้นให้เกิดสายลูก หรือผลิตปริมาณเปอร์ออกไซด์โดยเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ หรือเป็นสารละลายตัวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีให้เกิดอนุมูลอิสระ (2) หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่สารประกอบฟีนอลิกหรือสารต้านอนุมูลอิสระสามารถเข้าสู่กับอนุมูลอิสระเปอร์ออกไซด์โดยการประจุผ่านฟีนอลิกไฮดรอกซีเปลี่ยนอนุมูลอิสระของสารออกซิเดชันอนุมูลอิสระฟีนอลิก อยู่ในสภาพเรโซแนนซ์ (Resonance) ที่คงตัว ดังนั้นปฏิกิริยาลูกโซ่จะไม่เกิดต่อไป สู่ทุกลำดับต่อไปสิ้นสุดท้ายโดยเกิดปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระเปอร์ออกไซด์ขั้นที่ 2 หรืออนุมูลกัมมันไปโซ้ได้อีก โดยทำปฏิกิริยากับสารชีวตัว เช่น วิตามินซี แล้วกลับไปเป็นสารฟีนอลเริ่มต้น (3) ลดตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา เป็นสารคีเลต (Chelating agent) โดยเฉพาะสารโพลีฟีนอลที่มีโครงสร้างเป็นอะโรมาติกไฮดรอกซีฟีนอลิก ทำหน้าที่จับหรือฟอร์มเชิงซ้อนไอออนโลหะหนัก เช่น ทองแดง และเหล็ก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสร้าง รวมทั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ

3.1.4.1 ประเภทของสารต้านออกซิเดชัน

1) สารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์

สารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์คือ สารที่สังเคราะห์ขึ้นโดยวิธีทางเคมี โดยใช้วัตถุดิบประเภทผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ตัวอย่างเช่น บิวทิลเลท ไฮดรอกซีอะนิโซล (BHA) บิวทิลเลทไฮดรอกซีโทลูอิน (BHT) เทอร์เทียรีบิวทิลไฮโดรควิโนน (TBHQ) โพรพิลแกลเลต (Propyl gallate; PG) และกรดนอร์ดีไฮโดรคาเวติก (Nordihydroguaretic acid; NDGA) เป็นต้น สารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดี และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาหรือไขมันที่ไม่ดีต่อไป

2) สารต้านออกซิเดชันธรรมชาติ

สารต้านออกซิเดชันธรรมชาติ คือ สารประกอบที่ได้จากพืชหรือเนื้อเยื่อของสัตว์ต่างๆ และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิกธรรมชาติที่อยู่หลายชนิดซึ่งได้จากแหล่งต่างๆ ได้แก่ กาแฟ มะขามป้อม วิตามินอี, แอนโทไซยานิน, ฟลาโวนอยด์ และกรดไฟติก การใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกจากพืช สามารถช่วยชะลอ lipid oxidation และ pigment oxidation ลดการเกิด metmyoglobin และช่วยรักษาเสถียรภาพของสีผลิตภัณฑ์เนื้อระหว่างการเก็บรักษา โดยประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสาร รวมทั้งสภาวะการแปรรูปและการเก็บรักษา (Ribeiro et al., 2019; Falowo et al., 2014).

3.1.5 สารต้านอนุมูลอิสระในข้าว

ข้าวเป็นอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อประชากรโลก นอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานแล้ว ข้าวยังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีบทบาทในการช่วยลดความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากอนุมูลอิสระหรือสารออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในร่างกาย

สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในข้าว ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แกมมา-ออร์ซานอล และวิตามินอี โดยข้าวที่มีสี เช่น ข้าวสีม่วงและข้าวสีแดง จะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวหอมมะลิอย่างชัดเจน สารสำคัญที่พบมากในข้าวสีม่วงคือ แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่ให้สีม่วงหรือสีดำแก่เมล็ดข้าว และมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

แอนโทไซยานินมีหน้าที่ช่วยปกป้องเซลล์จากความเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดด อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และการขาดแคลนน้ำ โดยช่วยลดความเสียหายจากอนุมูลอิสระ การบริโภคข้าวที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระโดยเฉพาะแอนโทไซยานิน มีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ โรคอ้วน และโรคเบาหวาน ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวอาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว สภาพการเพาะปลูก และกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่ไวต่อความร้อนและแสง ดังนั้น การเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมและการควบคุมกระบวนการแปรรูปจึงมีความสำคัญในการรักษาคุณค่าของสารต้านอนุมูลอิสระ (Yamuangmorn และ Prom-u-Thai, 2021)

3.1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวต่อคุณภาพของแหมม

ธณิกานต์ และคณะ (2561) ได้ศึกษาการผลิตแหมมเห็ดนางฟ้าและคุณประโยชน์ด้านต่าง ๆ จากแหมมเห็ด พบว่าแหมมเห็ดทุกสูตรที่ใช้ข้าวสีมีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์แหมมชุมชน และมีปริมาณกรดแลกติกแตกต่างกันตามชนิดและสัดส่วนของข้าวสีที่ใช้ นอกจากนี้ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์กรดแลกติกในแหมมเห็ดสูตรข้าวสีมีแนวโน้มสูงกว่าสูตรข้าวหอมมะลิ แสดงให้เห็นว่าข้าวสีสามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก

ในด้านคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าแหมมเห็ดสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิมีค่าสีสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) สูงกว่า ในขณะที่แหมมเห็ดสูตรข้าวสีมีค่า (a^*) ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดงสูงกว่าอย่างชัดเจน ผลดังกล่าวบ่งชี้ว่ากลุ่มสารแอนโทไซยานินและโพลีฟีนอลจากข้าวสีมีส่วนช่วยเสริมสีของผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติ และอาจช่วยลดการเสื่อมสภาพของสีที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ พบว่าแหมมเห็ดสูตรข้าวสีส่วนใหญ่มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใยอาหารสูงกว่าแหมมเห็ดสูตรข้าวหอมมะลิ ขณะที่ปริมาณไขมันมีแนวโน้มต่ำกว่า โดยแหมมเห็ดสูตรข้าวหอมมะลิมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด ซึ่งสะท้อนถึงความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีที่เกิดจากชนิดของข้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในด้านคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ผลการศึกษาพบว่าแหมมเห็ดสูตรข้าวสีมี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณ

แอนโทไซยานิน สูงกว่าเหนมเห็ดสูตรข้าวหอมมะลิอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเหนมเห็ดสูตรที่ใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ 100% ซึ่งแสดงค่าดังกล่าวสูงที่สุด สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่พบว่าสูตรดังกล่าวได้รับคะแนนด้านกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวสีไม่เพียงช่วยเพิ่มคุณค่าทางสุขภาพ แต่ยังไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อการยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ การศึกษาอายุการเก็บรักษาของเหนมเห็ดสูตรข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่าสามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้นานถึง 4 สัปดาห์ โดยลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไม่มาก และปริมาณยีสต์รา และโคลิฟอร์มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยทางอาหาร ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวสีมีบทบาทสำคัญในการชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหนมในระหว่างการเก็บรักษา

4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

4.1 สรุปสาระสำคัญ

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักพื้นบ้านที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคไทย มีลักษณะเฉพาะด้านรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส โดยข้าวสุกเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์กรดแลคติก ในกระบวนการหมัก การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมในปัจจุบันจึงมีโอกาสนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติเด่นมาใช้ทดแทนวัตถุดิบเดิม เพื่อเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์และสร้างความแตกต่างให้สามารถตอบสนองต่อแนวโน้มการบริโภคอาหารที่ให้ความสำคัญกับคุณค่าทางโภชนาการและสารสำคัญจากธรรมชาติมากขึ้น

ข้าวเก่าเจ้า มช.107 เป็นข้าวเจ้าสีม่วงที่มีแกมมาออไรซานอลและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะ แอนโทไซยานิน จึงมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเล่มยังแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้าวสีในผลิตภัณฑ์อาหารหมักสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านสี กระบวนการหมัก คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้าวเก่าเจ้า มช.107 มาใช้ทดแทนข้าวหอมมะลิในการผลิตแหนมหมู

งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ในการผลิตแหนมหมู โดยแปรอัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 และประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา เนื้อสัมผัส คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม จากนั้นนำสูตรที่คัดเลือกได้ไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงออกแบบบรรจุภัณฑ์และวิเคราะห์ต้นทุน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งด้านคุณภาพ ความปลอดภัย การยอมรับ และความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้มีความจำเป็นต่อการสร้างองค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติเฉพาะร่วมกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ สามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ และเป็นข้อมูลสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการ อันจะนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าและสร้างโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ต่อไป

4.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

4.2.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ต่อคุณภาพของแหนมหมู

ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ต่อคุณภาพของแหนมหมู โดยดำเนินการผลิตแหนมหมูตามสูตรมาตรฐานและขั้นตอนการผลิตของกองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 โดยผันแปรอัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 100 : 0 (สูตรควบคุม), 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 โดยน้ำหนักรวมของข้าวหุงสุก ดังแสดงในตารางที่ 2

และทำการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังรายละเอียดในข้อ 4.2.1.1 – 4.2.1.5 เพื่อประเมินและเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร จากนั้นคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตแฮม

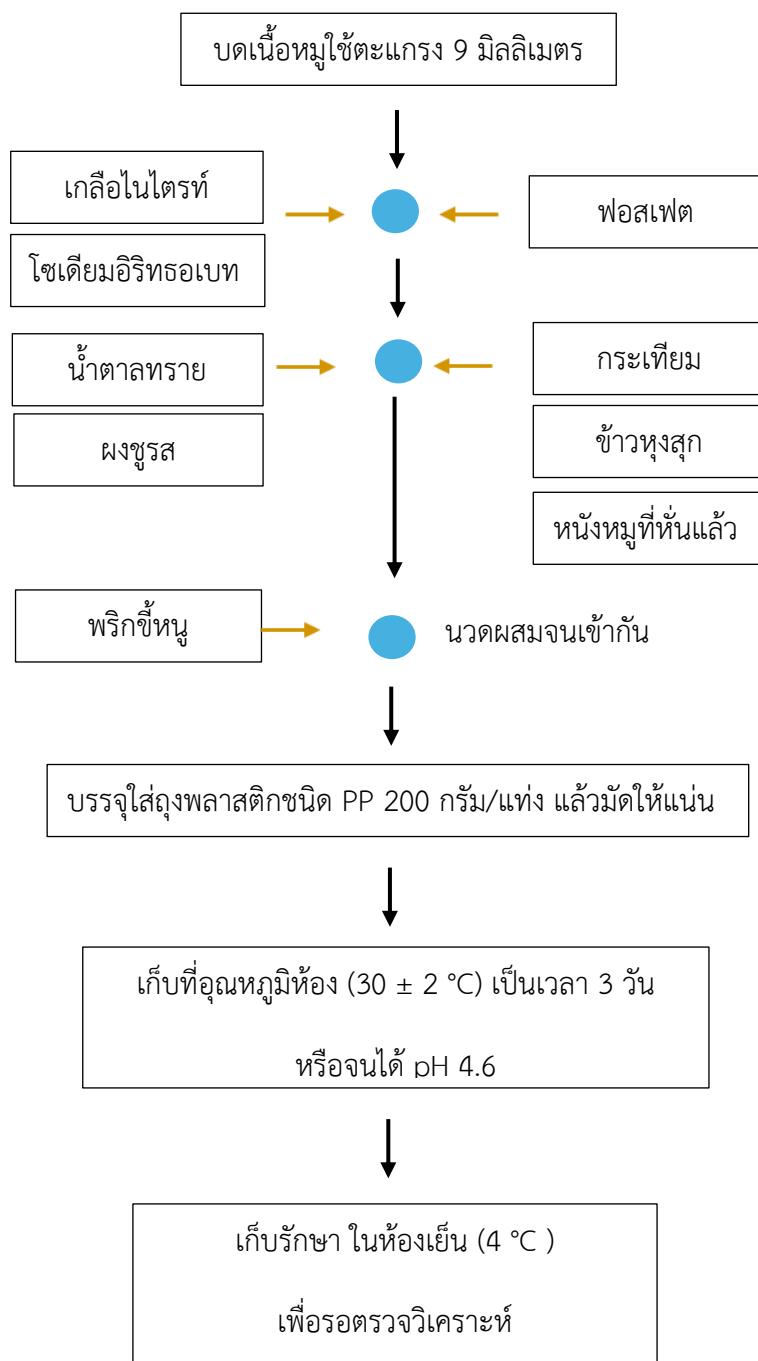
วัตถุดิบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	น้ำหนัก (กรัม)
เนื้อหมู	51.46	6,000
หนังหมู	34.31	4,000
น้ำตาลทรายขาว	0.86	100
เกลือไนไตรท์	2.14	250
ผงชูรส	0.17	20
ฟอสเฟต	0.17	20
โซเดียมอีริทรอเบต	0.17	20
กระเทียมไทย	4.29	500
ข้าวหุงสุก	4.29	500
พริกชี้หูสวน	2.14	250

ที่มา: สูตรมาตรฐานกองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

ตารางที่ 2 อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 ในสูตรการผลิตแฮมหมูทั้ง 5 สูตรทดลอง

สูตรทดลอง	อัตราส่วนข้าวหอมมะลิ : ข้าวเก่าเจ้า มช.107	ข้าวหอมมะลิหุงสุก (กรัม)	ข้าวเก่าเจ้า มช.107 หุงสุก (กรัม)
1 (ควบคุม)	100 : 0	500	0
2	75 : 25	375	125
3	50 : 50	250	250
4	25 : 75	125	375
5	0 : 100	0	500

หมายเหตุ: ส่วนผสมอื่นใช้ปริมาณเท่ากันทุกสูตรตามตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตแฮมหมู
ที่มา: กองผลิตภัณฑปศุสัตว์

4.2.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

1) การตรวจวัดค่าสี

ตรวจวัดค่าสีของແໜ່ນທັງ 5 ສູຕຣ ດ້ວຍເຄື່ອງວັດສີ (Colorimeter, ຮຸ່ນ NS800, 3nh, Shenzhen, ປະເທດຈີນ) ໃນລະບົບ CIE $L^* a^* b^*$ ໂດຍທຳການວັດຄ່າຄວາມສ່ວງ (L^*) ຄ່າຄວາມແດງ (a^*) ແລະ ຄ່າຄວາມເສື່ອຍ (b^*) ໂດຍເລືອກສ່ວນທີ່ເປັນເນື້ອໝູ່ຂອງຕົວຢ່າງແໜ່ນ ບດຳລັບເອີ້ນ ຈາກນັ້ນທຳການວັດຄ່າສີ ໂດຍທຳການວັດ 3 ຂ້ຳຕໍ່ສູຕຣ

2) การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA)

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของແໜ່ນທັງ 5 ສູຕຣ ດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະທໍ່ເນື້ອສັມພັສ (Texture analyzer, ຮຸ່ນ TA.HD plus C, Stable Micro Systems, Godalming, ປະເທດອັງກະລະ) ໂດຍການວັດເນື້ອສັມພັສດ້ວຍວິທີ Texture Profile Analysis ຫຼື TPA ຕາມວິທີການຂອງ Bourne (1978) ໂດຍໃຊ້ຫົວກດອະລູມິນຽມທຽມທຽມກະບອກເສັ້ນຜ່ານຊຸມກາງຂະໜາດ 50 ມິລິແມັຕຣ ທຳການຕັດຕົວຢ່າງໃຫ້ມີລັກສະນະທຽມທຽມກະບອກຂະໜາດ 3×3 ເສນຕີແມັຕຣ ດຳເນີນການດ້ວຍການກດສອງລຸ້ນ (two compression cycles) ໂດຍວັດທີ່ອຸໂມຢຸມຢູ່ຫຼັງດ້ວຍຄວາມໄວຫົວກດ (crosshead speed) 5.0 ມິລິແມັຕຣຕໍ່ວິນາທີ ຄ່າການຢືດຕົວ (strain) 50% ລະຫວ່າງການທດສອບ 5.0 ມິລິແມັຕຣຕໍ່ວິນາທີ ໂດຍທຳການວັດ 3 ຂ້ຳຕໍ່ສູຕຣ

4.2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

1) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของແໜ່ນທັງ 5 ສູຕຣ ດ້ວຍເຄື່ອງວັດຄ່າເປັນກດ-ດຳ (pH meter, ຮຸ່ນ HI98103, HANNA Instruments, ປະເທດອິຕາລີ) ໂດຍການນຳຕົວຢ່າງມາບດລະເອີຍ ສັ່ງຕົວຢ່າງ 10 ກຣັມ ປັບປຸງມາດຣດ້ວຍນ້ຳກລັ່ນໃຫ້ກບ 100 ມິລິລິຕຣ ກອນຜ່ານກະດາຍກອນ Whatman No.1 ນຳສ່ວນໃສມາທຳການວັດຄ່າເປັນກດ-ດຳ ໂດຍທຳການວັດ 3 ຂ້ຳ

2) การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ວິເຄາະທໍ່ຖືກຕ້ານອນຸມຸລອີສຣະຂອງແໜ່ນທັງ 5 ສູຕຣ ດ້ວຍວິທີ DPPH radical scavenging assay ຕັດປ່ຽນຈາກວິທີຂອງ Blois (1958) ສິ່ງອາດຢູ່ຫຼັກການທີ່ສາກດ້ານອນຸມຸລອີສຣະໃນຕົວຢ່າງໃຫ້ອີເລັກຕຣອນຫຼືອະຕອມໄຮໂດຣເຈນແກ່ອນຸມຸລ DPPH ສິ່ງມີສີມ່ວງ ທຳໃຫ້ອນຸມຸລຖືກຣີດວິຊເປັນໂມເລກຸລທີ່ເສຍຮີຣແລະສີຂອງສາລະລາຍຈາງລ່ງ ຈາກນັ້ນວັດຄ່າການດູດກລີ່ນແສງທີ່ຄວາມຍາວຄຸ້ນ 517 ນຳໂນແມັຕຣ ດ້ວຍເຄື່ອງສປັກໂຕຣໂຟໂຕມີເຕອຣ໌ (Spectrophotometer, ຮຸ່ນ UV-1800, Shimadzu, Kyoto, ປະເທດຢູ່ປຸ່ນ) ແລະຮາງານຜົນເປັນຣ້ອຍລະການຍັບຍັ້ງອນຸມຸລອີສຣະ (% inhibition) ແລະຖືກຕ້ານອນຸມຸລອີສຣະເທື່ອເທົ່າໂຕຣໂລກຊ໌ (Trolox equivalent antioxidant capacity; TEAC) ໂດຍມີຂັ້ນຕອນດັ່ງນີ້

(1) การเตรียมสารละลาย DPPH reagent

ເຕືຽມສາລະລາຍ DPPH ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນ 0.2 ມິລິໂມລາຣ໌ ໂດຍສັ່ງ 2, 2 - diphenyl - 1 picrylhydrazyl 0.0390 ກຣັມ ລະລາຍດ້ວຍເອທານອລຣ້ອຍລະ 99.9 ປັບປຸງມາດຣໃຫ້ເປັນ

50 มิลลิลิตร และก่อนใช้ในการทดสอบให้เจือจางด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรให้มีค่าอยู่ในช่วง 0.9 – 1.0

(2) การเตรียมตัวอย่างเหนม

เตรียมตัวอย่างเหนมเพื่อการวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้วิธีการจับอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) เริ่มจากการนำตัวอย่างเหนมแต่ละสูตร 12 กรัม มาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยวิธีตีปั่นในน้ำกลั่น 108 มิลลิลิตร จากนั้นกรองส่วนผสมผ่านกระดาษกรอง Whatman หมายเลข 4 แล้วนำสารละลายที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge, รุ่น 5894, Eppendorf, Hamburg, ประเทศเยอรมนี) ที่ความเร็วรอบ 4200 rpm ระยะเวลา 5 นาที จากนั้น นำสารละลายใส (supernatant) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 950 ไมโครลิตร และนำส่วนผสมที่ได้มาผสมกับสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ 950 ไมโครลิตร เขย่าด้วย vortex แล้วนำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที

เตรียมตัวอย่างเปล่า (blank) โดยใช้เอทานอล 1 มิลลิลิตร

เตรียมตัวอย่างควบคุม (control) โดยใช้สารละลาย DPPH 50 ไมโครลิตรต่อเอทานอล 950 ไมโครลิตร สุดท้าย วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และร้อยละการยับยั้งและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

(3) การเตรียมสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox)

เตรียมสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์โดยชั่งโทรลอกซ์ 0.0250 กรัม ทำการละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ปริมาตร 40 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (stock 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) จากนั้นทำการเจือจางสารละลาย โทรลอกซ์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้มีความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากตัวอย่างสาร

ปิเปตสารละลาย DPPH ที่ทดสอบเจือจางปริมาตร 950 ไมโครลิตรลงในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์ เติมสารสกัดจากตัวอย่างเหนมที่ทำการเจือจางแล้ว ปริมาตร 50 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากัน เก็บในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณร้อยละการยับยั้ง และคำนวณฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดังสมการ

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = \left[\left(A_{[0]} - A_{[t]} \right) / A_{[0]} \right] \times 100$$

โดยที่:

$A_{[0]}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลต่อลิตร

สารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์

$A_{[t]}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร)

$$= \left[\left(A_{517} - B \right) / M \right] \times 100$$

โดยที่:

A_{517} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

B คือ จุดตัดแกน Y ของกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์

M คือ ค่าความชันของกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์

โดยรายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g TE/mL}$) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2.1.3 การตรวจสอบคุณภาพทางชีวภาพ

1) การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์

(1) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli*

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli* ในแฮมทั้ง 5 สูตร โดยวิธี Most Probable Number (MPN) **ดัดแปลงจากวิธีใน Bacteriological Analytical Manual (BAM) ของ U.S. Food and Drug Administration (Feng et al., 2020)** ทดสอบด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ LST โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียด ซั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่อาหารเปปโตน 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปสับผสมด้วยเครื่องสับผสม (Stomacher, รุ่น Mix 2, AES, ประเทศฝรั่งเศส) แล้วเจือจางให้ได้ 3 ระดับคือ -1, -2 และ -3 จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ และบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator, รุ่น U 40, Memmert, Schwabach, ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลที่ได้จากการเทียบตาราง MPN แล้วรายงานผลเป็น MPN/g

(2) การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา

ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา **ดัดแปลงจากวิธีใน BAM (Tournas et al., 2001)** ในแฮมทั้ง 5 สูตร โดยวิธี Dilution Plating Technique ทดสอบด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียด ซั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อเปปโตน 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปสับผสมด้วยเครื่องสับผสม (Stomacher) แล้วเจือจาง ให้ได้ 3 ระดับ คือ -1, -2 และ -3 จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ และบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน บันทึกผลการตรวจนับจำนวนโคโลนีที่พบบนจานเพาะเชื้อ รายงานผลในรูปแบบโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g)

4.2.1.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

เตรียมตัวอย่างแฮมทั้ง 5 สูตร โดยทำการตัดตัวอย่างให้มีขนาด $1 \times 1 \times 1$ เซนติเมตร ลงในถ้วยที่มีฝาปิดและติดรหัสด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ตามวิธีของ Peryam และ Pilgrim (1957) และ Meilgaard et al. (2016) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained panel) จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบคุณลักษณะ ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวม กำหนดให้ 1 คะแนน หมายถึง

“ไม่ชอบมากที่สุด” 2 คะแนน หมายถึง “ไม่ชอบมาก” 3 คะแนน หมายถึง “ไม่ชอบปานกลาง” 4 คะแนน หมายถึง “ไม่ชอบเล็กน้อย” 5 คะแนน หมายถึง “บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ” 6 คะแนน หมายถึง “ชอบเล็กน้อย” 7 คะแนน หมายถึง “ชอบปานกลาง” 8 คะแนน หมายถึง “ชอบมาก” 9 คะแนน หมายถึง “ชอบมากที่สุด”

4.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 1 ปัจจัย คือ อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบแต่ละคน (30 คน) เป็นบล็อก วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

4.2.2 ศึกษาคุณค่าทางด้านโภชนาการของแหม่มหมู

นำแหม่มหมูสูตรที่ได้รับคัดเลือกจากผลการศึกษาในหัวข้อ 4.2.1 มาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ซึ่งประกอบด้วยการตรวจสอบปริมาณโปรตีน ไขมัน แล คาร์โบไฮเดรต และความชื้น

4.2.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

1) ตรวจสอบปริมาณโปรตีน ตามวิธี AOAC (2019) Official Method 981.10

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างได้โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 ± 0.005 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยตัวอย่าง เติม Kjeldahl catalyst tablets จำนวน 1 เม็ด เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร แกว่งเบาๆ ให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปย่อยที่อุณหภูมิ $420^\circ C$ นาน 1 ชั่วโมง 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปต่อกับเครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Kjeltec™, รุ่น 8200, Foss, Hillerød, ประเทศเดนมาร์ก) ตั้งโปรแกรมที่ความเคียด 100% เติม 40% H_3BO_3 20 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และ NaOH 50 มิลลิลิตร กลั่นนาน 5 นาทีต่อตัวอย่าง นำขวตรูปชมพูเติมอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปต่อกับเครื่อง Kjeldahl จากนั้นนำไปไทเทรตกับ HCL 0.1 โมลต่อลิตร ทำการบันทึกปริมาตร HCL ที่ใช้กับตัวอย่าง จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และโปรตีนจากสมการต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = 1.4007 \times 0.1 \times (V_A - V_B) / W$$

