

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ (Development of Cured Meat Ham Products from DLD Black Pigs)

กันยวิชัย กันจันะ¹, อัญญณณิ พูลสุขกล้า²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาคุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์และประเมินความเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตขาแฮมหมักเกลือ 2) พัฒนาระบบการผลิตและศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และ 3) ศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์กับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด จากนั้นนำขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์มาผลิตขาแฮมหมักเกลือด้วยกระบวนการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่ม ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์และเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ศึกษาอายุการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และประเมินความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี 9-point hedonic scale ตลอดจนวิเคราะห์ ต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่าย

ผลการศึกษาพบว่า เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการนำมาแปรรูปเป็นขาแฮมหมักเกลือ โดยมีการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษา (drip loss) และการสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (cooking loss) ต่ำกว่าเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สามารถพัฒนาระบบการผลิตและได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ที่มีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาเหมาะสม ผลิตภัณฑ์บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ โดยคุณภาพส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ($p > 0.05$) กระบวนการผลิตมีต้นทุนเฉลี่ย 85.29 บาทต่อหน่วยบรรจุ 100 กรัม และกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมประมาณ 130 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งคิดเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบประมาณร้อยละ 264 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นศักยภาพของการนำหมูดำกรมปศุสัตว์มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง และได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและต่อยอดการใช้ประโยชน์ในระดับเกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการได้

คำสำคัญ: หมูดำกรมปศุสัตว์, ขาแฮมหมักเกลือ, การแปรรูปเนื้อสัตว์, ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

² กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

1. บทนำ

หมูดำกรมปศุสัตว์เป็นสุกรที่ได้รับการพัฒนาพันธุ์โดยกรมปศุสัตว์ และส่งเสริมการเลี้ยงในพื้นที่สูง โดยมีคุณลักษณะของเนื้อที่เหมาะสมต่อการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ การเพิ่มมูลค่าให้แก่หมูดำกรมปศุสัตว์จึงเป็นแนวทางสำคัญในการขยายรูปแบบการใช้ประโยชน์จากการจำหน่ายเนื้อสดไปสู่ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีมูลค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ซึ่งอาศัยทั้งคุณภาพของวัตถุดิบและการควบคุมกระบวนการผลิตในการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ การนำองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารมาประยุกต์ใช้จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับคุณลักษณะของหมูดำกรมปศุสัตว์และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ขาแฮมหมักเกลือชนิดแห้ง (dry-cured ham) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงที่ผลิตจากขาหลังสุกรผ่านกระบวนการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่มภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเป็นระยะเวลานาน กระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความชื้น ค่ากิจกรรมของน้ำ โปรตีน ไขมัน สี และเนื้อสัมผัส ตลอดจนการพัฒนากลิ่นและรสชาติที่เป็นลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ การนำขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์มาใช้เป็นวัตถุดิบจึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อเพิ่มรูปแบบการใช้ประโยชน์และยกระดับมูลค่าของวัตถุดิบปศุสัตว์

การศึกษารังนี้จึงดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ โดยศึกษาคุณภาพเนื้อเพื่อประเมินความเหมาะสมของวัตถุดิบ พัฒนาระบวนการผลิตและประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ศึกษาความคงตัวและอายุการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุแบบสุญญากาศ รวมถึงประเมินความชอบของผู้บริโภค ตลอดจนศึกษาผลผลิต ต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมตั้งแต่คุณภาพวัตถุดิบ กระบวนการผลิต คุณภาพและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ไปจนถึงความเป็นไปได้ในการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและกระบวนการผลิตขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด สามารถเก็บรักษาได้นาน้อย 4 สัปดาห์เมื่อบรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส และการแปรรูปสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบได้ประมาณร้อยละ 264 ผลงานดังกล่าวจึงเป็นองค์ความรู้และต้นแบบในการเพิ่มมูลค่าหมูดำกรมปศุสัตว์ และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง ต่อยอดการวิจัย ตลอดจนถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เจ้าหน้าที่ เกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการ เพื่อขยายผลการใช้ประโยชน์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์มูลค่าสูงต่อไป

กันยวิชญ์ กันจិនะ
อัญญณณิ พูลสุขกล้า
สิงหาคม 2569

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์ และประเมินความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตซาแฮมหมักเกลือ

2.2 เพื่อพัฒนาระบวนการผลิตซาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

2.3 เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ซาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์

3. การทบทวนวรรณกรรม

3.1 หมูดำกรมปศุสัตว์และคุณภาพเนื้อ

สุกรพื้นเมืองเป็นทรัพยากรพันธุกรรมสัตว์ที่มีความสำคัญต่อการผลิตปศุสัตว์ของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่สูงภาคเหนือ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และรูปแบบการเลี้ยงแตกต่างจากระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรม การพัฒนาสุกรให้เหมาะสมกับพื้นที่ดังกล่าวจึงให้ความสำคัญทั้งด้านความสามารถในการปรับตัว สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของผลผลิต ประภาส มหินชัย และคณะ (2548) ศึกษาการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สุกรพื้นเมืองในภาคเหนือของประเทศไทย และต่อมามีการศึกษาการปรับปรุงสุกรพื้นเมืองและสุกรลูกผสมเพื่อให้เหมาะสมกับการเลี้ยงบนพื้นที่สูงมากขึ้น (กรวรรณ และคณะ, 2559)

คุณภาพเนื้อสุกรเป็นผลจากหลายปัจจัย ทั้งพันธุกรรม อายุ น้ำหนักเมื่อฆ่า อาหาร การจัดการก่อนฆ่า และการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า คุณลักษณะที่ใช้ประเมินคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่า pH สี ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความนุ่ม ปริมาณไขมันแทรก องค์ประกอบทางเคมี และองค์ประกอบกรดไขมัน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพในการบริโภคและความเหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (สัญญาชัย จตุรสิทธา, 2550)

เนตรอนงค์ และคณะ (2564) ศึกษาสุกรพื้นเมืองไทยจากจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าระดับโปรตีนในอาหารมีผลต่อองค์ประกอบซากบางประการ โดยเฉพาะความหนาไขมันสันหลัง ขณะที่คุณภาพเนื้อส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันในช่วงระดับโปรตีนที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่าการประเมินศักยภาพของสุกรพื้นเมืองสำหรับการแปรรูปควรพิจารณาทั้งพันธุกรรม อาหาร ระบบการเลี้ยง และคุณภาพเนื้อร่วมกัน

ไขมันและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทต่อความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และกลิ่นรสของเนื้อ รวมถึงคุณสมบัติในการแปรรูป Glinoubol et al. (2016) เปรียบเทียบสุกรลูกผสม Pietrain × Thai Native และ Duroc × Meishan พบความแตกต่างด้านองค์ประกอบซาก ไขมันแทรก การสูญเสีย น้ำ และแรงตัดเนื้อ แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางพันธุกรรมของสุกรมีความสัมพันธ์กับคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ

องค์ประกอบของกรดไขมันเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณา เนื่องจากเกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการ ความคงตัวของไขมัน และการพัฒนากลิ่นรสระหว่างการแปรรูป โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลานาน อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะของสุกรพื้นเมืองหรือสุกรลูกผสมแต่ละกลุ่มอาจแตกต่างกัน จึงไม่ควรนำข้อมูลของสุกรสายพันธุ์อื่นมาใช้อธิบายคุณลักษณะของหมูดำกรมปศุสัตว์โดยตรง

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงศึกษาคุณภาพเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยประเมินความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าสี องค์ประกอบทางเคมี และองค์ประกอบกรดไขมัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาความเหมาะสมของวัตถุดิบสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ซาแฮมหมักเกลือ

3.2 ผลิตรภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือและหลักการแปรรูป

แฮมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่โดยทั่วไปผลิตจากขาหลังสุกร ผ่านกระบวนการหมักเกลือหรือการทำให้เกิดลักษณะของเนื้อหมักเกลือ (cured meat) วิธีการผลิตแตกต่างกันตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น แฮมสุก แฮมรมควัน และแฮมหมักแห้ง โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างด้านสูตร กระบวนการหมัก การให้ความร้อน การทำแห้ง และระยะเวลาการบ่ม (สัญญา จตุรสิทธา, 2550)

ชาแฮมหมักเกลือชนิดแห้ง (dry-cured ham) ผลิตจากขาหลังสุกรที่ผ่านการหมักเกลือ การพักเพื่อให้เกลือกระจายเข้าสู่เนื้อ การทำแห้ง และการบ่มภายใต้สภาวะที่เหมาะสม กระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเกลือและน้ำ การลดลงของความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity; a_w) พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน สี เนื้อสัมผัส และสารประกอบที่ให้กลิ่นรส ซึ่งร่วมกันกำหนดลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Toldrá, 2004)

เกลือเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต นอกจากให้รสชาติแล้วยังมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำและการลดค่า a_w ซึ่งช่วยจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์บางกลุ่ม อย่างไรก็ตาม คุณภาพและความปลอดภัยของชาแฮมหมักเกลือไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการควบคุมหลายปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะเวลาการบ่ม การสูญเสีย น้ำ สุลักษณะในการผลิต และสภาวะการเก็บรักษา การควบคุมอัตราการสูญเสียน้ำมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หากผิวของชาแฮมแห้งเร็วเกินไปอาจเกิดชั้นผิวแห้งแข็ง ทำให้การเคลื่อนย้ายความชื้นจากภายในสู่ภายนอกไม่สม่ำเสมอ ในทางกลับกัน หากการทำแห้งเกิดขึ้นช้าเกินไป อาจทำให้ค่า a_w ลดลงไม่เพียงพอในช่วงเวลาที่ต้องการ ดังนั้น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การหมุนเวียนอากาศ และระยะเวลาการบ่มจึงต้องได้รับการควบคุมอย่างเหมาะสมตลอดกระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้ใช้ขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์เป็นวัตถุดิบ และพัฒนากระบวนการผลิตจากกรรมวิธีต้นแบบของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ ก่อนประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ เพื่อกำหนดกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

3.3 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีระหว่างการผลิตและการบ่ม

การผลิตชาแฮมหมักเกลือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การหมักเกลือจนถึงสิ้นสุดการบ่ม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันและเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาได้ดังนี้

1) การแพร่ของเกลือและการสูญเสียน้ำ

เมื่อเกลือสัมผัสกับผิวหนัง ความแตกต่างของความเข้มข้นระหว่างผิวและภายในชั้นเนื้อทำให้เกลือค่อย ๆ แพร่เข้าสู่เนื้อ ขณะเดียวกันน้ำเคลื่อนออกจากเนื้อและระเหยออกสู่สภาพแวดล้อม อัตราการเคลื่อนที่ของเกลือและน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดและรูปร่างของชิ้นเนื้อ ปริมาณไขมัน อุณหภูมิ ระยะเวลาการหมักเกลือ และสภาวะการทำแห้ง การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ที่เหมาะสมช่วยให้การกระจายตัวของเกลือและการสูญเสียน้ำเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

2) ความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำ

ปริมาณความชื้น (moisture content) และค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity; a_w) เป็นค่าที่มีความหมายแตกต่างกัน ปริมาณความชื้นแสดงปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร ส่วนค่า a_w แสดงระดับความพร้อมของน้ำสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นใกล้เคียงกันอาจมีค่า a_w แตกต่างกันได้ (นิธิยา รัตนพานนท์, 2553; รังสิณี โสธรวิทย์, 2553) ใน

ระหว่างการทำแห้งและการบ่ม การสูญเสียน้ำทำให้ค่า a_w ลดลงตามลำดับ ซึ่งมีผลทั้งต่อความคงตัวและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3) การเปลี่ยนแปลงของค่า pH

ค่า pH มีความสัมพันธ์กับสภาพของโปรตีน ความสามารถในการอุ้มน้ำ สี และการเจริญของจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การประเมินความปลอดภัยของชาแฮมหมักเกลือไม่ควรพิจารณาค่า pH เพียงปัจจัยเดียว แต่ต้องพิจารณาร่วมกับค่า a_w ปริมาณเกลือ อุณหภูมิ สุขลักษณะการผลิต และสภาวะการเก็บรักษา

4) การสลายตัวของโปรตีน

ระหว่างการบ่ม เอนไซม์ภายในกล้ามเนื้อมีบทบาทในการย่อยโปรตีนให้เป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโนอิสระ กระบวนการนี้เรียกว่า proteolysis ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเนื้อสัมผัส รวมทั้งก่อให้เกิดสารตั้งต้นที่เกี่ยวข้องกับรสชาติและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ การสลายตัวของโปรตีนจึงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณลักษณะของชาแฮมระหว่างการบ่ม (Toldrá, 1998)

5) การสลายตัวและออกซิเดชันของไขมัน

ไขมันในเนื้อเกิดการสลายตัว (lipolysis) ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ ซึ่งบางส่วนสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและเปลี่ยนเป็นสารประกอบระเหยที่มีบทบาทต่อกลิ่นรสของชาแฮม การเปลี่ยนแปลงในระดับที่เหมาะสมช่วยสร้างลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ แต่หากเกิดออกซิเดชันมากเกินไปอาจทำให้เกิดกลิ่นหืนและส่งผลเสียต่อคุณภาพ (Toldrá and Flores, 1998)

