

ผลของการแช่กล้วยน้ำว้าในสารละลายชนิดต่างๆ และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์มาเดอลีนเค้ก Effect of Soaking Banana in Various Solutions and Application of Banana Flour in Madeleine Cake

ณัฐพร สุบรรณมณี*

Natthaporn Subanmanee*

Received: November 18, 2019

Revised: May 26, 2020

Accepted: May 27, 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการแช่กล้วยด้วยสารละลายต่างๆ ได้แก่ น้ำ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เพื่อลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและการนำแป้งกล้วยมาประยุกต์ใช้ในเค้กมาเดอลีน จากการทดลองพบว่า กล้วยน้ำว้าที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีค่าความสว่าง L^* มากที่สุด คือ 88.88 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 17.40 และมีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) โดยใช้เครื่อง RVA เท่ากับ 6195.33 RVU นำแป้งกล้วยที่ได้มาทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 20, 40 และ 60 ในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน จากการวัดพฤติกรรมความหนืดด้วยเครื่อง RVA พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วย ทำให้อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting temperature) มีค่าลดลง ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ค่าความหนืดต่ำสุด (breakdown) ค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) และการคืนตัวมีค่า (set back) เพิ่มขึ้น เค้กมาเดอลีนที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยร้อยละ 40 มีค่าความแข็ง (hardness) น้อยที่สุด นอกจากนี้ พบว่า เค้กที่มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยมากขึ้น ความสูง ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลง และเค้กมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 6.54 – 12.22) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม

คำสำคัญ: แป้งกล้วย มาเดอลีน ลดการเกิดสีน้ำตาล

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the effect of bananas soaking with various solutions, namely, water, 0.1% sodium chloride and 0.1% sodium metabisulfite solution on reducing browning reaction and application of banana flour in Madeleine cakes. The results showed that bananas were soaked in sodium metabisulfite solution had the highest L^* value of 88.88, 17.40% of moisture content and the peak viscosity using RVA was 6195.33 RVU. Then, banana flour was used to substitute 0% (control), 20%, 40% and 60% of wheat flour in Madeleine product. Viscosity behavior analysis by RVA showed that increasing banana flour the pasting temperature decreased while peak viscosity, breakdown, final viscosity and set back increased. The 40% banana flour substituted in Madeleine cake had the lowest hardness. Moreover, cake with increasing the level of substitution of banana flour the height and specific volume increased, whereas brightness (L^*) and yellowness (b^*) value decreased. Cake had higher amount of fiber (6.54 - 12.22%) when compared to the control.

Keywords: Banana flour, Madeleine, anti-browning

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

บทนำ

กล้วยน้ำว้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า (*Musa sapientum* L. cv. 'Namwa', ABB group) เป็นกล้วยที่มีการปลูกมากเป็นอันดับ 1 ในเมืองไทยเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยชนิดอื่นๆ การผลิตกล้วยน้ำว้าในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2559 มีพื้นที่การเก็บเกี่ยวผลผลิตกล้วยน้ำว้าเท่ากับ 181,902.34 ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ปริมาณ 918,539.97 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว 5,049.63 กิโลกรัมต่อไร่ และราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 12.98 บาทต่อกิโลกรัม [1] และกล้วยน้ำว้ายังเป็นพืชส่งออกที่สำคัญที่สุดอันดับห้าของโลก รองลงมาจากกาแฟ กล้วย กล้วยน้ำว้า และโกโก้ กล้วยสามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและสุก แต่มีปริมาณไขมันและ คอเลสเตอรอลต่ำ กล้วยที่บริโภคสดมีอายุการเก็บสั้นเพียง 5 – 7 วัน [2, 3] ก่อนเน่าเสียก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ การนำกล้วยมาแปรรูปเป็นแป้งเพื่อใช้ทำประโยชน์อื่นๆ หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่แล้ว แป้งกล้วยน้ำว้ายังสามารถเก็บรักษาได้นานสามารถกระตุ้นเศรษฐกิจทางการเกษตรเพื่อส่งออกและสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกด้วย แป้งกล้วยน้ำว้ามีคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 60-80 ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลี และประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน แป้ง โยอาหารและแป้งต้านทานการย่อย (RS2) มีสารต้านอนุมูลอิสระโดยเฉพาะ catechine picatechin และ gallocatechin มีปริมาณเล้าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.78 – 4.48 มีปริมาณเส้นใยอยู่ระหว่าง 0.83 – 1.19 ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลีร้อยละ 0.93 แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยมีปริมาณแร่ธาตุสูงกว่าแป้งสาลี โดยแร่ธาตุในแป้งกล้วยน้ำว้าได้แก่ (Ca, Mg, P, K) และวิตามิน (โปรวิตามิน A, B1, B2, C) [4, 5, 6] ที่ดีต่อสุขภาพ