โดยที่:

V_A คือ ปริมาตร HCL ที่ไทเทรตได้

V_B คือ ค่าเฉลี่ยปริมาตรที่ไทเทรตได้ของ Blank

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

ปริมาณโปรตีน = (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน)(Conversion factor)

โดยที่:

Conversion factor มีค่าเท่ากับ 6.25

ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานสำหรับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

4.2.2.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC (2019) Official Method 991.36

วิเคราะห์ปริมาณไขมันทำด้วยเทคนิค Soxtec โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxtec™, รุ่น ST 243, Foss, Hillerød, ประเทศเดนมาร์ก) ทำการอบ Cups ในตู้อบลมร้อน (Hot air oven, รุ่น FD 56, Binder, Tuttlingen, ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ย้ายลงใน Desiccator ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก Cups ที่ได้ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดละเอียด 1 กรัม อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ย้ายลงใน Desiccator ทิ้งให้เย็น จากนั้นใส่ตัวอย่างลงใน Thimber เติม Petroleum ether ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใน Cups ประกอบ Thimber และ Cups กับเครื่องสกัดไขมัน สกัดโดยการต้มที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ยก Thimber ขึ้นแล้ว Rising นาน 1 ชั่วโมง ปิดวาล์ว ทำ Recovery นาน 15 นาที และ Drying ระยะเวลา 3 นาที นำ Cups ที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที ย้ายลงใน Desiccator ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก Cups ที่ได้ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการชั่งมาคำนวณปริมาณไขมัน จากสูตร

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยหลังสกัด} - \text{น้ำหนักถ้วยก่อนสกัด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

4.2.2.3 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธี AOAC (2019) Official Method 920.153

วิเคราะห์ปริมาณเถ้าทำโดยการอบถ้วยกระเบื้องเคลือบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ย้ายลงใน Desiccator ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ได้ ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดละเอียด 5 กรัม อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาเผาบนเตาเผาจนไหม้ จากนั้นนำไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace, รุ่น 3-550, Vulcan, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 - 4 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาว ย้ายลงใน Desiccator ทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักที่ได้ จากนั้นนำไปคำนวณปริมาณเถ้า จากสูตร

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยหลังสกัด} - \text{น้ำหนักถ้วยก่อนสกัด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

4.2.2.4 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

นำตัวอย่างที่บดละเอียด ชั่งน้ำหนัก 2 กรัม ใส่ในเครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture analyzer, รุ่น MX-50, A&D, Tokyo, ประเทศญี่ปุ่น) อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส บันทึกค่าที่วัดได้จากเครื่อง moisture analyzer

4.2.2.5 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีผลต่าง (carbohydrate by difference) จากค่าเฉลี่ยของความชื้น โปรตีน เถ้า และไขมัน ดังสมการ

$$\% \text{ คาร์โบไฮเดรต} = 100 - \% \text{ ความชื้น} - \% \text{ โปรตีน} - \% \text{ เถ้า} - \% \text{ ไขมัน}$$

4.2.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์แฮมหมู

4.2.3.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแฮม

ออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแฮมหมู โดยคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการบรรจุ การเก็บรักษา ความสะดวกในการขนส่ง รวมถึงการให้ข้อมูลที่จำเป็นแก่ผู้บริโภค บนบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย ข้อมูล ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนักสุทธิ วันที่ผลิตและวันหมดอายุ และสัญลักษณ์ของกรมปศุสัตว์

4.2.3.2 การคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์แฮมหมู

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮม โดยการคำนวณต้นทุนพิจารณาเฉพาะ ต้นทุนวัตถุดิบโดยตรง ได้แก่ เนื้อหมู หนักรวม ข้าว เครื่องปรุงรส วัตถุดิบอาหาร และวัสดุบรรจุภัณฑ์ โดยคำนวณจากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้จริงในการผลิต และอ้างอิงราคาวัตถุดิบ ณ ช่วงเวลาที่ทำการทดลอง จากนั้นนำมาคำนวณเป็นต้นทุนวัตถุดิบรวมต่อหนึ่งรอบการผลิต ประเมินค่าดำเนินการในอัตราร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เพื่อสะท้อนค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในกระบวนการผลิต จากนั้นคำนวณต้นทุนต่อหนึ่งหน่วย ผลิตภัณฑ์ และกำหนดราคาจำหน่ายโดยวิธีต้นทุนบวกกำไร (cost-plus pricing) ตามหลักการบัญชีต้นทุน และการบัญชีเพื่อการจัดการ (Garrison et al., 2018)

4.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แฮมหมู

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แฮมหมูสูตรที่ได้รับคัดเลือก กับผู้บริโภค ซึ่งเป็นนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 150 คน โดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ค) ประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Peryam และ Pilgrim, 1957) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว

และความชอบโดยรวม รวมถึงการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

4.3 เป้าหมายของงาน

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 ในการทำผลิตภัณฑ์แหนมหมู
- 2) เพื่อศึกษาคุณค่าทางด้านโภชนาการของแหนมหมูจากการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107
- 3) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

5.1.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ต่อคุณภาพของแหนมหมู

จากการศึกษาอัตราส่วนของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของแหนมหมู โดยแปรอัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 ให้ผลดังนี้

5.1.1.1 ค่าสี

อัตราส่วนของข้าวเก่าเจ้าส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะค่า L^* และ a^* ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสีของแหนมหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อ ข้าวเก่าเจ้า	L^*	a^*	b^{*ns}
100 : 0	53.65 ± 0.50 ^a	8.02 ± 0.65 ^b	11.63 ± 1.15
75 : 25	52.91 ± 1.14 ^a	8.85 ± 0.82 ^a	11.98 ± 0.33
50 : 50	52.60 ± 1.38 ^a	8.95 ± 0.57 ^a	11.06 ± 1.30
25 : 75	49.42 ± 0.99 ^b	9.21 ± 0.57 ^a	11.96 ± 0.15
0 : 100	46.99 ± 0.85 ^c	9.26 ± 0.31 ^a	11.44 ± 0.94

^{a,b,c} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับในแนวดิ่งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

^{ns} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ค่า L^* ซึ่งแสดงถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของข้าวเก่าเจ้า มช.107 โดยสูตร 100 : 0, 75 : 25 และ 50 : 50 มีค่า L^* อยู่ในช่วง 52.60 – 53.65 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ขณะที่สูตร 25 : 75 (49.42) และ 0 : 100 (46.99) มีค่า L^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตร 0 : 100 มีค่า L^* ต่ำที่สุด

ค่า a^* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดง – เขียว พบว่าขนมสุตรที่มีการเติมข้าวเก่าเจ้าทุกสูตร ได้แก่ 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 มีค่า a^* อยู่ในช่วง 8.85 – 9.26 สูงกว่าสูตรควบคุม (100 : 0) ซึ่งมีค่า 8.02 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ระหว่างสูตรที่มีการเติมข้าวเก่าเจ้าด้วยกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของข้าวเก่าเจ้า มช.107

ค่า b^* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลือง – น้ำเงินของผลิตภัณฑ์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.06 – 11.98 แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเก่าเจ้า มช.107 ไม่ส่งผลต่อโทนสีเหลืองของขนม

การลดลงของค่า L^* และการเพิ่มขึ้นของค่า a^* เนื่องจากข้าวเก่าเจ้า มช.107 มีปริมาณแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกสูง ซึ่งเป็นรงควัตถุธรรมชาติที่ให้สีม่วงแดง (Castañeda-Ovando et al., 2009; Goufo และ Trindade, 2014) เมื่อผสมลงในเนื้อหมูจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นและมีความเป็นสีแดงมากขึ้น นอกจากนี้ ระหว่างการหมัก จุลินทรีย์กรดแลกติกสร้างกรดแลกติกจนทำให้ค่า pH ลดลง ซึ่งสภาวะความเป็นกรดดังกล่าวช่วยเพิ่มความคงตัวของแอนโทไซยานินในรูปฟลาวิลียมแคทไอออน (flavylium cation) ส่งผลให้สีแดงของผลิตภัณฑ์มีความเด่นชัดมากขึ้น (Giusti และ Wrolstad, 2003; Castañeda-Ovando et al., 2009) ขณะที่ค่าความเป็นสีเหลืองไม่ได้เปลี่ยนแปลง เนื่องจากสารหลักที่ได้รับจากข้าวเก่าเจ้ามีผลต่อโทนสีแดงมากกว่าสีเหลือง

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Castañeda-Ovando et al. (2009) ซึ่งพบว่าแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน และมีความคงตัวเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะกรด นอกจากนี้ Giusti และ Wrolstad (2003) อธิบายว่า การลดลงของค่า pH ช่วยรักษาโครงสร้างของแอนโทไซยานิน ทำให้สีแดงมีความเสถียรมากขึ้น สำหรับ ธณิกานต์ และคณะ (2561) รายงานว่า การใช้ข้าวสีในการผลิตขนมทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น โดยมีแนวโน้มของค่า L^* ลดลงและค่า a^* เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวขาว ทั้งนี้เกิดจากรงควัตถุธรรมชาติในข้าวสีเช่นเดียวกับผลการศึกษานี้

5.1.1.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 4 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของแฮมหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107

อัตราส่วนข้าวหอม มะลิต่อข้าวเก่าเจ้า	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	Hardness (N) ^{ns}	Cohesiveness ^{ns}	Gumminess (N)	Chewiness ^{ns} (N • mm)
100 : 0	87.01 $\pm$ 5.88	0.266 $\pm$ 0.018	23.15 $\pm$ 2.099 ^a	8.99 $\pm$ 1.12
75 : 25	75.73 $\pm$ 9.56	0.246 $\pm$ 0.031	18.13 $\pm$ 0.742 ^b	6.91 $\pm$ 0.58
50 : 50	68.05 $\pm$ 16.28	0.232 $\pm$ 0.030	19.22 $\pm$ 2.105 ^b	6.67 $\pm$ 1.63
25 : 75	71.71 $\pm$ 10.32	0.237 $\pm$ 0.017	16.58 $\pm$ 1.719 ^b	6.12 $\pm$ 0.47
0 : 100	75.90 $\pm$ 8.89	0.231 $\pm$ 0.017	17.46 $\pm$ 1.775 ^b	7.19 $\pm$ 1.08

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

^{ns} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมที่ผลิตจากอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 สูตรทดลอง โดยทดสอบค่าความแข็ง (Hardness) ความเหนียวแน่นภายใน (Cohesiveness) ความหนืด (Gumminess) ความสามารถในการเคี้ยว (Chewiness) พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ของแฮมอยู่ในช่วง 68.05 – 87.01 นิวตัน โดยสูตรควบคุมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และสูตรอัตราส่วน 50 : 50 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p \geq 0.05$) แสดงว่าการทดแทนข้าวหอมมะลิด้วยข้าวเก่าเจ้า มช.107 ไม่ส่งผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ความแข็งของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแป้ง ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการเกิดโครงสร้างเจลของโปรตีนระหว่างกระบวนการหมัก (Feiner, 2006; Toldrá, 2015)

ค่าความเหนียวแน่นภายใน (Cohesiveness) ซึ่งสะท้อนถึงโครงสร้างของเนื้อผลิตภัณฑ์ พบว่า Cohesiveness มีค่าอยู่ระหว่าง 0.231 – 0.266 และค่าความสามารถในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.12 – 8.99 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสูตรทดลอง แสดงให้เห็นว่าข้าวเก่าเจ้า มช.107 ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการยึดเกาะของโครงสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์หรือพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวอย่างเด่นชัด สะท้อนว่าการเกิดโครงสร้างของโปรตีนเนื้อสัตว์ระหว่างกระบวนการหมักยังคงเป็นไปอย่างสมบูรณ์ในทุกสูตร

ในส่วน of ค่าความหนืด (Gumminess) ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงต้านทานที่เกิดขึ้นในระหว่างการเคี้ยว พบว่า สูตรควบคุม (100 : 0) ให้ค่า Gumminess (23.15 $\pm$ 2.099 นิวตัน) สูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 มีแนวโน้มช่วยลดแรง

