

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด

วุฒิชัย ลัดเครือ* เอื้องพลอย ใจลังกา

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณจิ้งหรีดพันธุ์สะตึงและเนื้ออกไก่ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด จำนวน 4 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมีและศึกษาต้นทุนการผลิต พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ในด้านลักษณะปรากฏ สูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณร้อยละจิ้งหรีดพันธุ์สะตึงต่อเนื้ออกไก่ เท่ากับ 65.77 ต่อ 17.43 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส ด้านสิ่งตกค้างของจิ้งหรีด และความชอบโดยรวมสูงกว่าทุกสูตร การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าแรงตัดผ่าน สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($44,670.50 \pm 4.70$, $44,803.06 \pm 2.81$ และ $45,639.75 \pm 1.79$ ตามลำดับ) ค่าความชื้น พบว่า ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นไม่แตกต่างกัน ปริมาณน้ำอิสระ พบว่า ผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.63 – 0.76 การศึกษาต้นทุนการผลิต พบว่า สูตรที่ 4 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เท่ากับ 389.87 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 396.64 บาท สูตรที่ 2 เท่ากับ 400.71 บาท และสูตรที่ 1 เท่ากับ 403.42 บาท ตามลำดับ ตามลำดับ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ทั้ง 4 สูตร สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย โดยเฉพาะ สูตรที่ 2 มีผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สูงที่สุด ร้อยละของโปรตีน ไขมัน และปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 43.50, 3.94 และ 0.72 ตามลำดับ ต้นทุนการผลิต เท่ากับ 400.71 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ: จิ้งหรีดพันธุ์สะตึง ผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือก เนื้ออกไก่

เลขทะเบียนวิชาการ : 64(2)-0423-168

ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

* ผู้เขียนผู้รับผิดชอบ: โทรศัพท์ 053-213162 โทรสาร 053-213162 อีเมล chalee29@gmail.com

Development of high-protein dry meat from cricket

Vuttichai Ladkrue* Auengploy Chailangka

Abstract

This study aimed to determine the appropriate ratio of house cricket and chicken breast for producing alternative protein products. Four formulas with different ratios of house cricket and chicken breast were studied in terms of sensory quality, physical quality, chemical quality, and the cost of production. For sensory quality determination, it was found that Formula 2 which the percentage of house cricket to chicken breast was 65.77 to 17.43% had the highest average for the appearance including acceptance of taste, texture, house cricket residues and overall liking. For physical quality evaluation, it showed that the measure of cutting force from Formula 1, Formula 2 and Formula 3 had a statistically significant difference ($44,670.50 \pm 4.70$, $44,803.06 \pm 2.81$ and $45,639.75 \pm 1.79$ respectively). In addition, the value of moisture content, the average percentage of moisture in all Formulas were not different. For chemical quality analysis, the results showed that the average percentage of protein increased and varied to the amount of chicken breast in the product whereas the average percentage of fat increased and varied to the amount of house cricket in the product. Additionally, all Formulas of alternative protein products from house cricket in this study had water activity from 0.63 to 0.76. For the cost of production evaluation of all Formulas, it was found that Formula 4 had the lowest cost of production (389.87 THB) followed by Formula 3 (396.64 THB) and Formula 1 (403.42 THB) respectively.

The development of the four Formulas of the alternative protein products from house cricket indicated the potential of being the product for distribution, especially Formula 2. The sensory quality evaluation results in terms of appearance were the highest level. Additionally, a percentage of protein, fat and, water activity was 43.50, 3.94 and 0.72% respectively. The cost of production was 400.71 THB per kilogram.

Keywords: House cricket Alternative protein products Chicken breast

Registered No. : 64(2)-0423-168

Chiang Mai livestock product research and development center, Livestock Products Division, Department of Livestock Development

* Corresponding Author: Tel. 053-213162 Fax. 053-213162 E-mail chalee29@gmail.com

คำนำ

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้ให้การยอมรับ แผลง เป็นแหล่งอาหารโปรตีนชนิดใหม่ เป็นอาหารโปรตีนทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องจากมีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น (ธนสิทธิ์, 2561) โปรตีนทางเลือก หมายถึง โปรตีนที่ไม่ได้มาจากเนื้อปศุสัตว์ แต่ผลิตได้จากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น พืช สาหร่าย ถั่ว แผลง เชื้อราที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและโปรตีนจากการเพาะเลี้ยงในห้องทดลอง เป็นต้น โปรตีนทางเลือกถูกให้ความสำคัญมากขึ้นเพราะหลายหน่วยงานเริ่มตระหนักว่าประชากรโลกเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้โปรตีนจากเนื้อสัตว์อาจผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้การเลี้ยงปศุสัตว์ยังก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งทำลายชั้นบรรยากาศ (สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2564)