3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือ

คุณภาพของชาแฮมหมักเกลือเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของวัตถุดิบ ส่วนประกอบที่ใช้ กระบวนการผลิต และสภาวะการบ่ม การประเมินคุณภาพจึงต้องพิจารณาหลายด้านร่วมกัน ดังนี้

1) สีของผลิตภัณฑ์ สีเป็นคุณลักษณะที่มีผลโดยตรงต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ เนื้อสัตว์ โดยเกี่ยวข้องกับปริมาณและสถานะของไมโอโกลบิน ค่า pH ปริมาณน้ำ และปฏิกิริยาออกซิเดชัน การวัดสีด้วยระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ใช้ค่า L^* แสดงความสว่าง ค่า a^* แสดงความเป็นสีแดง และค่า b^* แสดงความเป็นสีเหลือง จึงสามารถใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาได้ (สัญญา จตุรสิทธิ์, 2550)

2) เนื้อสัมผัส เนื้อสัมผัสของชาแฮมเปลี่ยนแปลงตามการสูญเสียน้ำ การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของเกลือ และการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนระหว่างการบ่ม เมื่อผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำ เนื้อจะมีความแน่นเพิ่มขึ้น ขณะที่การสลายตัวของโปรตีนมีส่วนทำให้โครงสร้างของกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง การควบคุมระยะเวลาและสภาวะการบ่มจึงมีผลโดยตรงต่อความแข็ง ความเหนียว และความสามารถในการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์

3) ไขมันและองค์ประกอบกรดไขมัน ไขมันมีส่วนต่อความชุ่มฉ่ำ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความรู้สึกในปาก องค์ประกอบของกรดไขมันยังเกี่ยวข้องกับความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่ากรดไขมันอิ่มตัว ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาของไขมันบางส่วนมีบทบาทต่อการสร้างกลิ่นรสของชาแฮมระหว่างการบ่ม ดังนั้นองค์ประกอบไขมันของวัตถุดิบจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

4) องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และโซเดียม เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ การสูญเสียน้ำระหว่างการ

บ่มทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลงและอาจทำให้สัดส่วนขององค์ประกอบบางชนิดต่อหน่วยน้ำหนักเพิ่มขึ้น การแปลผลข้อมูลทางเคมีของชาแฮมจึงต้องพิจารณาควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงของ ความชื้นและน้ำหนัก ระหว่างกระบวนการผลิต

3.5 คุณภาพซากของหมุดำกรมปศุสัตว์

คุณภาพซากและสัดส่วนชิ้นส่วนของสุกรเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพิจารณาศักยภาพของ วัตถุดิบสำหรับการแปรรูป เนื่องจากสัดส่วนของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีผลโดยตรงต่อปริมาณวัตถุดิบที่สามารถนำไป พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท โดยเฉพาะการผลิตชาแฮมหมักเกลือซึ่งใช้ชาหลังสุกรเป็นวัตถุดิบหลัก

จากผลการศึกษาวิจัยของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ ปศุสัตว์ พบว่าหมุดำกรมปศุสัตว์มีน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 94.30 กิโลกรัม และมีน้ำหนักซากเย็นเฉลี่ย 69.56 กิโลกรัม คิด เป็นร้อยละซากเย็น 73.76 เมื่อพิจารณาสัดส่วนชิ้นส่วนสำคัญ พบว่า ชาหลังมีสัดส่วนร้อยละ 23.15 ชาหน้า ร้อยละ 22.38 สันนอกร้อยละ 13.32 สามชั้นร้อยละ 12.22 สันในร้อยละ 1.02 และข้อขาร้อยละ 1.68 ของ น้ำหนักมีชีวิต ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักซากและน้ำหนักชิ้นส่วนหมุดำกรมปศุสัตว์

รายการ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ร้อยละ
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	94.30	100
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	69.56	73.78
ชาหลัง (กก.)	21.84	23.16
ชาหน้า (กก.)	21.10	22.38
สันนอก (กก.)	12.56	13.32
สันใน (กก.)	0.96	1.02
สามชั้น (กก.)	11.52	12.22
ข้อขา (กก.)	1.58	1.68

จากข้อมูลดังกล่าว ชาหลังเป็นชิ้นส่วนที่มีสัดส่วนสูงที่สุดในกลุ่มชิ้นส่วนสำคัญที่ศึกษา โดยมีสัดส่วน ร้อยละ 23.16 หรือคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 21.84 กิโลกรัมต่อตัว ข้อมูลคุณภาพซากจากการศึกษาของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่จึงแสดงให้เห็นว่า หมุดำกรมปศุสัตว์มีปริมาณชาหลังในระดับที่ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ สนับสนุนการเลือกชาหลังมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือในการศึกษาครั้งนี้

3.6 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์

องค์ประกอบของกรดไขมันเป็นข้อมูลหนึ่งที่ใช้แสดงคุณลักษณะของเนื้อสุกร และสามารถใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาศักยภาพของวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ เนื้อบ่มซึ่งองค์ประกอบของไขมันมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ภายหลังการแปรรูป

จากผลการศึกษาวิจัยของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ พบว่า เนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (SFA) 3.06 กรัมต่อ 100 กรัม และกรดไขมันไม่อิ่มตัว

ทั้งหมด (UFA) 3.48 กรัมต่อ 100 กรัม ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) 2.94 กรัมต่อ 100 กรัม และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) 0.55 กรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ พบกรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) 0.46 กรัมต่อ 100 กรัม และมี Omega-3, Omega-6 และ Omega-9 เท่ากับ 37.17, 469.56 และ 2,648.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 3.48 กรัมต่อ 100 กรัม สูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีปริมาณ 2.94 กรัมต่อ 100 กรัม หรือสูงกว่าประมาณร้อยละ 18.4 เช่นเดียวกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่พบในปริมาณสูงกว่า โดยเฉพาะ Omega-3 ซึ่งพบในเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์ 37.17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่เนื้อสุกรในท้องตลาดพบ 17.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม หรือประมาณ 2.1 เท่า นอกจากนี้ Omega-6 และ Omega-9 ของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์ยังมีปริมาณสูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์และเนื้อสุกรในท้องตลาด

องค์ประกอบกรดไขมัน	เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์	เนื้อสุกรในท้องตลาด	หน่วย
กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (SFA)	3.06	2.34	g/100 g
กรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด (UFA)	3.48	2.94	g/100 g
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA)	2.94	2.47	g/100 g
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA)	0.55	0.47	g/100 g
Linoleic acid	0.46	0.42	g/100 g
Omega-3	37.17	17.58	mg/100 g
Omega-6	469.56	425.85	mg/100 g
Omega-9	2,648.21	2,276.31	mg/100 g

หมายเหตุ: เนื้อสุกรในท้องตลาดจากร้านจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีองค์ประกอบของกรดไขมันแตกต่างจากเนื้อสุกรในท้องตลาด โดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้ง UFA, MUFA และ PUFA รวมถึง Omega-3, Omega-6 และ Omega-9 สูงกว่า จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่แสดงถึงคุณลักษณะของวัตถุดิบ และสามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาศักยภาพของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์สำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าเพิ่ม รวมถึงผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือ

3.7 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ความปลอดภัย และอายุการเก็บรักษา

ความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตอาจเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียหรือก่อโรคได้ การเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ค่า pH ค่า a_w อุณหภูมิ ออกซิเจน ปริมาณสารอาหาร และสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ (รังสีนิ โสธรวิทย์, 2553)

การควบคุมจุลินทรีย์ในชาแฮมหมักเกลืออาศัยปัจจัยหลายประการร่วมกัน ได้แก่ เกลือ การลดค่า a_w ด้วยการทำแห้ง การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการบ่ม สุลักษณะในการผลิต การบรรจุ

และอุณหภูมิในการเก็บรักษา ปัจจัยเหล่านี้ทำงานร่วมกันในการจำกัดสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของ จุลินทรีย์ จึงควรประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์จากข้อมูลหลายด้านประกอบกัน

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ขณะที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงยีสต์และ รา สามารถใช้ประกอบการประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ การพิจารณาเกณฑ์การยอมรับต้องอ้างอิงมาตรฐานที่ตรงกับประเภทของผลิตภัณฑ์

การศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นการติดตามระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพและความปลอดภัย ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่กำหนด จึงควรประเมินข้อมูลทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส ร่วมกัน สุติดา อัครชนียากร และคณะ (2557) ใช้ค่า a_w ค่า pH องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แฮม ซึ่งแสดงให้เห็น แนวทางการประเมินอายุการเก็บรักษาจากตัวชี้วัดหลายด้าน

การบรรจุสุญญากาศช่วยลดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ จึงช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชัน และจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนบางกลุ่ม อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการบรรจุยัง ขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุบรรจุภัณฑ์ ความสมบูรณ์ของรอยผนึก และอุณหภูมิในการเก็บรักษา (ปุ่น คงเจริญ เกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

3.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส การยอมรับของผู้บริโภค และการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ประโยชน์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจำเป็นต้องพิจารณาทั้งคุณภาพ ความปลอดภัย และการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาไม่สามารถสะท้อนความชอบของผู้บริโภคได้ทั้งหมด การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงใช้ศึกษาการตอบสนองต่อคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ เช่น ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2556) การทดสอบความชอบแบบ 9-point hedonic scale เป็นวิธีที่ใช้ประเมินระดับความชอบของผู้บริโภคต่อ ผลิตภัณฑ์ โดยคะแนนที่ได้สามารถใช้เปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ และประเมินความเหมาะสมของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ อย่างไรก็ตาม ความชอบ การยอมรับ และความตั้งใจซื้อเป็นตัวแปรที่มีความหมายแตกต่างกัน จึงควรกำหนดวิธีการประเมินให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ต้องพิจารณามากกว่าการได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กระบวนการที่ พัฒนาขึ้นควรสามารถนำไปปฏิบัติได้ภายใต้สภาพการผลิตจริง โดยมีข้อมูลประกอบทั้งด้านวัตถุดิบ เครื่องมือ ขั้นตอนการผลิต จุดควบคุมที่สำคัญ คุณภาพและความปลอดภัย การบรรจุ การเก็บรักษา และต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะหาแฮมหมักเกลือซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และระยะเวลาการบ่ม อย่างเหมาะสม

งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนากระบวนการผลิตที่สามารถถ่ายทอดและประยุกต์ใช้ได้ โดยนำข้อมูลตั้งแต่ คุณภาพของหมูดำกรมปศุสัตว์ กระบวนการผลิต คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ อายุการเก็บรักษา ต้นทุน และการบรรจุ มาจัดทำเป็นองค์ความรู้สำหรับการถ่ายทอดแก่เกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการแปรรูปและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมูดำกรมปศุสัตว์

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์สามารถแบ่งตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ งานด้านสุกรพื้นเมืองและคุณภาพเนื้อ งานด้านผลิตภัณฑ์เนื้อหมักและชาแฮม และงานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

1) งานวิจัยด้านสุกรพื้นเมืองและคุณภาพเนื้อ

ประภาส มหินชัย และคณะ (2548) ศึกษาการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สุกรพื้นเมืองในภาคเหนือของประเทศไทย ต่อมามีการศึกษาการปรับปรุงสุกรพื้นเมืองและสุกรลูกผสมเพื่อให้เหมาะสมกับระบบการผลิตบนพื้นที่สูง (กรวรรณ และคณะ, 2559; ทศพล และคณะ, 2560) งานวิจัยกลุ่มนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสุกรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการใช้ประโยชน์จากผลผลิต เนตรอนงค์ และคณะ (2564) ศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองจากจังหวัดแม่ฮ่องสอน ขณะที่ Glinoubol et al. (2016) เปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรลูกผสมที่มีพื้นฐานพันธุกรรมแตกต่างกัน และพบความแตกต่างด้านองค์ประกอบซาก ไขมันแทรก การสูญเสีย น้ำ และแรงตัดเนื้อ ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นความสำคัญของพันธุกรรมและระบบการผลิตต่อคุณภาพวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการแปรรูป

2) งานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์เนื้อหมักและชาแฮม

Toldrá และคณะ (1998) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตเนื้อหมักแห้ง พบว่าการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับการแพร่ของเกลือ การสูญเสีย น้ำ การลดค่า a_w ตลอดจนการสลายตัวของโปรตีนและไขมัน กระบวนการเหล่านี้มีผลต่อเนื้อสัมผัส รสชาติ และการเกิดสารประกอบที่ให้กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการกำหนดและควบคุมกระบวนการผลิตชาแฮมหมักเกลือ สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย การศึกษาเกี่ยวกับชาแฮมหมักแห้งโดยตรงยังมีไม่มาก สุธิดา อัครชนิยากร และคณะ (2557) ศึกษาการผลิตแฮมสุกโดยประเมินผลของกระบวนการผลิตต่อค่า a_w ค่า pH องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางจุลชีววิทยา ประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษา แม้ลักษณะกระบวนการจะแตกต่างจากชาแฮมหมักแห้ง แต่แนวทางการประเมินคุณภาพดังกล่าวสามารถใช้ประกอบการกำหนดตัวแปรในการศึกษาผลิตภัณฑ์แฮมได้

