Research Article

Received: June 1, 2020; Accepted: December 17, 2020

ผลของน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่ต่อคุณภาพของแผ่นแป้งโรตี

Effect of Turmeric Juice and Peppermint Juice on the Quality of Flatbread Roti

นันทพัทธ์ บุญคุ้ม และฐิติกร มหิสนันท์*

สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

Nuntapat Boonkum and Thitikorn Mahidsanan*

Department of Agricultural and Environment, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Sura Narai Road, Nai Muang, Muang, Nakhon Ratchasima 30000

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพของน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่ที่ระดับ 25 และ 50 % (w/w) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของการผลิตแป้งโรตีและเพื่อลดปริมาณการใช้สารกันเสียสังเคราะห์ (กรดเบนโซอิก) ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้นและสะระแหน่มีการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัส ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน ที่อุณภูมิห้อง อย่างไรก็ตาม แผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้นและสะระแหน่ทั้ง 2 ชุดการทดลอง สามารถเป็นต้นแบบในการลดการใช้กรดเบนโซอิกเพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แผ่นแป้งโรตี โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาระดับความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนโรตีสายไหม ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 1 วัน ในถุงพอลิโพรไพลีน

คำสำคัญ : น้ำขมิ้น; น้ำสะระแหน่; แผ่นแป้งโรตี

Abstract

This study aimed to assess the potential of turmeric juice and peppermint juice in the levels of 25 and 50 % (w/w) for producing flatbread roti for decreasing the use of synthetic preservative agents (benzoic acid). The results showed that the qualities (including texture, color values, water activity (a_w), and microbiological levels) of turmeric juice and peppermint juice treated flatbread roti, were changed during storage for two days at room temperature. However, both treated flatbread roti could be used as a prototype to decrease the use of benzoic acid for prolonging the

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** thitikorn_mahi@hotmail.com

product shelf-life based on the microbiological criteria of Thai community roti Sai Mai standard (No. 458/2547), including total viable count, yeasts and molds, *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli*, which the shelf-life did not exceed one day in polypropylene bags.

Keywords: turmeric juice; peppermint juice; flatbread roti

1. บทนำ

แผ่นแป้งโรตีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีความชื้นร้อยละ 46.99 และมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.9 ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสีย (microbial food spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (foodborne pathogen) ได้ง่าย ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5) อนุญาตให้ตรวจพบปริมาณกรดเบนโซอิกสูงสุดได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม เมื่อผู้บริโภคได้รับกรดเบนโซอิกในปริมาณสะสมมากขึ้นในร่างกาย อาจทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เช่น ทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้อาเจียน นอกจากนั้นยังทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตับและไตลดลงหรืออาจพิการได้ [1]

ปัจจุบันได้มีการนำส่วนประกอบของพืชสมุนไพรหลายชนิดมาประยุกต์ใช้เป็นสารยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งขมิ้นและสะระแหน่ ขมิ้นมีฤทธิ์ในการต้านราและยีสต์ ส่วนสะระแหน่สามารถใช้เป็นสารต้านแบคทีเรียและมีบีตาเคโรทีนที่ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมเพื่อผลิตแผ่นแป้งโรตีที่มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น [2-5]

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของขมิ้นและสะระแหน่ในการยืดอายุการเก็บรักษาของแผ่นแป้งโรตี โดยในการทดสอบนั้นจะใช้แผ่นแป้งโรตีที่เติมกรดเบนโซอิกและแผ่นแป้งโรตีที่ไม่เติมกรดเบนโซอิกเป็นชุดควบคุม และจะมีแผ่นแป้งโรตีที่มีการเติมน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่ที่ระดับ 25 และ 50 % (w/w) เพื่อเป็นต้นแบบในการลดการใช้วัตถุเจือปนอาหารกลุ่มสารเคมีสังเคราะห์ที่เกินมาตรฐานความปลอดภัย