ข้อมูลจากสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ระบุว่า ตลาดความต้องการของแผลงทั่วโลกระหว่างปี 2561 – 2566 มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสูงถึง 23.8% และคาดว่าในปี 2566 จะมีมูลค่าของความต้องการสูงถึง 37,900 ล้านบาท ในขณะที่ตลาดส่งออกของไทยเอง มีการส่งออกแผลงทั้งแบบสด แช่แข็ง และแปรรูป รวมมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี และมีกำลังการผลิต 4,000 ตันต่อปี (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) ทั้งนี้ในบรรดาแผลงทั้งหมด จิ้งหรีด ถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ ที่น่าสนใจและสามารถช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจไทย สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร FAO ยกให้จิ้งหรีดเป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ที่มีประสิทธิภาพสูงและยั่งยืน เป็นโปรตีนแผลงคุณภาพเดียวกับ เนื้อหมู เนื้อโค เนื้อไก่ และเนื้อปลา แต่ให้คุณค่าทางโภชนาการที่สูงและมีสารอาหารรองอื่นๆ ที่ร่างกายต้องการแต่ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็น 9 ชนิด กรดไขมัน โอเมก้า 3 และ 6 วิตามิน B12 และธาตุเหล็ก (รักบ้านเกิด, 2563)

ผลิตภัณฑ์จากจิ้งหรีดของประเทศไทยที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ จิ้งหรีดแช่แข็ง จิ้งหรีดอบกรอบและจิ้งหรีดทอด สำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปจากจิ้งหรีดอื่นๆ ยังพบน้อย หรืออาจจะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่นการผลิตเป็นผงจิ้งหรีด เมื่อทำการสำรวจความต้องการของผู้ประกอบการเลี้ยงจิ้งหรีดรายย่อยเบื้องต้น พบว่า ผู้ประกอบการเองมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ที่มีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน มีส่วนประกอบของจิ้งหรีดเป็นหลักคือร้อยละ 60 ขึ้นไป เพื่อให้เกิดการใช้วัตถุดิบจิ้งหรีดในปริมาณสูง และเพื่อตอบสนองความต้องการผู้บริโภคในด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จิ้งหรีด แต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดนั้นมักพบปัญหาด้านลักษณะกายภาพของจิ้งหรีด เช่น ตา หนวด ขาและปีก มีความคล้ายกับแผลงหลายชนิด ทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ยอมรับ สอดคล้องกับ วันวิสาข์และบุษกรณ์ (2564) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์โปรตีนจิ้งหรีดของผู้บริโภคในออสเตรเลีย พบว่า ด้วยลักษณะกายภาพของจิ้งหรีดมีความคล้ายแผลงหลายชนิด ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์จากจิ้งหรีด

ผู้วิจัยให้ความสนใจกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อแพะแผ่นปรุงรสของ อำพลและคณะ (2560) ซึ่งเป็นการพัฒนาเนื้อแพะปลดระวางเป็นอาหารว่าง (snack) หรือที่เรียกกันว่า เจอร์กี้ (Jerky) หรือเนื้อแห้งปรุงสุก ซึ่งโดยทั่วไปจะผลิตจากเนื้อโค เรียกว่า Beef Jerky ลักษณะคล้ายเนื้อแดดเดียวที่ปรุงสุกแล้วใช้บริโภค มีอายุการเก็บที่ยาวนาน พกพาสะดวก และมีคุณค่าทางอาหารสูง กล่าวคือ มีปริมาณโปรตีนสูง ไขมันต่ำ ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด โดยเลือกใช้จิ้งหรีดพันธุ์สะตังหรือจิ้งหรีดทองแดงลาย เพราะเป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกร ขนาดตัวเล็ก รสชาติดี เมื่อผ่านการบดตัวจิ้งหรีดให้