3) ช่องว่างขององค์ความรู้และความจำเป็นของงานวิจัย

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่า ประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาสุกรพื้นเมืองและสุกรลูกผสมสำหรับพื้นที่สูง รวมทั้งมีข้อมูลด้านคุณภาพซากและคุณภาพเนื้ออยู่ในระดับหนึ่ง ขณะที่องค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตชาแฮมหมักแห้งและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการบ่มได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อมูลจำกัดเกี่ยวกับการนำหมุดำกรมปศุสัตว์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชาแฮมหมักเกลือ โดยเฉพาะข้อมูลที่เชื่อมโยงคุณภาพของวัตถุดิบกับกระบวนการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัย อายุการเก็บรักษา และการนำไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาตั้งแต่คุณภาพของหมุดำกรมปศุสัตว์ การพัฒนากระบวนการผลิตชาแฮมหมักเกลือ การประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตลอดจนการประเมินอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ทั้งข้อมูลทางวิชาการ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และกระบวนการผลิตที่สามารถนำไปถ่ายทอดและประยุกต์ใช้ในการเพิ่มมูลค่าหมุดำกรมปศุสัตว์ได้

4. สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ

4.1 สรุปสาระสำคัญ

หมุดำกรมปศุสัตว์เป็นสุกรที่ได้รับการพัฒนาและส่งเสริมการเลี้ยงในพื้นที่โครงการพัฒนาออยตุง จังหวัดเชียงราย โดยมีแนวทางในการพัฒนาจากการเลี้ยงเพื่อความมั่นคงทางอาหารสู่การผลิตปศุสัตว์มูลค่าสูง การเพิ่มมูลค่าหมุดำกรมปศุสัตว์จึงสามารถดำเนินการได้ทั้งในด้านการพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบและการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น

การศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อเป็นพื้นฐานสำคัญในการประเมินศักยภาพของวัตถุดิบสำหรับการแปรรูป เนื่องจากลักษณะซาก ความสามารถในการอุ้มน้ำ สีของเนื้อ องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณไขมัน และองค์ประกอบกรดไขมัน ล้วนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผลิตขึ้น งานวิจัยนี้จึงนำข้อมูลคุณภาพของหมุดำกรมปศุสัตว์มาใช้ประกอบการพิจารณาความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือ

ผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ใช้เนื้อส่วนขาหลังของสุกรเป็นวัตถุดิบหลัก ผ่านกระบวนการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่มภายใต้สภาวะที่เหมาะสม กระบวนการผลิตดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ทั้งด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา จึงจำเป็นต้องควบคุมปัจจัยการผลิตและตรวจประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ

การศึกษานี้จึงดำเนินการตั้งแต่การศึกษาคุณภาพเนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์ โดยใช้ข้อมูลคุณภาพซากและองค์ประกอบกรดไขมันจากผลการศึกษาวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาศักยภาพของวัตถุดิบ จากนั้นดำเนินการผลิตขาแฮมหมักเกลือ ตรวจประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ ศึกษาอายุการเก็บรักษา และประเมินความชอบของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิชาการ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงจากหมุดำกรมปศุสัตว์ต่อไป

4.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

การศึกษานี้ดำเนินการครอบคลุมการศึกษาคุณภาพเนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์เพื่อประเมินความเหมาะสมของวัตถุดิบ การผลิตและประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา การประเมินความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนการศึกษาค่าผลผลิต ต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายที่เหมาะสม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.2.1 การศึกษาคุณภาพเนื้อของหมุดำกรมปศุสัตว์

ศึกษาคุณภาพเนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยใช้เนื้อหมุดำกรมปศุสัตว์จำนวน 10 ตัวอย่าง และเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 10 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างจากกล้ามเนื้อตำแหน่งเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน และควบคุมการเตรียมและการเก็บรักษาตัวอย่างให้เหมือนกัน ใช้รูปแบบการศึกษาตามสัญญา จตุรสิทธา (2555) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

1) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water Holding Capacity; WHC) ประเมินจากค่า Drip loss, Thawing loss และ Cooking loss โดยควบคุมขนาดตัวอย่าง ระยะเวลา และอุณหภูมิในการทดสอบให้เหมือนกัน คำนวณร้อยละการสูญเสียจากสมการ

$$\text{การสูญเสีย} (\%) = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนการทดสอบ} - \text{น้ำหนักหลังการทดสอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนการทดสอบ}} \times 100$$

2) ค่าสีของเนื้อ ตรวจจับสีในระบบ CIE L^* , a^* และ b^* โดยค่า L^* แสดงความสว่าง ค่า a^* แสดงความเป็นสีแดง และค่า b^* แสดงความเป็นสีเหลือง วัดจำนวน 3 ตำแหน่งต่อตัวอย่างและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าของตัวอย่าง (สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา, 2555)

3) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ วิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2019) โดยวิเคราะห์อย่างน้อย 2 ซ้ำทางเทคนิคต่อตัวอย่างและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าของตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพเนื้อระหว่างเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์และเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

4.2.2 การผลิตและการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาแฮมจากหมูดำกรมปศุสัตว์

4.2.2.1 การผลิตชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์

คัดเลือกขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ขา จากสุกร 5 ตัว โดยขาแต่ละขาเป็นหน่วยการผลิตอิสระ ใช้สูตรพื้นฐานประกอบด้วยขาหมูดำกรมปศุสัตว์ร้อยละ 97 และเกลือบริโภคร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ดำเนินการผลิตโดยประยุกต์จากกระบวนการผลิตชาแฮมหมักเกลือของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกและซังน้ำหนักขาหมูดำกรมปศุสัตว์
2. ตัดแต่งรอยเลือดและเนื้อส่วนเกินออก
3. เติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักขาหมู
4. หมักที่อุณหภูมิ 0–4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–80 เป็นเวลา 7 วัน
5. เติมเกลือครั้งที่ 2
6. แวนที่อุณหภูมิ 10–15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–75 เป็นเวลา 15 วัน
7. ล้างด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส
8. ทำให้ผิวแห้งและทาไขมันบริเวณผิว
9. บ่มที่อุณหภูมิ 10–15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–75 เป็นเวลาประมาณ 6 เดือน บันทึกน้ำหนักขาหมูก่อนการผลิต น้ำหนักภายหลังการหมักเกลือและการบ่ม และน้ำหนักผลิตภัณฑ์สำเร็จภายหลังการแกะกระดูกและตัดแต่ง เพื่อนำไปคำนวณผลผลิตของผลิตภัณฑ์สำเร็จ

4.2.2.2 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ภายหลังสิ้นสุดกระบวนการบ่ม นำผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

1) ค่าสี ตรวจจับสีในระบบ CIE L^* , a^* และ b^* จำนวน 3 ตำแหน่งต่อตัวอย่างและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าของตัวอย่าง (สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา, 2555)

2) ลักษณะเนื้อสัมผัส วิเคราะห์แรงตัดเฉือนด้วยเครื่อง Texture Analyzer ร่วมกับ Warner-Bratzler blade โดยเตรียมตัวอย่างให้มีขนาดและรูปแบบเดียวกัน วิเคราะห์ค่า Maximum Shear Force หน่วยนิวตัน (N) และ Work of Shearing หน่วยนิวตันมิลลิเมตร (N·mm) ตามแนวทางของ AMSA (2015) วิเคราะห์อย่างน้อย 3 ซ้ำทางเทคนิคต่อตัวอย่างและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าของตัวอย่าง

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

4.2.2.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์

ตรวจวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ค่า pH และค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity; a_w) ของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ตัวอย่างโดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2019) ค่า pH และ a_w วิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง และใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าของตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

4.2.2.4 การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ตัวอย่าง โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC), Escherichia coli และยีสต์และรา (Yeasts and Molds) ตามวิธีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูล TPC และยีสต์และรานำมาแปลงเป็น $\log_{10}$ CFU/g ก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ส่วนผล E. coli ที่ต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวิเคราะห์รายงานผลเชิงพรรณนา

4.2.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ขา หั่นเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร แบ่งบรรจุในปริมาณเท่ากัน บรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส โดยเตรียมตัวอย่างจากแต่ละขาให้เพียงพอสำหรับการตรวจวิเคราะห์แบบทำลายตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 ตรวจวิเคราะห์ดังนี้

- 1) คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่า pH ค่า a_w ปริมาณความชื้น และค่าสี L^* , a^* และ b^*
- 2) คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), E. coli และยีสต์และรา วิเคราะห์ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า pH, a_w , ความชื้น และค่าสี โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลที่วัดซ้ำตามระยะเวลา และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการเก็บรักษาเมื่อพบผลของระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ สำหรับข้อมูลทางจุลชีววิทยาใช้เพื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพและสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

กำหนดอายุการเก็บรักษาจากระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพทางกายภาพและเคมี รวมทั้งคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในระดับที่เหมาะสมภายใต้สภาวะการบรรจุและการเก็บรักษาที่กำหนด

4.2.4 การศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

ประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 1 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือที่มีจำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 1 ตัวอย่าง โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ผู้บริโภคแต่ละคนประเมินผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างให้มีขนาดและปริมาณใกล้เคียงกัน กำหนดรหัสตัวอย่างด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก และสุ่มลำดับการเสิร์ฟ ประเมินความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ตั้งแต่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยกำหนดผลิตภัณฑ์เป็นทรีตเมนต์และผู้บริโภคเป็นบล็อก วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

4.2.5 การศึกษาผลผลิต ต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายที่เหมาะสม

บันทึกน้ำหนักขามูดำกรมปศุสัตว์ก่อนการผลิต น้ำหนักภายหลังการหมักเกลือและการบ่ม และน้ำหนักผลิตภัณฑ์สำเร็จภายหลังการแกะกระดุกและตัดแต่ง เพื่อนำมาคำนวณผลผลิตจากสมการ

$$\text{ผลผลิต (\%)} = (\text{น้ำหนักผลิตภัณฑ์สำเร็จ} / \text{น้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น}) \times 100$$

รวบรวมข้อมูลต้นทุนจากการผลิตจริง โดยพิจารณาต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการผลิตที่เกี่ยวข้อง คำนวณต้นทุนรวม ต้นทุนต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์สำเร็จ และต้นทุนต่อหน่วยบรรจุขนาด 100 กรัม เพื่อนำมาใช้ประกอบการกำหนดราคาจำหน่าย (บุญนุษ ภูระหงษ์ และคณะ, 2564) กำหนดราคาจำหน่ายโดยพิจารณาต้นทุนต่อหน่วยร่วมกับส่วนเพิ่มจากต้นทุน และเปรียบเทียบกับราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและมีจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประเมินความเหมาะสมของราคาจำหน่ายสำหรับผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ ดำเนินการโดยศึกษาคุณภาพเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันของหมูดำกรมปศุสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความเหมาะสมของวัตถุดิบสำหรับการผลิตชาแฮมหมักเกลือ จากนั้นจึงศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ทั้งด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงศึกษาอายุการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุสุญญากาศ การยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนผลผลิต ต้นทุนการผลิต และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สำหรับกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงจากหมูดำกรมปศุสัตว์

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1. คุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์
2. กระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือ
3. อายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา
4. ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค
5. ต้นทุนการผลิต และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 คุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์

5.1.1.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยเนื้อสุกรในท้องตลาดมาจากร้านจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

รายการ	เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์	เนื้อสุกรในท้องตลาด
Drip loss (%)	4.69 ± 0.51^b	7.42 ± 0.56^a
Thawing loss (%) ^{ns}	6.92 ± 0.55	7.24 ± 0.45
Cooking loss (%)	23.81 ± 2.15^b	27.76 ± 2.19^a

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ พบว่า เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า Drip loss ร้อยละ 4.69 ± 0.51 และ Cooking loss ร้อยละ 23.81 ± 2.15 ต่ำกว่าเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.42 ± 0.56 และ 27.76 ± 2.19 ตามลำดับ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า Thawing loss ของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์และเนื้อสุกรในท้องตลาดมีค่าเท่ากับร้อยละ 6.92 ± 0.55 และ 7.24 ± 0.45 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ความสามารถในการอุ้มน้ำเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความสามารถของโปรตีนกล้ามเนื้อในการยึดจับน้ำ และมีผลต่อการสูญเสีย น้ำ ความชุ่มฉ่ำ เนื้อสัมผัส และผลผลิตภายหลังการแปรรูป โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ ได้แก่ ค่า pH และการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า (สัญญาชัย จตุรสิทธา, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรพื้นเมืองไทยที่พบว่า ค่า pH และคุณลักษณะของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำของเนื้อ โดยเฉพาะการสูญเสียน้ำระหว่างการให้ความร้อน (Chaosap et al., 2024)

การที่เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า Drip loss และ Cooking loss ต่ำกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาด แสดงถึงการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาและการให้ความร้อนที่น้อยกว่า ขณะที่ค่า Thawing loss ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าเนื้อทั้งสองกลุ่มมีการสูญเสียน้ำภายหลังการละลายในระดับใกล้เคียงกัน

จากผลการศึกษาดังกล่าว เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีคุณลักษณะด้านการอุ้มน้ำที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแฮมหมักเกลือ อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตแฮมหมักเกลือต้องอาศัยการสูญเสียน้ำอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมระหว่างการหมักเกลือและการบ่ม ดังนั้น การประเมินความเหมาะสมของวัตถุดิบจึงควรพิจารณา ร่วมกับการสูญเสียน้ำหน้าระหว่างการบ่ม ค่า a_w และคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการบ่ม

