

ผลของสารแช่กล้วยต่ออายุการเก็บรักษาแป้งกล้วยและการประยุกต์ใช้ ในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

The effect of banana soaking solutions on shelf life of banana flour and application in madeleine products

ณัฐพร สุบรรณmani^{1*} วรพร คำแป้น² นัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนนท์² และ นพมาศ พูลเจริญศิลป์²
Natthaporn Subanmanee^{1*} Woraporn Khamphaen² Nuttanun Thawerattanont² and
Noppamas Poolcharoensil²

Received 6 กุมภาพันธ์ 2565 Revised 15 มีนาคม 2565 Accepted 2 เมษายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารแช่กล้วย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำเปล่า เกลือแกง และ สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลในการนำมาผลิตเป็นแป้งกล้วยและ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแป้งกล้วยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ด้วยการวัดค่าสี และ วัดความชื้น พบว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์สามารถช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลได้มากที่สุด โดยมีค่าความสว่าง L* มากที่สุด อยู่ที่ 90.04 ± 0.06 เมื่อเก็บรักษาแป้งกล้วยเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าการเก็บแป้งกล้วยในถุงลามิเนตจะช่วยชะลอการเสื่อมเสียของแป้งกล้วยได้นาน กว่า 10 สัปดาห์ จากนั้นนำแป้งกล้วยที่เตรียมจากกล้วยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมาเดอลีนซึ่งเป็นขนมอบชนิดหนึ่งในระดับร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 20 40 และ 60 โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อ สัมผัส ความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับขนมมาเดอลีนที่ใช้แป้งกล้วยที่ทดแทน แป้งสาลีระดับร้อยละ 40 เนื่องจากเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมที่เป็นแป้งสาลีแต่ยังมี กลิ่นหอมของกล้วยมากที่สุด

คำสำคัญ : แป้งกล้วย, มาเดอลีน, ปฏิบัติการเกิดสีน้ำตาล

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

¹ Assistant professor, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

² อาจารย์, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

² Lecturer, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail : natthaporn.sa@mail.rmutk.ac.th

Abstract

The study aims to study three banana soaking solutions: water, salt and sodium metabisulfide solution to reduce browning during banana flour production and monitor the change of color and moisture of banana flour after 10 weeks of storage. It found that the sodium metabisulfide solution was the most effective in reducing browning with the highest lightness (L^*) value at 90.04 ± 0.06 . After 10 weeks of banana flour storage, the result indicated that storing banana flour in a laminated bag can slow down the deterioration of flour for more than 10 weeks. Then, banana flour after soaking in sodium metabisulfide solution was substituted for wheat flour in madeleine formulation which a type of bakery by 0% (control formula), 20%, 40% and 60% of banana flour. The results of sensory evaluation with parameters of color, odor, taste texture and overall acceptability showed that the panelists accepted the madeleine containing 40% of banana flour substitutes for wheat flour because the texture was close to the controlled sample as well as it still had the most banana aroma.

Keyword : Banana flour, Madeleine, enzymatic browning reaction

1. บทนำ

ประเทศไทยส่งออกกล้วยเป็นจำนวนมาก ทั้งผลสด และแปรรูป โดยสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าได้รายงานสถานการณ์การส่งออกกล้วยของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2562 ว่ากล้วยสดมีมูลค่าการส่งออก 597.05 ล้านบาท และยังมีการส่งออกในลักษณะของกล้วยแปรรูปไปยังประเทศต่าง ๆ อีกมากมายเช่น กล้วยอบแห้ง กล้วยบรรจุกระป๋อง กล้วยฉาบ กล้วยเชื่อม (Praorngpit Katchwattana, 2562) นอกจากนี้ยังสามารถนำกล้วยดิบมาทำแป้งเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย ซึ่งกล้วยที่แปรรูปเป็นแป้งนั้นยังคงคุณค่าทางโภชนาการโดยมีงานวิจัยที่ระบุว่ากากกล้วยดิบจะช่วยให้เยื่อใยกระเพาะหลังสารมิวซิน (Mucin) ออกมาเคลือบกระเพาะ และหลังสารเซโรโทนิน (Serotonin) ช่วยยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ทำให้บรรเทาอาการกรดไหลย้อนและยับยั้งอาการท้องเสียได้ (จารุวรรณ บางแว, 2559) คุณภาพที่สำคัญของแป้งกล้วยได้แก่ กลิ่น สีและความชื้น ซึ่งคุณภาพเหล่านี้มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของแป้งกล้วย อาจเสื่อมคุณภาพลงได้เนื่องจากปัจจัยของตัวผลิตภัณฑ์ (แป้งกล้วย) บรรจุภัณฑ์และสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน และแสง เป็นต้น (ชลธิรา บุญเรืองยา, 2545) ในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยสามารถใช้สารเคมีเพื่อช่วยในการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ เพื่อยังคงรักษาคุณภาพของแป้งกล้วยให้มีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น (ณัฐพร สุพรรณมณี, 2563) มีการนำแป้งกล้วยไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปต่าง ๆ และมีการนำไปทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบหลายชนิด ขนมมาเดอลีนคือขนมอบชนิดหนึ่ง มาจากฝรั่งเศส ขึ้นเล็ก รูปทรงเปลือกหอย มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสม การพัฒนามาเดอลีนจากแป้งกล้วยเพื่อให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยการทดแทนแป้งกล้วยในแป้งสาลีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์ การนำแป้งกล้วยซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่หาง่ายราคาถูกลงมาแปรร

