Received: 31 May 2021; **Revised:** 14 Jun 2021
Accepted: 21 Jun 2021

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้ง

A Study of Physical Properties of Roasted Bananas Using Heat from Far-Infrared Rays and Sensory Evaluation of Roasted Bananas

กมลศักดิ์ พลหนองคูณ[1] ภานุพงศ์ ปานแผน ธนบดี ดีมอญ สมหญิง พงศ์พิมล และ ภูมิใจ สอาดโฉม[2]
Kamonsak Phonnongkun Panuphong Pranpan Thanabadee Deemon Somying Pongpimo and Poomjai Sa-adchom

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้ง โดยเครื่องปิ้งกล้วยหมุนที่ใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลถูกควบคุมอุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ปิ้งกล้วยจนกล้วยมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 53 มาตรฐานเปียก จากผลการทดลองพบว่า ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ไม่มีผลต่อค่าสี (ค่า L a และ b) และค่าความแข็งของกล้วยปิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความสว่าง (ค่า L) น้อยกว่า แต่มีค่าสีแดง (ค่า a) และค่าความแข็งมากกว่ากล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้งพบว่า กล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้มีคะแนนด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมมากกว่ากล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงความชอบปานกลางถึงความชอบมาก

คำสำคัญ : กล้วยปิ้ง การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส รังสีอินฟราเรดไกล สมบัติทางกายภาพ

[1] นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

Abstract

This research aimed to study the physical properties in terms of color and hardness of roasted bananas using heat from far-infrared rays and to assess the sensory quality of roasted bananas. The rotating bananas roaster using heat from far-infrared rays heat had controlled the air temperature at the outlet pipe of 120°C and the rotational speeds of roasted bananas at 4, 8, and 12 rpm. The bananas were roasted until the moisture content of the bananas was lower than 53% wet basis. From the results of the experiment, it was found that the rotational speeds of roasted bananas at 4, 8, and 12 rpm had no significant effect on the color value (L a and b-values) and hardness value ($P>0.05$). The roasted bananas in the market had significantly lower lightness (L-value) but higher redness (a-value) and hardness value than those in this study ($P\leq0.05$). To assess the sensory quality of roasted bananas, it was found that the roasted bananas in this study had higher sensory scores for color, appearance, flavor, texture (softness), and overall preference than those in the market. The roasted bananas in this study received the sensory score for overall preference from like moderately until very much.

Keyword: Far-Infrared Rays, Physical Properties, Roasted Bananas, Sensory Evaluation

บทนำ

กล้วยน้ำว้าเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถปลูกและดูแลรักษาได้ง่าย และให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังมีการปลูกกล้วยน้ำว้าเพื่อการบริโภคและการค้าในทุกภูมิภาคของประเทศไทย (แดนชัย เครื่องเงิน และคณะ, 2560) กล้วยน้ำว้าเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่ดี โดยประกอบด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ กลูโคส ซูโครส และฟรุกโตส และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 วิตามินซี แมกนีเซียม โพแทสเซียม กรดอะมิโน แคลเซียม อาร์จินิน และฮีสติดิน กล้วยน้ำว้ายังมีสรรพคุณต่าง ๆ เช่น ช่วยแก้อาการนอนไม่หลับ บรรเทาอาการโรคริดสีดวงทวาร ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ รักษาโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการโรคกระเพาะอาหาร แก้อาการท้องเสีย และช่วยชะลอความแก่ (อภิชาติ ศรีสอาด และศุภวรรณ์ ใจแสน, 2553) อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการปลูกกล้วยน้ำว้ามากขึ้น ทำให้มีปัญหาเรื่องผลผลิตกล้วยน้ำว้าล้นตลาด หรือผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการอาจเหลือทิ้ง ส่งผลให้ราคา

กล้วยน้ำว้าตกต่ำ ดังนั้นจึงมีการแปรรูปกล้วยน้ำว้าเพื่อให้เก็บรักษาได้นานขึ้น และช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วยน้ำว้าอีกด้วย