ต้านทานของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเคี้ยว ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างขององค์ประกอบแป้งและสมบัติการอุ้มน้ำของข้าวเจ้าเมื่อเทียบกับข้าวหอมมะลิ ส่งผลให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแน่นลดลง

ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Feiner (2006) ซึ่งอธิบายว่า คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแปรรูปได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำ และการเกิดโครงสร้างเจลของโปรตีนไมโอไฟบริล โดยการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบสามารถส่งผลต่อค่าความแข็งและความหนืดของผลิตภัณฑ์ได้ ขณะเดียวกัน Toldrá (2015) รายงานว่า เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีน ไขมัน น้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการหมัก มากกว่าจะขึ้นกับวัตถุดิบชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว

5.1.1.3 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ค่า pH ของผลิตภัณฑ์แฮมที่ผลิตจากอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเจ้า มช.107 จำนวน 5 สูตร ในระหว่างกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 0 – 3 วัน พบว่า ค่า pH ของแฮมทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการหมัก ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่า pH ของแฮมหมูที่แปรรูปอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเจ้า มช.107

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	pH				
	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
0 ^{ns}	5.72 ± 0.12	5.67 ± 0.15	5.77 ± 0.26	5.62 ± 0.31	5.70 ± 0.33
1 ^{ns}	4.97 ± 0.08	4.98 ± 0.04	5.03 ± 0.05	4.88 ± 0.04	4.90 ± 0.00
2 ^{ns}	4.75 ± 0.22	4.70 ± 0.22	4.57 ± 0.26	4.65 ± 0.16	4.65 ± 0.16
3 ^{ns}	4.45 ± 0.05	4.42 ± 0.08	4.45 ± 0.05	4.43 ± 0.05	4.40 ± 0.06

^{ns} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

โดยในวันเริ่มต้นการหมัก (วันที่ 0) ค่า pH ของแฮมทุกสูตรอยู่ในช่วง 5.62 – 5.77 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเจ้า มช.107 ยังไม่ส่งผลต่อค่า pH ของผลิตภัณฑ์ในระยะเริ่มต้นการผลิต เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเป็นวันที่ 1 และ 2 ค่า pH ของแฮมทุกสูตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.57 – 5.03 และ 4.57 – 4.75 ตามลำดับ สะท้อนถึงการทำงานของจุลินทรีย์กรดแลกติก (lactic acid bacteria) ที่ย่อยสลายน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตจากข้าว เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักในวันที่ 3 ค่า pH ของแฮมทุกสูตรลดลงมาอยู่ในช่วง 4.40 – 4.45 และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเจ้า มช. 107 ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด - ด่างของผลิตภัณฑ์แฮมเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก

การลดลงของค่า pH เป็นผลมาจากจุลินทรีย์กรดแลกติกใช้คาร์โบไฮเดรตจากข้าวเป็นแหล่งพลังงานและเปลี่ยนเป็นกรดแลกติก ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการผลิตหมัก ทั้งในด้านการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และการสร้างรสเปรี้ยวเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Lücke, 2000; Ammor และ Mayo, 2007) แม้ว่าข้าวเก่าเจ้า มช.107 จะมีแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าข้าวหอมมะลิ แต่ยังคงมีปริมาณแป้งและคาร์โบไฮเดรตที่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์กรดแลกติก จึงทำให้การเกิดกรดในทุกสูตรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Lücke (2000) ซึ่งอธิบายว่า การลดลงของค่า pH ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเป็นผลโดยตรงจากการสร้างกรดอินทรีย์ของจุลินทรีย์กรดแลกติก และเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดทั้งความปลอดภัย อายุการเก็บรักษา และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ ธนิกานต์ และคณะ (2561) ซึ่งใช้ข้าวสีในการผลิตหมัก รายงานว่า ค่า pH หลังการหมักไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าวัตถุดิบที่ใช้จะมีองค์ประกอบของสารสำคัญแตกต่างกัน

5.1.1.4 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

หมักทุกสูตรมีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (% inhibition) อยู่ในช่วงร้อยละ 32.37 – 43.05 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของข้าวเก่าเจ้า มช.107 หมักที่มีการเติมข้าวเก่าเจ้าทุกสูตรมีค่า % inhibition สูงกว่าสูตรควบคุม (100 : 0) อย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตร 0 : 100 มีค่าสูงที่สุด (43.05) แต่ไม่แตกต่างจากสูตร 25 : 75 (40.28) ขณะที่สูตร 25 : 75 ไม่แตกต่างจากสูตร 50 : 50 (39.07) และสูตร 75 : 25 (36.07) มีค่าสูงกว่าสูตรควบคุม (32.37) อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระของหมักหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า	ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (% inhibition)
100 : 0	32.37 ± 1.09 ^d
75 : 25	36.07 ± 2.46 ^c
50 : 50	39.07 ± 1.04 ^b
25 : 75	40.28 ± 0.67 ^{ab}
0 : 100	43.05 ± 1.77 ^a

a, b, c, d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับในแนวดิ่งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 7 แสดงค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์หมักที่ผลิตจากอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 สูตรทดลอง ซึ่งรายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร ($\mu\text{g Trolox equivalent/mL}$; $\mu\text{g TE/mL}$) พบว่าหมักทุกสูตรมีฤทธิ์การ

ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 86.39 – 113.50 $\mu\text{g TE/mL}$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ที่ใช้มีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแหนม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ สูตร 0 : 100 มีค่าสูงที่สุด (113.50 $\mu\text{g TE/mL}$) และแตกต่างจากสูตรอื่นทุกสูตร รองลงมา คือ สูตร 25 : 75 และ 50 : 50 (106.48 และ 103.41 $\mu\text{g TE/mL}$) ซึ่งไม่แตกต่างกัน และกลุ่มที่มีค่าต่ำที่สุด คือ สูตร 75 : 25 และ สูตรควบคุม 100 : 0 (91.13 และ 86.39 $\mu\text{g TE/mL}$) ซึ่งไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 ตั้งแต่ร้อยละ 50 ของน้ำหนักข้าวขึ้นไป ทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ สูตรควบคุม

ตารางที่ 7 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Trolox equivalent antioxidant capacity) ของแหนมหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ TEAC ($\mu\text{g} / \text{ml}$)
100 : 0	86.39 $\pm$ 2.77 ^c
75 : 25	91.13 $\pm$ 1.84 ^c
50 : 50	103.41 $\pm$ 2.65 ^b
25 : 75	106.48 $\pm$ 1.71 ^b
0 : 100	113.50 $\pm$ 4.50 ^a

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์แหนมหมู โดยการเพิ่มขึ้นของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ซึ่งอุดมด้วยแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถบริจาดิเล็กตรอนหรืออะตอมของไฮโดรเจนให้แก่อนุมูลอิสระ ส่งผลให้อนุมูลอิสระมีความเสถียรและลดความสามารถในการก่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Castañeda-Ovando et al., 2009; Goufo และ Trindade, 2014)

ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Castañeda-Ovando et al. (2009) ซึ่งรายงานว่า แอนโทไซยานินเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ โดยสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Goufo และ Trindade (2014) รายงานว่าข้าวสี โดยเฉพาะข้าวสีม่วงและข้าวสีดำ เป็นแหล่งสำคัญของแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ Samyor et al. (2017) รายงานว่า ปริมาณแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าว และ

งานวิจัยของ ธนิกานต์ และคณะ (2561) พบว่า การใช้ข้าวสีในการผลิตขนมช่วยเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้าวขาว โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของข้าวสีที่ใช้

5.1.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจุลินทรีย์ในขนม

1) ผลของการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli*

ตารางที่ 8 ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของขนมหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มข.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า	เชื้อ <i>Escherichia coli</i>	หน่วย
100 : 0	< 3	MPN/g
75 : 25	< 3	MPN/g
50 : 50	< 3	MPN/g
25 : 75	< 3	MPN/g
0 : 100	< 3	MPN/g

จากตารางที่ 8 ผลของการตรวจปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในขนมสูตรทดลอง จำนวน 5 สูตร พบว่า ในทุกสูตรการทดลองพบ ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g แสดงว่าตัวอย่างขนม ในทุกสูตรไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli*

2) ผลของการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

ตารางที่ 9 ปริมาณยีสต์และราของขนมหมูที่แปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มข.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า	ยีสต์และรา	หน่วย
100 : 0	1 , 0	โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
75 : 25	1 , 0	โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
50 : 50	ไม่พบเชื้อ	โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
25 : 75	ไม่พบเชื้อ	โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
0 : 100	ไม่พบเชื้อ	โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

จากตารางที่ 9 ผลของการตรวจปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ขนมสูตรทดลองจำนวน 5 สูตร พบว่า ในทุกสูตรการทดลองพบปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g อยู่ในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1219-2547) ผลิตภัณฑ์ขนม ที่ระบุว่าเชื้อรา น้อยกว่า 10 CFU/g

ผลการศึกษา อธิบายได้ว่าในระหว่างกระบวนการหมัก จุลินทรีย์กรดแลกติกใช้คาร์โบไฮเดรตจากข้าวเป็นแหล่งพลังงานและสร้างกรดแลกติก ส่งผลให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลงจนอยู่ในช่วง 4.40–4.45 ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคหลายชนิด นอกจากการลดลงของค่า pH แล้ว จุลินทรีย์กรดแลกติกยังสามารถสร้างสารเมแทบอไลต์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ เช่น กรดอินทรีย์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และแบคทีริโอซิน ซึ่งล้วนมีบทบาทในการเพิ่มความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ทั้งนี้ การที่ไม่พบ *E. coli* ในทุกสูตรยังสะท้อนถึงวัตถุดิบที่มีคุณภาพ การปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะที่ดีในการผลิต และการควบคุมกระบวนการหมักได้อย่างเหมาะสม

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Lücke (2000) ซึ่งรายงานว่าการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อโดยจุลินทรีย์กรดแลกติกทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Ammor และ Mayo (2007) รายงานว่า จุลินทรีย์กรดแลกติกมีบทบาทสำคัญในการสร้างความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคหลายชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* และ *Staphylococcus aureus* ผ่านการสร้างกรดอินทรีย์และสารยับยั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ และธณิกานต์ และคณะ (2561) รายงานว่า การใช้ข้าวสาลีในการผลิตแฮมไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัยเช่นเดียวกับสูตรที่ใช้ข้าวขาว ทั้งนี้ เนื่องจากข้าวทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสำหรับจุลินทรีย์กรดแลกติกมากกว่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค จึงทำให้การเปลี่ยนชนิดของข้าวไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาอย่างมีนัยสำคัญ

5.1.1.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมจากอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและข้าวเก่าเจ้า มข.107 จำนวน 5 สูตร ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนความชอบของผู้ทดสอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับปานกลางถึงชอบเล็กน้อย (5.50 – 6.70 คะแนน) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

สำหรับลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าแฮมทุกสูตรได้รับคะแนนใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.10 – 6.70 คะแนน ด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่าคะแนนของแฮมทุกสูตรอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับเนื้อสัมผัสและรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ พบว่าคะแนนอยู่ในช่วง 5.50 – 6.40 คะแนน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่าแฮมทุกสูตรได้รับคะแนนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.00 – 6.42 คะแนน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการศึกษาแสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าสีและเนื้อสัมผัสที่ตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือ ไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อความชอบของผู้บริโภค เนื่องจากการรับรู้ทางประสาทสัมผัสเกิดจากการ

ประเมินคุณลักษณะหลายด้านร่วมกัน ทั้งลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ซึ่งผู้บริโภคจะประมวลผลเป็นความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Lawless และ Heymann (2010) ซึ่งอธิบายว่า ความชอบของผู้บริโภคเป็นผลจากการรับรู้คุณลักษณะหลายด้านร่วมกัน มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่งเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ Meilgaard et al. (2016) ที่รายงานว่า ความแตกต่างของค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ (Instrumental analysis) ไม่จำเป็นต้องสะท้อนความแตกต่างที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้เสมอไป โดยเฉพาะเมื่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอยู่ต่ำกว่าระดับการรับรู้ (perception threshold) หรือยังอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคคุ้นเคย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานของ Toldrá (2015) ซึ่งรายงานว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างเหมาะสม แม้จะมีความแตกต่างขององค์ประกอบวัตถุดิบ แต่หากยังคงลักษณะเฉพาะด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคมักยังให้การยอมรับในระดับใกล้เคียงกัน และธนิกันต์ และคณะ (2561) รายงานว่า การใช้ข้าวสาลีเป็นส่วนประกอบในการผลิตแฮมไม่ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นจากรงควัตถุธรรมชาติของข้าวสาลี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา

ตารางที่ 10 ผลคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมเมื่อแปรอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิ ต่อข้าวเก่าเจ้า	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	รสเปรี้ยว ^{ns}	ความชอบโดยรวม ^{ns}
100 : 0	6.63 ±1.09	6.53±1.42	5.80±1.34	6.17±1.63	5.68±1.84	6.12±1.70	6.32±1.41
75 : 25	6.70 ±1.22	6.68±1.28	6.08±1.33	6.48±1.32	6.15±1.55	6.28±1.53	6.42±1.32
50 : 50	6.58 ±1.12	6.38±1.34	5.97±1.42	6.35±1.48	5.95±1.60	6.32±1.58	6.27±1.30
25 : 75	6.42 ±1.25	6.10±1.65	6.11±1.64	6.15±1.48	5.50±1.84	6.23±1.44	6.00±1.56
0 : 100	6.53±1.25	6.20±1.44	6.31±1.58	6.25±1.62	5.62±1.85	6.40±1.60	6.2 ±1.70

^{ns} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

สรุปผลจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเก่าเจ้า มช.107 ต่อคุณภาพแหนมหมูปพบว่า ค่า pH เมื่อสิ้นสุดการหมัก ค่า b^* ค่าความแข็ง ความเหนียวแน่นภายใน ความสามารถในการเคี้ยว และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรทดลอง ($p \geq 0.05$) และผลการตรวจจุลินทรีย์ของทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่การเพิ่มสัดส่วนข้าวเก่าเจ้า มช. 107 ทำให้ค่า L^* ลดลงและค่า a^* เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ แหนมหมูสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 ในอัตราส่วน 0 : 100 มีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) สูงที่สุด และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (TEAC) สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรอื่นทุกสูตร ($p < 0.05$)

ดังนั้น จึงได้คัดเลือกสูตรที่มีการใช้ข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช. 107 ในอัตราส่วน 0:100 เพื่อนำไปศึกษาต่อในด้านคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

5.1.2 ผลการศึกษาคุณค่าทางด้านโภชนาการของแหนมหมู

จากตารางที่ 11 ผลของการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแหนมหมู อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช. 107 ที่ 0 : 100 พบว่า มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย เท่ากับ $20.22 \pm 1.02\%$ ค่าความชื้นเฉลี่ย เท่ากับ $68.31 \pm 1.69\%$ ปริมาณไขมัน มีค่าเฉลี่ย $5.15 \pm 0.52\%$ ขณะที่ปริมาณเถ้า (ash) ซึ่งแสดงถึงปริมาณแร่ธาตุรวมมีค่าเฉลี่ย $3.40 \pm 0.02\%$ และคาร์โบไฮเดรตซึ่งคำนวณโดยวิธีผลต่างจากค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบอื่น มีค่าเท่ากับ 2.92%

ตารางที่ 11 คุณค่าทางด้านโภชนาการของแหนมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107

โปรตีน	ความชื้น	ไขมัน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
20.22 ± 1.02	68.31 ± 1.69	5.15 ± 0.52	3.40 ± 0.02	2.92^*

ผลการศึกษาแสดงว่า แหนมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107 มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก ขณะที่ปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างต่ำ โดยองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ได้รับอิทธิพลจากชนิดและสัดส่วนของวัตถุดิบ รวมถึงกระบวนการหมัก โดยเนื้อหมูเป็นแหล่งโปรตีนหลักของผลิตภัณฑ์ ขณะที่การเติมข้าวเก่าเจ้า มช.107 ทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสำหรับจุลินทรีย์กรดแลกติกในการสร้างกรดแลกติกระหว่างการหมัก ส่งผลให้คาร์โบไฮเดรตบางส่วนถูกใช้ไปในกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ จึงทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มีน้อย

ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Feiner (2006) ซึ่งอธิบายว่า องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแปรรูปขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเนื้อสัตว์ ไขมัน น้ำ และวัตถุดิบที่เติมลงในสูตร โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อไม่ติดมันจะมีปริมาณโปรตีนสูงและมีไขมันต่ำกว่า นอกจากนี้ Toldrá (2015) รายงานว่า กระบวนการหมักไม่ได้ทำให้ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ส่งผลให้โปรตีนบางส่วนถูกย่อยเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโนอิสระ ในส่วนของ Goufo และ Trindade (2014) รายงานว่าข้าวสาลีมีองค์ประกอบ

ทางโภชนาการใกล้เคียงกับข้าวทั่วไป แต่มีสารประกอบฟีนอลิกและแอนโทไซยานินสูงกว่า จึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีหลัก ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตอย่างเด่นชัด สำหรับงานวิจัยของ ธนิกานต์ และคณะ (2561) รายงานว่า การใช้ข้าวสีในการผลิตแฮมทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีองค์ประกอบทางเคมีอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน โดยโปรตีนยังเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ ขณะที่การเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์เกิดจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวสีมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารหลัก

5.1.3 ผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์แฮมหมู

5.1.3.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของแฮมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107



ภาพที่ 2 ฉลากบรรจุภัณฑ์แฮมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107



ภาพที่ 3 บรรจุภัณฑ์แฮมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107

จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ผู้วิจัยได้ออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์แหนมหมู จากข้าวก่ำเจ้า มช.107 โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ขนาดน้ำหนัก 200 กรัม ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน หรือ PP ขนาด 2×14 นิ้ว รูปทรงยาวสอดคล้องกับลักษณะของแหนมที่ผลิตเป็นแท่ง สะดวกต่อการจัดเรียงระหว่าง เก็บรักษาและการขนส่ง สามารถป้องกันการสัมผัสออกซิเจน ลดการสูญเสียความชื้น ชะลอการเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถคงลักษณะด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสได้ดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับ Kerry et al. (2006) ที่รายงานว่าบรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทในการปกป้องผลิตภัณฑ์ ส่วนการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์แสดงข้อมูลจำเป็น ได้แก่ ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนักสุทธิ วันผลิต วันหมดอายุ และสัญลักษณ์ของกรมปศุสัตว์ การแสดงชื่อผลิตภัณฑ์และคำว่า “ข้าวก่ำเจ้า มช.107” บนฉลากมีส่วนสำคัญ ในการสื่อสารความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากแหนมหมูทั่วไป เนื่องจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 เป็นวัตถุดิบที่มี อัตลักษณ์ จึงช่วยให้ผู้บริโภครับรู้ถึงองค์ประกอบสำคัญและคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

5.1.3.2 ต้นทุนของผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107

ผลการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 แสดงดังตาราง ที่ 12 พบว่า การผลิตแหนมหนึ่งรอบใช้วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์รวมเป็นเงิน 1,677.50 บาท ผลิตแหนมหมูได้ จำนวน 58 แท่ง น้ำหนักแท่งละ 200 กรัม เมื่อรวมค่าดำเนินการร้อยละ 30 เป็นเงิน 503.25 บาท ทำให้ ต้นทุนรวมก่อนภาษีมูลค่าเพิ่มเท่ากับ 2,180.75 บาท และเมื่อรวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 เป็นเงิน 152.65 บาท มีต้นทุนการผลิตรวมเท่ากับ 2,333.40 บาท คิดเป็นต้นทุนต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งแท่งประมาณ 40.23 บาท

เมื่อพิจารณาโครงสร้างต้นทุน พบว่า เนื้อหมูและหนังหมูเป็นวัตถุดิบที่มีต้นทุนรวม สูงที่สุด โดยมีมูลค่า 870.00 และ 380.00 บาท ตามลำดับ รวมเป็น 1,250.00 บาท หรือคิดเป็นประมาณ ร้อยละ 74.52 ของต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าต้นทุนของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับราคา วัตถุดิบจากเนื้อสัตว์เป็นหลัก ดังนั้น ความผันผวนของราคาเนื้อหมูและหนังหมูจึงมีแนวโน้มส่งผลโดยตรง ต่อต้นทุนต่อหน่วยและราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์

สำหรับข้าวก่ำเจ้า มช.107 ใช้ในปริมาณ 0.50 กิโลกรัม มีต้นทุน 20.00 บาท คิดเป็นเพียงประมาณร้อยละ 1.19 ของต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด สะท้อนว่าการใช้ข้าวก่ำเจ้า มช. 107 เป็นวัตถุดิบในการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ไม่ได้ทำให้ต้นทุนรวมสูงขึ้นในสัดส่วนมาก เมื่อพิจารณา ร่วมกับผลการวิเคราะห์ที่พบว่าผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น การใช้ข้าวก่ำเจ้าจึงมีความเหมาะสม ในเชิงการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับต้นทุนวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น

ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ พบว่าถุง PP มีต้นทุนรวม 58.00 บาท ขณะที่สติ๊กเกอร์ มีต้นทุนรวม 232.00 บาท รวมต้นทุนบรรจุภัณฑ์และฉลากเป็นเงิน 290.00 บาท หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 17.29 ของต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าฉลากมีสัดส่วนต้นทุนสูงกว่าถุงบรรจุภัณฑ์ อย่างชัดเจน โดยต้นทุนสติ๊กเกอร์ 4 บาทต่อชิ้นคิดเป็นประมาณร้อยละ 9.94 ของต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อแท่ง ก่อนบวกกำไร ดังนั้น หากมีการขยายการผลิต การสั่งพิมพ์ฉลากในปริมาณมากอาจช่วยลดต้นทุนต่อหน่วยได้

การประเมินค่าดำเนินการในอัตราร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ เป็นการรวมค่าใช้จ่ายเบื้องต้นระหว่างกระบวนการผลิต เช่น ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าเสื่อมราคา อุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เมื่อกำหนดกำไรร้อยละ 50 ของต้นทุนต่อหน่วย จะมีกำไร 20.12 บาทต่อแห่ง และได้ราคาคำนวณประมาณ 60.35 บาท จึงกำหนดราคาจำหน่ายสุทธิไว้ที่ 60 บาทต่อแห่ง

ตารางที่ 12 การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์แพนเค้กจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107

วัตถุดิบ	จำนวน	หน่วย	ราคา / หน่วย	ราคา (บาท)	วิธีคำนวณ
เนื้อหมู	6.00	กิโลกรัม	145	870.00	
หนังหมู	4.00	กิโลกรัม	95	380.00	
น้ำตาลทรายขาว	0.10	กิโลกรัม	30	3.00	
เกลือไนไตรท์	0.25	กิโลกรัม	50	12.50	
ผงชูรส	0.02	กิโลกรัม	120	2.40	
ฟอสเฟต	0.02	กิโลกรัม	200	4.00	
โซเดียมอิริทริท	0.02	กิโลกรัม	280	5.60	
กระเทียมไทย	0.50	กิโลกรัม	120	60.00	
ข้าวก่ำเจ้า มช. 107	0.50	กิโลกรัม	80	20.00	
พริกชี้หูสวน	0.25	กิโลกรัม	120	30.00	
บรรจุภัณฑ์ ถุง PP ขนาด 2x14 นิ้ว	58	ใบ	1	58.00	
สติ๊กเกอร์	58	ชิ้น	4	232.00	
ต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์					
ต่อ 1 รอบการผลิต					
(58 แห่งๆ ละ 200 กรัม)				1,677.50	(1)
ค่าดำเนินการ 30%				503.25	(2) = (1)*(30/100)
ต้นทุนการผลิตรวมค่าดำเนินการ 30%				2,180.75	(3) = (1) + (2)
Vat 7%				152.65	(4) = (3)*(7/100)
ต้นทุนการผลิตรวม Vat 7%				2,333.40	(5) = (4) + (3)
ต้นทุนการผลิต ต่อแพนเค้ก 1 แห่ง				40.23	(6) = (5)/58
กำหนดกำไร 50%				20.12	(7) = (6)*(50/100)
ราคาจำหน่ายต่อแห่ง (200 กรัม)				60.35	(8) = (6) + (7)
กำหนดราคาจำหน่ายต่อแห่งสุทธิ				60.00	

ที่มา : กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

ผลการศึกษาสอดคล้องกับแนวคิดของ Kotler และ Keller (2016) ที่อธิบายว่าการกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ควรคำนึงถึงโครงสร้างต้นทุนทั้งหมด ทั้งต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนการดำเนินงาน และมูลค่าเพิ่มที่ผู้บริโภครับรู้จากผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ทั่วไปสามารถกำหนดราคาจำหน่ายในระดับที่สูงขึ้นได้ หากผู้บริโภครับรู้ถึงคุณประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น

5.1.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมหมู

5.1.4.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

ตารางที่ 13 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ		
หญิง	111	74.00
ชาย	39	26.00
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	144	96.00
21-30 ปี	6	4.00
การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ/กำลังศึกษา		
ปริญญาตรี	141	94.00
อนุปริญญา	5	3.33
มัธยมศึกษาตอนปลาย	4	2.67
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	150	100.00
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	120	80.00
5,001-15,000 บาท	27	18.00
15,001-25,000 บาท	2	1.33
25,001-35,000 บาท	1	0.67

