



ผลของการนึ่งต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
ในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

Effect of Steaming Method on Chemical, Physical Properties and Total Phenolic
Content of Lava Durian Sisaket Peel Powder

ศิริลักษณ์ ศรีสันต์¹ พิกุลทอง สิบศรี¹ ขนิษฐา ฉิมพาลี² และจิรนนต์ รัตสีโว^{1*}

Sirilak Srisan¹, Pikulthong Subsri¹, Khanittha Chimpali² and Jiranan Ratseewo^{1*}

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ¹

Division of Food Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University¹

Division of Sport Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University²

*Corresponding Author: jiranan.r@gmail.com

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 20 พฤษภาคม 2566 แก้ไข: 20 มิถุนายน 2566 ตอบรับ: 21 มิถุนายน 2566	การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้เปลือกด้านในสีขาวของทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสายพันธุ์หมอนทอง ใช้ระยะเวลาในการนึ่งที่แตกต่างกัน คือ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 10 15 และ 20 นาที นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เท่ากัน จากนั้นนำตัวอย่างผงมาวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณเส้นใย และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากนึ่ง ปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนนึ่งที่เวลา 10 15 นาที มีปริมาณสูงกว่าเวลาที่ 20 นาที ($p < 0.05$) ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งทุกตัวอย่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่าตัวอย่างควบคุม (0 นาที) ผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่ใช้เวลาการนึ่ง 15 และ 20 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 660.29 ± 15.55 และ 650.40 ± 19.76 mg GAE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตัวอย่าง งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสภาวะการนึ่งที่เวลา 15 นาที สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนและยังคงมีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่เหมาะสม ดังนั้นการนึ่งที่เวลา 15 นาที นี้จึงสมควรพิจารณาเป็นการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟที่เหมาะสมและใช้ผลจากการศึกษานี้ไปใช้ในการต่อยอดเพื่อผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษต่อไป



Article Info	Abstract
Article History: Received: May 20, 2023 Revised: June 20, 2023 Accepted: June 21, 2023	The objective of this study was to investigate the effect of steaming method on physical, chemical properties and total phenolic content of Lava Durian Sisaket peel powder optimum condition. The Lava Durian peels were collected from local market at Sisaket province. The white part of durian peels was steamed at four conditions: 0 (control), 10, 15 and 20 mins. The dried durian peel samples were analyzed for the contents of color, moisture, water activity, fiber and total phenolic. The result showed that the L* value of durian peel powder was significantly increased after steaming ($p<0.05$). The fiber content of steamed peel at 10 and 15 min has higher content than 20 min ($p<0.05$). The total phenolic content of all steamed durian peel powder samples was significant increased after steaming when compared with control sample (0 min). The steamed durian peel powder samples at 15 and 20 mins were the highest total phenolic content 660.29 ± 15.55 and 650.40 ± 19.76 mg GAE/g, respectively. Our results suggest that the steaming at 15 min could enhance the phenolic content and retain the appropriate physicochemical properties. Hence, the steaming at 15 min may be considerate as an appropriated steaming method for Lava Durian peel powder production. The data of this research could be developed to produce Lava Durian Sisaket peel powder in the future.
Keywords: Steaming/Chemical property/Physical property/Total phenolic content/ Lava Durian Sisaket Peel Powder	

1. บทนำ

ทุเรียน (*Durio ziberhinus* Merr.) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นอย่างมาก ทำให้ผลผลิตทุเรียนต่อปีของไทยเพิ่มขึ้น รวมถึงทุเรียนของจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีการปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี และก้านยาว มีรสชาติหวานมัน มีกลิ่นหอมปานกลาง เนื้อละเอียด กลิ่นไม่ฉุนปลูกในพื้นที่ที่มีแหล่งดินสีแดงจากภูเขาไฟศรีสะเกษ โดยต้องปลูกในเขต 3 อำเภอ คือ ขุนหาญ กันทรลักษณ์ และศรีรัตนะ ทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) พ.ศ. 2546 จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา มีพื้นที่ให้ผลผลิต 5,596 ไร่ ผลผลิตจะออกสู่ตลาด 7,369 ตัน คิดเป็นร้อยละ 98 ของปริมาณผลผลิตทุเรียนทั้งหมดของจังหวัดศรีสะเกษ [1] โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดคือ พันธุ์หมอนทอง ซึ่งในปี 2565 ธุรกิจการจำหน่ายทุเรียน มีจำหน่ายทั้งผลสด และแบบพร้อมบริโภค โดยเฉพาะแบบพร้อมบริโภคจำหน่ายเฉพาะเนื้อทุเรียนซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแม้จะมีราคาแพง แต่ผู้บริโภคสามารถเลือกขนาดและระดับความสุกของเนื้อ