5.1.1.2 ค่าสีของเนื้อ ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) จากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ผลแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสีของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่จำหน่ายในท้องตลาด

ค่าสี	เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์	เนื้อสุกรในท้องตลาด
L* (ความสว่าง) ^{ns}	47.98 $\pm$ 1.55	49.10 $\pm$ 1.18
a* (ความเป็นสีแดง)	2.24 $\pm$ 0.38 ^b	3.52 $\pm$ 0.43 ^a
b* (ความเป็นสีเหลือง)	8.89 $\pm$ 0.96 ^b	11.34 $\pm$ 1.06 ^a

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 47.98 ± 1.55 ขณะที่เนื้อสุกรในท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 49.10 ± 1.18 โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าเนื้อทั้งสองกลุ่มมีระดับความสว่างใกล้เคียงกัน ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เท่ากับ 2.24 ± 0.38 ต่ำกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.52 ± 0.43 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 8.89 ± 0.96 ต่ำกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.34 ± 1.06 โดยทั้งค่า a* และ b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สีของเนื้อเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและลักษณะปรากฏของเนื้อ โดยค่า L* แสดงความสว่าง ค่า a* แสดงความเป็นสีแดง และค่า b* แสดงความเป็นสีเหลือง สีของเนื้อได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย เช่น ปริมาณและสถานะทางเคมีของไมโอโกลบิน ค่า pH ของกล้ามเนื้อ ตลอดจนสภาวะการเก็บรักษาและการสัมผัสออกซิเจน (สัญญา จตุรสิทธา, 2555)

5.1.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่จำหน่ายในท้องตลาด

องค์ประกอบทางเคมี	เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์	เนื้อสุกรในท้องตลาด
ความชื้น (%)	37.73 $\pm$ 0.84 ^a	36.88 $\pm$ 0.74 ^b
โปรตีน (%)	30.18 $\pm$ 0.55 ^b	30.75 $\pm$ 0.53 ^a
ไขมัน (%)	7.93 $\pm$ 0.77 ^a	3.22 $\pm$ 0.38 ^b
เถ้า (%)	2.22 $\pm$ 0.09 ^a	2.09 $\pm$ 0.10 ^b

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีความชื้นร้อยละ 37.73 ± 0.84 สูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีความชื้นร้อยละ 36.88 ± 0.74 ขณะที่โมโปรตีนร้อยละ 30.18 ± 0.55 ต่ำกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 30.75 ± 0.53 โดยทั้งสองรายการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีปริมาณไขมันร้อยละ 7.93 ± 0.77 สูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาดซึ่งมีไขมันร้อยละ 3.22 ± 0.38 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณเถ้าพบร้อยละ 2.22 ± 0.09 และ 2.09 ± 0.10 ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเป็นคุณลักษณะที่แตกต่างกันได้ตามพันธุ์กรรม อาหาร อายุ น้ำหนัก และตำแหน่งของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะปริมาณไขมันซึ่งมีความแปรผันระหว่างพันธุ์สุกรค่อนข้างชัดเจน (สัญญา จตุรสีธา, 2555) การศึกษาในสุกรพื้นเมืองไทยยังพบความแตกต่างขององค์ประกอบและคุณภาพเนื้อตามแหล่งพันธุ์กรรมและสภาพการผลิต โดยปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสามารถแตกต่างกันได้ระหว่างประชากรสุกรขณะที่ปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของเนื้อและการสะสมไขมัน (Chaosap et al., 2024)

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบที่แตกต่างเด่นชัดของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์เมื่อเทียบกับเนื้อสุกรในท้องตลาดคือ ปริมาณไขมันที่สูงกว่า ซึ่งอาจเป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญต่อการผลิตชาแฮมหมักเกลือ เนื่องจากไขมันมีส่วนต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ความชุ่มฉ่ำ ตลอดจนการพัฒนากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการบ่ม

จากผลการศึกษาด้านคุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์ พบว่าเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์มีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชาแฮมหมักเกลือ โดยมีจุดเด่นด้านความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดี ช่วยลดการสูญเสียน้ำในระหว่างการจัดการและแปรรูปเบื้องต้น รวมทั้งมีปริมาณไขมันสูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาด ซึ่งมีส่วนช่วยด้านความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และการพัฒนากลิ่นรสระหว่างการบ่ม ขณะที่ปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเนื้อสุกรในท้องตลาด สำหรับด้านสี แม้ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองจะแตกต่างกัน แต่ค่าความสว่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้งด้านการอุ้มน้ำ องค์ประกอบทางเคมี และลักษณะสี จึงสนับสนุนศักยภาพของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์ในการนำไปผลิตชาแฮมหมักเกลือ

5.1.2 กระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือ

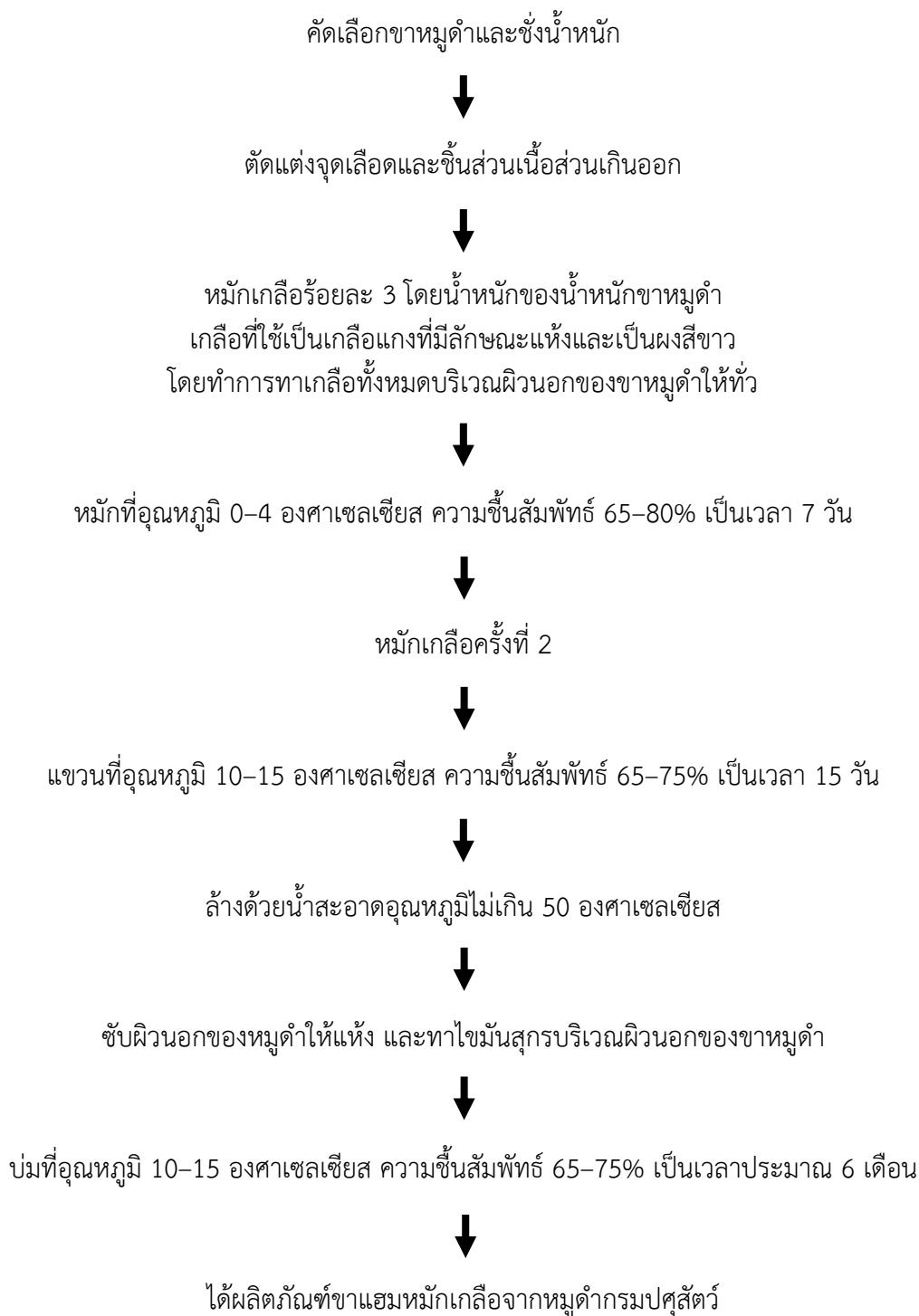
จากผลการศึกษาด้านคุณภาพเนื้อของหมูดำกรมปศุสัตว์ พบว่ามีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชาแฮมหมักเกลือ จึงนำขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์มาผลิตชาแฮมหมักเกลือ โดยประยุกต์สูตรและกระบวนการผลิตชาแฮมหมักเกลือของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

5.1.2.1 กระบวนการผลิตชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์

การผลิตใช้ขาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์จำนวน 5 ขา จากสุกร 5 ตัว ตัดแต่งขาหลังให้มีรูปทรงเหมาะสมและซังน้ำหนักเริ่มต้น จากนั้นหมักด้วยเกลือในอัตราร้อยละ 3 ของน้ำหนักวัตถุดิบ นำไปหมักที่อุณหภูมิ 0–4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–80 เป็นเวลา 7 วัน และดำเนินการหมักเกลือครั้งที่ 2 เพื่อให้เกลือแพร่เข้าสู่เนื้ออย่างต่อเนื่องและทั่วถึง ภายหลังการหมักเกลือ นำขาแฮมไปแขวนพักที่อุณหภูมิ 10–15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–75 เป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้เกลือกระจายเข้าสู่เนื้อส่วนลึกและเกิดการสูญเสียอย่างค่อยเป็นค่อยไป จากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ทำให้ผิวแห้ง และทาไขมันบริเวณผิวเนื้อ เพื่อลดการสูญเสีย น้ำบริเวณผิวที่รวดเร็วเกินไป และช่วยให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ขาแฮมที่ผ่านการเตรียมนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 10–15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65–75 เป็นระยะเวลาประมาณ 6 เดือน โดยควบคุมสภาวะของห้อง

บ่มและติดตามน้ำหนักของขาแฮมระหว่างการบ่ม เมื่อครบระยะเวลาจึงนำผลิตภัณฑ์ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ต่อไป

ลำดับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์



5.1.2.2 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ภายหลังสิ้นสุดกระบวนการบ่ม ได้ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ โดยประเมินค่าสีในระบบ CIE Lab* และลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Warner-Bratzler Shear Force (WBSF) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขาแฮมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

1) การประเมินค่าสี ผลการตรวจวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์ขาแฮมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขาแฮมที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	L*	a*	b*
ขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์	44.60 $\pm$ 1.21 ^b	8.50 $\pm$ 0.43 ^a	8.72 $\pm$ 0.34 ^b
ขาแฮมในท้องตลาด	48.97 $\pm$ 0.84 ^a	6.57 $\pm$ 0.33 ^b	10.62 $\pm$ 0.32 ^a

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า L* เท่ากับ 44.60 $\pm$ 1.21 ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ขาแฮมในท้องตลาดซึ่งมีค่า 48.97 $\pm$ 0.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีลักษณะสีเข้มกว่า สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a*) พบว่าขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า 8.50 $\pm$ 0.43 สูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดซึ่งมีค่า 6.57 $\pm$ 0.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นสีแดงมากกว่า ขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า 8.72 $\pm$ 0.34 ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดซึ่งมีค่า 10.62 $\pm$ 0.32 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สีของผลิตภัณฑ์เนื้อเป็นคุณลักษณะสำคัญด้านลักษณะปรากฏ โดยค่า L* แสดงความสว่าง ค่า a* แสดงความเป็นสีแดง และค่า b* แสดงความเป็นสีเหลือง สีของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อได้รับอิทธิพลจากปริมาณและสถานะทางเคมีของไมโอโกลบิน ตลอดจนค่า pH ปริมาณน้ำในเนื้อ และกระบวนการแปรรูป (สัญญา จตุรสิทธา, 2555) สำหรับผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือ การเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างกระบวนการผลิตยังสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำ การเพิ่มความเข้มข้นขององค์ประกอบภายในเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุระหว่างการบ่ม โดยการศึกษาผลิตภัณฑ์ dry-cured ham พบว่าค่าสีสามารถแตกต่างกันตามชนิดของกล้ามเนื้อและสภาวะที่ได้รับระหว่างกระบวนการผลิต (García-Esteban et al., 2003)

2) การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ประเมินด้วยวิธี Warner-Bratzler Shear Force โดยพิจารณาค่า Maximum Shear Force ซึ่งแสดงแรงสูงสุดที่ใช้ในการตัดผ่านตัวอย่าง และค่า Work of Shearing ในการตัดผ่านตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	Maximum Shear Force (N) ^{ns}	Work of Shearing (N.mm) ^{ns}
ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์	31.18 ± 8.36	0.0034 ± 0.0009
ชาแฮมในท้องตลาด	25.48 ± 5.04	0.0036 ± 0.0008

