

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากกล้วย

Development of crispy pork product to enhance nutritional value from banana

นุจรี สอนสะอาด^{1*}, นฤทธิ วาดเขียน¹, วาสนา วงศ์งาม¹

Nootjaree Somsaard^{1*}, Narit Wardkhean¹ and Wasana Wongngam¹

¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, สุรินทร์, ประเทศไทย

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan SURIN Campus, Surin, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกส่วนต่างๆ ของกล้วยที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมโภชนาการจากกล้วย ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนต่างๆ ของกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องในจังหวัดสุรินทร์ ได้แก่ ผงปลีกล้วย ผงหอยกล้วย และผงผลดิบ ผลพบว่าผงปลีกล้วยมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผงหอยกล้วย และผงผลดิบ โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.87 1.83 และ 2.42 (โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ อีกทั้งผงปลีกล้วยยังมีปริมาณเยื่อใยสูงถึงร้อยละ 29.87 ดังนั้นผงปลีกล้วยจึงถูกเลือกไปพัฒนาจากสูตรพื้นฐานเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยที่ร้อยละ 1 3 และ 5 ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณผงปลีกล้วยทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงและผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลงเทียบกับสูตรควบคุมจากร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง 3.3 เป็น 1.85 และจาก 0.43 เป็น 0.13 ตามลำดับ ผลผลิตผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 พบว่าคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมมากที่สุดที่ 7.73 การเสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 ทำให้กรอบเพิ่มสูงสุดแต่มีค่าความแข็งต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 18.10 และ 79.07 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณโปรตีน และเยื่อใยสูงร้อยละโดยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 28.81 และ 2.67 ตามลำดับ และมีพลังงานทั้งหมดลดน้อยลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมจากเดิม 505.32 ลดลงเป็น 458.25 กิโลแคลอรี/100 กรัม ดังนั้นการเสริมปลีกล้วยจึงเป็นแนวทางที่สามารถนำไปเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวและให้คุณค่าทางโภชนาการสูงแก่ผู้บริโภคได้

คำสำคัญ: กล้วย, คุณค่าทางโภชนาการ, ปลีกล้วย, หมูแผ่นกรอบ

ABSTRACT

The objective of this research was subjected to select various parts of banana with high nutritional value and to develop the production of crispy pork slices with supplementary of a nutrition from banana. The study was a chemical composition of various parts of banana (*Musa ABB cv. Klui 'Namwa'*) from Surin province including banana flower powder, banana stalk powder and raw banana powder. The results showed that banana flower powder was higher protein content more than banana stalk powder and raw banana powder at 7.87, 1.83 and 2.42% (dry basis, db), respectively. In addition, banana flower powder contained a high dietary fiber at 29.87%. Thus, the banana flower powder was selected to develop a standard formula of crispy pork slices by supplementing banana flower powder at 1, 3 and 5%, respectively. By increasing the amount of banana flower powder resulted in the brightness value (L^*) decreased and the product became darker in color. The moisture content and free water content (a_w) decreased from 3.3 to 1.85% and from 0.43 to 0.13, respectively, compared to the control formular. The result was found that the crispy pork slices supplemented with banana flower powder at 1% was accepted with the highest overall liking score at 7.73. At 5% of banana flower powder, the result showed the highest crispness value with the lowest hardness value at 18.10 and 79.07 N, respectively, compared to the control formular. In addition, the resulting with the nutritional value increased that it was a high content of protein and dietary fiber at 28.81 and 2.67%db, respectively. And the total energy decreased from 505.32 to 458.25 kcal/100g, the comparing between the control formular and the supplemented formular at 5%. Therefore, the supplementation of banana flower is a potential value-adding approach for snack food products that also can provide a high nutritional of consumers.

KEYWORDS: Banana, Banana Flower, Crispy pork, Nutritional value

*Corresponding Author: *E-mail: Nootjaree.sn@rmuti.ac.th

Received: 02/02/2022; Revised: 04/12/2023; Accepted: 18/01/2024

1. บทนำ

ขนมขบเคี้ยวเป็นอาหารว่างที่มีไว้เพื่อระงับความหิวระหว่างมื้อ และให้พลังงานสูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ การรับประทานขนมมีรายงานว่าการรับประทานขนมขบเคี้ยวของประเทศกำลังพัฒนามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 57 โดยเฉพาะในกลุ่ม เด็ก วัยรุ่น และนักศึกษา (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2566) การบริโภคของว่างที่มีแคลอรีสูงแต่ไม่ดีต่อสุขภาพก็เพิ่มขึ้น นิทรรศการกินดังกล่าวมีส่วนทำให้โรคอ้วนเพิ่มขึ้นในช่วงวัยรุ่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ส่วนใหญ่ผลิตมาจากแป้งของธัญพืชต่าง ๆ ผสมกับผงปรุงรสเพื่อให้เกิดรสชาติ ขนมขบเคี้ยวที่ทำจากเนื้อสัตว์ในส่วนผสมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อแผ่นอบกรอบ ปลาเส้นปรุงรส เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ขนมขบเคี้ยวที่ทำจากเนื้อสัตว์ก็ยังมีรสชาติของสารสำคัญต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ที่จำเป็นต้องร่างกายอีกมากมาย จากกระแสการดูแลสุขภาพเชิงป้องกันหรือ Self-Care กลายเป็นเทรนด์ที่ถูกจับตามองมากที่สุดหลังเกิดโรคอุบัติใหม่ ผู้บริโภคยังคงดูแลสุขภาพอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2566 จากการสำรวจโดยแมคคินซี แอนด์ คอมพานี (McKinsey & Company) พบว่าผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจการบริโภคอาหารซูเปอร์ฟู้ดซึ่งเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยวิตามิน และมีประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ กลุ่มฟังก์ชันนอลฟู้ด หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ให้คุณค่าทางอาหารที่จำเป็นกับร่างกาย เช่น ปรับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ชะลอการเสื่อมโทรมของอวัยวะต่าง ๆ จึงนับว่ามีความน่าสนใจอย่างยิ่งที่จะพัฒนาอาหารประเภทนี้สู่ท้องตลาด (ฐานเศรษฐกิจดิจิทัล, 2566)