2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่

นำผงขมิ้น (*Curcuma longa* L.) ที่ซื้อจากตลาดสุรนคร จังหวัดนครราชสีมา ปริมาณ 200 กรัม ผสมกับน้ำสะอาด 1,000 มิลลิลิตร และกรองเอาแต่น้ำด้วยผ้าขาวบาง ส่วนกรณีน้ำสะระแหน่ (*Metha cordifolia* Opiz.) นำใบสะระแหน่ 200 กรัม ผสมกับน้ำสะอาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่มาใช้เป็นส่วนผสมของแผ่นแป้งโรตีตามสูตรดังแสดงในตารางที่ 1

2.2 การผลิตแผ่นแป้งโรตี

นำแป้งสาลี (ตรามงกุฎฟ้า) แป้งมัน (ตราแมวแดงเหยียบลูกโลก) น้ำมันพืช (ตรามรกต) เกลือ (ตราปรุงทิพย์) ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำเปล่าที่ผสมน้ำมันและน้ำขมิ้นหรือน้ำสะระแหน่ แล้วนวดในกะละมังสแตนเลสให้เข้ากันเป็นเวลา 4-5 นาที จากนั้นพักแป้งไว้ 15 นาที เมื่อครบเวลาให้นวดแป้งต่ออีก 1 นาที นำกระทะ (Migecon product) ตั้งไฟให้ร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โรยแป้งสาลีลงบนกระทะเล็กน้อย และนำแป้งที่ผสมไว้ปริมาณ 100 กรัมทาบนกระทะ เมื่อแป้งสุกเป็นแผ่นเกาะตัวกัน ให้ใช้ไม้พายตักแป้งขึ้นจากกระทะ พักไว้ให้เย็นแล้วนำแผ่นแป้งโรตีบรรจุถุงพอลิ

โพรไพลีน (PP) ปริมาณ 250 กรัม จากนั้นจัดเก็บในกล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ เป็นเวลา 0-2 วัน

Table 1 Formulation of each flatbread roti

Ingredients (g)	T1 (positive control)	T2 (negative control)	T3	T4	T5	T6
Wheat flour	342.9	342.9	342.9	342.9	342.9	342.9
Tapioca flour	164.8	164.8	164.8	164.8	164.8	164.8
Salt	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Oil	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
Water	481.3	481.3	360.98	240.65	360.98	240.65
Benzoic acid	1	-	-	-	-	-
Turmeric juice	-	-	-	-	120.33 (25 %w/w)	240.65 (50 %w/w)
Peppermint juice	-	-	120.33 (25 %w/w)	240.65 (50 %w/w)	-	-

2.3 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

2.3.1 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) นำตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีทั้ง 6 ชุดการทดลอง มาวัดค่า a_w ด้วยเครื่อง Lab Master-aw Neo (Novasina, Switzerland) ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง

2.3.2 การวัดค่าสี นำตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีทั้ง 6 ชุดการทดลอง มาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter รุ่น CR-410 (Konica minolta, Japan) โดยวัดค่า L*, a* และ b* โดยแกน +L* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง -L* แสดงถึงสีดำ แกน a* บ่งบอกถึงแกนสีเขียว (-a*) ไปจนถึงสีแดง (+a*) และแกน b* บ่งบอกถึงแกนสีน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงสีเหลือง (+b*)

2.3.3 การวัดค่าเนื้อสัมผัส นำตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีทั้ง 6 ชุดการทดลอง มาวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น CT3 10K (Brookfield, USA) ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้หัวกดทรงกลมเบอร์ 18 วัดค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) การเกาะติด (cohesiveness) และความเคี้ยวได้ (chewiness)

2.4 การทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

นำตัวอย่างแผ่นแป้งโรตีทั้ง 6 ชุดการทดลอง มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนโรตีสายไหม [6] ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตามวิธีการของ FDA-BAM [7]

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) นำข้อมูลทั้งหมดของการวิจัยมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA และ