ทุเรียนตามที่ชอบ เมื่อเนื้อทุเรียนขายดีขึ้นส่งผลให้ปริมาณเปลือกทุเรียนตามแหล่งร้านค้าที่จำหน่ายมีปริมาณเพิ่มขึ้น เกิดขยะจากเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้งบประมาณในการกำจัดขยะ เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบปริมาณมากในฤดูกาลเก็บเกี่ยว จากการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกทุเรียนหมอนทองทั่วไปพบว่าปริมาณเส้นใยสูง และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (19.34 ± 0.73 mg GAE/g fiber) มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH EC_{50} (2829.11 ± 28.01 μ g/ml) นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณใยอาหาร (79.18 ± 3.46 g/100 g of dry matter) โปรตีน (5.48 ± 0.10 g/100 g of dry matter) ไขมัน (0.82 ± 0.01 g/100 g of dry matter) และสตาร์ช (2.55 ± 0.17 g/100 g of dry matter) [2] อีกด้วย ในปัจจุบันมีการนำเปลือกทุเรียนมาแปรรูปเป็นผงและเติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร เช่น สเปกเก็ตตี้ [3] และบิสกิต ปราศจากกลูเตน [4] เนื่องจากผู้บริโภคหันมาดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้แนวโน้มตลาดอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น

การแปรรูปวัตถุดิบเพื่อนำมาเติมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องคำนึงผลกระทบของการแปรรูปนั้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี คุณสมบัติทางเคมี เช่น ความชื้น คุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวิธีการแปรรูปและชนิดของตัวอย่างที่แตกต่างกันย่อมส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติเหล่านี้แตกต่างกันตามไปด้วย [5] เช่น การนึ่งส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างใบมะกรูดนึ่ง (22.18 mg GEA/g dry basis) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับใบมะกรูดสด (20.10 mg GEA/g dry basis) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) [6] การอบแห้งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในการอบแห้งผงทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ รวมถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ [7] อย่างไรก็ตาม การศึกษาเปลือกทุเรียนดังกล่าวนี้มาจากทุเรียนจากแหล่งอื่น ยังไม่มีการศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษเพื่อผลิตเป็นผงเปลือกทุเรียน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เพื่อเพิ่มมูลค่าการแปรรูปขยะเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียน ลดปริมาณขยะจากภาคพาณิชย์ และสามารถนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาการแปรรูปเปลือกทุเรียนสำหรับต่อยอดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

เปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสายพันธุ์หมอนทอง (Monthong Durian) ที่มีการปลูกในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ ระยะสุก (ripe) ให้ผลผลิตในช่วงเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวในระยะหลังดอกบาน 120 วัน จากตลาดในท้องถิ่น จังหวัดศรีสะเกษ คัดเลือกเปลือกที่ไม่และ สะอาด เปลือกด้านสีขาวสะอาด นำมาล้างทำความสะอาด ตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีขาว หั่นเป็นชิ้นบาง ขนาด 1×1 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด พักในตะแกรงให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปนึ่งในอุณหภูมิน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 4 ระดับ คือ 0 (ตัวอย่างควบคุมไม่ผ่านการนึ่ง) 10 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลา นำตัวอย่างเปลือกทุเรียนพักประมาณ 20 นาที เพื่อให้อุณหภูมิลดลง จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า ผสมกับน้ำสะอาดที่อัตราส่วนทุเรียน 1 กรัม ต่อน้ำ 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเทลงบนถาดอะลูมิเนียมเคลือบให้มีความหนา 1 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert, Germany) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จนได้ตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 7 [8] จากนั้นนำเปลือกทุเรียนที่แห้งแล้วไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบด ร่อนผ่านตะแกรง 70 เมช เก็บไว้ในถุงซิปล็อก ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