กล้วยมีเบต้าแคโรทีน ให้พลังงาน อุดมด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโทส และ กลูโคส รวมกับเส้นใยและกากอาหาร (Bjarnadottir and Shoemaker, 2022) หยวกกล้วยพบว่าเบต้าแคโรทีน วิตามินซี และใยอาหารสูง (ธัญนันท์ฤทธิมณ, 2561) นอกจากนี้ปลีกล้วยยังมีสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิก เช่น แอนโทไซยานิน และแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดและหัวใจ มะเร็ง เบาหวาน และกระเพาะอาหาร เป็นต้น (Ramu et al., 2014) อีกทั้งปลีกล้วยมีแคลอรีน้อยกว่าผลกล้วยประมาณ 4-5 เท่า นอกจากนี้ ปลีกล้วยยังมีปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกับผลกล้วยน้ำว้า และส่วนของหยวกกล้วยที่มีใยอาหารอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งทุกส่วนของ

กล้วยยังสามารถนำไปประกอบอาหารหวานเช่น แยมกล้วยดิบ ยำห้วปลี แยมหยวกกล้วยใส่วุ้นเส้น กล้วยบวชี่ กล้วยเชื่อม เป็นต้น ดังนั้นจะพบได้ว่าส่วนต่าง ๆ ของกล้วยนับว่าเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและนอกจากนี้ยังมีสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจที่จะนำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยมาเพิ่มประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายขึ้น (Bjarnadottir and Shoemaker, 2022)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่เป็นผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่เสริมโภชนาการ โดยการคัดเลือกจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วย ได้แก่ ผลดิบของกล้วย ปลีกล้วย และหยวกกล้วย เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และยังเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อให้ได้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่แปลกใหม่ นอกจากจะช่วยให้เพิ่มคุณค่าประโยชน์ทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง

2. วัสดุและวิธีการ

2.1 การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม

2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

กล้วยที่ใช้ในการทดลองคือ กล้วยน้ำว้า (Musa ABB cv. Klui 'Namwa) พันธุ์มะลิอ่อง จากสวนในจังหวัดสุรินทร์ โดยคัดเลือกผลกล้วย ระยะที่ 1 เปลือกมีสีเขียว ผลแข็ง ปอกเปลือกยาก เนื้อกล้วยมีสีขาว ไม่มีการสุกและไม่มีกลิ่นกล้วย (วรพรรณ บัญชาจรรรัตน์ วรางคณา สมพงษ์ และสมโภช พจนพิมล, 2552)

1) การเตรียมตัวอย่างผงจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วย โดยส่วนของหยวกกล้วยลอกกาบด้านนอกออกเอาเฉพาะแกนกลางสีขาวด้านใน ส่วนของปลีกล้วยลอกเอากาบสีม่วงออกจนถึงสีขาว และส่วนของผลกล้วยดิบนำมาตัดแต่งโดยไม่ต้องปอกเปลือก นำตัวอย่างทั้งสามส่วนของกล้วยมาล้างทำความสะอาด หั่นให้มีความหนา 0.2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 0.5 (w/v) นาน 30 นาที แล้วล้างน้ำสะอาด 3 ครั้ง และนำไปผลิตเป็นผงแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) ยี่ห้อ SEMON รุ่น SI-CO8H ประเทศจีน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง บดตัวอย่างให้ละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช

2) นำผงตัวอย่างวิเคราะห์ค่าความชื้นด้วยเครื่อง Moisture balance (ยี่ห้อ Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. รุ่น MA160-1 KG ประเทศเยอรมัน) และวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ด้วยเครื่อง Water activity ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น series 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา และวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab รุ่น UltraScan VIS ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวัดค่าสีจากการวัดระบบ CIE $L^* a^* b^*$ ซึ่งค่า L^* หมายถึงความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า a^* หมายถึงค่าสีแดงและสีเขียว (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) ค่า b^* หมายถึงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (+b = สีเหลือง, -b = สีน้ำเงิน)

2.1.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบจากส่วนต่างๆ ของผงกล้วย

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย (AOAC, 2005) และการวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรตโดยการคำนวณจากสมการที่ 1

$$\text{คาร์โบไฮเดรต} = 100 - (\text{ร้อยละความชื้น} + \text{ร้อยละโปรตีน} + \text{ร้อยละไขมัน} + \text{ร้อยละเถ้า} + \text{ร้อยละเส้นใย}) \quad \text{--- สมการที่ 1}$$