ละเอียดสามารถลดปัญหาด้านลักษณะกายภาพของจิ้งหรีดได้ดี แต่จากการทดลองผลิตพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดในขั้นต้นโดยใช้เนื้อจิ้งหรีดร้อยละ 100 พบว่า เนื้อจิ้งหรีดที่บดแล้วไม่สามารถรวมตัวกันได้ดี และมีเนื้อสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จำเป็นต้องใช้โปรตีนจากเนื้อสัตว์ชนิดอื่นเข้ามาเสริม ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้ออกไก่เพราะเป็นวัตถุดิบที่ราคาถูก เป็นโปรตีนคุณภาพดีหรือโปรตีนชนิดสมบูรณ์ที่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบ 9 ชนิด โดยทั่วไปจะมีโปรตีน ร้อยละ 20 - 30 มีไขมันร้อยละ 3 - 10 (กิติพงษ์, 2564) และมีคุณสมบัติด้านการรวมตัวที่ดีเพราะในเนื้อสัตว์ประกอบด้วยโปรตีน แอคติน(actin)และไมโอซิน(myosin) ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้น้ำและไขมันรวมตัวกันได้ (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2543) และดำเนินการหาอัตราส่วนสูงสุดของจิ้งหรีดต่อเนื้ออกไก่ที่สามารถรวมตัวขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ จากนั้นจึงนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดอัตราส่วนเพื่อการวิจัย และผู้วิจัยเลือกสูตรการผลิตแพะแผ่นของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ ซึ่งใช้ประกอบการฝึกอบรมแปรรูปเนื้อสัตว์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่, 2560) ดังตารางที่ 1 เป็นสูตรต้นแบบ เพื่อหาอัตราส่วนของจิ้งหรีดและเนื้ออกไก่ที่เหมาะสม จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี รวมถึงการศึกษาต้นทุนการผลิตเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจดำเนินการผลิตเพื่อจำหน่ายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจังหวัด ผู้วิจัยนำสูตรผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาซึ่งมีส่วนผสมและวิธีการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่

| ลำดับ | ส่วนผสม | ปริมาณ (ร้อยละ) |
|-------|---------------|-----------------|
| 1 | เนื้อแพะ | 83.2 |
| 2 | น้ำตาลทราย | 6.0 |
| 3 | น้ำปลา | 4.0 |
| 4 | ซีอิ๊วขาว | 2.0 |
| 5 | ซีอิ๊วดำ | 3.0 |
| 6 | เม็ดผักชีคั่ว | 0.5 |
| 7 | ยี่หระคั่วป่น | 0.2 |
| 8 | เม็ดผักชีหุบ | 0.5 |
| 9 | น้ำผึ้ง | 0.6 |

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่, 2560

ขั้นตอนการผลิตแพะแผ่นปรุงรส

1. ใช้เนื้อแพะส่วนแดงล้วน ไม่มีเอ็น ไม่มีมัน นำไปบดให้ละเอียด
2. หมักเนื้อแพะที่บดแล้วกับเครื่องปรุงเครื่องเทศให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
3. รีดส่วนผสมที่หมักแล้วกับแผ่นรองอบ หนาประมาณ 4 - 6 มิลลิเมตร
4. นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
5. อบต่อที่อุณหภูมิ 100 - 120 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และทาด้วยน้ำผึ้ง
6. นำออกจากเตาอบแล้วรอให้เย็น
7. ตัดเป็นแผ่น น้ำหนัก 8 - 10 กรัม บรรจุในถุงสุญญากาศ

1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณจิ้งหรีดพันธุ์สะตังและเนื้ออกไก่ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด

การทดลองเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดโดยการทดแทนเนื้อแพะในสูตรแพะแผ่นปรุงรสของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ ด้วยจิ้งหรีดพันธุ์สะตังและเนื้ออกไก่ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อกำหนดขอบเขตสูงสุดที่อัตราส่วนจิ้งหรีดและเนื้ออกไก่สามารถรวมตัวขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ โดยยังคงสัดส่วนของจิ้งหรีดเป็นหลักคือร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามความต้องการของผู้ประกอบการ จากนั้นจึงนำมากำหนดเป็นอัตราส่วนของจิ้งหรีดพันธุ์สะตังและเนื้ออกไก่ 4 สูตร สำหรับเครื่องปรุงนั้น คัดแปลงมาจากสูตรแพะแผ่นของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ โดยตัดน้ำผึ้งออกและทดแทนด้วยน้ำตาลทรายเพื่อเพิ่มความสะดวกในการบรรจุ การเก็บรักษา และการบริโภค ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของส่วนผสมผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดที่มีอัตราส่วนของจิ้งหรีดและเนื้ออกไก่แตกต่างกัน

| ส่วนผสม | สูตร 1 | สูตร 2 | สูตร 3 | สูตร 4 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| จิ้งหรีดพันธุ์สะตัง | 67.35 | 65.77 | 63.39 | 59.43 |
| เนื้ออกไก่ | 15.85 | 17.43 | 19.81 | 23.77 |
| น้ำตาลทราย | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 |
| น้ำปลา | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| ซีอิ๊วขาว | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| ซีอิ๊วดำ | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| เม็ดผักชีคั่ว | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| ยี่หระคั่วปน | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| เม็ดผักชีทุบ | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