วัดสี (Color) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ด้วยระบบ CIE L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี (MINOTA CR400, Japan) จากนั้นนำมาคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่าง ค่าความแตกต่างที่ยอมรับได้ของสี ΔE^* (delta E) การเปลี่ยนแปลงค่าสี หรือ ΔE คือการใช้พารามิเตอร์ค่า L^* , a^* และ b^* ในการคำนวณโดยเทียบจากค่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้นตัวอย่างควบคุมจะไม่มีค่า ΔE สามารถคำนวณจากสูตร $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ [7] การวิเคราะห์ความชื้น ใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) อบแห้งที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง [8] การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง water activity โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ [9] การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ด้วยเครื่องวิเคราะห์เส้นใย ตามวิธี AOAC [7] โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

2.3 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

การสกัดผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ทำการชั่งผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผสมกับสารละลายเอทานอลร้อยละ 80 ที่อัตราส่วนตัวอย่าง 1 กรัม ต่อสารละลาย 20 มิลลิลิตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดศึกษาโดยวิธี Folin-Ciocalteu method วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Beckman Coulter, Fullerton, USA) ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารละลายมาตรฐาน โดยแสดงผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่าง 100 กรัม (mg GAE/100 g) [5]

2.4 การทดสอบทางสถิติ

การศึกษานี้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design: CRD) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างที่ต้องการศึกษาโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS version 23

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ที่ใช้ในการแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียนโดยใช้ระยะเวลาการนึ่งต่างกัน ได้แก่ 0 (ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการนึ่ง) 10 15 และ 20 นาที ค่าสี L^* , a^* , b^* และ การเปลี่ยนแปลงค่าสี (ΔE) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านสีเพื่อวัดค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 68.15-81.56 จะพบว่าเมื่อผ่านการนึ่งค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่งที่เวลา 10 นาที ค่าความสว่างมีสูงสุด (81.56 ± 0.21) รองลงมาคือ ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่ง 15 นาที (80.66 ± 0.04) และตัวอย่างเปลือกทุเรียนที่ไม่ผ่านการนึ่งมีความสว่างต่ำที่สุด (68.15 ± 0.17) การแปรรูปผงเปลือกทุเรียนพบว่าค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 17.14-26.63 โดยมีค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น หลังผ่านการนึ่งแต่ค่าสีแดง (a^*) ลดลงอยู่ในช่วง 2.77-10.88 โดยมีค่าความเป็นสีแดงลดลงหลังผ่านการแปรรูป ค่าความแตกต่างที่ยอมรับได้ของสี ΔE^* (delta E) แสดงได้จากการรวมกันของพารามิเตอร์ค่า L^* , a^* และ b^* การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่ระยะเวลา 20 นาที มีค่า ΔE น้อยสุด (15.25) ส่วนเวลาการนึ่ง 10 นาที มีค่า ΔE สูงที่สุด (18.03) ค่า ΔE ของตัวอย่างควบคุมจะไม่มีค่า

ตารางที่ 1 ค่า L^* , a^* , b^* และ ΔE ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน

ผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่ง	ค่าสี			
	L^*	a^*	b^*	ΔE
0 นาที	68.15±0.17 ^d	10.88±0.01 ^a	26.63±0.09 ^a	-
10 นาที	81.56±0.21 ^a	3.27±0.07 ^c	17.29±0.12 ^c	18.03±0.11 ^a
15 นาที	80.66±0.04 ^b	2.77±0.56 ^d	17.14±0.08 ^c	17.67±0.12 ^b
20 นาที	78.87±0.08 ^c	4.28±0.04 ^b	18.03±0.10 ^b	15.25±0.23 ^c

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษร a, b, c ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