คำนวณพลังงานทั้งหมดดังแสดงในสมการที่ 2

$$\begin{aligned} \text{พลังงานทั้งหมดในตัวอย่าง 100 กรัม (กิโลแคลอรี)} &= [\text{ปริมาณโปรตีน (กรัม)} \times 4] + \\ &[\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กรัม)} \times 4] + \\ &[\text{ปริมาณไขมัน (กรัม)} \times 9] \quad \text{--- สมการที่ 2} \end{aligned}$$

ส่วนของกล้วยที่มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงที่สุด จะถูกคัดเลือกไปเสริมโภชนาการในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ

2.2 ศึกษาการเสริมโภชนาการจากผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ

กรรมวิธีการผลิตหมูแผ่นกรอบโดยดัดแปลงสูตรของหมูแผ่นกรอบของอารียา ปอเจริญ และ เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล (2561) วัตถุดิบที่ใช้มีดังนี้ คือ เนื้อหมูบด 70 กรัม น้ำตาลทราย 12 กรัม เกลือ 1.2 กรัม พริกไทยป่น 0.8 กรัม และ ซีอิ๊วขาว 1 กรัม พัฒนาปรับปรุงการทำหมูแผ่นเสริมผงปลีกล้วย 3 ระดับที่ร้อยละ 1 3 และ 5 โดยมีกรรมวิธีดังนี้ นำเนื้อบดและส่วนผสมทั้งหมด ใส่ลงในเครื่องปั่นบดหั่น ยี่ห้อ Mara รุ่น MR-1268 ประเทศไทย ปั่นละเอียดนาน 5 นาที จากนั้นเติมผงปลีกล้วยที่ระดับ

ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ปั่นต่อจนส่วนผสมเข้ากัน นำส่วนผสมหมูแผ่นใส่ในถุงพลาสติกปิดให้แน่น มีขนาดความหนาที่ 0.3 มิลลิเมตร ขึ้นรูปหมูแผ่น ใช้พิมพ์กดขึ้นรูปเป็นทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร นำหมูแผ่นเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาด ยี่ห้อ SEMON รุ่น SI-CO8H ประเทศจีน อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำหมูแผ่นทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ผึ่งให้เย็น และบรรจุในถุงสุญญากาศ เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

2.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

1) วิเคราะห์ค่าสี โดยนำผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab รุ่น UltraScan VIS ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวัดค่าสีจากการวัดระบบ CIE $L^* a^* b^*$

2) การวัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT plus ประเทศสหรัฐอเมริกา ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยทั้ง 3 สูตร วัดค่าเนื้อสัมผัสโดยวัดค่าความแข็ง และค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) ซึ่งค่าแรงกดโดยใช้หัววัดเบอร์ P/0.25 วินาที แรงกด 5 กิโลกรัม ความเร็วในการกด 10 เมตร/วินาที² ระยะกดจากผิวหมูแผ่นกรอบ 3 มิลลิเมตร โดยค่าความแข็ง (hardness) คำนวณจากค่าแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดหรือเทียบได้กับการเคี้ยวครั้งแรก มีหน่วยเป็นหน่วยของแรง เช่น นิวตัน (N) และค่าความกรอบ (crispness หรือ cohesiveness) เป็นพลังงานยืดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร คำนวณจากอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟส่วนที่เป็นค่าบวกของการกดหรือการเคี้ยวครั้งที่ 2 (Area 2) และครั้งที่ 1 (Area 1) (สมการที่ 3)

$$\text{ค่าความกรอบ} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟ 2}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟ 1}}$$

--- สมการที่ 3

3) วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย ที่บดละเอียด วิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น series 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย (AOAC, 2005) การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต ดังสูตรที่ 1 และการคำนวณพลังงานสุดท้าย ดังสูตรที่ 2 ข้างต้น

2.3.3 การทดสอบการยอมรับ (Acceptance test)

การทดสอบการยอมรับ หรือการทดสอบระดับความพอใจของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริม ผงปลีกล้วย โดยวิธี 9 – Point Hedonic Scaling test วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการประเมินโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉย ๆ และ 9 = ชอบมากที่สุด นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลลัพธ์

3.1 การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์ทางกายภาพของผงหยวกกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วยที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าผงจากส่วนต่างๆ ของกล้วยเมื่อผ่านการทำแห้งมีปริมาณความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 7 และปริมาณน้ำอิสระประมาณ 0.4 ซึ่งเป็นระดับความชื้นและปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์เจริญไม่สามารถเติบโตได้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผงหยวกกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วยอบแห้ง

ส่วนต่างๆ ของกล้วย	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)
ผงหยวกกล้วย	5.41 ± 0.17	0.43 ± 0.00
ผงปลีกล้วย	7.04 ± 0.21	0.43 ± 0.00
ผงผลกล้วย	5.22 ± 0.08	0.42 ± 0.00

การวิเคราะห์ค่าสีของผงจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วย เพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นของวัตถุดิบ พบว่าการอบแห้งมีผลทำให้ค่าสีของตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด มีค่าความ

ตารางที่ 2 ค่าสีของผงหยวกกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วยอบแห้ง

ส่วนต่างๆ ของกล้วย	L^*	a^*	b^*
ผงหยวกกล้วย	64.32 ± 1.65	3.92 ± 0.25	14.50 ± 0.46
ผงปลีกล้วย	40.57 ± 0.82	4.32 ± 0.08	9.03 ± 0.15
ผงผลกล้วย	64.12 ± 1.37	2.05 ± 0.12	11.99 ± 0.33