ปัญหาของการแปรรูปกล้วย คือ การเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเคมีที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งในระหว่างกระบวนการผลิต ส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค [7] การเกิดสีน้ำตาลของแป้งกล้วยเกี่ยวข้องกับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ไปเร่งให้สารประกอบฟีนอลในผัก

ผลไม้ เกิดการออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ โดยเอนไซม์นี้จะพบได้ใน แครอท อโวคาโด แอปเปิ้ล มันฝรั่ง และกล้วย เป็นต้น [8] การเกิดสีน้ำตาลยังทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติและส่งผลเสียต่อคุณค่าทางอาหาร [9] คุณภาพที่สำคัญของแป้งกล้วยนั้น ได้แก่ กลิ่น สีและความชื้น ซึ่งคุณภาพเหล่านี้มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของแป้งกล้วย แป้งกล้วยอาจเสื่อมคุณภาพได้เนื่องจากปัจจัยของตัวผลิตภัณฑ์ (แป้งกล้วย) บรรจุภัณฑ์และสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจนและแสง เป็นต้น ซึ่งส่งผลไปถึงการแปรรูปของผลิตภัณฑ์อีกด้วย [10] ในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยสามารถเลือกใช้สารเคมีที่ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาล โดย Arora et al. [11] ได้ทำการศึกษาลดการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยโดยใช้โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (potassium meta-bisulphite) ร้อยละ 0.1, 0.2 กรดซิตริก (citric acid) ร้อยละ 1, 2 กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ร้อยละ 1 กรดซิตริก (citric acid) ร้อยละ 1 และซิสเตอีน (cysteine) ร้อยละ 0.5, กรดซิตริก (citric acid) ร้อยละ 1 และแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) ร้อยละ 0.5, กรดซิตริก (citric acid) ร้อยละ 1 และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ร้อยละ 1 และซิสเตอีน (cysteine) ร้อยละ 0.5 พบว่าการใช้โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (potassium metabisulfite) ร้อยละ 0.2 และการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.1 - 0.2 เป็นวิธีการลดการเกิดสีน้ำตาลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด Apintanapong et al. [12] รายงานว่าแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) ซิสเตอีน (cysteine) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นสารที่ถูกเลือกใช้มากที่สุดในการลดการเกิดสีเพราะเป็นวิธีการที่สะดวก ราคาถูก และไม่มีผลต่อคุณภาพของแป้งกล้วย Mola et al. [13] ได้ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) และแคลเซียมแอสคอร์เบต (calcium ascorbate) ในการลดการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลสไลด์พบว่าผลของโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์สามารถลดการเกิดจุลินทรีย์และการเกิดสีน้ำตาลได้มากที่สุด แต่ยังไม่พบว่ามีการใช้โซเดียมคลอไรด์ในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการ

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

ผลิตแป้งกล้วยน้ำว่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (enzymatic browning reaction) ในการผลิตแป้งกล้วยน้ำว่า

มาเดอลีน (Madeleine) เป็นขนมดั้งเดิมเกิดในเมือง Lorraine ทางตะวันออกเฉียงเหนือของฝรั่งเศส และเป็นส่วนหนึ่งของอาหารระดับโลก สามารถพบได้ในร้านกาแฟฝรั่งเศส ซูเปอร์มาร์เก็ต และเป็นที่ยอมรับของคนอเมริกัน เสิร์ฟในรูปแบบของอาหารว่างและอาหารหวาน โดยมีเนื้อสัมผัสคล้ายสปันจ์เค้ก มีรูปทรงคล้ายเปลือกหอย มีส่วนผสมหลักคือ ไข่ แป้งสาลี และน้ำตาล [14] ในประเทศไทยสามารถเทียบเคียงมาเดอลีนได้กับขนมไข่ แต่เนื่องจากส่วนประกอบหลักเป็นไข่ แป้งสาลี และน้ำตาล จึงทำให้ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการมากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน โดยการนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารมาช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มประโยชน์ต่อสุขภาพและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับสินค้าให้มีคุณภาพสู่ระดับอุตสาหกรรมในอนาคต สามารถนำส่งออกไปยังต่างประเทศ เป็นแนวทางช่วยลดปริมาณการนำเข้าแป้งสาลีและยังเป็นการส่งเสริมเกษตรกรรมภายในประเทศอีกด้วย