ในจังหวัดตากมีการนำกล้วยน้ำว้ามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ กล้วยตาก กล้วยอบเนย กล้วยทอด และกล้วยปิ้ง โดยเฉพาะกล้วยปิ้ง ผู้ขายจะนำกล้วยน้ำว้ามาปิ้งบนตะแกรงเหล็กที่อยู่บนเตาถ่านหรือเตาหินลาวา ผู้ปิ้งต้องคอยควบคุมการปิ้งกล้วย เนื่องจากอาจเกิดรอยไหม้บนเนื้อกล้วยได้ ทำให้กล้วยปิ้งมีลักษณะไม่น่ารับประทาน ทั้งนี้อาหารปิ้งย่างมีสารอันตรายต่าง ๆ ได้แก่ สารพัยโรลัยเซต (Pyrolysates) เป็นสารที่พบมากในส่วนที่ไหม้เกรียมของอาหาร และสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon) ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นของสารกลายพันธุ์ (Premutagenic) และสารเริ่มต้นของสารก่อมะเร็ง (Procarcinogen) ซึ่งเป็นสารชนิดเดียวกับไอเสียของเครื่องยนต์ ควันไฟ ควันบุหรี่ และควันจากเตาเผาเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2558) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันมีคนไทยจำนวนมากที่นิยมบริโภคกล้วยปิ้ง แต่ยังไม่มีการพัฒนารูปแบบของเครื่องปิ้งกล้วย โดยใช้ปริมาณเชื้อเพลิงจากถ่านที่ค่อนข้างสูง และกล้วยปิ้งมีรอยไหม้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำความร้อนจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมาแทนความร้อนที่ได้จากถ่านเพื่อการถ่ายเทความร้อนที่รวดเร็วและประหยัดเชื้อเพลิง รวมทั้งออกแบบให้กล้วยปิ้งสามารถหมุนได้เพื่อให้กล้วยปิ้งรับความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ และเกิดรอยไหม้น้อยที่สุด ทั้งนี้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกล คือ การแผ่รังสีในรูปแบบของแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความยาวคลื่นรังสีอินฟราเรดไกลจากแหล่งพลังงานความร้อนมาตกกระทบลงบนผิวของวัสดุ แล้วรังสีทะลุทะลวงเข้าไปในวัสดุ ทำให้พลังงานส่วนหนึ่งของการแผ่รังสีถูกวัสดุดูดกลืนไว้ และทำให้โมเลกลุของวัสดุเกิดสภาวะสั่นสะเทือนแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนขึ้นในวัสดุ น้ำที่อยู่ภายในโมเลกลุก็จะได้รับความร้อนและเกิดการแพร่ออกไปยังผิวของวัสดุ นอกจากนี้ รังสีอินฟราเรดไกลให้ความร้อนได้อย่างรวดเร็ว กระจายความร้อนได้สม่ำเสมอ ประหยัดพลังงาน และลดระยะเวลาที่ใช้ (Chua and Chou, 2003; Vogt, 2007) รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เหี่ยวย่นและคงสมบัติของผลิตภัณฑ์ไว้ใกล้เคียงกับวัตถุดิบเริ่มต้น (Glouannec et al., 2002; Boudhrioua et al., 2009)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟรา-เรดไกล

2. เพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

กล้วยน้ำว้า (ใช้ความสุกของกล้วยระยะที่ 3 (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2558) คือ สีผิวเปลือกกล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง แต่มีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง)

2. เครื่องปิ้งกล้วยหมุนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

ลักษณะของเครื่องปิ้งกล้วยหมุนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลแสดงดังภาพที่ 1 การทำงานของเครื่องปิ้งกล้วยหมุนนี้เริ่มจากนำกล้วยน้ำว้าเสียบเข้าในแท่งเสียบกล้วย (แท่งเสียบกล้วยมี 4 แท่ง สามารถเสียบกล้วยได้แท่งละ 4 ลูก และวัสดุที่ใช้ทำแท่งเสียบกล้วยคือ ไม้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร) แล้วนำแท่งเสียบกล้วยใส่เข้ากับฐานยึดแท่งเสียบกล้วย จากนั้นเปิดสวิตช์มอเตอร์เกียร์ที่ต่อกับเฟืองและโซ่เฟือง โดยควบคุมความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ด้วยเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์เกียร์ แล้วเปิดสวิตช์หลอดรังสีอินฟราเรดไกลซึ่งติดตั้งไว้ที่ด้านล่างของกล้วย (ระยะห่างจากผิวหลอดรังสีอินฟราเรดไกลและแท่งเสียบกล้วยเท่ากับ 7.5 เซนติเมตร) หลอดรังสีอินฟราเรดไกลจะถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนไปยังกล้วย โดยควบคุมอุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120 องศาเซลเซียส ซึ่งควบคุมด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดี

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมกล้วยปิ้ง

1) ซื้อกล้วยน้ำว้า (ใช้ความสุกของกล้วยระยะที่ 3 (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2558) คือ สีผิวเปลือกกล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง แต่มีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง) จากตลาดสดเทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดตาก

2) นำมีดมากรีดลงบนเปลือกกล้วยแล้วปอกเปลือกกล้วยออก จากนั้นคัดเลือกผลกล้วยน้ำว้าที่มีมวล 50±5 กรัม มีความยาว 10±0.5 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกึ่งกลางกล้วย 3.5±0.25 เซนติเมตร

3) นำกล้วยเสียบเข้าในแท่งเสียบกล้วย (สามารถเสียบกล้วยได้แท่งละ 4 ลูก) แล้วนำเข้าเครื่องปิ้งกล้วย

3.2 วิธีการปิ้งกล้วย

ปิ้งกล้วยด้วยเครื่องปิ้งกล้วยหมุนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล โดยควบคุมอุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ปิ้งกล้วย

จนกล้วยมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 53 มาตรฐานเปียก (จากการทดลองวัดความชื้นของกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าเท่ากับร้อยละ 53.30±1.38 มาตรฐานเปียก)

4. การทดสอบสมบัติทางกายภาพของกล้วยปิ้ง

4.1 ด้านสี

สมบัติทางกายภาพด้านสีของกล้วยปิ้งวัดด้วยเครื่องวัดสีอาหารยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-231 โดยวัดค่าสีของกล้วยปิ้งตามระบบฮันเตอร์ (Hunter) ซึ่งแสดงในเทอมของตัวแปร L a และ b โดยค่า L แสดงค่าความสว่าง a แสดงค่าสีแดงและสีเขียว b แสดงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน ทั้งนี้แต่ละชุดการทดลองวัด 3 ซ้ำ

4.2 ด้านความแข็ง

สมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้งวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสยี่ห้อ STABLE MICRO systems รุ่น TA-XT Plus ความแข็งพิจารณาจากค่าแรงเฉือน (Shear force) ที่กระทำต่อกล้วยปิ้ง โดยใช้หัววัดแบบ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant et al. (2005) กำหนดให้ความเร็วของหัววัด 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ใช้โหลดเซลล์ 5 กิโลกรัม และวัดค่าแรงเฉือนผ่านหน้าตัดตามขวางของกล้วยปิ้ง ทั้งนี้แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ

(ก) ด้านหน้าเครื่องปิ้งกล้วย

(ข) ด้านหลังเครื่องปิ้งกล้วย

(ค) ด้านข้างซ้ายเครื่องปิ้งกล้วย

(ง) ด้านข้างขวาเครื่องปิ้งกล้วย

(จ) ภายในเครื่องปิ้งกล้วย

(ฉ) การวางกล้วยในเครื่องปิ้งกล้วย

ภาพที่ 1 ลักษณะของเครื่องปิ้งกล้วยหมุนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

การประเมินคุณภาพของกล้วยปิ้งทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้ง กล้วยปิ้งที่มีความแข็งน้อยที่สุด ถูกเลือกมาเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับกล้วยปิ้งที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาด โดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนทางประสาทสัมผัสแล้ว (นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาธุรกิจอาหารและโภชนาการ ชั้นปีที่ 3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จำนวน 15 คน) แบบประเมินประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ ได้แก่ ลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลของสมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งของกล้วยปิ้งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ส่วนผลการประเมินคุณภาพของกล้วยปิ้งทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านสีของกล้วยปิ้ง