สว่าง L^* ลดลง โดยเฉพาะผงปลีกล้วยซึ่งจะมีลักษณะที่มีสีคล้ำมากที่สุดเท่ากับ 40.57 ในขณะที่ผงหยวกกล้วย และผงผลกล้วย มีค่าความสว่าง L^* ประมาณ 64.0 (ตารางที่ 2) ส่วนค่า a^* มีแนวโน้มเป็นสีแดง และค่า b^* ซึ่งให้ค่าไปในแนวโน้มเป็นสีเหลืองของทั้งสามตัวอย่างซึ่งมีค่าในช่วง 2.0–4.3 และ 9.0–14.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงจากส่วนต่างๆ ของกล้วย (ตารางที่ 3) พบว่าผงปลีกล้วยมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 7.84 และมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 3) กับส่วนของผงผลกล้วย และผงหยวกกล้วย ซึ่งมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 2.43 และ 1.83 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณเยื่อใยของผงจากทั้งสามส่วนของกล้วยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 3) โดยปริมาณเยื่อใยของผงหยวกกล้วยมีปริมาณสูงมากที่สุดคือร้อยละ 34.34 ในขณะที่ปริมาณเยื่อใยของผงผลกล้วยมีปริมาณน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 6.65 เมื่อพิจารณาค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด พบว่าผงปลีกล้วยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 69.53 และมีพลังงานทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 338.10 kcal/100g (ตารางที่ 3)

3.2 การเสริมโภชนาการจากผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผงหยวกกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วยอบแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	ผงหยวกกล้วย	ผงปลีกล้วย	ผงผลกล้วย
ความชื้น (ร้อยละ)	6.71 ^b ± 0.1	7.04 ^a ± 0.1	5.57 ^c ± 0.0
เถ้า*	5.01 ^b ± 0.9	12.34 ^a ± 0.1	2.08 ^c ± 0.2
ไขมัน*	0.61 ^b ± 0.3	3.17 ^a ± 0.0	0.58 ^b ± 0.0
โปรตีน*	1.83 ^b ± 0.4	7.84 ^a ± 0.6	2.42 ^b ± 0.0
เยื่อใย*	34.34 ^a ± 5.2	29.87 ^a ± 3.2	6.65 ^b ± 0.40
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด*	85.30 ^b ± 1.4	69.53 ^c ± 0.5	89.42 ^a ± 0.2
พลังงานทั้งหมด (kcal/100g)	355.48 ^b ± 3.4	338.10 ^c ± 0.0	372.52 ^a ± 0.6

หมายเหตุ: *ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

อักษร ^{a-c} ในแนวนอนแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมูแผ่นกรอบ

ผลการเสริมผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่ระดับร้อยละ 1 3 และ 5 พบลักษณะหมูแผ่นกรอบที่มีสีเหลืองทอง แต่เมื่อเติมผงปลีกล้วยเสริมลงไปในผลิตภัณฑ์พบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบมีสีเข้มขึ้น และเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงปลีกล้วย

ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) เมื่อนำหมูแผ่นกรอบที่มีการเสริมผงปลีกล้วยวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab จะเห็นได้ชัดว่าค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 4) ซึ่งหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุมมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 48.34 และหมูแผ่นกรอบที่เสริม

ตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

เสริมผงปลีกล้วย (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส
สูตรควบคุม		- มีสีเหลืองทองมนน้ำตาล - มีกลิ่นหอมของหมูสุกปรุงรส - มีรสอู่อร่อย (umami) - เมื่อกัดมีความกรอบแข็ง
1		- มีสีเหลืองมนน้ำตาลเข้มเล็กน้อย - มีกลิ่นหอมของหมูสุกปรุงรส - มีรสอู่อร่อย (umami) - เมื่อกัดมีความกรอบแข็ง - มีสีเหลืองมนน้ำตาลเข้มออกดำคล้ำ
3		- มีกลิ่นหอมของหมูสุกปรุงรสลดลง - มีรสฝาดเล็กน้อย - เมื่อกัดมีความกรอบแข็ง - มีสีเหลืองมนน้ำตาลเข้มออกดำคล้ำ
5		- มีกลิ่นหอมของหมูสุกปรุงรสลดลง - มีรสฝาดเล็กน้อย - เมื่อกัดมีความกรอบ หักง่าย เวลาเคี้ยวเนื้อร่วน

ตารางที่ 5 ค่าสี ค่าความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพเนื้อสัมผัสของหมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

เสริม ผงปลีกล้วย (ร้อยละ)	L^*	a^*	b^*	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำ อิสระ (a_w)	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสหมูแผ่นกรอบ	
						ค่าความแข็ง (นิวตัน)	ค่าความกรอบ
สูตรควบคุม	48.34 ^a ±0.9	8.64 ^a ±0.40	13.26 ^a ±0.49	3.30 ^a ±0.18	0.43 ^a ±0.04	172.27 ^{ab} ±98.0	7.50 ^b ±4.4
1	47.04 ^b ±0.9	5.77 ^b ±0.42	10.54 ^b ±0.44	2.49 ^b ±0.13	0.40 ^a ±0.02	143.95 ^b ±67.6	14.90 ^b ±8.5
3	46.04 ^c ±1.1	3.63 ^c ±0.47	6.37 ^c ±0.73	2.08 ^c ±0.05	0.36 ^a ±0.02	173.11 ^a ±54.8	13.00 ^b ±4.6
5	36.50 ^d ±2.8	2.21 ^d ±0.67	2.30 ^d ±0.64	1.85 ^d ±0.24	0.13 ^b ±0.01	79.07 ^c ±45.1	18.10 ^a ±4.8