รูปเป็นแปงเพื่อทดแทนแปงสาธิตนอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแล้ว ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์มาเดอลีนอีกด้วย วัตถุประสงค์สำคัญของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาชนิดของสารแช่กล้วยที่มีผลต่อการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (enzymatic browning reaction) เมื่อเก็บรักษาแปงกล้วยนานขึ้นและการใช้แปงกล้วยทดแทนแปงสาธิตบางส่วนในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาการเตรียมแปงกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและสมบัติทางกายภาพของแปงกล้วยน้ำว้า

2.2 ศึกษาปริมาณแปงกล้วยที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การเตรียมแปงกล้วยน้ำว้าดิบและศึกษาสมบัติทางกายภาพของแปงกล้วยน้ำว้า

นำกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ร้อยละ 70 - 80 นำมาล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกผ่านเป็นแผ่นบาง แล้วนำไปแช่น้ำเปล่า น้ำเกลือแกง และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 นาน 15 นาที จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง บดให้ละเอียดเป็นผงและร่อนผ่านเครื่อง Sieve tester ที่ผ่านชั้นตะแกรง 80 mesh (ณัฐพร สุบรรณณณิ, 2563) นำแปงกล้วยที่ได้เก็บในถุงลามิเนต (Laminated foil bag) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ในแต่ละสัปดาห์นำแปงกล้วยที่แช่สารละลายทั้ง 3 ชนิด มาวัดค่าความชื้นโดยใช้เครื่อง Moisture Analyzer วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีระบบ L* a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น ColorQuest XE จากนั้นคำนวณค่า ΔE โดยใช้สมการ

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วยการนำกล้วยไปแช่น้ำเปล่า น้ำเกลือแกง และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความแปรปรวน ANOVA (Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองด้วย DMRT (Duncan's new multiple range test) ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

3.2 ศึกษาปริมาณแปงกล้วยที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

โดยนำแปงกล้วยสัปดาห์ที่ 10 ที่แช่สารที่เหมาะสมจากข้อ 3.1 มาทดแทนแปงสาธิตในการทำผลิตภัณฑ์มาเดอลีนใน 4 ระดับ คือร้อยละ 0 20 40 และ 60 ของปริมาณแปงสาธิตทั้งหมด โดยใช้ส่วนผสม ดังนี้ ไข่ไก่ 220 กรัม น้ำตาลทราย 180 กรัม แป้งเค้ก 225 กรัม ผงฟู 6 กรัม กลิ่นวานิลลา 6 กรัม เนยละลาย 225 กรัม โดยวิธีการทำมีขั้นตอนดังนี้ ใส่น้ำตาล ไข่ไก่ลงในอ่างผสมตีให้เข้ากันด้วยหัวตะกร้อ 5 นาที ใส่แป้งเค้กกับผงฟูที่ร่อนไว้ลงไปตีต่ออีก 5 นาที เทเนยละลาย กลิ่นวานิลลา ลงไปในส่วนผสม ตีให้เข้ากัน 5 นาที พักไว้ 15 นาที ปั้นส่วนผสมลงพิมพ์มาเดอลีน 25 มิลลิเมตร นำเข้าอบอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 8 นาที นำมาทดสอบ