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (ตารางที่ 2) พบว่าแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่ 25 และ 50 % (w/w) ในวันที่ 0 มีค่า a_w น้อยกว่าชุดควบคุมทั้งสองชุด และแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้น 25 และ 50 % (w/w) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเก็บรักษาแผ่นแป้งโรตีผ่านไปเป็นเวลา 2 วัน พบว่าค่า a_w ของแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่ 25 % (w/w) และขมิ้น 25 และ 50 % (w/w) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนกรณีเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่หรือขมิ้นกับชุดควบคุมทั้ง 2 ชุด ในวันที่ 2 พบว่ามีค่า aw ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การที่ค่า aw ของบางตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยารีโทรเกรเดชัน (retrogradation) เมื่อแป้งผ่านการเจลาติไนซ์แล้วปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพก ทินซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่จับกับน้ำตาลกลูโคสในโครงสร้าง และขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เมื่อแป้งที่ผ่านการทำให้สุกและปล่อยทิ้งไว้ระยะเวลานานขึ้น อัตราการเกิดรีโทรเกรเดชันจะเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแข็งขึ้น [8]

Table 2 Water activity of flatbread roti with various treatments during storage at room temperature

Treatments	0 day	1 day	2 days
T1 (positive control)	0.988 ± 0.001^{Aa}	0.9870 ± 0.000^{Aa}	0.9782 ± 0.004^{Ab}
T2 (negative control)	0.985 ± 0.001^{ABa}	0.9828 ± 0.004^{Ba}	0.9803 ± 0.001^{Aa}
T3	0.984 ± 0.002^{Ba}	0.9823 ± 0.000^{Ba}	0.9751 ± 0.001^{Ab}
T4	0.980 ± 0.001^{Bb}	0.9847 ± 0.001^{ABa}	0.9769 ± 0.004^{Ab}
T5	0.987 ± 0.002^{Aa}	0.9858 ± 0.001^{ABa}	0.9750 ± 0.002^{Ab}
T6	0.987 ± 0.002^{Aa}	0.9858 ± 0.001^{ABa}	0.9750 ± 0.002^{Ab}

Values are means ± standard deviations; Means with different capital letter superscripts in the same column differ significantly at $p < 0.05$ (treatment effect) ; Means with different small letter superscripts in the same row differ significantly at $p < 0.05$ (storage effect).

ผลการวิเคราะห์ค่าสี (ตารางที่ 3) พบว่าค่าสี L* ของชุดควบคุมทั้งสองชุดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นหรือไม่คงที่ จะเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลดังกล่าวในผลิตภัณฑ์ได้ ส่งผลให้ค่าสีความสว่างลดลง [9] และเมื่อเปรียบเทียบค่าสี L* ในวันที่ 0 กับวันที่ 2 ในแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้น 50 % (w/w) จะเห็นได้ว่ามีค่าสี L* เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการไวต่อแสงของเคอร์คูมินซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในขมิ้น [10] อีกทั้งบรรจุภัณฑ์เป็นถุง PP ที่มีสมบัติยอมให้แสงผ่านได้ดี

ด้วย [11] ในขณะเดียวกันเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าสี a* และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองโดยสภาวะดังกล่าวทำให้ค่าสี a* และ b* ของแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่เพิ่มขึ้นด้วย

ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบแผ่นแป้งโรตีในระหว่างการเก็บรักษาในวันที่ 0 และ 2 พบว่า ชุดควบคุม (positive control) มีค่าการยืดหยุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ชุดควบคุม (negative control) และแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่ 25 % (w/w) มีค่าการเกาะติดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้น 50 % (w/w) มีค่าความยืดหยุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในภาพรวมชี้ให้เห็นว่าค่าเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มแข็งขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยารีโทรเกรเดชันในแป้ง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อแป้งถูกทำให้สุกหลังจากผ่านกระบวนการเจลาติไน เซชัน (gelatinization) แล้วทำให้โครงสร้างของแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อปล่อยแป้งสุกทิ้งไว้ให้เย็นตัวลง จะเกิดกระบวนการรีโทรเกรเดชัน ทำให้แป้งเกิดการคืนตัว โดยโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพก ทินซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคส เชื่อมต่อกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนและขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เกิดการจัดเรียงตัวของโครงร่างผลึกใหม่ ส่งผลให้แผ่นแป้งมีลักษณะที่แข็งขึ้น [12] อย่างไรก็ตาม แผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำสะระแหน่ 50 %(w/w) มีค่าการเกาะติด ความยืดหยุ่นและความเคี้ยวได้ในวันที่ 2 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 ของการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (ตารางที่ 5) พบว่าเมื่อเก็บรักษาแผ่นแป้งโรตีผ่านไป 1 วัน ชุดควบคุมทั้งสองชุดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดกับยีสต์และราเกินมาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชนโรตีสายไหม (No. 458/2547) [6] ซึ่งมีการกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดกับยีสต์และราต้องไม่เกิน 4 และ 1 log CFU/g ตามลำดับ ส่วนแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่พบว่าทุกชุดการทดลองยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดกับยีสต์และราเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนโรตีสายไหม เนื่องจากในน้ำขมิ้นมีสารเคอร์คูมินอยด์ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในอาหารและมีส่วนช่วยในการยับยั้งราและยีสต์ได้ กลไกการออกฤทธิ์