หมายเหตุ: อักษร ^{a-d} ในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ร้อยละ 1.85 และปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.13 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

หมูแผ่นเสริม ผงปลีกล้วย (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	6.80 ^a ± 1.06	6.70 ^a ± 1.34	6.80 ^{ab} ± 1.45	7.03 ^{ab} ± 1.30	7.10 ^b ± 1.24
1	6.60 ^a ± 1.85	6.10 ^{ab} ± 1.71	7.30 ^a ± 1.54	7.53 ^a ± 1.11	7.73 ^a ± 1.29
3	5.60 ^b ± 1.71	6.33 ^a ± 1.58	6.30 ^b ± 1.95	6.43 ^b ± 1.59	7.00 ^b ± 1.23
5	5.07 ^b ± 2.08	5.83 ^b ± 1.91	6.17 ^b ± 1.44	6.60 ^b ± 1.65	6.57 ^b ± 1.33

หมายเหตุ: อักษร ^{a-b} ในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของหมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย

องค์ประกอบทางเคมี	หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย			
	สูตรควบคุม	ร้อยละ 1	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5
ความชื้น (ร้อยละ)	2.14 ^a ± 0.69	2.73 ^a ± 0.02	3.42 ^a ± 0.44	3.93 ^a ± 0.27
เถ้า*	4.46 ^b ± 0.11	4.75 ^{ab} ± 0.13	5.09 ^a ± 0.04	5.17 ^a ± 0.18
ไขมัน*	27.97 ^a ± 0.26	27.26 ^a ± 0.36	18.57 ^b ± 0.46	13.22 ^c ± 0.97
โปรตีน*	25.40 ^d ± 0.26	26.92 ^c ± 0.19	27.62 ^b ± 0.07	28.81 ^a ± 0.03
เยื่อใย*	1.66 ^b ± 0.07	2.23 ^{ab} ± 0.19	2.61 ^a ± 0.14	2.67 ^a ± 0.41
คาร์โบไฮเดรต*	39.81 ^c ± 0.71	38.12 ^c ± 0.65	45.15 ^b ± 0.05	48.84 ^a ± 0.88
พลังงานทั้งหมด (kcal/100g)	505.32 ^a ± 11.80	506.90 ^a ± 1.25	458.25 ^b ± 4.58	429.63 ^c ± 5.33

หมายเหตุ: *ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

อักษร ^{a-d} ในแนวนอนแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผงปลีกล้วยร้อยละ 1 3 และ 5 เท่ากับ 46.04 47.06 และ 36.50 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) ก็มีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกันเมื่อเติมผงปลีกล้วยที่เพิ่มขึ้น พบว่าค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) ต่ำสุดในหมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.21 และ 2.30 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 4)

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระของหมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย พบว่าการเสริมผงปลีกล้วยในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 5) ซึ่งค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระมีปริมาณต่ำสุดในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 ซึ่งมีค่าความชื้นเท่ากับ

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระของหมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย พบว่าการเสริมผงปลีกล้วยในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$, ตารางที่ 5) ซึ่งค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระมีปริมาณต่ำสุดในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 ซึ่งมีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 1.85 และปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.13 ($p \leq 0.05$)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยที่ระดับร้อยละ 3 เมื่อกัตมีความกรอบแข็ง และที่ร้อยละ 5 เมื่อกัตมีความกรอบ หักง่าย เวลาเคี้ยวเนื้อร่วน (ตารางที่ 4) ซึ่ง

สอดคล้องกับการวัดคุณภาพเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture analyzer ของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยที่ระดับร้อยละ 3 จะมีความแข็ง (hardness) มาก

ที่สุดไม่ต่างกันสูตรควบคุม ($p>0.05$, ตารางที่ 5) ในขณะที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 มีผลทำให้หมูแผ่นกรอบมีความแข็ง (hardness) ต่ำที่สุด แต่มีความกรอบ (crispness) มากที่สุด ($p\leq 0.05$, ตารางที่ 5) โดยพบว่าการเติมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 มีค่าความแข็ง และความกรอบเท่ากับ 79.07 นิวตัน และ 18.1 ตามลำดับ ในขณะที่หมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม และเสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 และ 3 มีความแข็งที่เท่ากับ 172.27 143.95 และ 173.11 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนความกรอบเท่ากับ 7.50 14.90 และ 13.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ผลของการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 6) จากการทดสอบพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบทางด้านสี และกลิ่นลดลง เมื่อมีการเติมผงปลีกล้วยทุกระดับลงไปในหมูแผ่นกรอบ แต่ก็ไม่พบว่าการเติมผงปลีกล้วยมีผลทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม ($p\leq 0.05$, ตารางที่ 6) อีกทั้งยังพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของหมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 มากกว่าหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.73 คะแนน ($p\leq 0.05$, ตารางที่ 6) แต่เมื่อเพิ่มระดับการเติมผงปลีกล้วยที่เพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้การยอมรับทุกด้านลดลงโดยเฉพาะทางด้านสีและรสชาติ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วย (ตารางที่ 7) จากการวิเคราะห์พบว่า การเสริมผงปลีกล้วยลงในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมี ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย โดยเฉพาะโปรตีนและเยื่อใยมีปริมาณสูงเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($p\leq 0.05$, ตารางที่ 7) โดยในหมูแผ่นกรอบที่เติมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยพบมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 28.81 และ 2.76 ตามลำดับ ในขณะที่หมูแผ่นกรอบสูตรควบคุมมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 25.40 และ 1.66 ตามลำดับ ($p\leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ยังพบ