ผลจากการสอบถามข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วม การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 จำนวน 150 คน แสดงดังตารางที่ 13 พบว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง ร้อยละ 74.00 และ เพศชาย ร้อยละ 26.00 เมื่อพิจารณาด้านอายุ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี (ร้อยละ 96.00) รองลงมาคือช่วงอายุ 21–30 ปี (ร้อยละ 4.00) ตามลำดับ ด้านระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับหรือกำลังศึกษา พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 94.00) รองลงมาคือระดับอนุปริญญา (ร้อยละ 3.33) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 2.67) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านอาชีพ พบว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมดเป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 100.00 สำหรับรายได้ต่อเดือนของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท (ร้อยละ 80.00) รองลงมาคือ 5,001–15,000 บาท (ร้อยละ 18.00) 15,001–25,000 บาท (ร้อยละ 1.33) และ 25,001–35,000 บาท (ร้อยละ 0.67) ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบเกือบทั้งหมดเป็นนักศึกษาที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี ดังนั้น ผลการทดสอบการยอมรับในหัวข้อ 5.1.4 จึงสะท้อนการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภควัยรุ่นซึ่งเป็นนักศึกษาเป็นหลัก และยังไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของผู้บริโภคทั่วไปได้

5.1.4.2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

ตารางที่ 14 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

พฤติกรรมการบริโภค	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์แทนหมู		
1 – 2 ครั้งต่อเดือน	94	62.67
อื่น ๆ	33	22.00
1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์	17	11.33
3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	5	3.33
ทุกวัน	1	0.67
สถานที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์แทนหมูปอวยที่สุด		
ร้านค้าสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven	79	52.67
ตลาดสด	45	30.00
ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า/supermarket	19	12.67
อื่น ๆ	4	2.67
ร้านขายของฝาก	2	1.33
ร้านค้าออนไลน์	1	0.67

ตารางที่ 14 (ต่อ) ข้อมูลด้านพฤติกรรมกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

พฤติกรรมกรรมการบริโภค	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
ยี่ห้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูที่รับประทานบ่อยที่สุด		
ส.ขอนแก่น	53	35.33
ดอนเมือง	44	29.33
หมูดี	27	18.00
สุทธิลักษณ์	8	5.33
อื่น ๆ	18	12.00
เมนูอาหารของแหนมหมูที่นิยมรับประทาน		
รับประทานแบบดิบ ไม่ได้ประกอบเมนูอาหาร	71	47.33
ไข่เจียวแหนม	62	41.33
ยำแหนม	51	34.00
แหนมย่าง	45	30.00
ข้าวผัดแหนม	43	28.67
อื่นๆ	3	2.00
ปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107		
กลิ่นรส/รสชาติ	64	42.67
คุณค่าทางโภชนาการ	37	24.67
ไม่มีสารกันเสีย	21	14.00
เนื้อสัมผัส	14	9.33
ราคา	13	8.67
อื่นๆ	1	0.67

ผลจากการสอบถามข้อมูลพฤติกรรมกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 จำนวน 150 คน แสดงดังตารางที่ 14 พบว่า ผู้บริโภคมีความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์แหนมหมู 1-2 ครั้งต่อเดือน มากที่สุด (ร้อยละ 62.67) รองลงมาคือ ความถี่อื่น ๆ (ร้อยละ 22.00) 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 11.33) 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 3.33) และ ทุกวัน (ร้อยละ 0.67) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาสถานที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมู พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อจากร้านค้าสะดวกซื้อ เช่น 7-Eleven มากที่สุด (ร้อยละ 52.67) รองลงมาคือ ตลาดสด (ร้อยละ 30.00)

ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า/Supermarket (ร้อยละ 12.67) ช่องทางอื่น ๆ (ร้อยละ 2.67) ร้านขายของฝาก (ร้อยละ 1.33) และ ร้านค้าออนไลน์ (ร้อยละ 0.67) ตามลำดับ สำหรับยี่ห้อผลิตภัณฑ์ขนมหมูที่ผู้บริโภค รับประทานบ่อยที่สุด พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกบริโภค ยี่ห้อ ส.ขอนแก่น มากที่สุด (ร้อยละ 35.33) รองลงมาคือ ยี่ห้อดอนเมือง (ร้อยละ 29.33) ยี่ห้อหมูดี (ร้อยละ 18.00) ยี่ห้ออื่น ๆ (ร้อยละ 12.00) และ ยี่ห้อ สุทธิลักษณ์ (ร้อยละ 5.33) ตามลำดับ

เมื่อสอบถามถึงเมนูอาหารของขนมหมูที่นิยมรับประทาน พบว่า ผู้บริโภคนิยม รับประทานแบบดิบโดยไม่ได้ประกอบเป็นเมนูอาหาร มากที่สุด (ร้อยละ 47.33) รองลงมาคือ ไข่เจียวขนม (ร้อยละ 41.33) ยำขนม (ร้อยละ 34.00) ขนมย่าง (ร้อยละ 30.00) ข้าวผัดขนม (ร้อยละ 28.67) และ เมนูอื่น ๆ (ร้อยละ 2.00) ตามลำดับ ในส่วนของปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมหมู จากข้าวก่ำเจ้า มช.107 พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับ ด้านกลิ่นรส/รสชาติ มากที่สุด (ร้อยละ 42.67) รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ 24.67) การไม่มีสารกันเสีย (ร้อยละ 14.00) เนื้อสัมผัส (ร้อยละ 9.33) ราคา (ร้อยละ 8.67) และปัจจัยอื่น ๆ (ร้อยละ 0.67) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการตัดสินใจซื้อ ผลิตภัณฑ์ขนมหมูขึ้นอยู่กับคุณภาพด้านรสชาติและคุณค่าที่ผู้บริโภครับรู้ร่วมกัน

ผลดังกล่าวสอดคล้องกับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมหมู จากข้าวก่ำเจ้า มช.107 ที่พบว่ารสชาติได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด และผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบ โดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างดี แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะด้านรสชาติเป็นจุดแข็งที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ ขณะเดียวกัน การที่คุณค่าทางโภชนาการเป็นปัจจัยอันดับสองสนับสนุนแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้ ข้าวก่ำเจ้า มช.107 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าช่วยเพิ่มฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์

5.1.4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลักษณะปรากฏ	6.35 $\pm$ 1.54
สี	6.58 $\pm$ 1.53
กลิ่น	6.65 $\pm$ 1.75
รสชาติ	6.76 $\pm$ 1.62
เนื้อสัมผัส	6.05 $\pm$ 1.61
รสเปรี้ยว	6.61 $\pm$ 1.65
ความชอบโดยรวม	6.70 $\pm$ 1.52

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 จำนวน 150 คน แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า ผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้ามีคะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้านอยู่ในช่วง 6.05–6.76 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยด้านที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ รสชาติ มีคะแนนเฉลี่ย 6.76 ± 1.62 รองลงมา ได้แก่ ความชอบโดยรวม (6.70 ± 1.52) กลิ่น (6.65 ± 1.75) รสเปรี้ยว (6.61 ± 1.65) และ สี (6.58 ± 1.53) ตามลำดับ ส่วนด้านที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ เนื้อสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ย 6.05 ± 1.61 เมื่อพิจารณาจากความชอบโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนเฉลี่ย 6.70 ± 1.52

การที่คุณลักษณะด้านรสชาติได้รับคะแนนสูงสุด สอดคล้องกับข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่พบว่า กลิ่นรสหรือรสชาติเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการตัดสินใจซื้อ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีจุดแข็งด้านรสชาติที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ขณะเดียวกัน คะแนนกลิ่นและรสเปรี้ยวที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูงสะท้อนว่ากระบวนการหมักสามารถสร้างลักษณะเฉพาะของแหนมได้ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับ

คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.70 ± 1.52 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีทัศนคติเชิงบวกต่อผลิตภัณฑ์ โดยการประเมินความชอบโดยรวมไม่ได้เกิดจากคุณลักษณะใดเพียงด้านเดียว แต่เป็นผลจากการรับรู้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ รสเปรี้ยว และเนื้อสัมผัสร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Lawless และ Heymann (2010) ที่อธิบายว่าความชอบของผู้บริโภคเป็นผลจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลายด้านร่วมกัน และสอดคล้องกับ Meilgaard et al. (2016) ที่ระบุว่าความแตกต่างของค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือไม่จำเป็นต้องสะท้อนถึงความแตกต่างที่ผู้บริโภครับรู้ได้เสมอไป

5.1.4.4 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

จากการศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 16 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 97.33 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 โดยมีผู้บริโภค ร้อยละ 2.67 ที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภคนักศึกษาที่เข้าร่วมการทดสอบในระดับสูง ซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

ตารางที่ 16 การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

การยอมรับผลิตภัณฑ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยอมรับ	146	97.33
ไม่ยอมรับ	4	2.67

เมื่อพิจารณาข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 แสดงดังตารางที่ 17 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ คิดเป็น ร้อยละ 42.00 รองลงมา คือ อาจจะซื้อ คิดเป็น ร้อยละ 40.00 และ ซื้ออย่างแน่นอน คิดเป็น ร้อยละ 14.67 ขณะที่ผู้บริโภคอาจจะไม่ซื้อ และไม่ซื้ออย่างแน่นอน มีเพียง ร้อยละ 2.67 และ 0.67 ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าผลิตภัณฑ์จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับสูง แต่ผู้บริโภคส่วนหนึ่งยังมีความลังเลในการตัดสินใจซื้อ เนื่องจากการตัดสินใจซื้อเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านราคา หรือความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์หรือยี่ห้อสินค้า ดังนั้น การสื่อสารจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ การประชาสัมพันธ์ และการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค จะช่วยเพิ่มโอกาสในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในอนาคตได้

ตารางที่ 17 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107

การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ซื้ออย่างแน่นอน	22	14.67
อาจจะซื้อ	60	40.00
อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ	63	42.00
อาจจะไม่ซื้อ	4	2.67
ไม่ซื้ออย่างแน่นอน	1	0.67

5.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์แทนหมูจากการใช้ข้าวก่ำเจ้า มช.107 ตอบสนองวัตถุประสงค์ของงานอย่างครบถ้วน ทั้งการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวก่ำเจ้า มช.107 ในการผลิตแทนหมู การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยสามารถพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวก่ำเจ้า มช. 107 ทดแทนข้าวหอมมะลิได้ร้อยละ 100 และมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ TEAC เท่ากับ $113.50 \pm 4.50 \mu\text{g/mL}$ สูงกว่าสูตรควบคุมซึ่งมีค่า $86.39 \pm 2.77 \mu\text{g/mL}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการนำข้าวก่ำเจ้า มช.107 มาใช้ในการผลิตสามารถเพิ่มคุณสมบัติเชิงหน้าที่และสร้างจุดเด่นให้แก่ผลิตภัณฑ์แทนหมู

ผลสำเร็จดังกล่าวเป็นการนำองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอาหาร และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวัตถุดิบทางการเกษตรเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าและมูลค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ประเด็น การเกษตรสร้างมูลค่า ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตภาพและมูลค่าของสินค้าเกษตร ต่อยอดจากฐานทรัพยากรและความหลากหลายของประเทศไปสู่สินค้าเกษตรมูลค่าสูง รวมทั้งการประยุกต์ใช้นวัตกรรมเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน ผลงานนี้จึงเป็นตัวอย่างของการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเชื่อมโยงสินค้าเกษตร 2 กลุ่ม ได้แก่

ผลิตผลจากปศุสัตว์ คือ เนื้อสุกร กับข้าวก่ำเจ้า มช.107 ซึ่งเป็นข้าวสีที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้

นอกจากนี้ ผลงานยังสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ภายใต้แนวคิด “เกษตรนวัตกรรม เพื่อความยั่งยืนเกษตรกรไทย” ซึ่งมุ่งยกระดับการผลิตภาคเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และยกระดับรายได้และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรอย่างยั่งยืน การวิจัยครั้งนี้นำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมมาปรับใช้เพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตร โดยไม่ได้จำหน่ายวัตถุดิบในรูปแบบเดิม แต่พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีคุณสมบัติเพิ่มเติมด้านสารต้านอนุมูลอิสระ มีข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ การยอมรับของผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ และต้นทุนการผลิตรองรับ จึงมีความพร้อมที่จะนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดและประยุกต์ใช้กับเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และผู้ประกอบการต่อไป