ขั้นตอนการผลิต

- นำจิ้งหรีดพันธุ์สะตังที่ต้มแล้วและเนื้ออกไก่ ไปบดให้ละเอียด
- หมักจิ้งหรีดพันธุ์สะตังและเนื้ออกไก่ที่บดแล้วให้เข้ากับเครื่องปรุงเครื่องเทศ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
- รีดส่วนผสมที่หมักแล้วกับแผ่นรองอบ หนาประมาณ 4 - 6 มิลลิเมตร
- นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
- อบต่อที่อุณหภูมิ 100 - 120 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- นำออกจากเตาอบแล้วรอให้เย็น
- ตัดเป็นแผ่น น้ำหนัก 8 - 10 กรัม บรรจุในถุงสุญญากาศ

1.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้วิจัยใช้วิธี 9 - Points Hedonic Scale ดังตารางที่ 3 กำหนดให้ผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน คุณลักษณะในการประเมิน ประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส สิ่งตกค้างของจิ้งหรีด และความชอบโดยรวม และเนื่องจากผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดนั้นมีส่วนผสมของจิ้งหรีดบดทั้งตัว จึงมักพบชิ้นส่วนที่บดไม่ละเอียดปรากฏเป็นความรู้สึกตกค้างขณะรับประทานจึงเพิ่มคุณลักษณะสิ่งตกค้างของจิ้งหรีดในการทดสอบ การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ทดสอบชิมโดยใช้รหัสเลขสุ่มสามตัวติดที่ข้างภาชนะชิม เสิร์ฟตัวอย่างที่ละตัวอย่างแบบสุ่มลำดับการเสิร์ฟ ทำการอธิบายวิธีการชิมให้แก่ผู้ทดสอบชิม ในระหว่างการทดสอบชิมให้ผู้ทดสอบบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง เมื่อเสร็จแล้วเก็บรวบรวมแบบประเมินเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 3 ความหมายการให้คะแนน ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธี 9 - Point hedonic scale

| ระดับคะแนน | ความหมาย |
|------------|-------------------------------------|
| 1 | ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely) |
| 2 | ไม่ชอบมาก (Dislike very much) |
| 3 | ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately) |
| 4 | ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly) |
| 5 | เฉยๆ (Neither like nor dislike) |
| 6 | ชอบเล็กน้อย (Like slightly) |
| 7 | ชอบปานกลาง (Like moderately) |
| 8 | ชอบมาก (Like very much) |
| 9 | ชอบมากที่สุด (Like extremely) |

1.1.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยกำหนด 4 สิ่งทดลอง คือ สูตรผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดที่มีอัตราส่วนของจิ้งหรีดพันธุ์สะตัง และเนื้อไก่แตกต่างกัน จำนวน 4 สูตร กำหนดให้ผู้ทดสอบชิมแต่ละรายเป็นบล็อกในการศึกษา วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test

1.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.2.1 วัดค่าแรงตัดผ่าน (Warner- Bratzler Shear Force) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.HPplusC ประเทศอังกฤษ โปรแกรมวิเคราะห์ Texture Exponent 32

1.2.2 วัดค่าความชื้น (Moisture) ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น ยี่ห้อ AND รุ่น MX-50 ประเทศอังกฤษ

1.2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significance Difference Test

1.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

1.3.1 วัดค่าโปรตีน (Crude Protein) ตามวิธีของ AOAC (2019) ด้วยเครื่องกลั่นสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ FOSS รุ่น Kjeltec 8200 ประเทศเดนมาร์ก

1.3.2 วัดค่าไขมัน (Fat) ตามวิธีของ AOAC (2019) โดยวิธี Soxhlet extraction ด้วยเครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ FOSS รุ่น ST 243 Soxtec ประเทศเดนมาร์ก

1.3.3 วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยใช้เครื่องวัด a_w ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabMaster- a_w NBO with a_w Sens-ENS ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

1.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design (CRD) โดยกำหนด 4 สิ่งทดลอง คือ สูตรผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดที่มีอัตราส่วนของจิ้งหรีดพันธุ์สะตังและเนื้ออกไก่แตกต่างกัน จำนวน 4 สูตรวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significance Difference Test

2. การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด

ทำการศึกษาด้านต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดทั้ง 4 สูตร โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของ เบญจมาศ (2550) ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = วัตถุดิบทางตรง + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