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยใช้แบบทดสอบ 9-Point- Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย วิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) เพื่อหาปริมาณการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมาเดอลินที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาวิธีการลดการเกิดสีน้ำตาลในขั้นตอนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว่าดิบและสมบัติทางกายภาพแป้งกล้วยน้ำว่า

ผลการทดลองด้านความชื้นของชนิดของสารละลายที่เหมาะสมในการแช่กล้วยที่มีผลต่อการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) พบว่า ชนิดของสารละลายมีผลต่อค่าความชื้นของแป้งกล้วยเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์จะมีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 17.50 รongลงมาคือ เกลือ (NaCl) 16.43 และน้ำเปล่า 15.35 ตามลำดับเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 10 สัปดาห์ความชื้นมีแนวโน้มสูงขึ้น

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของแป้งกล้วยที่แช่ในสารละลายต่างกันเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์

สัปดาห์	น้ำเปล่า	เกลือแกง	โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์
0	15.35±0.46 ^{CC}	16.43±0.21 ^{BC}	17.50±0.43 ^{AC}
2	15.55±0.31 ^{BB}	17.46±0.50 ^{AB}	17.66±0.24 ^{ABC}
4	15.50±0.22 ^{BB}	17.58±0.71 ^{AB}	17.80±0.41 ^{ABC}
6	15.55±0.56 ^{BB}	17.75±0.53 ^{AB}	18.15±0.53 ^{AB}
8	15.81±0.33 ^{AB}	17.83±0.23 ^{AB}	18.21±0.82 ^{AB}
10	16.20±0.54 ^{BA}	18.15±0.68 ^{AB}	18.51±0.20 ^{AA}

หมายเหตุ : a,b... หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

A,B... หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าสีของแป้งกล้วยที่แช่สารละลายที่ต่างกันทั้ง 10 สัปดาห์ โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) (ตารางที่ 2) พบว่าชนิดของสารละลายที่ใช้ในการแช่กล้วยมีผลต่อค่าสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กล้วยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ให้ค่าความสว่าง (L*) สูงสุดในทุกสัปดาห์

เมื่อพิจารณาค่า L^* , a^* และ b^* ร่วมกันพบว่า การแช่กล้วยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และเกลือแกงในการเก็บเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ จะพบว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่อย ๆ ลดลง เมื่อมีระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มมากขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่า ΔE ในแต่ละสารละลายได้แก่ น้ำเปล่า เกลือแกง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ พบว่าค่า ΔE ในแต่ละสารละลายมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บนานขึ้น ค่า ΔE มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของแปงกล้วยที่แช่ในสารละลายที่ต่างกันในช่วงขั้นตอนการเตรียมแปงกล้วยเมื่อการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์

	สัปดาห์	น้ำ	เกลือ	โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์
L^*	0	88.06 ± 0.13^{CA}	89.35 ± 0.06^{bA}	90.04 ± 0.06^{aA}
	2	87.76 ± 0.24^{bA}	88.97 ± 0.56^{aA}	89.47 ± 0.58^{aAB}
	4	87.55 ± 0.16^{CA}	88.76 ± 0.04^{bA}	89.41 ± 0.06^{aAB}
	6 ^{ns}	87.29 ± 0.11^{AB}	88.53 ± 0.06^{AB}	87.96 ± 1.92^{BC}
	8	86.53 ± 0.47^{bB}	87.81 ± 0.21^{aB}	87.77 ± 0.57^{aC}
	10	84.75 ± 1.05^{bC}	86.91 ± 1.75^{aC}	87.17 ± 0.03^{aC}
a^*	0	1.32 ± 0.01^{aE}	0.96 ± 0.01^{cD}	1.00 ± 0.02^{bF}
	2	1.53 ± 0.01^{aD}	1.06 ± 0.13^{cD}	1.23 ± 0.15^{bE}
	4	1.75 ± 0.01^{aC}	1.34 ± 0.02^{bC}	1.41 ± 0.01^{bD}
	6	1.74 ± 0.03^{aC}	1.54 ± 0.01^{bB}	1.50 ± 0.08^{cC}
	8	1.87 ± 0.04^{bB}	1.75 ± 0.03^{cA}	1.95 ± 0.05^{aB}
	10	2.11 ± 0.03^{bA}	1.44 ± 0.06^{cBC}	2.28 ± 0.03^{aA}
b^*	0	9.68 ± 0.10^{aA}	8.00 ± 0.02^{cA}	8.49 ± 0.15^{bNS}
	2	9.61 ± 0.20^{aA}	6.87 ± 0.65^{cB}	8.43 ± 0.14^{bNS}
	4	9.24 ± 0.15^{aC}	7.65 ± 0.04^{cA}	8.60 ± 0.04^{bNS}
	6	9.72 ± 0.13^{aA}	7.90 ± 0.18^{cA}	8.36 ± 0.12^{bNS}
	8	9.50 ± 0.15^{aAB}	7.97 ± 0.10^{cA}	8.53 ± 0.12^{bNS}
	10	9.38 ± 0.32^{aAB}	7.64 ± 0.18^{cA}	8.56 ± 0.01^{bNS}
ΔE	0	-	-	-
	2 ^{ns}	0.42 ± 0.01^C	1.24 ± 0.82^{AB}	0.67 ± 0.44^B
	4 ^{ns}	0.81 ± 0.15^B	0.78 ± 0.07^B	0.77 ± 0.11^B
	6 ^{ns}	0.88 ± 0.04^B	1.01 ± 0.08^{AB}	2.20 ± 1.81^{AB}
	8	1.66 ± 0.46^{CB}	1.73 ± 0.24^{bcAB}	2.48 ± 0.57^{aA}
	10 ^{ns}	3.43 ± 1.12^A	2.55 ± 1.68^A	3.15 ± 0.06^A