ในระดับกรมปศุสัตว์ ผลงานสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ตาม ยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์ พ.ศ. 2566–2570 ที่กำหนดให้กรมปศุสัตว์เป็นองค์กรพัฒนาการปศุสัตว์ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี เพิ่มมูลค่าสู่ตลาดโลกและเติบโตอย่างยั่งยืน และกำหนดพันธกิจด้านการพัฒนางานวิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการปศุสัตว์ ให้สามารถตอบโจทย์ความต้องการของภาคส่วนต่าง ๆ ผลักดันให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม และสามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้ โดยเฉพาะมีความสอดคล้องโดยตรงกับ ยุทธศาสตร์ที่ 3 เสริมสร้างการใช้ นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการบริการเกษตรกรและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและมูลค่าใหม่ให้สินค้าและบริการด้านปศุสัตว์ และ ยุทธศาสตร์ที่ 4 สร้างมูลค่าเพิ่มและส่งเสริมการตลาดสินค้าปศุสัตว์ เนื่องจากผลงานวิจัยได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์รูปแบบใหม่ที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ ตลอดจนศึกษาพฤติกรรมและการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด

ด้านคุณภาพและความเป็นไปได้ทางการตลาด ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มนักศึกษา จำนวน 150 คน พบว่า ผู้บริโภค 146 คน หรือร้อยละ 97.33 ยอมรับผลิตภัณฑ์ และมีผู้ไม่ยอมรับเพียงร้อยละ 2.67 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่กลุ่มผู้บริโภคนักศึกษายอมรับในระดับสูง และมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ ควรขยายการทดสอบไปยังผู้บริโภครุ่นอายุและอาชีพอื่นเพิ่มเติมก่อนนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด นอกจากนี้ ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณค่าทางโภชนาการเป็นปัจจัยในการตัดสินใจซื้อร้อยละ 24.67 รองจากกลิ่นรส/รสชาติร้อยละ 42.67 สะท้อนให้เห็นว่าจุดเด่นด้านคุณค่าของผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสื่อสารการตลาดได้

ในด้านความเป็นไปได้ในการนำผลงานไปใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจ ได้มีการคำนวณต้นทุนการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้ที่จะนำเทคโนโลยีไปใช้ โดยการผลิต 1 รอบ สามารถผลิตแฮมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 ได้ 58 แท่ง น้ำหนักแท่งละ 200 กรัม มีต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์รวม 1,677.50 บาท เมื่อรวมค่าดำเนินการร้อยละ 30 และภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 มีต้นทุนการผลิตรวม 2,333.40 บาท หรือ ต้นทุนเฉลี่ย 40.23 บาทต่อแท่ง เมื่อกำหนดผลตอบแทนร้อยละ 50 ของต้นทุนต่อหน่วย คิดเป็น 20.12 บาทต่อแท่ง สามารถกำหนดราคาจำหน่ายประมาณ 60 บาทต่อแท่ง หากจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ครบ 58 แท่ง ในราคาแท่งละ 60 บาท จะมีรายรับ 3,480 บาทต่อรอบการผลิต และมีส่วนต่างระหว่างรายรับกับต้นทุน

การผลิต ประมาณ 1,146.60 บาทต่อรอบการผลิต หรือคิดเป็นส่วนต่างประมาณร้อยละ 49.14 ของต้นทุนการผลิต แสดงถึงความเป็นไปได้ในการนำองค์ความรู้และสูตรผลิตภัณฑ์ไปต่อยอดเพื่อสร้างรายได้ ทั้งนี้ ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงขึ้นอยู่กับราคาวัตถุดิบ ปริมาณการผลิต และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ดังนั้น ผลสำเร็จเชิงคุณภาพของงานนี้จึงมิได้เกิดขึ้นเฉพาะการได้สูตรผลิตภัณฑ์แทนหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช.107 เท่านั้น แต่เป็นการสร้างต้นแบบการเพิ่มมูลค่าสินค้าปศุสัตว์ด้วยการวิจัยและนวัตกรรม ที่มีข้อมูลตั้งแต่สูตรและกระบวนการผลิต คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การยอมรับของผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนต้นทุนและความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ สามารถใช้เป็นองค์ความรู้สำหรับถ่ายทอดให้แก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบการ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ สร้างมูลค่าเพิ่ม และเพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้ ซึ่งเป็นการแปลงแนวคิด “การเกษตรสร้างมูลค่า” และ “เกษตรนวัตกรรม เพื่อความยั่งยืนเกษตรกรไทย” ไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีข้อมูลเชิงประจักษ์รองรับ และสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาการปศุสัตว์ของกรมปศุสัตว์

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

6.1 การนำไปใช้ประโยชน์

ผลงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์แทนหมูจากการใช้ข้าวก่ำเจ้า มช.107 ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้จริง 2 ระดับ ดังนี้

1) ระดับหน่วยงาน กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ได้นำสูตรและกระบวนการผลิตที่ผ่านการคัดเลือก (อัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวก่ำเจ้า มช.107 ที่ 0 : 100) ไปใช้เป็นสูตรอ้างอิงสำหรับการผลิตแทนหมูต้นแบบของกอง ซึ่งมีข้อมูลด้านคุณภาพ ความปลอดภัย คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนรองรับครบถ้วน

[ระบุ: จำนวนครั้ง/รอบที่นำสูตรไปผลิตซ้ำในหน่วยงาน และการนำไปปรับใช้ในงานอื่นของกอง (ถ้ามี)]

2) ระดับการถ่ายทอดความรู้สู่ภายนอก ภายหลังจากเผยแพร่ผลงาน (ตามรายละเอียดในหัวข้อ 10) ได้เกิดการนำความรู้ไปใช้ต่อ ดังนี้

(1) ภายหลังจากบรรยายผลงานวิจัยแก่นักศึกษาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2569 [ระบุ: จำนวนนักศึกษาที่นำองค์ความรู้ไปต่อยอดเป็นหัวข้อโครงการ/ปัญหาพิเศษ]

(2) ภายหลังจากเผยแพร่โปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์ ณ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เมื่อวันที่ 21 – 23 กรกฎาคม 2569 [ระบุ: จำนวนเจ้าหน้าที่/หน่วยงานที่สอบถามหรือขอสูตรไปทดลองในพื้นที่ของตน]

(3) ภายหลังจากเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ [ระบุ: จำนวนผู้เข้าชม/ดาวน์โหลดข้อมูล]

ทั้งนี้ ในส่วนที่ยังไม่มีข้อมูลเชิงปริมาณของผลลัพธ์ภายหลังจากเผยแพร่ ผลงานอยู่ระหว่างขั้นตอนการติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเผยแพร่

6.2 ผลกระทบ

ผลกระทบทางตรงจากผลงาน คือ การเกิดองค์ความรู้และต้นแบบผลิตภัณฑ์แทนหมจากข้าวเก่าเจ้า มช.107 ที่ผ่านการศึกษาคุณภาพในหลายมิติและมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ ทำให้หน่วยงานมีข้อมูลอ้างอิงสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์รูปแบบใหม่ และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการถ่ายทอดแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการด้านการแปรรูปได้อย่างมีเอกสารงานวิจัยรองรับมากขึ้น

ในส่วนของผลกระทบทางอ้อม ผลงานช่วยสร้างแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ที่เชื่อมโยงกับวัตถุดิบทางการเกษตรในพื้นที่และวัตถุดิบที่มีอัตลักษณ์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสินค้าและวัตถุดิบชนิดอื่นได้ในอนาคต ทำให้แนวทางการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของหน่วยงานไม่จำกัดอยู่เพียงการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แบบเดิม แต่สามารถขยายไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดและแนวโน้มการบริโภคอาหารที่ให้ความสำคัญกับคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติเชิงหน้าที่

การเผยแพร่ผลงานในกลุ่มนักศึกษาและเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์ยังส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างภาคการศึกษาและหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งสามารถนำข้อคิดเห็นและประเด็นจากการแลกเปลี่ยนทางวิชาการมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดแนวทางการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการสร้างฐานความรู้สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ในการนำไปใช้ประกอบการจัดทำกิจกรรม โครงการ หรือหลักสูตรถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ในอนาคต

สำหรับการขยายผลในระยะต่อไป มีแผนนำองค์ความรู้และต้นแบบผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เพื่อให้สามารถนำสูตรและกระบวนการผลิตไปทดลองผลิตในระดับกลุ่มหรือระดับธุรกิจ รวมถึงประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านต้นทุน บรรจุภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภคในการวางแผนการผลิตและการตลาด หากมีการนำไปใช้จริงจะสามารถติดตามผลด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ ต้นทุน รายได้ ปัญหาและอุปสรรคในการผลิต ตลอดจนข้อจำกัดด้านตลาด เพื่อนำข้อมูลกลับมาใช้ประกอบการพัฒนาโครงการส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรและผู้ประกอบการมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ผลงานเรื่องนี้จะจึงมีผลต่อการพัฒนางานทั้งในระดับบุคคล ระดับกอง และระดับกรม โดยในระดับบุคคลช่วยเพิ่มองค์ความรู้และแนวทางปฏิบัติให้แก่เจ้าหน้าที่และผู้สนใจ ในระดับกองสามารถใช้เป็นต้นแบบและข้อมูลอ้างอิงในการวิจัย พัฒนาผลิตภัณฑ์ และถ่ายทอดเทคโนโลยี ส่วนในระดับกรมสามารถใช้เป็นแนวทางสนับสนุนการพัฒนาสินค้าปศุสัตว์มูลค่าเพิ่มและการสร้างความเข้มแข็งให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการผ่านการนำผลงานวิจัยและนวัตกรรมอย่างเป็นรูปธรรม

7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

7.1 การควบคุมกระบวนการหมักและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

ແหมມเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่คุณภาพและความปลอดภัยขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก จึงต้องควบคุมกระบวนการผลิต สุขลักษณะ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ตลอดระยะเวลาการหมัก 0–3 วัน ต้องอาศัยความรู้ด้านการแปรรูปเนื้อสัตว์ จุลชีววิทยา และความปลอดภัยอาหาร ประกอบการดำเนินงานและการตัดสินใจ

7.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์หลายมิติ

การประเมินผลิตภัณฑ์ต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์หลายด้าน ทั้งคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา คุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งแต่ละรายการใช้หลักการ วิธีการ และการแปลผลแตกต่างกัน จึงต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายสาขาร่วมกัน

7.3 การประเมินการยอมรับและศักยภาพของผลิตภัณฑ์

ต้องประเมินทั้งคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส การยอมรับ พฤติกรรม และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค เนื่องจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ไม่ได้หมายถึงการตัดสินใจซื้อเสมอไป โดยผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 97.33 แต่ยังมีความแตกต่างในระดับความตั้งใจซื้อ จึงต้องวิเคราะห์ข้อมูลอย่างรอบด้านก่อนสรุปศักยภาพของผลิตภัณฑ์

7.4 การประเมินความเป็นไปได้ในการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

นอกจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับทดลองแล้ว ยังมีขั้นตอนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อเชื่อมโยงผลการวิจัยกับความเป็นไปได้ในการผลิตและจำหน่ายจริง

8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

การดำเนินงานประกอบด้วยหลายขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตตัวอย่าง การหมัก การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งต้องใช้ระยะเวลา เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และทรัพยากรในการดำเนินงานร่วมกัน ทำให้การดำเนินงานบางขั้นตอนต้องปรับแผนและระยะเวลาให้สอดคล้องกับความพร้อมของทรัพยากรที่มีอยู่

9. ข้อเสนอแนะ

1) จัดทำแผนการดำเนินงานและแผนการใช้ทรัพยากรล่วงหน้าให้ครอบคลุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตและควบคุมการหมัก การเก็บตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จนถึง การวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดระยะเวลา เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และผู้รับผิดชอบให้ชัดเจน เพื่อ