- ต้นทุนการผลิต หมายถึง เป็นต้นทุนทั้งหมดที่ถูกใช้ไปสำหรับการผลิตสินค้าในระหว่างงวด
- วัตถุดิบทางตรง (Direct Materials) หมายถึง สิ่งื่อนำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญโดยตรงในการผลิตสินค้า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต
- ค่าแรงทางตรง (Direct Labor) หมายถึง ค่าตอบแทนที่จ่ายให้พนักงานผลิต
- ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Manufacturing Overhead) หรือ เรียกว่า โสหุ้ยการผลิต หมายถึง ต้นทุนการผลิตอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิตจะเป็นส่วนที่สนับสนุนให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้ เช่น ค่าเสื่อมราคาและค่าสาธารณูปโภค

ผลการทดลอง

1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณจิ้งหรีดพันธุ์สะตึงและเนื้ออกไก่ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด

1.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4 พบว่า ในด้านลักษณะปรากฏของทุกสูตร ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดย สูตรที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เท่ากับ 7.10 ± 0.88 ด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ในขณะที่สูตรที่ 4 ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยแตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของทุกสูตร ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ด้านสิ่งตกค้างของจิ้งหรีด ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยในระดับเฉยๆถึงชอบปานกลาง สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

ตารางที่ 4 ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ทั้ง 4 สูตร

| สูตร | ลักษณะปรากฏ | รสชาติ ^{ns} | เนื้อสัมผัส ^{ns} | กลิ่นรสเครื่องเทศ | สิ่งตกค้างของจิ้งหรีด ^{ns} | ความชอบโดยรวม ^{ns} |
|------|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | $6.86^{ab} \pm 0.88$ | 6.70 ± 1.29 | 6.20 ± 1.21 | $6.54^a \pm 1.11$ | 5.92 ± 1.30 | 6.70 ± 1.09 |
| 2 | $7.10^a \pm 0.88$ | 6.96 ± 1.29 | 6.34 ± 1.30 | $6.62^a \pm 1.08$ | 6.22 ± 1.28 | 6.94 ± 0.97 |
| 3 | $6.68^b \pm 1.05$ | 6.76 ± 1.20 | 6.16 ± 1.37 | $6.34^{ab} \pm 1.40$ | 6.00 ± 1.34 | 6.50 ± 1.23 |
| 4 | $6.78^{ab} \pm 0.93$ | 6.56 ± 1.35 | 6.00 ± 1.47 | $5.98^b \pm 1.51$ | 5.98 ± 1.15 | 6.48 ± 1.07 |

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a,b,c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ตารางที่ 5 พบว่า การวัดค่าแรงตัดผ่าน สูตรที่ 4 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านสูงที่สุด 45,644.08±3.48 และ 45,639.75±1.79 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่าน สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่าน รองลงมา 44,803.06±2.81 ค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านต่ำที่สุด 44,670.50±4.70 ค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การวัดค่าความชื้น พบว่า ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดย สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้น 22.15±0.50 สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้น 22.23±0.32 สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้น 22.21±0.26 และสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้น 22.35±0.51 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ทั้ง 4 สูตร

| สูตร | แรงตัดผ่าน (g/s) | ความชื้น ^{ns} (%) |
|------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 44,670.50 ^a ±4.70 | 22.15±0.50 |
| 2 | 44,803.06 ^b ±2.81 | 22.23±0.32 |
| 3 | 45,639.75 ^c ±1.79 | 22.21±0.26 |
| 4 | 45,644.08 ^c ±3.48 | 22.35±0.51 |

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ

^{a,b,c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ตารางที่ 6 พบว่า การวัดค่าโปรตีน สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนสูงที่สุด 43.74±0.17 ค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนรองลงมา 43.50±0.10 และ 43.48±0.91 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีน สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนต่ำที่สุด 43.11±0.83 ค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การวัดค่าไขมัน พบว่า ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยร้อยละไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละไขมัน สูงที่สุด 4.41 ±0.01

รองลงมาคือสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละไขมัน 3.94 ± 0.02 สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละไขมัน 3.39 ± 0.02 และสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละไขมันต่ำที่สุด 2.91 ± 0.07 การวัดปริมาณน้ำอิสระ พบว่า สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด 0.76 ± 0.01 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระรองลงมา 0.72 ± 0.01 และ 0.73 ± 0.01 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด 0.63 ± 0.01 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ทั้ง 4 สูตร

| สูตร | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) | ปริมาณน้ำอิสระ |
|------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | $43.74^a \pm 0.17$ | $4.41^a \pm 0.01$ | $0.63^a \pm 0.01$ |
| 2 | $43.50^b \pm 0.10$ | $3.94^b \pm 0.02$ | $0.72^b \pm 0.01$ |
| 3 | $43.48^b \pm 0.91$ | $3.39^c \pm 0.02$ | $0.73^b \pm 0.01$ |
| 4 | $43.11^c \pm 0.83$ | $2.91^d \pm 0.07$ | $0.76^c \pm 0.01$ |