Table 3 Color values of flatbread roti with various treatments during storage at room temperature

Treatments	L*			a*			b*		
	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days
T1 (positive control)	76.87 ± 0.59^{Aa}	76.28 ± 0.37^{Aa}	65.13 ± 0.29^{Bb}	5.56 ± 0.16^{Cb}	6.08 ± 0.36^{Ca}	6.36 ± 0.11^{Da}	13.97 ± 1.13^{Cab}	15.30 ± 0.54^{Ba}	13.41 ± 0.35^{Eb}
T2 (negative control)	76.63 ± 0.36^{Aa}	68.70 ± 0.27^{Bc}	69.40 ± 0.27^{Ab}	3.35 ± 0.07^{Db}	5.97 ± 0.17^{Ca}	5.99 ± 0.07^{Da}	12.19 ± 0.05^{Dc}	13.78 ± 0.44^{CDb}	14.41 ± 0.26^{DEa}
T3	51.14 ± 0.22^{Bc}	56.56 ± 0.91^{Ca}	53.57 ± 0.24^{Db}	2.34 ± 0.14^{Eb}	5.43 ± 0.19^{CDa}	5.71 ± 0.46^{Da}	10.77 ± 0.63^{Ec}	17.93 ± 0.11^{Ba}	16.53 ± 0.19^{Db}
T4	47.84 ± 0.77^{Cb}	56.66 ± 0.13^{Ca}	57.00 ± 0.36^{Ca}	2.73 ± 0.40^{Ec}	5.01 ± 0.33^{Db}	7.53 ± 0.11^{Ca}	13.44 ± 0.12^{Cb}	12.28 ± 1.27^{Db}	22.37 ± 0.16^{Ca}
T5	47.42 ± 0.92^{Ca}	45.01 ± 0.21^{Da}	47.56 ± 3.50^{Ea}	12.74 ± 0.42^{Bc}	17.89 ± 0.05^{Ab}	20.61 ± 1.18^{Aa}	38.15 ± 0.63^{Aa}	12.28 ± 1.27^{Db}	42.22 ± 3.69^{Aa}
T6	44.76 ± 0.14^{Db}	45.36 ± 1.08^{Db}	47.15 ± 0.17^{Ea}	14.18 ± 0.21^{Ab}	16.19 ± 0.66^{Ba}	16.75 ± 0.47^{Ba}	$35.26\pm0.\ 27^{Ba}$	34.60 ± 1.84^{Aa}	34.37 ± 0.71^{Ba}

Values are means ± standard deviations; Means with different capital letter superscripts in the same column differ significantly at $p < 0.05$ (treatment effect); Means with different small letter superscripts in the same row differ significantly at $p < 0.05$ (storage effect).