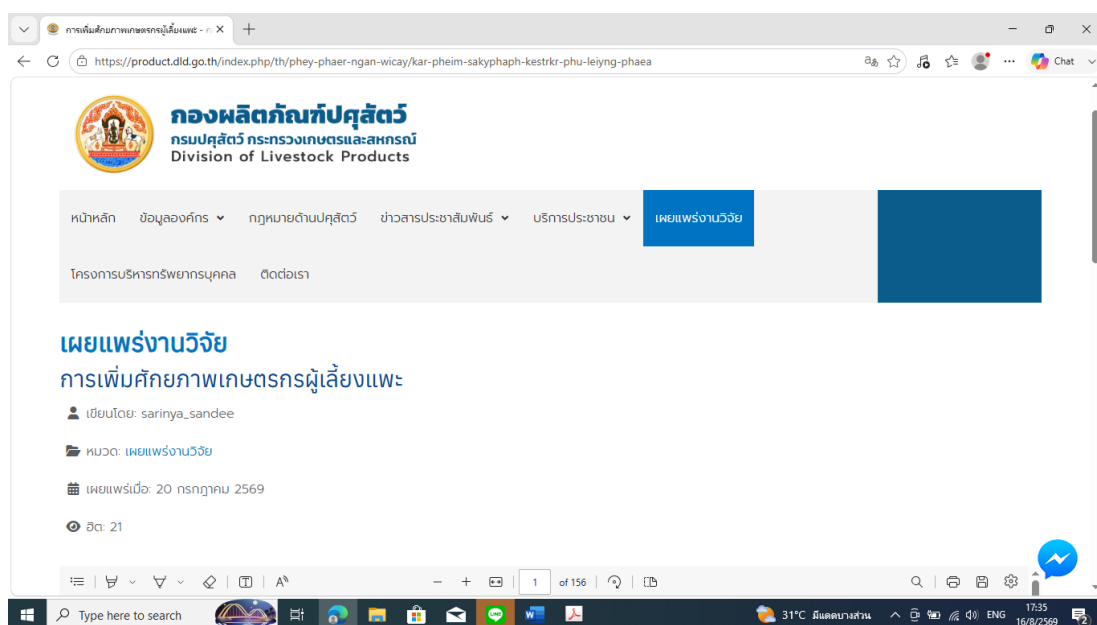
ควบคุมคุณภาพ ลดความคลาดเคลื่อน ตลอดจนจัดลำดับการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการให้สอดคล้องกับความพร้อมของทรัพยากร ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบจากข้อจำกัดด้านเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน

2) ควรขยายการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคไปยังกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ อาชีพ และระดับรายได้หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากผู้เข้าร่วมการทดสอบในครั้งนี้เกือบทั้งหมดเป็นนักศึกษาอายุต่ำกว่า 20 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลการยอมรับที่เป็นตัวแทนของตลาดเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้นก่อนการผลิตเชิงพาณิชย์

10. การเผยแพร่ผลงาน

10.1 เผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เมื่อวันที่

<https://product.dld.go.th/index.php/th/phey-phaer-ngan-wicay>



ภาพที่ 4 การเผยแพร่ผลงานผ่านทางเว็บไซต์กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

10.2 เผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์ เมื่อวันที่ 21 - 23 กรกฎาคม 2569 ณ โรงแรมคลาสสิก คาเมโอ ออยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 5 เผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์

10.3 บรรยายผลงานวิจัย ให้กับนักศึกษา คณะเกษตร เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2569 ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 6 บรรยายผลงานวิจัย ให้กับนักศึกษา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน

- 1) นายกันยวิทย์ กันจินะ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ สัดส่วนผลงาน ร้อยละ 40

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....

(นางสาวอัญมณี พูลสุขกล้า)

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

ผู้ขอประเมิน

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
1. นายกันยวิชัย กันจันะ	

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล

(ลงชื่อ).....

(นายอำพล วรทีธรรม)

ตำแหน่ง นักวิชาการสัตวบาลชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติหน้าที่ในฐานะ

ผู้อำนวยการกองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- ธนิกันต์ ธรสินธุ์, เสาวณีย์ ชัยเพชร และศิรินาถ ศรีอ่อนนวล. 2561. การศึกษาการผลิตแฮมเห็ดนางฟ้าและ
 คุณประโยชน์ด้านต่าง ๆ จากแฮมเห็ด. รายงานฉบับสมบูรณ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแฮม มอก. 1219-
 2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2560. ข้าวพันธุ์เก่าเจ้า มช.107. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- โอภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญจู, จันทนา บุญยรัตน์ และมาลีรัตน์ อัดต์สินทอง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ.
 พี.เอส.พรินท์, กรุงเทพฯ. 190 หน้า.
- Ammor, M.S. and Mayo, B. 2007. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as
 functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*. 76
 (1): 138–146.
- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st ed. AOAC International,
 Gaithersburg, MD, USA.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181:
 1199-1200.
- Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*. 32 (7): 62–66, 72.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M.L., Páez-Hernández, M.E., Rodríguez, J.A. and
 Galán-Vidal, C.A. 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*.
 113 (4): 859-871.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O. and Muchenje, V. 2014. Natural antioxidants against lipid–protein
 oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research
 International*. 64: 171–181.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R. and Suman, S.P. 2010. Myoglobin and lipid oxidation
 interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*. 86 (1): 86–94.
- Feiner, G. 2006. Meat Products Handbook: Practical Science and Technology. Woodhead
 Publishing, Cambridge, England.
- Feng, P., Weagant, S.D., Grant, M.A. and Burkhardt, W. 2020. BAM Chapter 4: Enumeration of
 Escherichia coli and the Coliform Bacteria. In *Bacteriological Analytical Manual*. U.S.
 Food and Drug Administration, Silver Spring, MD, USA.

- Garrison, R.H., Noreen, E.W. and Brewer, P.C. 2018. *Managerial Accounting*. 16th ed. McGraw-Hill Education, New York.
- Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*. 14 (3): 217-225.
- Goufo, P. and Trindade, H. 2014. Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol, and phytic acid. *Food Science & Nutrition*. 2 (2): 75-104.
- Kerry, J.P., O'Grady, M.N. and Hogan, S.A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*. 74 (1): 113-130.
- Kotler, P. and Keller, K.L. 2016. *Marketing Management*. 15th ed. Pearson.
- Lawless, H.T. and Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 2nd ed. Springer.
- Lücke, F.K. 2000. Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*. 56 (2): 105-115.
- Mancini, R.A. and Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*. 71 (1): 100–121.
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V. and Carr, B.T. 2016. *Sensory Evaluation Techniques*. 5th ed. CRC Press.
- Peryam, D.R. and Pilgrim, F.J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*. 11 (9): 9–14.
- Ribeiro, J.S., Santos, M.J.M.C., Silva, L.K.R., Pereira, L.C.L., Santos, I.A., Lannes, S.C.S. and Silva, M.V. 2019. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Science*. 148: 181–188.
- Samyori, D., Das, A.B. and Deka, S.C. 2017. Pigmented rice a potential source of bioactive compounds: A review. *International Journal of Food Science & Technology*. 52 (5): 1073-1081.
- Toldrá, F. 2015. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. 2nd ed. Wiley-Blackwell.
- Tournas, V., Stack, M.E., Mislivec, P.B., Koch, H.A. and Bandler, R. 2001. BAM Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins. In *Bacteriological Analytical Manual*. U.S. Food and Drug Administration, Silver Spring, MD, USA.

Yamuangmorn, S. and Prom-u-Thai, C. 2021. The potential of high-anthocyanin purple rice as a functional ingredient in human health. *Antioxidants*. 10 (6): 833.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 ในการผลิตแหนมหมู ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช.107 โดยแปรอัตราส่วนข้าวหอมมะลิต่อข้าวเก่าเจ้า มช.107 จำนวน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 และประเมินคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา ลักษณะเนื้อสัมผัส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ออกแบบบรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์ต้นทุน และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อสิ้นสุดการหมักเป็นเวลา 3 วัน แหนมทุกสูตรมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.40–4.45 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการตรวจทางจุลชีววิทยาพบเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกสูตร และปริมาณยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มสัดส่วนข้าวเก่าเจ้า มช.107 ส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยสูตรที่ใช้ข้าวเก่าเจ้า มช.107 ร้อยละ 100 (อัตราส่วน 0:100) มีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงที่สุด เท่ากับ 43.05 ± 1.77 และมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่าโทรอลอกซ์ (TEAC) สูงที่สุด เท่ากับ $113.50 \pm 4.50 \mu\text{g TE/mL}$ แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงคัดเลือกสูตรดังกล่าวสำหรับการศึกษาขั้นต่อไป ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสูตรที่คัดเลือกพบโปรตีน ความชื้น ไขมัน เกลือ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 20.22 ± 1.02 , 68.31 ± 1.69 , 5.15 ± 0.52 , 3.40 ± 0.02 และ 2.92 ตามลำดับ ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มนักศึกษาจำนวน 150 คน พบว่าผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบโดยรวม 6.70 ± 1.52 คะแนน โดยรสชาติได้รับคะแนนสูงที่สุด 6.76 ± 1.62 คะแนน และผู้บริโภคร้อยละ 97.33 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ขนาด 200 กรัม มีต้นทุนเฉลี่ย 40.23 บาทต่อแท่ง และกำหนดราคาจำหน่าย 60 บาทต่อแท่ง

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ข้าวเก่าเจ้า มช.107 สามารถใช้ทดแทนข้าวหอมมะลิในการผลิตแหนมหมูได้ ร้อยละ 100 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกรยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และช่วยเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจึงมีศักยภาพเป็นต้นแบบในการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ และสามารถนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดและต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: แหนมหมู, ข้าวเก่าเจ้า มช.107, ข้าวสี, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, การยอมรับของผู้บริโภค

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างที่ตรงกับความรู้สึกของท่านด้วยสเกลที่กำหนด กรุณาตีมน้ำระหว่างตัวอย่าง

สเกลความชอบ (1-9)

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง				
	094	913	781	101	879
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
รสเปรี้ยว					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107

เรียน ผู้ทำแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวก่ำเจ้า มช. 107 จึงขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

คณะผู้วิจัย

กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่กำหนดให้ตามความเป็นจริง และครบถ้วน

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี

☐ 21 – 30 ปี

☐ 31 – 40 ปี

☐ 41 - 50 ปี

☐ 51 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ/กำลังศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยม

☐ มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย

☐ อนุปริญญา

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา

☐ พนักงานบริษัท

☐ ข้าราชการ/พนักงานราชการรัฐวิสาหกิจ

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ อื่นๆ

5. รายได้ต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท

☐ 5,001 – 15,000 บาท

☐ 15,001 – 25,000 บาท

☐ 25,001 – 35,000 บาท

☐ 35,001 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคและความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่กำหนดให้ตามความเป็นจริง และครบถ้วน

1. ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์แหนมหมู

- | | |
|--|--|
| ☐ ทุกวัน | ☐ 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ |
| ☐ 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ | ☐ 1 – 2 ครั้งต่อเดือน |
| ☐ อื่นๆ ระบุ..... | |

2. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูจากที่ใดบ่อยที่สุด

- | | |
|--|--|
| ☐ ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า/supermarket | ☐ ร้านขายของฝาก |
| ☐ ร้านค้าสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven | ☐ ร้านค้าออนไลน์ |
| ☐ ตลาดสด | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |

3. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมหมูยี่ห้อใดบ่อยที่สุด

- | | |
|--|-----------------------------------|
| ☐ ส.ขอนแก่น | ☐ ดอนเมือง |
| ☐ สุทธิลักษณ์ | ☐ หนูดี |
| ☐ อื่นๆ ระบุ..... | |

4. ท่านนิยมรับประทานแหนมหมูในเมนูอาหารประเภทใด (เลือกได้มากกว่า 1 ประเภท)

- | | |
|---|--|
| ☐ ยำแหนม | ☐ ไข่เจียวแหนม |
| ☐ ข้าวผัดแหนม | ☐ แหนมย่าง |
| ☐ รับประทานแบบดิบไม่ได้ประกอบเมนูอาหาร | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |

5. หากมีผลิตภัณฑ์แหนมหมู ที่ใช้ข้าวเก่าเจ้า มช. 107 แทนการใช้ข้าวขาว ซึ่งเป็นข้าวท้องถิ่นพันธุ์สีม่วงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ท่านคิดว่าปัจจัยใดที่สำคัญที่สุดต่อการตัดสินใจซื้อ

- | | |
|--|--|
| ☐ กลิ่นรส/รสชาติ | ☐ ไม่มีสารกันเสีย |
| ☐ เนื้อสัมผัส | ☐ ราคา |
| ☐ คุณค่าทางโภชนาการ | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์แฮมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยให้คะแนนจากความชอบในแต่ละคุณลักษณะที่กำหนด

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
รสเปรี้ยว									
ความชอบโดยรวม									

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ แฮมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107 หรือไม่

☐ ยอมรับ

☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

2. หากมีผลิตภัณฑ์แฮมหมูจากข้าวเก่าเจ้า มช. 107 วางจำหน่าย น้ำหนักก้อนละ 200 กรัม ราคา 60 บาท ตามรูปผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏ ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ หรือไม่

☐ ซื้ออย่างแน่นอน

☐ อาจจะไม่ซื้อ

☐ อาจซื้อ

☐ ไม่ซื้ออย่างแน่นอน

☐ อาจซื้อหรือไม่ซื้อ