หมายเหตุ : a,b,... หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

A,B,... หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

จากการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยในการทดแทนแป้งสาลีปริมาณร้อยละ 0 20 40 และ 60 (ภาพที่ 1) โดยใช้ผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจำนวน 50 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p \leq 0.05$) โดยค่าด้านสีตัวอย่างควบคุมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด และเมื่อทดแทนปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสีลดลง



ภาพที่ 1 ภาพตัดขวางผลิตภัณฑ์มาเดอลีนที่มีแป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน

ผลของความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับแป้งกล้วยที่ทดแทนในผลิตภัณฑ์มาเดอลีนที่ร้อยละ 0-40 ไม่แตกต่างกัน โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณแป้งกล้วยที่ร้อยละ 40 ผู้ทดสอบจะได้กลิ่นแป้งกล้วย รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นเป็นร้อยละ 60 อาจทำให้กลิ่นกล้วยแรงขึ้นจึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบขนมมาเดอลีนที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยที่ต่างกัน

คุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนด้วยแป้งกล้วย (ร้อยละ)			
	0	20	40	60
สี	7.80 ± 0.73 ^a	7.05 ± 1.00 ^b	6.88 ± 1.19 ^b	6.15 ± 1.58 ^c
กลิ่น	7.38 ± 0.74 ^a	7.00 ± 0.92 ^b	7.53 ± 0.93 ^a	6.78 ± 1.18 ^b
รสชาติ	7.28 ± 0.94 ^a	7.03 ± 1.09 ^a	7.20 ± 1.16 ^a	6.57 ± 1.39 ^b
เนื้อสัมผัส	7.30 ± 0.94 ^a	6.92 ± 0.98 ^{ab}	7.25 ± 1.32 ^a	6.65 ± 1.23 ^b
ความชอบโดยรวม	7.40 ± 0.99 ^{ab}	7.13 ± 0.89 ^b	7.63 ± 1.02 ^a	6.77 ± 1.25 ^c

หมายเหตุ : a,b... หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. อภิปรายผล

5.1 ศึกษาการแช่สารละลายเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลในขั้นตอนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้าดิบและสมบัติทางกายภาพแป้งกล้วยน้ำว้า

ผลการทดลองพบว่าชนิดของสารละลายมีผลต่อค่าความชื้นของแป้งกล้วยเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์จะมีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 17.50 รองลงมาคือ เกลือแกง 16.43 และน้ำเปล่า 15.35 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับอัจฉรา เฟื่องภู และขวัญดาว แจ่มแจ้ง (2559) ที่บอกว่าแป้งกล้วยส่วนใหญ่มีความชื้นเกิน 13% ซึ่งสูงกว่าประกาศสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เมื่อเก็บแป้งในถุงลามิเนต (Laminated Foil bag) จากสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 10 ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเก็บแป้งนานขึ้นแป้งจะมีความชื้นสูงขึ้นเนื่องจากแป้งกล้วยมีคุณสมบัติเป็นสารดูดความชื้น (Hygroscopic) ดังนั้นเมื่อผลิตแป้งใหม่ ความชื้นจะค่อนข้างต่ำ และเมื่อเก็บไว้ในระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น และเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน (Mircea E.D., 1995) แต่เนื่องจากถุงลามิเนตเป็นถุงชนิดพอลิเอทิลีนมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นได้ดีและการดูดซึมน้ำต่ำ แป้งกล้วยสามารถเก็บไว้ได้นานเกิน 30 วัน โดยถุงลามิเนต (Laminated Foil bag) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุด (Nimi Barooah and other, 2018) จึงสามารถทำให้แป้งกล้วยที่เก็บในถุงลามิเนตสามารถเก็บได้นานเกิน 10 สัปดาห์ โดยปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