Table 4 Texture profile analysis of flatbread roti with various treatments during storage at room temperature

Treatments	Hardness (N)			Cohesiveness (mm^2)			Springiness (mm)			Chewiness (mJ)		
	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days
T1 (positive control)	125.00 ± 23.07^{Aa}	22.00 ± 10.53^{Cb}	99.00 ± 29.55^{Aa}	0.78 ± 0.24^{Aa}	0.90 ± 0.22^{ABa}	0.38 ± 0.11^{Cb}	0.46 ± 0.03^{Aa}	0.26 ± 0.04^{Cc}	0.32 ± 0.01^{Cb}	0.50 ± 0.26^{Ba}	0.07 ± 0.06^{Cb}	0.13 ± 0.06^{Bb}
T2 (negative control)	84.67 ± 13.01^{Ba}	88.00 ± 37.99^{ABa}	46.33 ± 8.08^{Ba}	0.84 ± 0.02^{Ab}	0.73 ± 0.08^{Bc}	0.96 ± 0.04^{Ba}	0.38 ± 0.00^{Bb}	0.43 ± 0.04^{ABab}	0.45 ± 0.03^{Aa}	0.53 ± 0.06^{Ba}	0.30 ± 0.10^{Ab}	0.45 ± 0.03^{Bb}
T3	61.33 ± 25.01^{BCa}	78.33 ± 11.02^{ABa}	47.00 ± 6.25^{Ba}	0.89 ± 0.04^{Ab}	0.84 ± 0.01^{Bb}	1.09 ± 0.05^{Aa}	0.34 ± 0.02^{Bb}	0.45 ± 0.02^{Aa}	0.47 ± 0.03^{Aa}	1.77 ± 0.50^{Aa}	0.30 ± 0.00^{Ab}	0.17 ± 0.06^{Bb}
T4	47.67 ± 0.58^{Cb}	61.00 ± 11.14^{Ba}	19.33 ± 1.53^{Cc}	0.90 ± 0.05^{Ab}	1.07 ± 0.06^{Aa}	0.95 ± 0.03^{Bb}	0.37 ± 0.03^{Ba}	0.38 ± 0.02^{Ba}	0.38 ± 0.01^{Ba}	0.13 ± 0.06^{Bb}	0.23 ± 0.06^{ABa}	0.10 ± 0.00^{Bb}
T5	156.00 ± 23.39^{Aa}	25.00 ± 6.08^{Cc}	93.33 ± 8.50^{Ab}	0.79 ± 0.02^{Aa}	0.93 ± 0.14^{ABa}	0.89 ± 0.02^{Ba}	0.35 ± 0.01^{Bb}	0.46 ± 0.02^{Aa}	0.45 ± 0.04^{Aa}	0.37 ± 0.06^{Ba}	0.17 ± 0.06^{BCb}	0.2667 ± 0.12^{Bab}
T6	63.00 ± 7.00^{BCb}	96.67 ± 4.04^{Aa}	104.67 ± 13.30^{Aa}	0.79 ± 0.05^{a}	0.81 ± 0.05^{Ba}	0.82 ± 0.13^{Ba}	0.36 ± 0.03^{Bb}	0.42 ± 0.01^{ABa}	0.33 ± 0.023^{Cc}	0.27 ± 0.21^{Bb}	0.23 ± 0.06^{ABb}	1.13 ± 0.21^{Aa}

Values are means ± standard deviations; Means with different capital letter superscripts in the same column differ significantly at $p<0.05$ (treatment effect); Means with different small letter superscripts in the same row differ significantly at $p<0.05$ (storage effect).

Table 5 Microbiological quality of flatbread roti with various treatments during storage at room temperature

Treatments	Microorganisms														
	Total plate count (log CFU/g)			Yeast & Mold (log CFU/g)			*B. cereus* (log CFU/g)			*S. aureus* (log CFU/g)			*E. coli* (MPN/g)		
	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days
T1 (positive control)	<2	4.13	4.47	<1	<1	4.47	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3
T2 (negative control)	<2	4.68	>3	<1	4.82	>3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3
T3	<2	3.83	4.08	<1	<1	4.48	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3
T4	<2	<2	3.74	<1	<1	4.26	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3
T5	<2	3.24	3.51	<1	<1	4.03	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3
T6	<2	<2	3.46	<1	<1	4.17	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<3	<3