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ

^{a,b,c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด

การผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดสำหรับงานวิจัยนี้ ทำการผลิต ณ โรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ ซึ่งสามารถผลิตได้สูงสุด จำนวน 5 กิโลกรัม การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบทางตรง พบว่า สูตรที่ 4 มีต้นทุนต่ำที่สุด เท่ากับ 1,160.24 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 1,184.45 บาท สูตรที่ 2 เท่ากับ 1,198.98 บาท และสูตรที่ 1 เท่ากับ 1,208.66 บาท ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบทางตรง

| วัตถุดิบทางตรง | สูตร 1 | | สูตร 2 | | สูตร 3 | | สูตร 4 | |
|--|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | จำนวน (กรัม) | เป็นเงิน (บาท) | จำนวน (กรัม) | เป็นเงิน (บาท) | จำนวน (กรัม) | เป็นเงิน (บาท) | จำนวน (กรัม) | เป็นเงิน (บาท) |
| จิ้งหรีดพันธุ์สะตัง กก.ละ 100 บาท | 425 | 42.50 | 415 | 41.50 | 400 | 40.00 | 375 | 37.50 |
| เนื้ออกไก่ กก.ละ 45 บาท | 100 | 4.50 | 110 | 4.95 | 125 | 5.63 | 150 | 6.75 |
| เครื่องเทศ/เครื่องปรุง | 106 | 12.64 | 106 | 12.64 | 106 | 12.64 | 106 | 12.64 |
| วัตถุดิบรวม | 631 | 59.64 | 631 | 59.09 | 631 | 58.27 | 631 | 56.89 |
| ผลผลิต (Yield) (ร้อยละ 45 ของวัตถุดิบรวม) | 283.95 | 59.64 | 283.95 | 59.09 | 283.95 | 58.27 | 283.95 | 56.89 |
| บรรจุภัณฑ์และฉลาก | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 |
| ต้นทุนผลิตภัณฑ์ | | 68.64 | | 68.09 | | 67.265 | | 65.89 |
| ต้นทุนผลิตภัณฑ์ ต่อ 1 กก. | 1,000 | 241.73 | 1,000 | 239.80 | 1,000 | 236.89 | 1,000 | 232.05 |
| ปริมาณผลิตภัณฑ์และต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อ 1 วัน | 5,000 | 1,208.66 | 5,000 | 1,198.98 | 5,000 | 1,184.45 | 5,000 | 1,160.24 |

การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ด้านค่าแรงงานทางตรง สำหรับผลผลิต 5 กิโลกรัม พบว่า การผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดจำนวน 5 กิโลกรัมต่อ 8 ชั่วโมง ใช้แรงงาน 1 คน คิดเป็น 325 บาท ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การคำนวณค่าแรงงานทางตรง

| ค่าแรงงานทางตรง | สูตรที่ 1 (บาท) | สูตรที่ 2 (บาท) | สูตรที่ 3 (บาท) | สูตรที่ 4 (บาท) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ค่าแรงงาน 1 คนต่อ 1 วันๆละ 8 ชั่วโมง ต่อผลผลิต 5 กิโลกรัม | 325.00 | 325.00 | 325.00 | 325.00 |

หมายเหตุ ค่าแรงขั้นต่ำจังหวัดเชียงใหม่ ตามประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 10) ซึ่งได้ประกาศให้มีผลใช้บังคับ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563

การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ด้านค่าใช้จ่ายในการผลิตสำหรับผลผลิต 5 กิโลกรัม ซึ่งการคำนวณค่าเสื่อมราคาทรัพย์สินถาวรโรงงาน นั้น เป็นข้อมูลที่แตกต่างกันตามสถานที่ผลิตนั้นๆ โดยมูลค่าทรัพย์สินถาวรโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์เชียงใหม่ คือ เครื่องบดเนื้อ ตู้อบ บรมควัน ตู้เย็น เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ เป็นต้น ซึ่งมีมูลค่ารวม 1,300,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี คิดเป็นค่าเสื่อมราคาวันละ 356 บาทหรือร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบโดยประมาณ และการคำนวณค่าสาธารณูปโภคโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์เชียงใหม่ มาจากค่าน้ำประปาและค่าไฟฟ้าของโรงงานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดจำนวน 1 วัน คิดเป็น 120 บาทหรือร้อยละ 10 ของต้นทุนวัตถุดิบโดยประมาณ จากวิธีการคำนวณดังกล่าวข้างต้น พบว่า สูตรที่ 4 มีต้นทุนต่ำที่สุด เท่ากับ 464.09 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 473.77 บาท สูตรที่ 2 เท่ากับ 479.58 บาท และสูตรที่ 1 เท่ากับ 483.45 บาท ตามลำดับ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิต

| ค่าใช้จ่ายในการผลิต | สูตรที่ 1 (บาท) | สูตรที่ 2 (บาท) | สูตรที่ 3 (บาท) | สูตรที่ 4 (บาท) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ค่าสาธารณูปโภค (ร้อยละ 10 ของผลผลิต 5 กิโลกรัม) | 120.86 | 119.89 | 118.44 | 116.02 |
| ค่าเสื่อมราคาทรัพย์สินถาวรโรงงาน (ร้อยละ 30 ของผลผลิต 5 กิโลกรัม) | 362.59 | 359.69 | 355.33 | 348.07 |
| รวม | 483.45 | 479.58 | 473.77 | 464.09 |

การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดทั้ง 4 สูตร โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของ เบญจมาศ (2550) ซึ่งมีหลักการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ต้นทุนการผลิต} = \text{วัตถุดิบทางตรง} + \text{ค่าแรงงานทางตรง} + \text{ค่าใช้จ่ายในการผลิต}$$

จากการคำนวณต้นทุนการผลิต พบว่า สูตรที่ 4 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เท่ากับ 403.42 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 400.71 บาท สูตรที่ 2 เท่ากับ 396.64 บาท และสูตรที่ 1 เท่ากับ 389.87 บาท ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การคำนวณต้นทุนการผลิต

| ต้นทุนการผลิต | สูตรที่ 1 (บาท) | สูตรที่ 2 (บาท) | สูตรที่ 3 (บาท) | สูตรที่ 4 (บาท) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ค่าวัตถุดิบทางตรง | 1,208.66 | 1,198.98 | 1,184.45 | 1,160.24 |
| ค่าแรงงานทางตรง | 325.00 | 325.00 | 325.00 | 325.00 |
| ค่าใช้จ่ายในการผลิต | 483.45 | 479.58 | 473.77 | 464.09 |
| รวม (ต้นทุนการผลิตสำหรับผลผลิต 5 กิโลกรัม) | 2,017.11 | 2,003.56 | 1,983.22 | 1,949.33 |
| รวม (ต้นทุนการผลิตสำหรับผลผลิต 1 กิโลกรัม) | 403.42 | 400.71 | 396.64 | 389.87 |

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจังหวัด โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณจังหวัดพันธุ์ สะดุ้งและเนื้อมะพร้าว จำนวน 4 สูตร พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สูตรที่ 2 ซึ่งมี ปริมาณร้อยละจังหวัดพันธุ์สะดุ้งต่อเนื้อมะพร้าว เท่ากับ 65.77 ต่อ 17.43 มีค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยสูงสุด ระดับชอบปานกลาง ด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ในขณะที่สูตรที่ 4 ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยแตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของทุกสูตร ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ด้านสิ่งตกค้างของจังหวัด ค่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เนื่องจากการบดจังหวัดยังมีส่วนที่เป็นส่วนแข็ง เช่น ขา ปีก และหัว ทำให้ผู้ทดสอบชิมยังคงสัมผัสได้ จึงมีผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำให้ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่นๆ ดังนั้นหากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น จึงควรพัฒนาคุณลักษณะด้านสิ่งตกค้างของจังหวัดเป็นสำคัญ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า การวัดค่าแรงตัดผ่าน สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านสูงที่สุด สูตรที่ 3 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านรองลงมา และสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านต่ำที่สุด ซึ่งการวัดค่าแรงตัดผ่าน หมายถึง แรงที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกหักคล้ายการกัด แสดงถึงความแข็งหรือความนุ่มของผลิตภัณฑ์ ทำให้เห็น แนวโน้มของการเพิ่มอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวในสูตรผลิตภัณฑ์มีผลให้ค่าเฉลี่ยแรงตัดผ่านให้สูงขึ้นแต่เมื่อพิจารณา ร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบไม่สามารถระบุความแตกต่างได้ และยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง การวัดค่าความชื้น พบว่า ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ย ร้อยละความชื้นไม่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละโปรตีนเพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณเนื้อมะพร้าวในสูตร และ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละไขมันเพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณจังหวัดพันธุ์สะดุ้งในสูตร การวัดปริมาณน้ำอิสระ พบว่า สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด 0.76 ± 0.01 สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด 0.63 ± 0.01 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจังหวัดทุกสูตร จัดอยู่ในประเภทผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง (Intermediate moisture food : IMF) หมายถึง อาหารที่มีน้ำปานกลาง มีความชื้นในช่วงร้อยละ 15-40 และมีปริมาณน้ำอิสระ อยู่ในช่วง 0.65-0.90 ซึ่งจะเป็นน้ำที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีและเชื้อจุลินทรีย์เจริญได้เพียงเล็กน้อย (ปริยา, 2528) ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง แต่ทั้งนี้ควรเก็บรักษาไว้ในที่แห้ง เพื่อรักษาคุณภาพและต้องเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดทั้ง 4 สูตร พบว่า สูตรที่ 4 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เท่ากับ 389.87 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 396.64 บาท สูตรที่ 2 เท่ากับ 400.71 บาท และสูตรที่ 1 เท่ากับ 403.42 บาท ตามลำดับ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ทั้ง 4 สูตร สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย โดยเฉพาะสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณร้อยละจิ้งหรีดพันธุ์สะตึงต่อเนื้อออกไก่ เท่ากับ 65.77 ต่อ 17.43 เป็นไปตามการสำรวจความต้องการของผู้ประกอบการเลี้ยงจิ้งหรีดรายย่อยเบื้องต้น มีผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏสูงสุด ร้อยละของโปรตีน ไขมัน และปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 43.50, 3.94 และ 0.72 ตามลำดับ ต้นทุนการผลิต เท่ากับ 400.71 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแพะแผ่นปรุงรสของ อำพลและคณะ (2560) ซึ่งมีต้นทุนผลิตเท่ากับ 1,403 บาทต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด มีต้นทุนต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ Beef jerky ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ตามข้อมูลของ U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2021) ระบุว่า Beef Jerky ที่จำหน่ายในสหรัฐอเมริกา มีปริมาณร้อยละโปรตีน 39.2 ซึ่งต่ำกว่าโปรตีนในผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดทุกสูตร โดยเฉพาะสูตรที่ 2 มีศักยภาพด้านต้นทุนการผลิตและคุณค่าทางโภชนาการ สามารถแข่งขันได้ในตลาดสินค้าปศุสัตว์แปรรูป จึงเป็นโอกาสที่ดีของผู้ประกอบการผู้เลี้ยงจิ้งหรีดที่จะผลิตเพื่อจำหน่ายต่อไป และเพื่อเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ให้สามารถสื่อสารและจดจำได้ง่าย ผู้วิจัยจึงนิยามชื่อผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกจากจิ้งหรีดนี้ว่า ผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดแผ่นปรุงรส (Cricket Jerky)