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านสีของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลซึ่งแสดงเป็นค่า L a และ b แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ค่าความสว่าง (ค่า L) ค่าสีเขียว (ค่า -a) และค่าสีเหลือง (ค่า b) ของกล้วยปิ้งที่ความเร็วรอบหมุน 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากกล้วยปิ้งที่ความเร็วรอบหมุนต่าง ๆ ใช้เวลาปิ้งที่เท่ากัน ส่งผลให้กล้วยเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Non-enzymatic browning reaction) หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่า กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความสว่าง (ค่า L) น้อยกว่า แต่มีค่าสีแดง (ค่า a) มากกว่ากล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เนื่องจากกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดได้รับความร้อนสูง ๆ เป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้ผิวของกล้วยปิ้งเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่มาก (วรรณวิมล พุ่มโพธิ์ และคณะ, 2563) ซึ่งแตกต่างจากกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้ใช้รังสีอินฟราเรดไกลเป็นแหล่งให้ความร้อนและมีการหมุนกล้วยปิ้งอยู่ตลอดเวลา กล้วยปิ้งจึงได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ส่งผลให้ผิวของกล้วยปิ้งเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่น้อย อย่างไรก็ตาม ค่าสีเหลือง (b) ของกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้และกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้ลักษณะสีผิวของกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้และกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดแสดงดังภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านสี (ค่า L a และ b) ของกล้วยปิ้ง

ความเร็วรอบหมุน (รอบต่อนาที)	เวลาปิ้งกล้วย (นาที)	ค่าสี		
		ค่า L	ค่า a	ค่า b
4	30	66.54±1.05^{a}	-5.75±0.48^{b}	21.79±2.30^{a}
8		65.59±0.83^{a}	-5.12±1.09^{b}	22.23±1.32^{a}
12		65.58±1.21^{a}	-4.86±0.44^{b}	21.06±0.64^{a}
กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด		54.66±0.67^{b}	2.45±0.38^{a}	20.11±0.73^{a}

หมายเหตุ อักขระต่างกันในคอลัมน์เดียวกันให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้ง

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ความแข็งของกล้วยปิ้งที่ความเร็วรอบหมุน 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากกล้วยปิ้งที่ความเร็วรอบหมุนต่าง ๆ ใช้เวลาปิ้งที่เท่ากัน น้ำที่อยู่ภายในกล้วยจึงเกิดการระเหยออกจากกล้วยในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ทำให้โครงสร้างของกล้วยเกิดการยุบตัวหรือหดตัวที่คล้ายกัน ซึ่งส่งผลต่อความแข็งของกล้วยปิ้ง นอกจากนี้ยังพบว่า กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความแข็งมากกว่ากล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เนื่องจากกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดได้รับความร้อนสูง ๆ เป็นระยะเวลานาน ทำให้กล้วยปิ้งมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการระเหยน้ำออกจากกล้วยจึงมีค่าสูง ส่งผลให้โครงสร้างของกล้วยเกิดการยุบตัวหรือหดตัวที่มากกว่ากล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ลักษณะเนื้อภายในของกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้และกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดแสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งพบว่า เนื้อภายในของกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีช่องว่างอากาศมากกว่าเนื้อภายในของกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้ เนื่องจากกล้วยที่จำหน่ายในท้องตลาดมีอัตราการระเหยน้ำออกจากกล้วยที่สูง ซึ่งส่งผลต่อความแข็งของกล้วยปิ้ง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้ง

ความเร็วรอบหมุน (รอบต่อนาที)	เวลาปิ้งกล้วย (นาที)	ความแข็ง (นิวตัน)
4	30	20.65 ± 1.73^{b}
8		19.75 ± 1.47^{b}
12		20.10 ± 1.61^{b}
กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด		22.87 ± 1.03^{a}

หมายเหตุ อักขระต่างกันในคอลัมน์เดียวกันให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

(ก) กล้วยปิ้งที่อุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120°C และใช้ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 rpm

(ข) กล้วยปิ้งที่อุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120°C และใช้ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 8 rpm

(ค) กล้วยปิ้งที่อุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120 °C และใช้ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 12 rpm