อีกว่า องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญเพิ่มมากขึ้นเมื่อเติมผงปลีกล้วยในปริมาณที่มากขึ้น แต่พบว่าปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบสูตรควบคุม ($p\leq 0.05$) โดยพบว่าปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 5 เท่ากับร้อยละ 13.22 ส่วนไขมันในหมูแผ่นกรอบสูตรควบคุมมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 27.97 อีกทั้งผลการคำนวณพลังงานทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ พบว่าการเสริมผงปลีกล้วยมีผลทำให้พลังงานทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเสริมผงปลีกล้วยในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งพลังงานทั้งหมดในหมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 3 5 มีค่าเท่ากับ 506.90 458.25 และ 429.63 kcal/100g ตามลำดับ

4. การอภิปราย

4.1 การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม

จากข้อมูลเบื้องต้นของวัตถุดิบจากส่วนต่างๆ ของกล้วยที่ผ่านการทำแห้ง ได้แก่ ผงหยวกกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วย ซึ่งปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอสิระอยู่ในเกณฑ์ที่จุลินทรีย์เจริญไม่สามารถเติบโตได้ มีรายงานปริมาณน้ำอสิระและความชื้นสัมพันธ์กับการเสื่อมเสียและความปลอดภัยของอาหารจากจุลินทรีย์ โดย ตัวอย่างทั้งสามของกล้วยที่ผ่านการทำแห้งอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัย (Lutovska et al., 2016; Labuza et al., 1970) จากการพิจารณาปริมาณโปรตีน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกวัตถุดิบเสริมโภชนาการในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ พบว่าผลปลีกล้วยมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด อีกทั้งยังมีปริมาณเยื่อใยสูง ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ของผงกล้วย

จากรายงานทางวิชาการพบว่าสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญและมีประโยชน์สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของกล้วย ซึ่ง Tribess et al. (2009) รายงานว่า ผลกล้วยดิบประกอบด้วยสารที่มีความสำคัญทางโภชนาการสูง ได้แก่ แป้งทนการย่อย (resistant starch) ร้อยละ 40.9–58.5 ซึ่งให้พลังงานต่ำ เยื่อใยร้อยละ 6.0–15.5 อีกทั้งยังพบสารประกอบฟีนอลิกในผลกล้วยดิบที่มีศักยภาพนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่นฤทธิ์ต้านการอักเสบในระหว่างกระบวนการอักเสบในลำไส้ สามารถลดความดันโลหิตซิสโตลิกในมนุษย์ และต้านไวรัส influenza A ในหนู (Horie et al., 2020) ส่วนของหยวก

กล้วยก็เป็นอีกส่วนที่สำคัญในประเทศนิยมนำมาปรุงอาหารหลายชนิดเพื่อบริโภค นอกจากนี้หอยกกล้วยนับว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งและไม่มีคุณค่า แต่เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าหอยกกล้วยมีปริมาณเยื่อใยสูงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ซึ่งไฟเบอร์ที่พบในพืชได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ลิกนิน (lignin) และ เพกติน (pectin) (Aranguren et al., 2016; Figueiro & Rana, 2016) ส่วนของปลีกล้วยเป็นส่วนที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งเช่นกัน ปลีกล้วยอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก คาเทชิน (catechin) อีพิกาทะชิน (epicatechin) เควอซีทิน (quercetin) รูทีน (rutin) และ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) (Arun et al., 2017) จากผลการวิเคราะห์พบว่าปลีกล้วยเป็นส่วนที่มีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าส่วนอื่นๆ ซึ่งเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าโปรตีนมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีรายงานของ Ramu et al. (2017) กล่าวว่าปลีกล้วยมีโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นและกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น ซึ่งกรดอะมิโนที่พบมากในปลีกล้วย ได้แก่ กรดกลูตามิก (glutamic acid) กรดแอสพาร์ติก (aspartic acid) ลูซีน (leucine) อะลานีน (alanine) โพรลีน (proline) อาร์จินีน (arginine) ซีสเตอีน (cysteine) และ เซอรีน (serine)

ดังนั้นจึงเลือกผงปลีกล้วยเพื่อเสริมโภชนาการในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ เพื่อการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.2 การเสริมโภชนาการจากผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ

การเสริมผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่ระดับร้อยละ 1 3 และ 5 พบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบมีสีเหลืองทองอมน้ำตาลเข้มขึ้นหรือมีแนวโน้มสีคล้ำขึ้น เมื่อเติมผงปลีกล้วยที่ระดับเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการวัดทางกายภาพด้วยเครื่องวัดสี โดยค่าความสว่าง L^* ค่าความเป็นสีแดง a^* และค่าความเป็นสีเหลือง b^* มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ ทั้งนี้การเสริมผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์อาจมีผลต่อสีผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก เนื่องจากในกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณมากจึงมีผลทำให้เกิดสีคล้ำ จากรายงานของ Rodrigues และคณะ (2020) ค้นพบว่าส่วนของดอกกล้วย ได้แก่ กาบ ดอก ตัวผู้ แรชชิส และช่อดอกทั้งช่อ มีปริมาณฟีนอลิกเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลซึ่งมีปริมาณสูงถึง 181.25