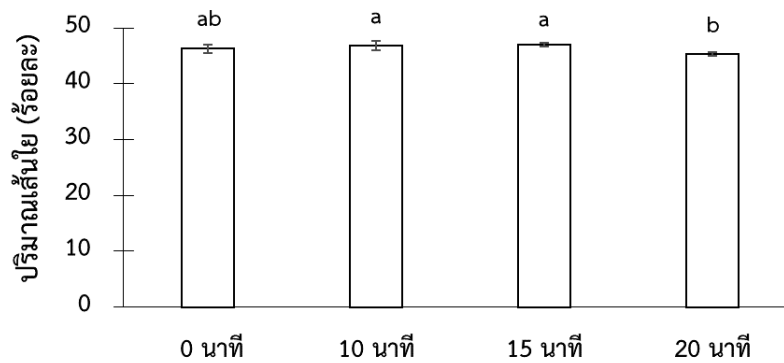
ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียนจากจังหวัดศรีสะเกษ ที่ใช้ในการแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียนโดยใช้ระยะเวลาต่างกัน ได้แก่ 0 10 15 และ 20 นาที ค่าความชื้นและค่าน้ำอิสระแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณค่า a_w มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p<0.05$) ค่า a_w ของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษอยู่ในช่วง 0.29-0.42 โดยตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 20 นาที มีค่า a_w สูงที่สุด 0.42 ขณะที่ตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 0-15 นาที มีค่า a_w ไม่แตกต่างทางสถิติ การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษพบว่าความชื้นในช่วงร้อยละ 3.86-7.23 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p<0.05$) ตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 20 นาที มีค่าความชื้นสูงที่สุดที่ร้อยละ 7.23 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่า a_w

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นและน้ำอิสระ (a_w) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน

ผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่ง	ความชื้น (ร้อยละ)	water activity (a_w)
0 นาที	6.08±0.51 ^b	0.31±0.01 ^b
10 นาที	3.86±0.20 ^d	0.29±0.01 ^b
15 นาที	4.65±0.08 ^c	0.30±0.01 ^b
20 นาที	7.23±1.24 ^a	0.42±0.02 ^a

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษร a, b, c ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

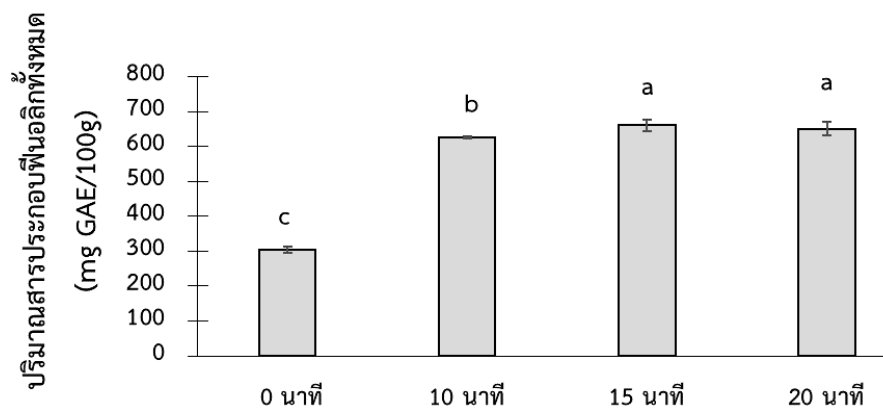
ผลการศึกษาปริมาณเส้นใยในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังแผนภูมิที่ 1 พบว่าปริมาณเส้นใยอยู่ในช่วงร้อยละ 45.31-47.00 ปริมาณเส้นใยสูงที่สุดพบในตัวอย่างการนึ่งที่เวลา 0 10 และ 15 นาที ขณะที่ปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนที่เวลา 20 นาที มีปริมาณต่ำสุดที่ร้อยละ 45.31 ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนที่ไม่ผ่านการนึ่ง (0 นาที) ($p\geq 0.05$)



แผนภูมิที่ 1 ปริมาณเส้นใยของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังแผนภูมิที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่งที่เวลาแตกต่างกันอยู่ในช่วง 303.83-650.40 mg GAE/100g ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งเวลา 15 และ 20 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สูงที่สุดเป็น 660.29 $\pm$ 15.55 และ 650.40 $\pm$ 19.76 mg GAE/100g ตามลำดับ รองลงมาคือ ตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนผ่านการนึ่งที่เวลา 10 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็น 626.73 $\pm$ 3.08 mg GAE/100g ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่ง (0 นาที) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุด 303.83 $\pm$ 9.43 mg GAE/100g จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อผ่านกระบวนการนึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น จาก 10 นาที ถึง 15 นาที