ชนิดของสารละลายที่ใช้ในการแช่กล้วยมีผลต่อค่าสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล้วยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงสุดในทุกสัปดาห์ เนื่องจากสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีหน้าที่ในการฟอกสี และทำลายแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นรงควัตถุในกล้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสีเหลืองต่ำสุด (นิธิยา รัตนานนท์, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมฤดี ไทพาณิชย์ และปราณี อานะเปื้อง (2556) ได้รายงานว่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ สามารถทำให้ค่าความสว่างของกล้วยป่นสูงขึ้น เมื่อเปรียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการแช่ด้วยกรดหรือสารเคมีใด ๆ ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลคล้ำของผักและผลไม้มาจากปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) โดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Schwartz, S.J. and other, 2008) ในงานวิจัยนี้แป้งกล้วยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าการแช่ในสารละลายชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีประสิทธิภาพในการชะลอและยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่าเกลือแกง และน้ำเปล่า

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของแป้งกล้วยที่เก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาค่าสี L^* a^* และ b^* ร่วมกันพบว่าการแช่กล้วยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ และเกลือแกง ในการเก็บเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ จะพบว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่อยๆ ลดลง เมื่อมีระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มมากขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อเก็บแป้งเป็นระยะเวลานานขึ้น แป้งกล้วยจะมีสีคล้ำขึ้น ซึ่งในการทำแป้งกล้วยแป้งที่ได้จะสีไม่ขาวเหมือนแป้งทั่วไป ซึ่งเกิดจากสารประกอบฟีนอลในกล้วยสัมผัสกับอากาศและเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) (Thipayarat Aluck, 2007)

เมื่อพิจารณาค่า ΔE ในแต่ละสารละลายได้แก่ น้ำเปล่า กลีโกล แกล็ก โขเดียมเมตาไบซัลไฟด์ พบว่าค่า ΔE ในแต่ละสารละลายมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บนานขึ้น ค่า ΔE มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากเมื่อแปรงกล้วยเก็บไว้นานขึ้นค่าสีมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงมากขึ้น (Singham Pragati and other, 2014) โดยดูจากค่าความสว่าง (L^*) เมื่อเก็บไว้นานขึ้นค่า (L^*) มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่า ΔE ที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเร่งด้วยเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) ปฏิกิริยานี้เกิดจากเอนไซม์ภายในเนื้อเยื่อสัมผัสกับอากาศ เกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนสารประกอบฟีนอล (Phenolic compound) เป็นสารประกอบเมลานิน (Melanins) ซึ่งมีสีน้ำตาล (นิธิยา รัตนพนนท์ และดนัย บุญเกียรติ, 2548)

5.2 ศึกษาปริมาณแปรงกล้วยที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

จากการศึกษาปริมาณแปรงกล้วยที่เหมาะสมโดยใช้ผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจำนวน 50 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณแปรงกล้วยมากขึ้น ค่าความชอบด้านสีจะมีค่าลดลง (ดังภาพที่ 1) โดยค่าสีของตัวอย่างควบคุมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด และเมื่อทดแทนปริมาณแปรงกล้วยมากขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสีลดลง เนื่องจากเมื่อทดแทนแปรงกล้วยในปริมาณที่มากขึ้นแปรงกล้วยมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีเมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น

ผลของความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับแปรงกล้วยที่ทดแทนในผลิตภัณฑ์มาเดอลีนที่ร้อยละ 0 - 40 ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณแปรงกล้วยที่ร้อยละ 40 ผู้ทดสอบจะได้กลิ่นแปรงกล้วย รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นอาจทำให้กลิ่นกล้วยแรงขึ้นจึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง และเมื่อเพิ่มปริมาณแปรงกล้วยมากขึ้นเนื้อสัมผัสของขนมจะแน่นและแข็ง เกิดจากแปรงกล้วยมีปริมาณอะไมโลสสูง ซึ่งปริมาณอะไมโลสมีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันสูงขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งขึ้น (ณัฐรพร สุบรรณณณ์, 2563)