มิลลิกรัมกรดแกลลิก/ลิตร (mg GAE/L) การเกิดสีคล้ำพบในผงปลีกล้วยเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลจากเอนไซม์ โดยมีปริมาณความชื้นและฟีนอลิกในระดับสูง กล้วยจึงไวต่อการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ และการเปลี่ยนสีระหว่างการอบแห้งหรือการจัดเก็บ (Farhaninejad et al., 2017) สีน้ำตาลพบในผงปลีกล้วยเป็นผลมาจากการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) เริ่มต้นที่สารโมโนฟีนอล (monophenol) ไม่มีสีจะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล (diphenol) ไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นออร์โท-ควิโนน (o-quinone) ทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) (Nguyen and va Doorn, 2004) โดยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลได้แก่ โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase, PPO) และ เปอร็อกซิเดส (Peroxidase, POD) สามารถเปลี่ยนฟีนอลอิสระให้เป็นควิโนน ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีสี POD ส่งเสริมปฏิกิริยาหลายอย่าง รวมทั้งการเกิดออกซิเดชันของลิพิดและฟีนอล และส่งผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Nguyen et al., 2004; Tappi et al., 2017).

นอกจากนี้ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระที่ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณผงปลีกล้วยในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ มีอิทธิพลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสและคุณภาพเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture analyzer ด้านความกรอบและความแข็งของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่อยู่ภายในตัวของผลิตภัณฑ์มีจำนวนน้อยทำให้เวลาเคี้ยวหรือกัดมีความกรอบแข็งมากขึ้นที่ระดับผงปลีกล้วยร้อยละ 3 แต่อย่างไรก็ตาม ที่ร้อยละ 5 เมื่อกัดมีความกรอบ หักง่าย เวลาเคี้ยวเนื้อร่วน อีกทั้งค่าความแข็ง (hardness) ต่ำที่สุด แต่มีความกรอบ (crispness) มากที่สุด เนื่องจากผงปลีกล้วยมีปริมาณเยื่อใยที่สูง เมื่อเพิ่มปริมาณผงปลีกล้วยที่มากเกินไปจะทำให้มีค่าความกรอบมากขึ้นแต่จะไปขัดขวางการยึดเกาะของการขึ้นรูปหมูแผ่นกรอบทำให้ค่าความแข็งต่ำ ทั้งนี้เยื่อใยที่อยู่ในผงปลีกล้วยมีปริมาณของเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble dietary fiber) สูง จะพองตัวในน้ำเหมือนฟองน้ำแต่ไม่ให้ความหนืด (Aranguren et al., 2016; Figueiro & Rana, 2016) ดังนั้นการเพิ่มผงปลีกล้วยที่ระดับร้อยละ 5 ขึ้นไป มีโอกาสทำให้การขึ้นรูปของหมูแผ่นกรอบได้ยากขึ้น และเนื้อสัมผัสที่ร่วน แดกหักง่าย

การทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 3 และ 5 โดยประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งเปรียบเทียบกับหมูแผ่นกรอบสูตรพื้นฐาน (ควบคุม) เพื่อใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่ตรงกับความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสี และกลิ่นลดลงในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยที่ระดับร้อยละ 3 และ 5 เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ในขณะที่ระดับร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบไม่ต่างกับสูตรพื้นฐาน แต่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพทางเนื้อสัมผัสที่วัดด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยสูตรเสริมผงปลีกล้วยที่ระดับร้อยละ 1 มีค่าความกรอบสูงกว่าสูตรพื้นฐาน เมื่อเพิ่มระดับผงปลีกล้วยที่ระดับที่เหมาะสมจะทำให้ผู้บริโภคยอมรับค่าความกรอบสูงขึ้น ทั้งนี้การเติมผงปลีกล้วยที่เพิ่มมากขึ้นที่ร้อยละ 3 และ 5 มีผลทำให้การยอมรับทุกด้านลดลง โดยเฉพาะทางด้านสีและรสชาติ นั่นอาจเป็นสาเหตุเนื่องจากผงปลีกล้วยมีสีที่คล้ำเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดสีคล้ำในผงปลีกล้วย (Nguyen and va Doorn, 2004) และ มีรสฝาดเมื่อเติมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มขึ้นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคสูตรที่เสริมผงปลีกล้วยร้อยละ 1 ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานของวัตถุดิบเริ่มต้นที่มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยที่สูงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม นอกจากคุณประโยชน์ทางโภชนาการด้านโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยแล้ว ยังมีเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำในผงปลีกล้วยซึ่งเป็นการเพิ่มเส้นใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ เมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมที่เสริมโภชนาการจากผงปลีกล้วยจะส่งผลดีต่อสุขภาพ เนื่องจากเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีความสามารถการจับน้ำ เกิดการพองตัวทำให้เพิ่มปริมาตรน้ำในกระเพาะอาหาร จึงทำให้รู้สึกอิ่ม ซึ่งเส้นใยอาหารจากผงปลีกล้วยนี้แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถย่อยได้ ช่วยเพิ่มเนื้ออุจจาระ ลดปัญหาท้องผูกได้ และลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Aranguren et al., 2016; Figueiro & Rana, 2016) อีกทั้งพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ

เมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบยังมีปริมาณแคลลอรีต่ำ ดังนั้นผงปลีกล้วยเสริมโภชนาการในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบที่เหลือใช้ อีกทั้งยังมีคุณประโยชน์เสริมโปรตีนและเยื่อใย ซึ่งกำลังเป็นกระแสที่น่าสนใจในยุคปัจจุบัน จะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบที่เสริมผงปลีกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารฟังก์ชันนอลฟู้ดส์ ที่จะดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันและอนาคตต่อไป

5. บทสรุป

การคัดเลือกวัตถุดิบจากส่วนต่างๆ ของกล้วย ได้แก่ผงหยาบกล้วย ผงปลีกล้วย และผงผลกล้วย เพื่อเสริมโภชนาการในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบ โดยคัดเลือกผงปลีกล้วยที่มีปริมาณโปรตีน และเยื่อใยที่สูงเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ และพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยที่ร้อยละ 1 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคที่คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม เมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเสริมผงปลีกล้วยยังได้รับคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ทั้งโปรตีน และเยื่อใยสูง อีกทั้งยังมีแคลลอรีต่ำ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารฟังก์ชันนอลฟู้ดส์เสริมด้วยผงปลีกล้วย

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะวิจัยขอขอบคุณ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้การสนับสนุนด้านแหล่งเงินทุนสำหรับการวิจัยในโครงการนี้ พร้อมทั้งเอื้ออำนวยความสะดวก อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aranguren, M. I., Marcovich, N. E., & Reboredo, M. M. (2016). *Vegetable fibers*. In H. F. Mark (Ed.), *Encyclopedia of polymer science and technology*. Hoboken, New Jersey: John Wiley.
- Arun, K. B., Thomas, S., Reshmitha, T. R., Akhil, G. C., & Nisha, P. (2017). Dietary fibre and phenolic-rich extracts from *Musa paradisiaca* inflorescence ameliorates type 2 diabetes and associated cardiovascular risks. *Journal of Functional Foods*, 31, 198–207.
- Association of Official Analysis Chemists (AOAC). (2005). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 14th Edition. Washington, DC: USA
- Banchacharurat, W., Somphong, W., & Phochanapimon, S. (2009). Study of the production process of fried bananas. In *47th Academic Conference, 17–20 March 2009*, Kasetsart University. (in Thai)

- Bjarnadottir, A. and Shoemaker, S. (2022). 11 Evidence-based health benefits of bananas. Retrieved June 20, 2022 from https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-benefits-of-bananas#TOC_TITLE_HDR_4
- Department of International Trade Promotion, Ministry of Commerce. (2023). Snack consumption trends among Gen Z. Retrieved December 20, 2023, from <https://www.ditp.go.th/post/151788>. (in Thai)
- Digital Economic Base. (2023). Trend-Business Opportunity 2023 'Self-Care-Future Food' Expands to Create Money-Making Opportunities. Retrieved December 28, 2023, from <https://www.thansettakij.com/health/wellbeing/>. (in Thai)
- Fangueiro, R., & Rana, S. R. M. E. (2016). *Natural fibres: advances in science and technology towards industrial applications*. Springer.
- Farhaninejad, Z., Fathi, M., Shahedi, M., & Sadeghi, M. (2017). Osmotic dehydration of banana slices using direct and indirect sonication: optimization and microstructure analysis. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), e12336.
- Horie, K., Hossain, M.S., Kim, Y., Akiko, I., Kon, R., Yamatsu, A., Kishima, M., Nishikimi, T., & Kim, M. (2020). The potency of a novel fermented unripe banana powder as a functional immunostimulatory food ingredient. *Journal of Functional Foods*, 70, 103980.
- Labuza, T. P. (1970). Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. *Food Technol*, 24, 543-550.
- Lutovska, M., Mitrevski, V., Geramitcioski, T., Mijakovski, V., & Andreevski, I. (2016). Water activity vs. equilibrium moisture content vodena aktivnost nasuprot RAVNOTEŽNE VLAŽNOSTI Materijala. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 2(20), 69.
- Nguyen, T. B. T., Ketsa, S., & van Doorn, W. G. (2004). Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. *Postharvest Biology and Technology*, 31(3), 313-317.
- Porjaroen, A., & Leotworasirikul, S. (2018). Development of fish snack products using sweeteners instead of sucrose. In *2nd National Academic Conference on Innovation for Learning and Invention 2018*, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Pp. 699-712. (in Thai)
- Ramu, R., Shirahatti, P. S., Anilakumar, K. R., Nayakavadi, S., Zameer, F., Dhananjaya, B. L., & Nagendra, Prasad, M. N. (2017). Assessment of nutritional quality and global antioxidant response of banana (*Musa sp.* CV. Nanjangud Rasa Bale) pseudostem and flower. *Pharmacognosy Res*, 9(5), S74-S83.
- Rithmanee, T. (2018). Utilization of golden banana stem to increase dietary fiber in Sai Ua. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 10(2), 181-190. (in Thai)
- Rodrigues, A. S., Kubota, E. H., da Silva, C. G., dos Santos Alves, J., Hautrive, T. P., Rodrigues, G. S., & Campagnol, P. C. B. (2020). Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. *Meat science*, 161, 107991.
- Tappi, S., Ragni, L., Tylewicz, U., Romani, S., Ramazzina, I., & Rocculi, P. (2019). Browning response of fresh-cut apples of different cultivars to cold gas plasma treatment. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 53, 56-62.
- Tribess, T. B., Hernández-Urbe, J. P., Méndez-Montealvo, M. G. C., Menezes, E. W. D., Bello-Perez, L. A., & Tadini, C. C. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 1022-1025.