ต่อแบคทีเรียนั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะสันฐานวิทยาของแบคทีเรีย รวมถึงมีผลกระทบต่อกิจกรรมเมตาบอลิซึมและการสร้างเอนไซม์ที่สำคัญ ซึ่งส่งผลให้เซลล์ตายในที่สุด [13-15] อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บรักษาแผ่นแป้งโรตีที่เติมน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่เป็นเวลา 2 วัน พบว่ามีปริมาณยีสต์และราเกินมาตรฐานดังกล่าว นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นดัชนีมาตรฐานความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา เช่น *B. cereus*, *S. aureus* และ *E. coli* ยังมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 458/2547 [6] ในระหว่างการเก็บรักษาแผ่นแป้งโรตีในทุกชุดการทดลอง

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

แผ่นแป้งโรตีที่มีการเติมน้ำขมิ้นและน้ำสะระแหน่ระดับ 25 และ 50 % (w/w) สามารถเป็นต้นแบบในการลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาแผ่นแป้งโรตี ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 1

วัน ในถุงพอลิโพรไพลีน และมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มผช. 458/2547 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์แป้งโรตีจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากมีค่า a_w สูง (> 0.90) ควรมีการศึกษาวิธีการอื่น ๆ ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางจังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

6. References

[1] del Olmo, A., Calzada, J. and Nuñez, M., 2017, Benzoic acid and its derivatives as naturally occurring compounds in foods and as additives: Uses, exposure, and controversy, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 57: 3084-3103.

[2] Gottardi, D., Bukvicki, D., Prasad, S. and Tyagi, A.K., 2016, Beneficial effects of spices in food preservation and safety, Front. Microbiol. 7: 1-20.

[3] Catherine, A.A., Deepika, H. and Negi, P.S., 2012, Antibacterial activity of eugenol and peppermint oil in model food systems, J. Essent. Oil Res. 24: 481-486.

[4] Jing-ping, W.U., 2009, Reviews on natural plant food preservatives and their anti bacterial abilities, China Food Additives 2009(3): 61.

[5] Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P.K. and Dubey, N.K., 2015, Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities-potentials and challenges, Food Control 47: 381-391.

[6] Thai Community Product Standard (No. 458/2547), Roti Sai Mai, Available Source: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4158/โรตีสายไหม, March 10, 2019. (in Thai)

[7] FDA-BAM, 2001, In FDA's bacteriological analytical manual, Available Source: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam, January 15, 2019.

[8] Tako, M., Tamaki, Y., Teruya, T. and Takeda, Y., 2014, The principles of starch gelatinization and retrogradation, Food Nutr. Sci. 5: 280-291.

[9] Hidalgo, A. and Brandolini, A., 2011, Evaluation of heat damage, sugars, amylases and colour in breads from einkorn, durum and bread wheat flours, J. Cereal Sci. 54: 90-97.

[10] Prasad, J., Vijay, V.K., Tiwari, G.N. and Sorayan, V.P.S., 2006, Study on performance evaluation of hybrid drier for turmeric (*Curcuma longa* L.) drying at village scale, J. Food Eng. 75: 497-502.

[11] Pukánszky, B., 1999, Optical Clarity of Polypropylene Products, pp. 554-560, In Polypropylene, Springer, Dordrecht.

[12] Culetu, A., Duta, D.E. and Andlauer, W., 2018, Influence of black tea fractions addition on dough characteristics, textural properties and shelf life of wheat bread, Eur. Food Res. Technol. 244: 1133-1145.

[13] Al-Asmari, F., Mereddy, R. and Sultanbawa, Y., 2017, A novel photosensitization treatment for the inactivation of fungal spores and cells mediated by curcumin, J. Photochem. Photobiol. B Biol. 173: 301-306.

[14] Singh, R.P. and Jain, D.A., 2012, Evaluation of antimicrobial activity of curcuminoids isolated from turmeric, Int. J. Pharm. Life Sci. 3: 1368-1376.

[15] Altunatmaz, S.S., Aksu, F.Y., Issa, G., Kahraman, B.B., Altiner, D.D. and Buyukunal, S.K., 2016, Antimicrobial effects of curcumin against *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *S.* Typhimurium and *E. coli* O157: H7 pathogens in minced meat, Vet. Med. (Praha) 61: 256-262.