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ศึกษาการลดการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว่า

นำกล้วยน้ำว่าจากตลาดไทที่มีความแก่ร้อยละ 70 - 80 โดยดูจากเหลี่ยมของผลกล้วย (Figure 1) คือผลมีขนาดครึ่งหนึ่งของผลที่โตเต็มที่หรือผลที่มีเหลี่ยมเห็นชัดจะมีความแก่ประมาณร้อยละ 70 - 80 [15] มาปอกเปลือก ผานเป็นแผ่นบางหนา 0.5 - 1 เซนติเมตร โดยใช้อัตราส่วนกล้วยน้ำว่า 1 กิโลกรัม ต่อสารละลายที่ใช้ 1,000 มิลลิลิตร โดยนำมาแช่ในสารละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ (ตัวอย่างควบคุม) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โดยแช่น้ำ 15

นาที่ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 นาน 15 นาที และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 นาน 15 นาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรง 15 นาที จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง บดให้ละเอียดเป็นผงและร่อนผ่านเครื่อง sieve tester ที่ผ่านชั้นตะแกรง 80 mesh และนำแป้งกล้วยน้ำว่าที่ได้เก็บในถุงลามิเนต (laminated foil bag) ที่ปิดสนิทเก็บในอุณหภูมิห้อง



Figure 1 Banana ripening around 70 - 80%

นำแป้งกล้วยน้ำว่าที่ได้จากการแช่สารละลายทั้ง 3 ชนิดมาวัดค่าสี ระบบ $L^* a^*$ และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE คำนวณค่าดัชนีความขาว (Whiteness Index, WI) จากค่าดัชนีความขาว $= 100 - [(100-L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ วัดค่าความชื้นโดยใช้เครื่อง moisture balance ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA - 30 วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ยี่ห้อ New Port Scientific รุ่น RVA Super เพื่อคัดเลือกสารละลายในการแช่กล้วยน้ำว่า

2. ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

นำแป้งกล้วยน้ำว่ามาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน โดยแปรผันแป้งกล้วยน้ำว่า 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 ของปริมาณแป้งสาลีทั้งหมด โดยใช้สูตรตั้งต้นดังนี้ ไข่ไก่ 220 กรัม น้ำตาลทราย 180 กรัม แป้งสาลี 225 กรัม ผงฟู 6 กรัม กลิ่นวานิลลา 6 กรัม และเนยละลาย 225 กรัม โดยวิธีการทำมีขั้นตอนดังนี้ ใส่ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ลงในอ่างผสมตีให้เข้ากันด้วยหัวตะกร้อ 5 นาที ใส่แป้งกับผงฟูที่

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

ร้อนไว้ลงไปตีต่ออีก 5 นาที เทเนยละลายกลี้นวนาลาลงไปในส่วนผสมต่างๆ ตีให้เข้ากัน 5 นาที แล้วพักไว้ 15 นาที บีบส่วนผสมลงพิมพ์มาเดอลีน 25 มิลลิเมตร นำเข้าอบอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส 8 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาเดอลีนพักบนตะแกรง ทิ้งไว้ให้เย็น 30 นาที ก่อนบรรจุในภาชนะปิดสนิท นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

1. วัดความสูง ด้วย Vernier Caliper

2. วัดปริมาตรจำเพาะ โดยใช้วิธีแทนที่ปริมาตรด้วยเมล็ดงา [16] โดยนำภาชนะที่มีความสูง กว้าง และความยาวมากกว่าขนาดของมาเดอลีน มาหาปริมาตรโดยใช้เมล็ดงาเทให้เต็มภาชนะ หลังจากนั้นนำเมล็ดงามาวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง และชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาปริมาตรจำเพาะ ดังสมการ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (cm}^3\text{/g)} = \frac{\text{ปริมาตรของเค้ก}}{\text{น้ำหนักของเค้ก}}$$

3. ความหนาแน่น (g/cm³) = $\frac{\text{น้ำหนักของเค้ก}}{\text{ปริมาตรของเค้ก}}$

4. วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ระบบ L* a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น ColorQuest XE

5. วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ) หัวทรงกระบอก (P/30) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร และกำหนดให้ค่าระยะทางที่หัววัดกดลงบนเนื้อเค้ก (strain) เท่ากับร้อยละ 50 ของความสูงของผลิตภัณฑ์ โดยตั้งค่าความเร็วของหัววัดก่อนที่จะถึงตัวอย่าง เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะหัววัดกดลงตัวอย่าง เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วหลังจากถอนหัววัดจากตัวอย่าง เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และตั้งค่าให้หัววัดกดค้างไว้บนชิ้นตัวอย่าง (hold until time) 15 วินาที วัดเนื้อสัมผัสแบบ TPA วัดคุณภาพในด้านความแน่นเนื้อ (firmness) การยึดเกาะภายในเนื้ออาหาร (cohesiveness) การคืนตัว (springiness) [17]

6. วัดการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งในระหว่างการทำให้ร้อน จนถึงขั้นตอนการทำให้เย็นลง

ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ยี่ห้อ New Port Scientific รุ่น RVA Super

7. วิเคราะห์หาปริมาณ ถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย โดยวิธีของ AOAC (2006) และคาร์โบไฮเดรต (ได้จากวิธีคำนวณ คือ 100 - โปรตีน - ไขมัน - ถ้า - เส้นใย) [18]

3. วิเคราะห์ผลสถิติ

การทดสอบค่าวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทุกการทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (analysis of variance ; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองด้วย DMRT (Duncan's new multiple range test) ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 [19] โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการลดการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้า

จากการแช่กล้วยน้ำว้าในสารละลายที่ต่างกัน (Table 1) พบว่าชนิดของสารละลายที่ใช้ในการแช่กล้วยมีผลต่อค่าสี L* a* และ b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยพบว่ากล้วยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ให้ค่าความสว่าง (L*) สูงสุด ส่วนค่าสีแดง (a*) พบว่ากล้วยน้ำว้าที่แช่ในน้ำให้ค่าสีแดงที่สูงที่สุด ซึ่งทำให้สีของกล้วยมีแนวโน้มเป็นสีน้ำตาลมากกว่าการแช่กล้วยในสารละลายชนิดอื่นๆ เมื่อพิจารณาค่าสีเหลือง (b*) พบว่ากล้วยที่แช่ในน้ำให้ค่าสีเหลืองที่สูงที่สุด ขณะที่การแช่กล้วยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ให้ค่าสีเหลืองต่ำที่สุด เนื่องจากสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เป็นสารที่ใช้ในการฟอกสี และอาจทำลายแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นรงควัตถุในกล้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสีเหลืองลดลงได้ [20] ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Thaiphani and Anprung [21] ได้รายงานไว้ว่า โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สามารถทำให้ค่าความสว่างของกล้วยป่นมีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบ

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

กับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการแช่ด้วยกรดอินทรีย์ หรือสารเคมีใดๆ การเกิดสีน้ำตาลคล้ำของผักและผลไม้มีสาเหตุหลักมาจากปฏิกิริยาการออกซิเดชัน (oxidation reaction) ของสารประกอบฟีนอลไปเป็นสาร o-quinone และเกิดการพอลิเมอร์ไรซ์ (polymerization) ต่อจนได้สารเชิงซ้อนสีน้ำตาล โดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา [22] เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความขาวพบว่าให้ผลเช่นเดียวกับค่าความสว่าง คือ แปะกล้วยน้ำว้าที่แช่ด้วยน้ำและสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าดัชนีความขาวน้อยกว่าแป้กล้วยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์โดยมีค่าอยู่ในช่วง 80.71 – 81.56 และแป้กล้วยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีค่า 82.03 ในงานวิจัยนี้แป้กล้วยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีค่าการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าสารละลายชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพในการ

ชะลอและยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่าสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และน้ำ

ความชื้นของแป้กล้วยเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จะมีค่าความชื้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 17.40 รองลงมาคือ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 16.53 และน้ำร้อยละ 14.36 ตามลำดับ ซึ่งสารละลายที่ใช้แช่กล้วยทำให้ความชื้นของแป้มีค่ามากขึ้น โดยกล้วยที่แช่ในสารละลายนั้นจะเกิดการออสโมซิส (osmosis) โดยสารละลายที่มีความเข้มข้นมากจะแพร่เข้าไปในชั้นเนื้อของกล้วย ในขณะที่เดียวกันน้ำในอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำวก่าก็จะแพร่ออกสู่สารละลายภายนอก โดยตัวของสารละลายจะดูดความชื้นไว้ และสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้เม็ดแป้มีความหนาแน่น [23, 24] เมื่ออบจึงทำให้ไล่ความชื้นได้ยาก แป้กล้วยน้ำว้าจึงมีความชื้นสูงขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

Table 1 Color and moisture content of banana in various soaking solution.