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับ ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า Maximum Shear Force เท่ากับ 31.18 ± 8.36 นิวตัน ขณะที่ผลิตภัณฑ์ชาแฮมในท้องตลาดมีค่า 25.48 ± 5.04 นิวตัน แม้ว่าผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า Work of Shearing ของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 0.0034 ± 0.0009 และ 0.0036 ± 0.0008 นิวตันมิลลิเมตร ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกัน

การที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด กระบวนการหมักเกลือและการบ่มที่ใช้ในการศึกษาสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์ให้อยู่ในระดับที่เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่นำมาใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบได้

เมื่อพิจารณาคูณภาพทางกายภาพโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีลักษณะสีแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยมีสีเข้มและมีความเป็นสีแดงมากกว่า ขณะที่ลักษณะเนื้อสัมผัสจากค่าแรงตัดผ่านไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีลักษณะทางกายภาพเฉพาะด้านสี ขณะเดียวกันยังสามารถพัฒนาเนื้อสัมผัสให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดได้

5.1.2.3 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์

ภายหลังสิ้นสุดกระบวนการบ่ม ได้ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ และเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ค่า pH และค่ากิจกรรมของน้ำ (Water Activity; a_w) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่จำหน่ายในท้องตลาด

รายการ	ชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์	ชาแฮมในท้องตลาด
ความชื้น (%) ^{ns}	57.67 ± 2.50	59.99 ± 1.30
โปรตีน (%) ^{ns}	23.54 ± 0.40	22.80 ± 0.70
ไขมัน (%) ^{ns}	4.57 ± 2.86	5.20 ± 1.50
เถ้า (%) ^{ns}	3.87 ± 1.10	4.10 ± 0.45
pH	5.97 ± 0.06 ^b	6.20 ± 0.05 ^a
a _w	0.8832 ± 0.0025 ^a	0.8691 ± 0.0015 ^b

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์มีความชื้นร้อยละ 57.67 ± 2.50 ขณะที่ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีความชื้นร้อยละ 59.99 ± 1.30 โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มมีปริมาณความชื้นโดยรวมอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน แม้ว่า จะผลิตจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

ปริมาณโปรตีนของชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 23.54 ± 0.40 ขณะที่ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 22.80 ± 0.70 โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณไขมันและเถ้า ซึ่งชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.57 ± 2.86 และ 3.87 ± 1.10 ตามลำดับ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 5.20 ± 1.50 และ 4.10 ± 0.45 ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การที่องค์ประกอบทางเคมีหลักของผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบพื้นฐานด้านความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าอยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทั้งนี้ องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มแห้งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบของเนื้อวัตถุดิบ ปริมาณไขมัน ปริมาณเกลือ ระยะเวลาและสภาวะการบ่ม ตลอดจนระดับการสูญเสียไอน้ำระหว่างกระบวนการผลิต โดยการสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่มทำให้ องค์ประกอบที่ไม่ระเหย เช่น โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุ มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ (สัญญา จตุรสิทธา, 2555)

นอกจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนขององค์ประกอบจากการสูญเสียไอน้ำแล้ว ในระหว่างการบ่มยังเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโปรตีนและไขมัน โดยโปรตีนกลั่นเนื้อเกิดกระบวนการ proteolysis ทำให้เกิดเปปไทด์และกรดอะมิโนอิสระ ขณะที่ไขมันเกิดกระบวนการ lipolysis ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ ซึ่งสารที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทั้งสองมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนากลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มแห้ง (Toldrá et al., 1997)

สำหรับค่า pH พบว่า ชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ย 5.97 ± 0.06 ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.20 ± 0.05 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า pH เป็นคุณสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของโปรตีน ความสามารถในการอุ้มน้ำ สี เนื้อสัมผัส ตลอดจนการ

ทำงานของเอนไซม์และการเจริญของจุลินทรีย์ (สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา, 2555) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของค่า pH ระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มไม่สามารถอธิบายจากชนิดของวัตถุดิบเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากสภาวะการหมักเกลือ ระยะเวลาการบ่ม อุณหภูมิ ความชื้น และองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ล้วนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ระหว่างกระบวนการผลิต

ค่ากิจกรรมของน้ำของชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ย 0.8832 ± 0.0025 สูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดซึ่งมีค่า 0.8691 ± 0.0015 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แม้ว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่า a_w แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณความชื้นทั้งหมดและปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ในปฏิกิริยาทางเคมีหรือการเจริญของจุลินทรีย์ไม่ได้มีความหมายเหมือนกัน เนื่องจากค่า a_w ยังได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบที่สามารถจับน้ำในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะเกลือและสารละลายต่าง ๆ ที่อยู่ในเนื้อ การหมักเกลือและการทำแห้งเป็นกระบวนการสำคัญในการลดค่า a_w ของ dry-cured ham โดยเกลือมีบทบาททั้งต่อการเคลื่อนย้ายของน้ำ ความคงตัวของจุลชีววิทยา และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการบ่ม ทั้งนี้ ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ยังขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือ การสูญเสีย น้ำ อุณหภูมิ ระยะเวลาการบ่ม และสภาวะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วน จึงควรพิจารณาค่า a_w ร่วมกับค่า pH และผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในการประเมินความปลอดภัยและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยรวม ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมักดำกรมปศุสัตว์มีองค์ประกอบทางเคมีหลัก ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ชาแฮมในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ค่า pH ต่ำกว่าและค่า a_w สูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แต่ยังคงมีความแตกต่างด้านสภาวะทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะค่า a_w ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรนำไปพิจารณาพร้อมกับผลการตรวจทางจุลชีววิทยาและการศึกษาอายุการเก็บรักษา เพื่อประเมินความคงตัวและกำหนดสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ต่อไป

5.1.2.4 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมักดำกรมปศุสัตว์ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยตรวจวิเคราะห์ *Escherichia coli* (E. coli) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC) และยีสต์และรา (Yeast and Mold) สำหรับ TPC และ Yeast and Mold แปลงข้อมูลเป็น $\log_{10}$ CFU/g ก่อนวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มด้วย Independent Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมักดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมที่จำหน่ายในท้องตลาด

รายการ	ชาแฮมหมักดำกรมปศุสัตว์	ชาแฮมในท้องตลาด
E. coli (MPN/g) ^{ns}	<3.0 ทุกตัวอย่าง	<3.0 ทุกตัวอย่าง
Total Plate Count ($\log_{10}$ CFU/g) ^{ns}	3.49 ± 0.11	3.42 ± 0.09
Yeast and Mold ($\log_{10}$ CFU/g) ^{ns}	1.75 ± 0.12	1.66 ± 0.12

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับ ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ทั้ง 5 ตัวอย่างมีปริมาณ *E. coli* ต่ำกว่า 3.0 MPN/g เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชาแฮมในท้องตลาด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มมีการปนเปื้อนของ *E. coli* อยู่ในระดับต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวิเคราะห์ โดย *E. coli* สามารถใช้เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ด้านสุขลักษณะของกระบวนการผลิตและการจัดการผลิตภัณฑ์อาหารได้

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ย $3.49 \pm 0.11 \log_{10} \text{CFU/g}$ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ย $3.42 \pm 0.09 \log_{10} \text{CFU/g}$ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

สำหรับปริมาณยีสต์และรา พบว่าชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่าเฉลี่ย $1.75 \pm 0.12 \log_{10} \text{CFU/g}$ และผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ย $1.66 \pm 0.12 \log_{10} \text{CFU/g}$ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยีสต์และราเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อที่ผ่านกระบวนการทำแห้งและบ่ม เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะที่มีค่ากิจกรรมของน้ำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการควบคุมความชื้น ค่า a_w สุขลักษณะในการผลิต และสภาวะการเก็บรักษาจึงมีความสำคัญต่อการควบคุมการเจริญของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ (รังสินี โสธรวิทย์, 2553)

เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการวิเคราะห์ค่า a_w ในหัวข้อ 5.1.2.3 ซึ่งพบว่าชาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่า a_w เท่ากับ 0.8832 ± 0.0025 แสดงให้เห็นว่าการหมักเกลือ การทำแห้ง และการควบคุมสภาวะระหว่างการบ่มมีส่วนในการลดปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า และข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานร่วมกับการศึกษาอายุการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียสในขั้นตอนต่อไป

5.1.3 อายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ภายหลังสิ้นสุดกระบวนการบ่มในหัวข้อ 5.1.2 ซึ่งได้ประเมินคุณภาพทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แล้ว จึงนำผลิตภัณฑ์มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเพื่อประเมินความคงตัวและกำหนดอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ มีผลการศึกษา ดังนี้

5.1.3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส โดยตรวจวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) ปริมาณความชื้น และค่าสี L^* , a^* และ b^* ผลการศึกษาดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลา การเก็บรักษา (สัปดาห์)	pH	a_w ^{ns}	ความชื้น (%) ^{ns}	L^* ^{ns}	a^* ^{ns}	b^* ^{ns}
0	5.97 ± 0.06^a	0.8832 ± 0.0025	57.67 ± 2.50	44.60 ± 1.21	8.50 ± 0.43	8.72 ± 0.34
1	5.96 ± 0.06^a	0.8830 ± 0.0030	57.79 ± 2.79	44.50 ± 1.25	8.52 ± 0.49	8.60 ± 0.40
2	5.94 ± 0.05^{ab}	0.8833 ± 0.0019	57.60 ± 2.65	44.45 ± 1.30	8.48 ± 0.46	8.83 ± 0.64
3	5.92 ± 0.06^b	0.8821 ± 0.0039	58.01 ± 2.61	44.22 ± 1.55	8.52 ± 0.57	8.67 ± 0.42
4	5.91 ± 0.07^b	0.8830 ± 0.0031	57.72 ± 2.66	44.58 ± 0.84	8.42 ± 0.49	8.67 ± 0.43

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า ค่า pH ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา จาก 5.97 ± 0.06 ในสัปดาห์ที่ 0 เป็น 5.91 ± 0.07 ในสัปดาห์ที่ 4 โดยระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่า pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีขนาดเพียง 0.06 หน่วย แสดงให้เห็นว่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงในระดับค่อนข้างต่ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.8821–0.8833 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณความชื้นซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 57.60–58.01 และไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำและสถานะของน้ำในผลิตภัณฑ์มีความคงตัวค่อนข้างดี ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการที่ผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการหมักเกลือและบ่มจนมีค่า a_w ค่อนข้างต่ำ ประกอบกับการบรรจุสุญญากาศช่วยลดการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์กับสภาพแวดล้อมภายนอก สำหรับค่าสี พบว่าค่า L^* , a^* และ b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p > 0.05$) โดยค่า L^* อยู่ในช่วง 44.22–44.60 ค่า a^* อยู่ในช่วง 8.42–8.52 และค่า b^* อยู่ในช่วง 8.60–8.83 แสดงให้เห็นว่าความสว่าง ความเป็นสีแดง และความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มีความคงตัวตลอดระยะเวลาการศึกษา การบรรจุแบบสุญญากาศช่วยลดการสัมผัสกับออกซิเจน จึงอาจช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุและองค์ประกอบต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของสีเกิดขึ้นในระดับต่ำ

โดยสรุป ผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส มีคุณภาพทางกายภาพและเคมีค่อนข้างคงตัวตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ แม้ค่า pH จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีขนาดการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ขณะที่ค่า a_w ปริมาณความชื้น และค่าสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5.1.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยาระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยาระหว่างการเก็บรักษา ผลการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	TPC (CFU/g)	Yeast and Mold (CFU/g)	E. coli (MPN/g)
0	9.30×10^4	6.40×10^4	<3
1	8.37×10^4	6.02×10^4	<3
2	7.47×10^4	5.57×10^4	<3
3	7.93×10^4	5.13×10^4	<3
4	8.67×10^4	5.63×10^4	<3

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) มีความผันแปรเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยลดลงจาก 9.30×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 0 เป็น 7.47×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงปลายการเก็บรักษา และมีค่า 8.67×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 4 ส่วนปริมาณยีสต์และราลดลงจาก 6.40×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 0 เป็น 5.13×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 5.63×10^4 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 4 โดยภาพรวมไม่พบการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของจุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มตามระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับ E. coli พบในระดับน้อยกว่า 3 MPN/g ทุกช่วงเวลาที่ตรวจวิเคราะห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 4

เมื่อพิจารณาตามความปลอดภัยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ. 2563 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค พบว่าประกาศดังกล่าวกำหนดเกณฑ์สำหรับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามประเภทของอาหาร แต่ไม่ได้ใช้ค่า TPC ปริมาณยีสต์และรา หรือ E. coli ทั่วไป เป็นเกณฑ์โดยตรงสำหรับตัดสินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือ ดังนั้น ผลการตรวจทั้ง 3 รายการในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา แต่ยังไม่สามารถยืนยันเพียงลำพังว่าผลิตภัณฑ์ผ่านข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามประกาศดังกล่าวได้ การยืนยันความปลอดภัยสำหรับการผลิตเพื่อจำหน่ายจึงควรตรวจจุลินทรีย์ก่อโรคที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมตามประเภทของอาหารและข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจ E. coli ที่น้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สามารถรักษาคุณภาพด้านสุขลักษณะได้ค่อนข้างดีในช่วงเวลาที่ศึกษา ขณะที่ TPC และยีสต์และราไม่พบแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาร่วมกับผลในหัวข้อ 5.1.3.1 ซึ่งพบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์อยู่ประมาณ 0.88 และไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าสถานะของผลิตภัณฑ์ร่วมกับการบรรจุสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส มีส่วนช่วยชะลอการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