6. องค์ความรู้ใหม่

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่าแปรงกล้วยสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้า โดยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยรายเล็ก OTOP หรือ SME สามารถนำองค์ความรู้นี้ไปผลิตแปรงโดยใช้สารเคมีที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง และวิธีการผลิตแปรงและการเก็บรักษาเป็นวิธีการที่ง่าย ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก ช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของไทย และยังได้ผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าแปรงกล้วยยังสามารถเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมอบได้

7. สรุปผล

จากการศึกษาสารละลายที่ใช้ในการลดการเกิดสีน้ำตาลในแปรงกล้วยพบว่า โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์เป็นสารที่ลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการผลิตแปรงกล้วยมากที่สุด และเมื่อนำแปรงกล้วยมาเก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ด้วยอุณหภูมิเนต ความชื้นและความเข้มสีของแป้งมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บแปรงกล้วยเป็นระยะเวลานานขึ้น จากการใช้แปรงกล้วย

ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมาเดอริน ในปริมาณร้อยละ 0 20 40 และ 60 พบว่าผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม มาเดอรินที่ใช้แป้งกล้วยที่ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 มากที่สุด ดังนั้นองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตแป้งเพื่อส่งออกในระดับอุตสาหกรรมได้ ทั้งยังตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มเกษตรกรที่ต้องการเพิ่มรายได้ทางเศรษฐกิจ และกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพอีกด้วย

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยครั้งนี้เป็นผลจากการใช้แป้งกล้วยจากกล้วยน้ำว้า ซึ่งประเทศไทยปลูกกล้วยได้หลายสายพันธุ์จึงควรทดลองนำกล้วยสายพันธุ์อื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกล้วยน้ำว้ามาทดลองทำแป้งกล้วยเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากกล้วยสายพันธุ์อื่น

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้เกิดคุณประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการตลาด การใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยที่หลากหลายขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยรายเล็ก OTOP หรือ SME

10. เอกสารอ้างอิง

- จรรุวรรณ บางแว. (2559, 12 กุมภาพันธ์). *โครงการวิจัยวิจัยพัฒนาและการใช้ประโยชน์จาก แป้งพืชศักยภาพ*. <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2231>
- ชลธิรา บุญเรืองยา. (2545). *การศึกษาอายุการเก็บรักษาแป้งกล้วย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัฐพร สุบรรณมณี. (2563). ผลของการแช่กล้วยน้ำว้าในสารละลายชนิดต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์มาเดอริน. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 15(2), 110-121.
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2557). *เคมีอาหาร* (ครั้งที่พิมพ์ 5). โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์ และดนัย บุญเกียรติ. (2548). *การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้* (ครั้งที่พิมพ์ 5). โอเดียนสโตร์.
- สมฤดี ไทพาณิชย์ และปราณี อานเปื้อง. (2556). การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีปั่นพาสเจอร์ไรซ์. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 9(1), 39-51.
- อัจฉรา เพ็งภู และขวัญดาว แจ่มแจ้ง. (2559, 22 ธันวาคม). *การผลิตแป้งกล้วยต้านอนุมูลอิสระจากกล้วย 4 ชนิด*. [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3, กำแพงเพชร, ประเทศไทย

- Mircea,E.D. (1995). *Fruits and vegetable processing*. International book.
- Nimi, B., Pranati D., Mridula S. B., Dibya K.S., and Pranab D. (2018). Storage Studies on Spray Dried Ripe Banana Powder Produced by Response Surface Methodology. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(6),1922-1933.
- Praornpit Katchwattana. (2562). เกษตรอินทรีย์ ความหวังของผู้ประกอบการเกษตรทั่วโลก. <https://www.salika.co/2018/06/06/organic-agriculture-sme-startup/>.
- Schwartz, S. J., von Elbe, J. H. and Giusti, M. M. (2008). *Fennema's Food Chemistry*, CRC Press.
- Singham P., Genitha L. and Kumar R. (2014). Comparative Study of Ripe and Unripe Banana Flour during Storage. *Journal of Food Processing & Technology*. 5(11),1-6.
- Thipayarat A. (2007). Quality and physiochemical peoperties of banana paste under vacuum dehydration. *International Journal of Food Engineering*. 3 (4)