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงแรงงาน. 2563. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://www.mol.go.th/>
อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (20 มิ.ย.2564)
- กิติพงษ์ อัครกุล. 2564. เนื้อไก่ แหล่งโปรตีนสมบูรณ์ มากคุณค่าทางอาหาร. รอบรู้เรื่องอาหารปลอดภัย.
ประชาชาติธุรกิจ.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจมาศ อภิสวัสดิ์ภิญโญ. 2550. การบัญชีต้นทุน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์เทคโนโลยี
- ธนสิทธิ์ เหล่าประเสริฐ. 2561. นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:
https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_75769. (20 มิ.ย.2564)
- ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2528. a_w กับอาหารและอาหาร IMF. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- รักบ้านเกิด. 2563. จิ้งหรีด โปรตีนแห่งอนาคต. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:
<https://www.rakbankerd.com/agriculture/hilight-view.php?id=231&s=tblheight>
(20 มิ.ย.2564)
- วันวิสาข์ มงคล และ บุษกรณ์ สีแจ้ยะระ. 2564. องค์ประกอบของการยอมรับโปรตีนจิ้งหรีดในออสเตรเลีย.
Journal of Modern Learning Development. 6(2):208
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่. 2560. เอกสารประกอบการฝึกอบรมแปรรูปเนื้อสัตว์.
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. “จิ้งหรีด” สายพันธุ์ไทย เตรียมขึ้นแท่นแมลง
เศรษฐกิจเงินล้าน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.thaipost.net/main/detail/4555>
(20 มิ.ย.2564)
- สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. 2564. โปรตีนทางเลือก ปฏิวัติ
วงการอาหาร ด้วยนวัตกรรมสู่ความยั่งยืน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :
<https://www.nxpo.or.th/th/8068/> (1 ธ.ค.2564)
- อำพล วริทธิธรรม เอื้องพลอย ใจลังกา วุฒิชัย ลัดเครือ และกันยวิษณุ กันจินะ. 2560. การศึกษาสภาวะการ
อบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแพะแผ่น. กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์
- AOAC, Official Methods of Analysis. (2000) 17th Edition, The Association of Official Analytical
Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2019) 21st ed. AOAC
International, Rockville, , MD, USA.
- BEEF JERKY. (2021). FoodData Central Search Results. U.S.DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USA.