แผนภูมิที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



4. อภิปรายผลวิจัย

ผลการศึกษาค้นสมบัติทางกายภาพและเคมีในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษในระยะเวลาการนึ่งที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อเวลาในการนึ่งนานขึ้นตั้งแต่เวลาที่ 10 จนถึง 15 นาที ส่งผลให้ค่าสีตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลานึ่งนานขึ้นจนถึง 20 นาที พบว่าค่าความสว่างมีค่าลดลงแต่ยังคงสว่างกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่ง สาเหตุอาจเนื่องมาจาก โดยปกติในผักและไม้มักจะมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์และจะเริ่มปฏิกิริยาเมื่อถูกกระตุ้นภายหลังจากโครงสร้างของผักและผลไม้ถูกทำลายส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นบริเวณเนื้อของผักผลไม้ ในทิศทางเดียวกันกับเปลือกทุเรียนที่ถูกตัดแต่งและผลิตเป็นผง ในระหว่างการเตรียม ตัดแต่งก่อนอบแห้งนั้นเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้เริ่มปฏิกิริยาแล้วตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่งจึงมีสีคล้ำขึ้น ก่อให้เกิดสีน้ำตาลในโครงสร้างตัวอย่างทำให้สีของตัวอย่างมีความเข้มขึ้น เมื่อนำไปวัดค่าความสว่างจึงส่งผลให้มีค่าลดลง ทำให้สีของตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างต่ำกว่าตัวอย่างผ่านการนึ่ง ในขณะที่ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนั้นอุณหภูมิที่ใช้ซึ่งสามารถทำลายเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้จึงไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ค่าความสว่างสูงสุดที่ระยะเวลา 15 นาที เมื่อระยะเวลาการนึ่งนานขึ้นเกิดการสะสมความร้อนจากไอน้ำสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ (Mallard reaction) เนื่องจากในเปลือกทุเรียนมีน้ำตาลและโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่เป็นหนึ่งในปัจจัยให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างที่เวลา 20 นาที มีค่าลดลง การนึ่งผงเปลือกทุเรียนพบว่าค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น หลังผ่านการแปรรูปแต่ค่าสีแดง (a^*) ลดลงหลังผ่านการนึ่ง ซึ่งเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองและสีแดงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความสว่าง ตัวอย่างที่มีค่า ΔE น้อยที่สุดคือตัวอย่างที่มีสีใกล้เคียงตัวอย่างควบคุมที่สุด ซึ่งตัวอย่างควบคุมมีสีคล้ำกว่าตัวอย่างที่ผ่านการนึ่ง ดังนั้นจากผลการศึกษานี้พบว่าตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนนึ่งระยะเวลา 20 นาที มีค่า ΔE ต่ำที่สุด ขณะที่ตัวอย่างผ่านการนึ่งที่เวลา 10 และ 15 นาที มีค่า ΔE สูงกว่า อาจเป็นไปได้ว่าหากใช้เวลาที่เหมาะสมจะทำให้สีสว่างกว่าไม่ผ่านการนึ่ง แต่หากใช้ระยะเวลานึ่งนานเกินไปอาจจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่มีเอนไซม์ได้เช่นกัน [7] ผลการศึกษาค่า a_w ของตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่การนึ่งระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.29-0.42 ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง (dehydrated food) ที่กำหนดไว้ คือ ต้องมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 เพื่อป้องกัน และควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียที่เกิดจาก รา ยีสต์ และแบคทีเรีย เป็นอาหารประเภทเดียวกันกับนมผง น้ำผลไม้ผง งาผงขมิ้น เป็นต้น ค่าความชื้นของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษอยู่ในช่วงร้อยละ 3.86-7.23 พบว่าค่าความชื้นมีปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่ไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.136/2558 [10] ปริมาณใยอาหารในผงเปลือกทุเรียนพบว่ามีค่าสอดคล้องกับใยอาหารในเปลือกทุเรียนชนิดอื่น ซึ่งพบว่ามีปริมาณใยอาหาร 79.18 ± 3.46 g/100 g of dry matter [2] ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวใช้ส่วนของเปลือกมีเขียวด้วยจึงทำให้ปริมาณใยอาหารสูงกว่างานวิจัยนี้ที่ใช้เฉพาะส่วนสีขาวในการทำผงเปลือกทุเรียน โดยโครงสร้างของเปลือกทุเรียนประกอบด้วย 3 ชั้น คือ เปลือกนอก (exocarp) มีสีเขียว เปลือกชั้นนอก (mesocarp) ส่วนสีขาว และชั้นในของเปลือกทุเรียน (endocarp) ส่วนสีขาวด้านใน ส่วนเปลือกของทุเรียนที่นำมาศึกษาในการศึกษานี้คือ ส่วนเปลือกชั้นนอก (mesocarp) ส่วนสีขาว และชั้นในของเปลือกทุเรียน (endocarp) ส่วนสีขาวด้านใน [9]

เปลือกทุเรียนอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารประกอบฟีนอลิก โดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาทั้งส่วนเปลือกสีเขียวและสีขาวรวมกันซึ่งพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบในสารสกัดจากเปลือกทุเรียน 148.34 mg GAE/100g [11] มีการศึกษาการสกัดใยอาหารจากเปลือกทุเรียนพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก



ทั้งหมด 19.34 ± 0.73 mg GAE/g fiber [2] ในการศึกษาครั้งนี้ผลการศึกษาคอนสุมัตติทางกายภาพและเคมีในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษมีค่าอยู่ในช่วง 303.83-660.29 mg GAE/100g ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกทุเรียนอุดมด้วยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ทั้งส่วนเปลือกสีเขียวและสีขาวทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าจากงานวิจัยนี้ อาจเกิดจากส่วนเปลือกสีเขียวจะมีปริมาณฟีนอลิกมากกว่าส่วนสีขาว จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าสูงที่สุด เมื่อผ่านกระบวนการนึ่งที่ 15 และ 20 นาที สอดคล้องกับงานวิจัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของใบมะกรูดที่ได้รับผลกระทบจากกระบวนการนึ่ง มีผลต่อปริมาณฟีนอลิก [6] พบว่าการนึ่งส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ซึ่งพบในการศึกษาใบมะกรูดเช่นเดียวกันกับการนึ่งกะหล่ำปลี [12] พบว่าการนึ่งกะหล่ำปลีทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการนึ่งเป็นการแปรรูปหรือการประกอบอาหารที่ไม่เกิดการสัมผัสกับน้ำโดยตรงและตัวอย่างไม่ได้ถูกแช่ในน้ำ ทำให้สารอาหารรวมถึงสารฟีนอลิกซึ่งเป็นกรดและมีพันธะไฮโดรเจนสามารถละลายในน้ำได้ไม่ถูกชะออกมากับน้ำ แล้วความร้อนที่ได้รับมาจากไอน้ำสามารถช่วยให้เกิดการแตกตัวของเซลล์พืช รวมถึงการที่ความร้อนอาจจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของแรงระหว่างโมเลกุลที่ไม่แข็งแรง ทำให้เกิดการปลดปล่อยสารฟีนอลิกขนาดเล็กออกมา ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นหลังการนึ่ง [13] การแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี รวมถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งมีทั้งส่งผลให้เพิ่มขึ้นและลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อปริมาณของกรดฟีนอลิกบางตัวที่อาจเพิ่มขึ้นหลังได้รับความร้อนซึ่งขึ้นกับวิธีการแปรรูปเช่นกัน [14] ทั้งนี้สาเหตุอื่นอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการหยุดการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสระหว่างการปรุงอาหาร อาหารที่ให้ความร้อนอย่างเหมาะสม ซึ่งนำไปสู่การยับยั้งการเสื่อมสภาพของโพลิฟีนอล กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสจะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิไอน้ำจากการนึ่งอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส จึงเพียงพอที่จะทำลายเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสได้ [7]