(ง) กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด

ภาพที่ 2 ลักษณะสีผิวและเนื้อภายในของกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้และกล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้ง

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของกล้วยปิ้งแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า กล้วยปิ้งที่มีความแข็งน้อยที่สุด คือ กล้วยปิ้งที่อุณหภูมิอากาศที่ท่อทางออก 120 องศาเซลเซียส และใช้ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 8 รอบต่อนาที ถูกเลือกมาเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับกล้วยปิ้งที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้งแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า กล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้มีคะแนนด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมมากกว่ากล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด เนื่องจากกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้ใช้รังสีอินฟราเรดไกลเป็นแหล่งให้ความร้อนและมีการหมุนกล้วยปิ้งอยู่ตลอดเวลา กล้วยปิ้งจึงได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ทำให้ได้สมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งที่ดีตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลต่อผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้กล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงความชอบปานกลางถึงความชอบมาก

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้ง

วิธีการปิ้ง	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	ความชอบโดยรวม
กล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้	7.73±0.59	7.20±0.68	7.33±0.62	7.20±1.08	7.60±0.63
กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด	4.20±0.56	4.33±0.62	7.20±0.68	6.47±0.83	5.73±0.70

หมายเหตุ ระดับคะแนนของการประเมินคุณภาพทางทางประสาทสัมผัส: 1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบปานกลาง 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 5=เฉย ๆ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก และ 9=ชอบมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งของกล้วยที่ปิ้งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล พบว่า ความเร็วรอบหมุนของกล้วยปิ้ง 4 8 และ 12 รอบต่อนาที ไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้านสีและความแข็งของกล้วยปิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความสว่าง (ค่า L) น้อยกว่าแต่มีค่าสีแดง (ค่า a) และค่าความแข็งมากกว่ากล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยปิ้งพบว่า กล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้มีคะแนนด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมมากกว่ากล้วยปิ้งที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยกล้วยปิ้งในงานวิจัยนี้

มีจุดเด่นด้านสีซึ่งได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วงความชอบปานกลางถึงความชอบมาก (7.73±0.59) ส่วนข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรหาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องปิ้งกล้วยหมุนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลเพื่อใช้เป็นข้อมูลและทำประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

แดนชัย เครื่องเงิน, กานดา พูลเพียร และพัชรี ทับทิมศรี. (2560). **การเปรียบเทียบคุณภาพและประสาทสัมผัสของกล้วยน้าว้าที่อบด้วยอินฟราเรดสุญญากาศและอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2558). **กล้วย**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณวิมล พุ่มโพธิ์, วิษณุวัฒน์ คนงาม, สุริยา หล้าบัววงค์, ภานุวัฒน์ อาวาส และภูมิใจ สอาดโฉม. (2563). **การผลิตไก่อบโอ่งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล.** วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 14(2), 85 - 97.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2558). **กินปิ้งย่าง อาหารรมควันบ่อย อันตราย.** https://www.thaihealth.or.th/Content/30225-กินปิ้งย่าง%20อาหารรมควันบ่อย%20อันตราย.html.

อภิชาติ ศรีสอาด และศุภวรรณ์ ใจแสน. (2553). **สารพันกล้วยยอดนิยม**. กรุงเทพฯ : นาคาอินเตอร์มีเดีย.

Boudhrioua, N., Bahloul, N., Ben Slimen, I. and Kechaou, N. (2009). **Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves**. Industrial Crops and Products. 29(2-3), 412 - 419.

Chua, K.J. and Chou, S.K. (2003). **Low-cost drying methods for developing countries**. Trends in Food Science & Technology. 14(12), 519 - 528.

Glouannec, P., Lecharpentier, D. and Noel, H. (2002). **Experimental survey on the combination of radiating infrared and microwave sources for the drying of porous material**. Applied Thermal Engineering. 22(15), 1689 - 1703.

Vogt, M. (2007). **Infrared drying lowers energy costs and drying times**. Plastics, Additives and Compounding. 9(5), 58 - 61.

Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward D.A. (2005). **Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscle**. Food Chemistry. 93(2), 337 - 348.