นอกจากนี้ García-Esteban et al. (2004) ศึกษาหาแฮมหมักแห้งหั่นแผ่นที่บรรจุแบบสุญญากาศและแบบปรับบรรยากาศเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยติดตามค่าสี เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าการเก็บรักษาภายใต้สภาวะดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาอย่างชัดเจน และไม่พบความแตกต่างเด่นชัดด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยาระหว่างระบบบรรจุ ผลดังกล่าวสนับสนุนว่าการบรรจุสุญญากาศสามารถใช้รักษาคุณภาพของขาแฮมหมักแห้งระหว่างการเก็บรักษาได้ เมื่อควบคุมคุณภาพเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาอย่างเหมาะสม

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ เมื่อบรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพที่ดีด้านกายภาพและเคมีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยค่า a_w ความชื้น และค่าสีมีความคงตัว ส่วนค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยา ไม่พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรา ขณะที่ *E. coli* อยู่ในระดับต่ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จึงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สามารถรักษาคุณภาพได้ตลอดระยะเวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ภายใต้สภาวะดังกล่าว

5.1.4 ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค โดยประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือที่จำหน่ายในท้องตลาด ใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ผู้บริโภคแต่ละคนประเมินผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ตั้งแต่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

คุณลักษณะ	ขาแฮมหมูดำกรมปศุสัตว์	ขาแฮมในท้องตลาด
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.17 ± 1.70	6.20 ± 1.58
สี ^{ns}	5.80 ± 1.61	6.07 ± 1.53
เนื้อสัมผัส ^{ns}	5.57 ± 1.83	5.67 ± 2.14
กลิ่น ^{ns}	5.60 ± 1.85	5.67 ± 1.88
รสชาติ ^{ns}	5.77 ± 1.59	5.93 ± 1.93
กลิ่นรส ^{ns}	5.43 ± 1.87	5.73 ± 1.78
ความชอบโดยรวม ^{ns}	5.63 ± 1.63	5.73 ± 1.86

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อักษรกำกับ ns แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการประเมินพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ในทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์อยู่ในช่วงความรู้สึกตั้งแต่เฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย และมีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ และสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในด้านความชอบของผู้บริโภคได้

อย่างไรก็ตาม คะแนนด้านกลิ่นรสของชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์มีค่าต่ำกว่าคุณลักษณะอื่นเล็กน้อย แม้ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดทางสถิติ จึงเป็นประเด็นที่สามารถนำไปใช้พัฒนากระบวนการหมักเกลือและการบ่ม เพื่อปรับสมดุลของกลิ่นและรสชาติให้เหมาะสมกับความชอบของผู้บริโภคมากขึ้น

5.1.5 ต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่ายที่เหมาะสม

5.1.5.1 ผลผลิตและต้นทุนการผลิต

การคำนวณต้นทุนการผลิตใช้ข้อมูลจากการผลิตจริง โดยพิจารณาต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต รวมทั้งคำนึงถึงผลผลิตที่ได้หลังสิ้นสุดกระบวนการบ่มและตัดแต่ง เนื่องจากการผลิตชาแฮมหมักเกลือมีการสูญเสียน้ำระหว่างการบ่มและมีส่วนที่สูญเสียจากการเลาะกระดูกและตัดแต่ง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อต้นทุนของผลิตภัณฑ์สำเร็จ

จากชาหมูดำกรมปศุสัตว์น้ำหนักเริ่มต้น 10.00 กิโลกรัม เมื่อผ่านการหมักเกลือและบ่มมีน้ำหนัก 7.31 กิโลกรัม และหลังเลาะกระดูกและตัดแต่งได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 5.63 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 56.30 หรือสามารถแบ่งบรรจุขนาด 100 กรัมได้ประมาณ 56 หน่วย

ต้นทุนการผลิตจำแนกเป็นต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต ตามแนวทางการคำนวณต้นทุนที่กำหนดไว้ในแผนการศึกษา (บุญนุษ ภูระหงษ์ และคณะ, 2564) แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ต้นทุนการผลิตชาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์

รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ชาหลังหมูดำกรมปศุสัตว์	10 กก.	200.00	2,000.00
เกลือทะเล	—	—	30.00
ถาดสำหรับ Skin Pack	56 ชิ้น	9.00	504.00
บล็อก/ฉลากบรรจุภัณฑ์	56 ชิ้น	15.00	840.00
ถุงซีล	56 ชิ้น	1.069	59.86
รวมวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์			3,433.86
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต			1,030.16
ต้นทุนการผลิตรวม			4,464.02
ภาษีมูลค่าเพิ่ม ร้อยละ 7			312.48
ต้นทุนสุทธิ			4,776.50

ข้อมูลต้นทุนดังกล่าวเป็นข้อมูลจากการผลิตเดิม โดยมีต้นทุนสุทธิรวม 4,776.50 บาท เมื่อคำนวณจากผลิตภัณฑ์สำเร็จ 5.63 กิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนประมาณ 848.40 บาทต่อกิโลกรัม หรือเมื่อแบ่งบรรจุประมาณ 56 หน่วย ขนาด 100 กรัม มีต้นทุนเฉลี่ย 85.29 บาทต่อหน่วย

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า นอกจากราคาชาหมีซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักแล้ว ผลผลิตหลังการบ่มและตัดแต่ง รวมถึงต้นทุนบรรจุภัณฑ์และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต มีผลต่อต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์โดยตรง โดยเฉพาะกระบวนการบ่มที่ต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นระยะเวลานาน ดังนั้น การวางแผนจำนวนผลิตภัณฑ์ต่อการผลิตให้เหมาะสมจึงมีส่วนช่วยกระจายค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและลดต้นทุนต่อหน่วยได้

5.1.5.2 การกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสม

การกำหนดราคาจำหน่ายใช้ต้นทุนสุทธิต่อหน่วยเป็นฐาน ซึ่งประยุกต์ใช้ตามแนวทางของปณณช ภูระหงษ์ และคณะ (2564) โดยผลิตภัณฑ์ขนาด 100 กรัมมีต้นทุนเฉลี่ย 85.29 บาทต่อหน่วย และกำหนดส่วนเพิ่มจากต้นทุนร้อยละ 50 เพื่อรองรับผลตอบแทน จากการผลิตและเป็นฐานในการกำหนดราคาจำหน่าย ได้ราคาจำหน่ายจากการคำนวณ 127.94 บาทต่อ 100 กรัม แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การกำหนดราคาจำหน่ายชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ ต่อขนาดบรรจุ 100 กรัม

รายการ	มูลค่า (บาท)
ต้นทุนสุทธิ	85.29
ส่วนเพิ่มจากต้นทุน ร้อยละ 50	42.65
ราคาจำหน่ายจากการคำนวณ	127.94
ราคาจำหน่ายที่เหมาะสม	130.00

จากผลการคำนวณ จึงเสนอราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือจากหมุดำกรมปศุสัตว์ที่ 130 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับราคาที่ได้จากการคำนวณและสะดวกต่อการนำไปใช้จริง ราคาดังกล่าวสะท้อนทั้งต้นทุนวัตถุดิบ การสูญเสียน้ำหนักระหว่างกระบวนการผลิต ต้นทุนการบ่มและบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนส่วนเพิ่มจากต้นทุนที่กำหนดไว้

เมื่อพิจารณาร่วมกับผลด้านคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และการยอมรับของผู้บริโภคที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ การแปรรูปชาหมุดำกรมปศุสัตว์เป็นชาแฮมหมักเกลือจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัตถุดิบไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าเพิ่ม โดยข้อมูลต้นทุนและราคาจำหน่ายที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับวางแผนการผลิตและการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การแปรรูปชาหมุดำกรมปศุสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ชาแฮมหมักเกลือสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัตถุดิบได้อย่างชัดเจน โดยชาหมูน้ำหนักเริ่มต้น 10 กิโลกรัม ราคา 200 บาทต่อกิโลกรัม มีมูลค่าวัตถุดิบ 2,000 บาท เมื่อผ่านกระบวนการผลิตได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จประมาณ 5.63 กิโลกรัม หรือประมาณ 56 หน่วย ขนาด 100 กรัม และกำหนดราคาจำหน่าย 130 บาทต่อหน่วย คิดเป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมประมาณ 7,280 บาท หรือสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบได้ประมาณ ร้อยละ 264 แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการแปรรูปในการยกระดับชาหมุดำกรมปศุสัตว์จากวัตถุดิบเนื้อสดไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง

จากนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในประเทศไทย ในช่วงเดือนสิงหาคม 2569 พบตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับใช้เปรียบเทียบ 3 ผลิตภัณฑ์ แสดงผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบราคาจำหน่ายขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์กับผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด	ขนาดบรรจุ	ราคา (บาท)
Prosciutto Cured Ham Ca'Dante	100 กรัม	140
Prosciutto Nostrano 100% Italian Cured Ham Leonardi	100 กรัม	175
Prosciutto Toscano D.O.P. Salcis	100 กรัม	230
ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์	100 กรัม	130

หมายเหตุ ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ข้างต้นมีรายการจำหน่ายในประเทศไทยในขนาดบรรจุ 100 กรัม ทำให้เปรียบเทียบราคาได้โดยตรง โดยพบราคา 140, 175 และ 230 บาทต่อ 100 กรัมตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือประเภท Prosciutto ที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนาด 100 กรัมมีราคาจำหน่ายแตกต่างกันตามแหล่งผลิต ระยะเวลาการบ่ม และระดับของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบ 3 รายการ ได้แก่ Prosciutto Cured Ham Ca'Dante ราคา 140 บาทต่อ 100 กรัม Prosciutto Nostrano 100% Italian Cured Ham Leonardi ราคา 175 บาทต่อ 100 กรัม และ Prosciutto Toscano D.O.P. Salcis ราคา 230 บาทต่อ 100 กรัม

ผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์มีต้นทุนสุทธิ 85.29 บาทต่อ 100 กรัม และเมื่อกำหนดส่วนเพิ่มจากต้นทุนร้อยละ 50 ได้ราคาจำหน่ายจากการคำนวณ 127.94 บาทต่อ 100 กรัม จึงกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมประมาณ 130 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือที่นำมาเปรียบเทียบในท้องตลาด

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ราคาจำหน่ายที่กำหนดขึ้นมีความสอดคล้องกับต้นทุนการผลิต และอยู่ในระดับที่สามารถแข่งขันด้านราคากับผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันในท้องตลาดได้ ขณะเดียวกันยังสะท้อนการเพิ่มมูลค่าขาหมูดำกรมปศุสัตว์จากวัตถุดิบเนื้อสดไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ บ่มแห้งที่มีมูลค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ราคาที่กำหนดจากการศึกษาครั้งนี้เป็นราคาเบื้องต้นจากต้นทุนการผลิตและการเปรียบเทียบราคาตลาด การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ควรพิจารณาปริมาณการผลิต ช่องทางจำหน่าย และค่าใช้จ่ายทางการตลาดเพิ่มเติม

5.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

ผลสำเร็จของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ไม่ได้จำกัดเฉพาะการได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แต่ครอบคลุมถึงการสร้างองค์ความรู้ด้านคุณภาพวัตถุดิบ การพัฒนากระบวนการผลิต การกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ การศึกษาความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา การประเมินการยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนข้อมูลด้านผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่ายที่สามารถนำไปใช้ประกอบการขยายผลได้ โดยสามารถสรุปผลสำเร็จเชิงคุณภาพได้ดังนี้

5.2.1 ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของเนื้อหมูดำกรมปศุสัตว์สำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง

ผลการศึกษาทำให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณภาพเนื้อหมูตำกรมปศุสัตว์ ทั้งด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ สี และองค์ประกอบทางเคมี โดยพบว่าเนื้อหมูตำกรมปศุสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีและมีปริมาณไขมันสูงกว่าเนื้อสุกรในท้องตลาด ขณะที่ปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คุณลักษณะดังกล่าวสนับสนุนศักยภาพของเนื้อหมูตำกรมปศุสัตว์ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อบ่ม ซึ่งต้องอาศัยคุณสมบัติของวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่มเป็นระยะเวลานาน ทำให้ได้ฐานข้อมูลสำหรับการเลือกใช้วัตถุดิบและเชื่อมโยงคุณภาพเนื้อกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ

5.2.2 ได้กระบวนการผลิตขาแฮมหมักเกลือที่เหมาะสมกับหมูตำกรมปศุสัตว์

ผลการดำเนินงานทำให้ได้กระบวนการผลิตขาแฮมหมักเกลือจากหมูตำกรมปศุสัตว์ ตั้งแต่การคัดเลือกและเตรียมขาหลัง การหมักเกลือ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นระหว่างการทำแห้งและการบ่ม การตัดแต่ง การสไลซ์ และการบรรจุแบบสุญญากาศ โดยใช้เนื้อขาหมูร้อยละ 97 และเกลือร้อยละ 3 และใช้ระยะเวลาการบ่มประมาณ 6 เดือน กระบวนการที่พัฒนาขึ้นสามารถผลิตขาแฮมหมักเกลือที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และเนื้อสัมผัสเหมาะสม โดยค่าแรงตัดผ่านไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสามารถประยุกต์กระบวนการผลิตเนื้อบ่มแห้งให้เหมาะสมกับวัตถุดิบหมูตำกรมปศุสัตว์และระบบการผลิตภายในประเทศได้