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคอนสุมัตติทางเคมี กายภาพ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ พบว่าการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่เวลา 10 15 และ 20 นาที ส่งผลต่อคุณสมบัติด้านสี ค่าความสว่าง (L^*) ของผงเปลือกทุเรียนเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ลดลงในตัวอย่งที่ผ่านการนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างสด รวมทั้งส่งผลต่อ ค่าความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณเส้นใย รวมถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาการนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือ ระยะเวลาการนึ่ง 15 นาที จะเป็นสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งสามารถทำให้ผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม รวมถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลพัฒนาการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษเพิ่มมูลค่าจากส่วนเหลือทิ้งทางภาคเกษตรและพาณิชยกรรม และยังสามารถนำผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษนี้ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2565). ‘รมช.มนัญญา’ หนุนเที่ยวสวนทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ เผยผลผลิตทุเรียนภูเขาไฟพร้อมออกสู่ตลาด 7,369 ตัน กระจายผลผลิตขายบนแพลตฟอร์มออนไลน์. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.moac.go.th/news-preview-441291792253>
- [2] Wanlapa, S., Wachirasiri, K., Sithisam-ang, D., and Suwannatup, T. (2015). Potential of selected tropical fruit peels as dietary fiber in functional foods. *International Journal of Food Properties*, 18(6), 1306-1316.
- [3] Srirajan, S., Mounmued, W., Rungsardthong, V., et al., (2021). Preparation of rice spaghetti with added defatted soy flour, modified starch and durian peel powdered by extrusion method. *Science, Engineering and Health Studies*, 15(2021), 1-7.
- [4] Jiamjariyatam, R., Thongrod, W., and Koocharoenpisal, N. (2023). Durian (*Durio zibethinus*) Peel Flour as Novel Ingredient in Gluten-Free Biscuit: Physico-Chemical, Technological and Nutritional Perspective. *Journal of Culinary Science & Technology*, 4(9), 1-13.
- [5] Ratseewo J., Meeso N. and Siriamornpun S. (2020). Changes in amino acids and bioactive compounds of pigmented rice as affected by far-infrared radiation and hot air drying. *Food Chemistry*, 306, 125644.
- [6] Ratseewo, J., Tangkhawanit, E., Meeso, N., Kaewseejan, N., and Siriamornpun, S. (2016). Changes in antioxidant properties and volatile compounds of kaffir lime leaf as affected by cooking processes. *International Food Research Journal*, 23(1), 188.
- [7] จิรนนต์ รัตสีวอ และชนิษฐา นิมพาลี. (2566). ผลของการอบแห้งด้วยลมร้อนต่อสารหอมระเหย สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ. *วารสารเกษตรพระวรุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 20(1), 44–53.
- [8] Association of official analytical chemists (AOAC). (1990). *Official methods of analysis*. 15th Edition. Washington DC.: Association of Official Analytical Chemist.
- [9] Chutrakulwong, F., Thamaphat, K., and Limsuwan, P. (2020). Photo-irradiation induced green synthesis of highly stable silver nanoparticles using durian rind biomass: Effects of light intensity, exposure time and pH on silver nanoparticles formation. *Journal of Physics Communications*, 4(9), 095015.
- [10] กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). *ผลไม้แห้ง*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [11] Muhtadi, M., & Ningrum, U. (2019). Standardization of durian fruit peels (*Durio zibethinus* Murr.) extract and antioxidant activity using DPPH method. *Pharmaciana*, 9(2), 271.
- [12] Wachtel-Galor, S., Wong, KW., and Benzie, IF. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food chemistry*, 110(3), 706-710.
- [13] Ratseewo, J., Warren, F.J., Meeso, N., and Siriamornpun, S. (2022). Effects of Far-Infrared Radiation Drying on Starch Digestibility and the Content of Bioactive Compounds in Differently Pigmented Rice Varieties. *Foods*, 11(24), 4079.
- [14] Ratseewo, J., Meeso, N., and Siriamornpun, S. (2020). Changes in amino acids and bioactive compounds of pigmented rice as affected by far-infrared radiation and hot air drying. *Food Chemistry*, 306, 125644.