5.2.3 ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบขาแฮมหมักเกลือจากหมูตำกรมปศุสัตว์มีคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม โดยมีโปรตีนร้อยละ 23.54 ± 0.40 ความชื้นร้อยละ 57.67 ± 2.50 ค่า a_w เท่ากับ 0.8832 ± 0.0025 และค่า pH เท่ากับ 5.97 ± 0.06 ขณะที่การเปรียบเทียบเนื้อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การประเมินความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักหมูตำกรมปศุสัตว์ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

5.2.4 ได้ข้อมูลด้านความคงตัวและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้ได้ข้อมูลด้านความคงตัวของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยค่า a_w ปริมาณความชื้น และค่าสีมีความคงตัวตลอดการเก็บรักษา ขณะที่ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยาไม่พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรา และ E. coli อยู่ในระดับต่ำตลอดการศึกษา ผลดังกล่าวทำให้สามารถกำหนดได้ว่าผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูตำกรมปศุสัตว์สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ ภายใต้การบรรจุและสภาวะการเก็บรักษาดังกล่าว

5.2.5 ได้ข้อมูลด้านผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่ายสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

การศึกษาทำให้ได้ข้อมูลผลผลิตและต้นทุนที่สามารถใช้เป็นฐานสำหรับการวางแผนการผลิต โดยขาหมูตำกรมปศุสัตว์น้ำหนักเริ่มต้น 10.00 กิโลกรัม เมื่อผ่านกระบวนการผลิตและตัดแต่งแล้วได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 5.63 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 56.30 หรือประมาณ 56 หน่วย ขนาด 100 กรัม ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนสุทธิประมาณ 85.29 บาทต่อ 100 กรัม และเมื่อกำหนดส่วนเพิ่มจากต้นทุนร้อยละ 50 ได้ราคาจำหน่าย

จากการคำนวณ 127.94 บาทต่อ 100 กรัม จึงสามารถกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมในทางปฏิบัติประมาณ 130 บาทต่อ 100 กรัม ข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถเชื่อมโยงผลผลิตที่ได้จริงกับต้นทุนต่อหน่วยและราคาจำหน่าย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการวางแผนการผลิต การกำหนดขนาดบรรจุ และการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ในระดับที่สูงขึ้น

5.2.6 เกิดแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับหมูดำกรมปศุสัตว์

การพัฒนาขาแฮมหมักเกลือเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าขาหมูดำกรมปศุสัตว์อย่างเป็นรูปธรรม โดยขาหมูน้ำหนักเริ่มต้น 10.00 กิโลกรัม ราคา 200 บาทต่อกิโลกรัม มีมูลค่าวัตถุดิบ 2,000 บาท เมื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จได้ประมาณ 56 หน่วย ขนาด 100 กรัม และกำหนดราคาจำหน่าย 130 บาทต่อหน่วย คิดเป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมประมาณ 7,280 บาท หรือสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบได้ประมาณร้อยละ 264

ผลสำเร็จของงานจึงแสดงให้เห็นถึงการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการแปรรูปมาใช้อยกระดับขาหมูดำกรมปศุสัตว์จากการจำหน่ายในรูปวัตถุดิบเนื้อสดไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มมูลค่าสูง โดยเชื่อมโยงตั้งแต่คุณภาพวัตถุดิบ กระบวนการผลิต คุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนต้นทุนและราคาจำหน่าย ซึ่งสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการพัฒนาการผลิตในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

การดำเนินงานสามารถพัฒนาขาหมูดำกรมปศุสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือได้สำเร็จ โดยได้องค์ความรู้ตั้งแต่คุณภาพวัตถุดิบ กระบวนการผลิต คุณภาพผลิตภัณฑ์ ความคงตัวและอายุการเก็บรักษา การยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่าย ผลิตภัณฑ์มีผลผลิตหลังเลาะกระดูกและตัดแต่งร้อยละ 56.30 สามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 4 สัปดาห์เมื่อบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด ($p > 0.05$) นอกจากนี้ การแปรรูปยังสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบได้ประมาณร้อยละ 264 ผลการศึกษาจึงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของหมูดำกรมปศุสัตว์ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มมูลค่าสูง และได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลด้านการผลิตที่สามารถใช้เป็นฐานสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและขยายผลการใช้ประโยชน์ต่อไป

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

6.1 การนำไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ (Development of Cured Meat Ham Products from DLD Black Pigs) ได้รับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อเนื่องทั้งด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีการแปรรูป ด้านการถ่ายทอดองค์ความรู้ และด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ประโยชน์ โดยงานวิจัยได้สร้างองค์ความรู้ตั้งแต่คุณลักษณะของหมูดำกรมปศุสัตว์ในฐานะวัตถุดิบ การพัฒนากระบวนการผลิตขาแฮมหมักเกลือ การประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา คุณค่าทางโภชนาการ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส การศึกษาอายุการเก็บรักษา การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลผลิตและต้นทุนการผลิต ทำให้ได้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงจากหมูดำกรมปศุสัตว์ได้อย่างเป็นระบบ

6.1.1 การนำไปใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ

ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณลักษณะของหมูดำกรมปศุสัตว์และความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อบ่ม รวมถึงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังกระบวนการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่ม ซึ่งครอบคลุมคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุล

ชีววิทยา คุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส การยอมรับทางประสาทสัมผัส และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นฐานความรู้สำหรับการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มจากหมูดำกรมปศุสัตว์ รวมถึงเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงจากสุกรหรือวัตถุดิบปศุสัตว์ที่มีอัตลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ องค์ความรู้จากการวิจัยได้รับการเผยแพร่ในรูปแบบ โปสเตอร์วิชาการ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ (Development of Cured Meat Ham Products from DLD Black Pigs)” โดยนำเสนอสาระสำคัญตั้งแต่การศึกษาวัตถุดิบ การพัฒนากระบวนการผลิต และการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลการวิจัยได้รับการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนในกลุ่มนักวิจัย นักวิชาการ และบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

นอกจากนี้ ผลงานวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้รับการเผยแพร่ในงานแถลงข่าวการจัดงาน มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2568 (Thailand Research Expo 2025) เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2568 และจัดแสดงในงานมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ครั้งที่ 20 ระหว่างวันที่ 16–20 มิถุนายน 2568 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพมหานคร ภายในพื้นที่จัดแสดงผลงานของกรมปศุสัตว์ การเผยแพร่ในเวทีระดับประเทศดังกล่าวช่วยขยายผลการใช้ประโยชน์ด้านวิชาการและสร้างการรับรู้ถึงแนวทางการเพิ่มมูลค่าหมูดำกรมปศุสัตว์ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการแปรรูป

ผลงานยังได้รับการเผยแพร่ผ่านสื่อสาธารณะ โดยมีการนำเสนอผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหมูดำดอยตุงในรายการ “วันใหม่วาไรตี้” ทางสถานีโทรทัศน์ Thai PBS เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2568 ทำให้ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้รับการสื่อสารไปยังประชาชนและผู้สนใจในวงกว้าง และช่วยสร้างการรับรู้เกี่ยวกับศักยภาพของหมูดำดอยตุงในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์มูลค่าสูง

6.1.2 การนำไปใช้ประโยชน์ด้านเทคโนโลยี

ผลจากการวิจัยได้รับการรวบรวม วิเคราะห์ และพัฒนาต่อยอดเป็น “นวัตกรรมชุดเทคโนโลยีการผลิตแฮมหมักแห้งจากหมูดำกรมปศุสัตว์ (หมูดำดอยตุง)” (Innovative Technology Package for Dry-Cured Ham Production from DLD Black Pig (Doi Tung Black Pig)) ซึ่งเป็นการจัดระบบองค์ความรู้และกระบวนการผลิตให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นขั้นตอน โดยครอบคลุมการคัดเลือกและเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการหมักเกลือ การทำแห้งและการบ่ม การควบคุมคุณภาพและความปลอดภัย การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษา การบรรจุ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลผลิตและต้นทุนการผลิต

การพัฒนาเป็นชุดเทคโนโลยีทำให้องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยมีรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการผลิตและการถ่ายทอด โดยเชื่อมโยงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เข้ากับขั้นตอนการปฏิบัติงานและการควบคุมคุณภาพ ผู้ใช้เทคโนโลยีจึงสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการวางแผนการผลิต การกำหนดขั้นตอนการแปรรูป การควบคุมคุณภาพ การเลือกบรรจุภัณฑ์ และการวิเคราะห์ต้นทุนให้สอดคล้องกับบริบทของการผลิต

นวัตกรรมชุดเทคโนโลยีดังกล่าวได้รับการนำเสนอเป็น ผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่ใช้ประโยชน์ ภายใต้ชื่อ “นวัตกรรมชุดเทคโนโลยีการผลิตแฮมหมักแห้งจากหมูดำกรมปศุสัตว์ (หมูดำดอยตุง)” โดย นายกันยวิทย์ กันจินะ ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์ ระหว่างวันที่ 21–23 กรกฎาคม 2569 ณ โรงแรมคลาสสิค คามิโอ อูยธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเป็นการนำเสนอผลงานในมิติของการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อหมูดำให้เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง และแสดงถึงการนำผลการวิจัยมาพัฒนาเป็นชุดเทคโนโลยีที่สามารถใช้เป็นต้นแบบในการถ่ายทอดและขยายผลได้

6.1.3 การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยี

องค์ความรู้และเทคโนโลยีจากการวิจัยได้รับการนำไปถ่ายทอดให้แก่ วิสาหกิจชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ มูลนิธิพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ที่เกี่ยวข้อง

โดยตรงกับการผลิตและการแปรรูปหมูดำดอยตุง โดยการถ่ายทอดครอบคลุมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ การตัดแต่งซากหมูดำดอยตุงเพื่อเพิ่มมูลค่า การแปรรูปและตัดแต่งผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย รวมถึงการฝึกอบรม และสาธิตกระบวนการผลิตแฮมหมักเกลือ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มผู้ผลิตในพื้นที่ต้นทางของวัตถุดิบทำให้องค์ความรู้จากงานวิจัยถูกนำไปเชื่อมโยงกับการผลิตจริง โดยผู้รับการถ่ายทอดได้รับทั้งความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของวัตถุดิบ หลักการทางวิทยาศาสตร์ของกระบวนการผลิต วิธีการแปรรูป และแนวทางการควบคุมคุณภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม

ภายหลังการถ่ายทอด วิชาเอกชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ มุลินธิพัฒนาดอยตุง ได้นำองค์ความรู้ไปประยุกต์และต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ Premium Ham จากหมูดำดอยตุง และได้นำเสนอผลิตภัณฑ์ “พรีเมียมแฮมหมูดำดอยตุง” ภายในงานเวทีสี่สานกาสะลอง เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2568 โดยนำเสนอผลิตภัณฑ์ควบคู่กับเรื่องราวของวัตถุดิบ วิถีชุมชน และการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และนวัตกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลการดำเนินงานดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในระดับผู้ใช้โดยตรง เนื่องจากองค์ความรู้ที่ถ่ายทอดได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม และมีการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นไปเผยแพร่ต่อสาธารณะ จึงเป็นผลสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงงานวิจัยกับการใช้ประโยชน์ในพื้นที่อย่างชัดเจน

6.1.4 การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่ม

งานวิจัยทำให้ได้ข้อมูลด้านผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่ายที่สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนการผลิตได้ โดยซากหมูดำกรมปศุสัตว์น้ำหนักเริ่มต้น 10.00 กิโลกรัม เมื่อผ่านกระบวนการหมักเกลือ และการบ่มมีน้ำหนัก 7.31 กิโลกรัม และภายหลังการเลาะกระดูกและตัดแต่งได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 5.63 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 56.30 สามารถแบ่งบรรจุขนาด 100 กรัมได้ประมาณ 56 หน่วย ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประมาณการปริมาณวัตถุดิบ ผลผลิต และจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตแต่ละรอบ

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนพบว่า ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนสุทธิประมาณ 85.29 บาทต่อ 100 กรัม และเมื่อกำหนดส่วนเพิ่มจากต้นทุนร้อยละ 50 ได้ราคาจำหน่ายจากการคำนวณ 127.94 บาทต่อ 100 กรัม จึงกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมในทางปฏิบัติที่ 130 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แฮมหมักเกลือที่มีจำหน่ายในประเทศไทยในขนาดบรรจุ 100 กรัม ซึ่งมีราคาประมาณ 140–230 บาท พบว่าราคาที่กำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์จากหมูดำกรมปศุสัตว์อยู่ในระดับที่สามารถแข่งขันด้านราคาได้

เมื่อพิจารณาการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซากหมูดำกรมปศุสัตว์น้ำหนัก 10.00 กิโลกรัม ราคา 200 บาทต่อกิโลกรัม มีมูลค่าวัตถุดิบเริ่มต้น 2,000 บาท เมื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จประมาณ 56 หน่วย และจำหน่ายในราคา 130 บาทต่อ 100 กรัม จะมีมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมประมาณ 7,280 บาท หรือมีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากวัตถุดิบประมาณ 5,280 บาท คิดเป็นร้อยละ 264 ของมูลค่าวัตถุดิบเริ่มต้น แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำเทคโนโลยีการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่มมาใช้ยกระดับซากหมูดำกรมปศุสัตว์จากวัตถุดิบเนื้อสดไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง

6.2 ผลกระทบ

ผลกระทบจากผลงานวิจัยเกิดขึ้นทั้งในระดับผู้ใช้ประโยชน์ ชุมชน หน่วยงาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ โดยงานวิจัยทำให้เกิดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสำหรับการใช้ประโยชน์จากหมูดำกรมปศุสัตว์ ตั้งแต่การประเมินคุณภาพวัตถุดิบ การพัฒนากระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพและการเก็บรักษา การประเมินการยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนการวิเคราะห์ผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่าย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นฐานสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงได้

6.2.1 ผลกระทบต่อผู้ใช้ประโยชน์และชุมชน

ผลกระทบทางตรงที่เกิดขึ้น คือ วิชาหกิจชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ มุลินธิพัฒนาดอยตุง ซึ่งเป็นผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถนำองค์ความรู้จากงานวิจัยไปประยุกต์และต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ Premium Ham จากหมูดำดอยตุง ทำให้กลุ่มมีทางเลือกในการแปรรูปหมูดำดอยตุงเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงเพิ่มขึ้น และสามารถนำวัตถุดิบที่มีอัตลักษณ์ของพื้นที่มาเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ด้านการแปรรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะ

การนำผลิตภัณฑ์ Premium Ham หมูดำดอยตุงไปนำเสนอภายในงานเวทีสี่สัณหาสะลอง ยังเป็นการขยายผลจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ โดยเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์เข้ากับอัตลักษณ์ของหมูดำดอยตุงและวิถีชุมชน สะท้อนให้เห็นว่าชุดเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปปรับใช้กับวัตถุดิบของกลุ่มผู้ผลิตและต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มได้จริง

6.2.2 ผลกระทบต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มหมูดำกรมปศุสัตว์

ผลงานวิจัยช่วยเพิ่มรูปแบบการใช้ประโยชน์จากหมูดำกรมปศุสัตว์ โดยนำขาหลังมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือผ่านกระบวนการหมักเกลือ การทำแห้ง และการบ่ม เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง จากขาหมูน้ำหนักเริ่มต้น 10.00 กิโลกรัม มูลค่าวัตถุดิบ 2,000 บาท เมื่อผ่านกระบวนการผลิตได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 5.63 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 56.30 หรือประมาณ 56 หน่วย ขนาดบรรจุ 100 กรัม เมื่อกำหนดราคาจำหน่าย 130 บาทต่อหน่วย จะมีมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมประมาณ 7,280 บาท เพิ่มขึ้นจากมูลค่าวัตถุดิบประมาณ 5,280 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 264 ของมูลค่าวัตถุดิบเริ่มต้น แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการแปรรูปในการเพิ่มมูลค่าให้แก่ขาหมูดำกรมปศุสัตว์อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ ร้อยละดังกล่าวเป็นการเปรียบเทียบมูลค่าผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูปกับมูลค่าวัตถุดิบเริ่มต้น มิใช่อัตรากำไรจากการผลิต

การสร้างมูลค่าเพิ่มดังกล่าวมีข้อมูลจากการวิจัยรองรับตั้งแต่คุณภาพของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ ความคงตัวและอายุการเก็บรักษา การยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนผลผลิต ต้นทุน และการกำหนดราคาจำหน่าย โดยผลิตภัณฑ์มีต้นทุนสุทธิประมาณ 85.29 บาทต่อ 100 กรัม และกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมที่ 130 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ขาแฮมหมักเกลือที่นำมาใช้เปรียบเทียบในท้องตลาดที่มีราคาประมาณ 140–230 บาทต่อ 100 กรัม จึงแสดงให้เห็นถึงการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการแปรรูปมาพัฒนาหมูดำกรมปศุสัตว์ให้เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงที่มีข้อมูลด้านคุณภาพ ต้นทุน และราคาเป็นพื้นฐานสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์และต่อยอดการผลิต

6.2.3 ผลกระทบต่อการพัฒนางานของหน่วยงาน

ในระดับกองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์และกรมปศุสัตว์ ผลงานวิจัยทำให้เกิดองค์ความรู้และต้นแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูงที่ครอบคลุมตั้งแต่การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบ การพัฒนากระบวนการแปรรูป การประเมินคุณภาพและความปลอดภัย การศึกษาความคงตัวและอายุการเก็บรักษา การประเมินการ

ยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนการวิเคราะห์ผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่าย ก่อนนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดแก่ผู้ใช้ประโยชน์

องค์ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสัตว์พันธุ์พื้นเมือง สัตว์ในโครงการส่งเสริม หรือวัตถุดิบปศุสัตว์ที่มีอัตลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเลือกวัตถุดิบและออกแบบกระบวนการแปรรูปให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

นอกจากนี้ การพัฒนาผลงานเป็น ชุดเทคโนโลยีการผลิตฯ แสมหมักเกลือจากหมูดำกรมปศุสัตว์ ยังช่วยเพิ่มองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อบ่มของหน่วยงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการฝึกอบรม การสาธิต การถ่ายทอดเทคโนโลยี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกับเกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการได้

6.2.4 ผลกระทบด้านการเผยแพร่และการสร้างการรับรู้

การเผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์วิชาการ การจัดแสดงผลงานในนิทรรศการงานวิจัยแห่งชาติ 2568 การนำเสนอเป็นผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่ใช้ประโยชน์ในงานประชุมวิชาการปศุสัตว์ และการเผยแพร่ผ่านรายการวันใหม่ว่าไรต์ ทางสถานีโทรทัศน์ Thai PBS ทำให้ผลงานวิจัยได้รับการเผยแพร่ไปยังกลุ่มเป้าหมายหลายระดับ ทั้งนักวิจัย นักวิชาการ บุคลากรภาครัฐ ผู้ประกอบการ และประชาชนทั่วไป ช่วยสร้างการรับรู้ถึงศักยภาพของหมูดำกรมปศุสัตว์ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มูลค่าสูง และแสดงให้เห็นบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารในการยกระดับวัตถุดิบปศุสัตว์ไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมูลค่าเพิ่ม

การเผยแพร่ในหลายรูปแบบยังช่วยขยายผลจากงานวิจัยไปสู่การรับรู้และการใช้ประโยชน์ในวงกว้างมากขึ้น ทั้งในระดับวิชาการ ระดับผู้ปฏิบัติงาน และระดับสาธารณะ ซึ่งสนับสนุนการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ในพื้นที่อื่นต่อไป

6.2.5 ผลกระทบต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์มูลค่าสูง

ผลงานวิจัยก่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์มูลค่าสูงที่เริ่มจากการศึกษาคุณลักษณะของวัตถุดิบ แล้วนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิต ก่อนประเมินผลิตภัณฑ์ทั้งด้านคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา ความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา การยอมรับของผู้บริโภค ตลอดจนผลผลิต ต้นทุน และราคาจำหน่าย ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่ได้มุ่งเพียงการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แต่ครอบคลุมข้อมูลที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ประโยชน์จริง

แนวทางดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสัตว์พันธุ์พื้นเมืองหรือวัตถุดิบปศุสัตว์ที่มีอัตลักษณ์ของพื้นที่อื่น โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนการกำหนดจุดเด่นของวัตถุดิบ ควบคู่กับการเลือกเทคโนโลยีการแปรรูปที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเฉพาะ มีมูลค่าสูงขึ้น และสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่เกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการได้อย่างเป็นระบบ

7. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

การดำเนินงานมีหลายขั้นตอนและต้องใช้ระยะเวลาในการหมัก การทำแห้ง และการบ่ม รวมทั้งต้องประสานการใช้เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และการตรวจวิเคราะห์หลายรายการให้สอดคล้องกับแผนการตลาด จึงต้องมีการบริหารจัดการระยะเวลาและทรัพยากรอย่างเหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และได้ข้อมูลครบถ้วนตามวัตถุประสงค์

8. ข้อเสนอแนะ

ควรนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยไปพัฒนาต่อยอดในระดับการผลิตที่เหมาะสม พร้อมทั้งกำหนดแนวทางควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความชัดเจน รวมถึงขยายผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังกลุ่มเกษตรกร วิทยาลัยชุมชน และผู้ประกอบการที่มีศักยภาพ ตลอดจน ขยายผลสู่พื้นที่อื่นที่มีความพร้อมด้านวัตถุดิบ การผลิต และการแปรรูป เพื่อเพิ่มโอกาสในการพัฒนาหัตถกรรมปศุสัตว์ เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง และส่งเสริมการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ในวงกว้างอย่างต่อเนื่อง

9. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2563. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ. 2563 ออกตามความใน พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และ วิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 137 ตอนพิเศษ 237 ง, หน้า 9-19.
- กรวรรณ ศรีงาม, ศุภมิตร เมฆฉาย, ประภาส มหินชัย และวรรณพร ทะพิงค์แก. 2559. *โครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตสุกรบนพื้นที่สูง โครงการย่อยที่ 2: การปรับปรุงพันธุ์สุกรลูกผสม (พันธุ์พื้นเมือง) เพื่อให้เหมาะสมกับการเลี้ยงบนพื้นที่สูง*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.
- ทศพล มุลมณี, สุชน ตั้งทวีวัฒน์, กัญญารัตน์ พวงเจริญ และปณณะวุฒม์ ยะมา. 2560. *ชุดโครงการวิจัยเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตสุกรบนพื้นที่สูง โครงการย่อยที่ 1 การคัดเลือก ปรับปรุงพันธุ์สุกรลูกผสม และการทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสม*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.
- เนตรอนงค์ ผลเกตุ, จันทพร เจ้าทรัพย์, พรณิภา ศิวัชรพิรุฬห์เทพ, กมล ฉวีวรรณ, วิไลวรรณ แทนธานี และ รัชชัย สิทธิไกรพงษ์. 2564. ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และ คุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองไทย. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 39(1): 49-56.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2553. *เคมีอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ประภาส มหินชัย, สุรศักดิ์ โสภณจิตร และสายพิน เจริญสนองกุล. 2548. *มูลนิธิโครงการหลวง: การคัดเลือก และการปรับปรุงพันธุ์สุกรพื้นเมืองในภาคเหนือของประเทศไทย*. ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ เชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. *บรรจุภัณฑ์อาหาร*. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

- บุญยงษ์ ภูระหงษ์, ธราธิป ภูระหงษ์ และภุมรินทร์ ธงมา. 2564. การคำนวณต้นทุนการผลิตผ่านแอปพลิเคชันกรณีศึกษา ปลาสาม ตำบลไชยบุรี อำเภอนาทม จังหวัดนครพนม. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*. 14(2): 107–117.
- เพ็ญขวัญ ขมปรีดา. 2556. *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค*. พิมพ์ครั้งที่ 2. วิสตา อินเทอร์เน็ต, กรุงเทพฯ.
- รังสิณี โสธรวิทย์. 2553. *เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.
- สัณชัย จตุรสีธา. 2550. *การจัดการเนื้อสัตว์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่.
- สัณชัย จตุรสีธา. 2555. *เทคโนโลยีเนื้อสัตว์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่.
- สุธิดา อัครชนียากร, สุธาสินี ปริญาณัฐ และฉัตรชนก กิจทวี. 2557. การผลิตแฮมสุกจากปลาดุกอุยเทศ. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 24(3): 585–595.
- American Meat Science Association (AMSA). 2015. *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat*. 2nd ed., Version 1.01. American Meat Science Association, Champaign, Illinois.
- AOAC International. 2019. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 21st ed. G.W. Latimer, Jr. (ed.). AOAC International, Rockville, Maryland.
- Chaosap, C., K. Chaweewan, K.D. Adeyemi, N. Phonkate and R. Sitthigripong. 2024. Meat characteristics, expression of myosin heavy chain and metabolism-related genes in Thai native pigs. *Foods*. 13(10): 1502. doi:10.3390/foods13101502.
- García-Esteban, M., D. Ansorena and I. Astiasarán. 2004. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: Effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*. 67(1): 57–63. doi:10.1016/j.meatsci.2003.09.005.
- Glinoubol, J., S. Jaturasitha, P. Mahinchai, M. Wicke and M. Kreuzer. 2015. Effects of crossbreeding Thai Native or Duroc pigs with Pietrain pigs on carcass and meat quality. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 5: 133–138. doi:10.1016/j.aaspro.2015.08.020.
- Toldrá, F. 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*. 49(Suppl. 1): S101–S110. doi:10.1016/S0309-1740(98)00077-1.
- Toldrá, F. 2004. Manufacturing of dry-cured ham. In: F. Toldrá (ed.). *Dry-Cured Meat Products*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, pp. 27–62. doi:10.1002/9780470385111.ch3.
- Toldrá, F. and M. Flores. 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 38(4): 331–352. doi:10.1080/10408699891274237.
- Toldrá, F., M. Flores and Y. Sanz. 1997. Dry-cured ham flavour: Enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*. 59(4): 523–530. doi:10.1016/S0308-8146(97)00013-7.