Solution	Color			Moisture	
	L*	a*	b*	WI	(%)
Water	87.36 ± 0.30 ^c	1.40 ± 0.02 ^a	10.63 ± 0.16 ^a	80.71 ± 0.46 ^c	14.36 ± 0.47 ^c
Sodium chloride	88.60 ± 0.26 ^b	0.96 ± 0.02 ^c	9.30 ± 0.06 ^b	81.56 ± 0.20 ^b	16.53 ± 0.20 ^b
sodium metabisulphite	88.88 ± 0.21 ^a	1.09 ± 0.03 ^b	8.94 ± 0.07 ^c	82.03 ± 0.31 ^a	17.40 ± 0.44 ^a

Different alphabets within the same column indicate significant different ($p \leq 0.05$).

จาก Table 2 พบว่าแป้กล้วยน้ำว้าแช่ด้วยโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ มีค่าอุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting temperature) ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) และค่า setback เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารละลายที่ใช้ในการแช่กล้วยมีผลต่อเม็ดแป้ โดย Kayisu et al. [24] ได้รายงานว่แป้กล้วยน้ำว้าเมื่อแช่สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง จะทำให้เม็ดแป้มีความหนาแน่นมากกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อเม็ดแป้เกิดการพองตัวจึงทำให้ไม่มีช่องว่างระหว่างพื้นที่ ทำให้เกิดการชนกันระหว่างเม็ดแป้ทำให้เม็ดแป้เคลื่อนที่ได้ยาก

ความหนืดจึงเพิ่มสูงขึ้น และแป้ที่แช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นนั้นเมื่อลดอุณหภูมิลงจะทำให้ความหนืดของสตาร์ชกล้วยมีค่าสูงขึ้น โดยสังเกตได้จากค่าการคืนตัว (setback) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งบ่งบอกถึงแนวโน้มการเกิดรีโทรกราเดชัน โดยโมเลกุลของเม็ดสตาร์ชสามารถกลับมารวมตัวกันอีกครั้งทำให้เกิดความหนืดขึ้นซึ่งในผลการทดลองนั้นกล้วยน้ำว้าที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีความเข้มข้นมากกว่าน้ำ จึงทำให้ความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น [25] breakdown ของแป้กล้วยที่แช่สารทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยแป้กล้วยที่แช่ในน้ำมีค่า breakdown สูงกว่าแป้กล้วย

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

ที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโซเดียมคลอไรด์ ตามลำดับ ทำให้แป้งกล้วยน้ำว่าที่แช่ด้วยน้ำมี

ความคงทนต่อสูงอุณหภูมิมากกว่าแป้งกล้วยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโซเดียมคลอไรด์

Table 2 Viscosity of banana flour in various soaking solutions by Rapid Visco Analyser (RVA)

Methods	Water	Sodium chloride	sodium metabisulphite
Pasting temperature (°C)	82.41±0.18 ^b	84.08±0.02 ^a	84.05±0.10 ^a
Peak viscosity (RVU)	5600.33±79.95 ^c	6702.00±54.94 ^a	6195.33±323.03 ^b
Final viscosity (RVU)	7011.66±108.13 ^b	7715.00±122.44 ^a	7293.00±209.49 ^b
Breakdown (RVU)	2077.33±43.54 ^a	1128.33±19.55 ^c	1901.66±91.67 ^b
Setback (RVU)	2387.00±53.56 ^c	3243.00±71.63 ^a	2999.33±79.75 ^b

Different alphabets within the same row indicate significant different ($p \leq 0.05$).

2. ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มาเดอลีน

ความสูงของมาเดอลีนที่ทดแทนแป้งกล้วยมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งสาลีมากขึ้น โดยปริมาณแป้งกล้วยที่ระดับร้อยละ 60 มีค่าความสูงมากที่สุด เช่นเดียวกับค่าปริมาตรจำเพาะเมื่อทดแทนแป้งกล้วยในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาตรจำเพาะมีค่ามากขึ้นด้วย โดยมีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 2.53, 3.83, 4.25 และ 4.30 cm³/g ตามลำดับ โดยที่ผลิตภัณฑ์มาเดอลีนที่ใช้แป้งกล้วยระดับร้อยละ 60 มีค่าปริมาตรจำเพาะมากที่สุด เนื่องจากแป้งกล้วยน้ำว่ามีปริมาณอะไมโลสสูง สามารถรวมตัวกับน้ำได้ดี เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวขึ้น [4] ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้นความสูงและปริมาตรจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความแน่นเนื้อที่มีค่าลดลง โดยความแน่นเนื้อมีค่าลดลงตามปริมาณแป้งกล้วยที่เพิ่มขึ้น จากงานวิจัยของ Turker et al. [26] เมื่อทดแทนแป้งจากผิวกล้วยร้อยละ 5 และ 10 ผลทำให้ความสูงปริมาตรจำเพาะมีค่าสูงขึ้น ความแน่นเนื้อมีค่าลดลง โดยปริมาตรจำเพาะและความสูงนั้นขึ้นอยู่กับความหนืดของแป้ง โดยความหนืดของแป้งต้องเหมาะสมต่อการกักเก็บอากาศ ซึ่งได้จากการบวนการผลิตโดยใช้ผงฟูและอากาศจากภายนอกในกระบวนการผสม และเมื่อเพิ่มแป้งจากผิวกล้วยเข้าไป แป้งจากผิวกล้วยนั้นก็มีไฟเบอร์สูง ไฟเบอร์จะช่วยในการกักเก็บอากาศ ทำให้ปริมาตร

จำเพาะและความสูงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยร้อยละ 15 และ 20 จะทำให้ปริมาตรและความสูงลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการทดลองอาจเนื่องจากแป้งกล้วยที่ใช้ในการทดลองเป็นแป้งกล้วยทั้งลูกทำให้แป้งนั้นมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวขึ้น [27] ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้นความสูงและปริมาตรจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความแน่นเนื้อที่มีค่าลดลง

จากการวัดค่าสี L* a* และ b* พบว่าตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างเท่ากับ 75.27 ซึ่งมากกว่ามาเดอลีนที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยน้ำว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าเป็นระดับร้อยละ 20, 40 และ 60 พบว่าค่าความสว่างจะลดลง เนื่องจากแป้งกล้วยจะมีสีเหลืองอ่อนอาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการกระทำของเอนไซม์ (enzymatic browning) และเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ระหว่างน้ำตาลและโปรตีน [28] ในกระบวนการผลิต โดยค่าความสว่าง L* ของแป้งสาลีจะอยู่ที่ 89.37 – 92.97 [29] ส่วนแป้งกล้วยน้ำว่านั้นมีค่าความสว่างอยู่ที่ 88.60 – 88.88 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแป้งสาลีมีความสว่างกว่าแป้งกล้วยน้ำว่า เมื่อนำแป้งกล้วยน้ำว่ามาทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมจึงทำให้มาเดอลีนเค้กมีค่าความสว่างลดลง

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

Table 3 Physical properties of banana Madeleine products

Banana flour (%)	Height (mm.)	Specific Volume (cm ³ /g)	Density (g /cm ³)	Color		
				L*	a*	b*
Control	23.62±0.47 ^b	2.53±0.40 ^c	0.36±0.02 ^a	75.27±0.26 ^a	4.75±0.08 ^b	34.34±0.28 ^a
20%	24.50±0.57 ^a	3.83±0.15 ^b	0.24±0.01 ^b	68.63±0.13 ^b	5.20±0.56 ^b	29.39±0.73 ^b
40%	24.87±0.62 ^a	4.25±0.01 ^a	0.23±0.01 ^{bc}	65.49±0.34 ^c	5.09±0.03 ^b	26.20±0.22 ^d
60%	25.00±0.01 ^a	4.30±0.10 ^a	0.22±0.01 ^c	62.43±0.24 ^d	6.27±0.10 ^a	27.30±0.48 ^c

Different alphabets within the same column indicate significant different ($p \leq 0.05$).

ผลการวัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (Table 4) พบว่าค่าความแข็ง (hardness) มีความแตกต่าง ($p < 0.05$) โดยค่าความแข็งของมาเดอลีนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนที่ปริมาณสูงขึ้นมีค่าลดลง ยกเว้นที่ปริมาณการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าที่ร้อยละ 60 มีค่าความแข็งมากที่สุด เนื่องจากแป้งกล้วยมีคุณสมบัติทางกายภาพคือรวมตัวกับน้ำได้ดี เมื่อแป้งกล้วยรวมตัวกับปริมาณของเหลวที่มีอยู่ในส่วนผสม ได้แก่ ไข่ไก่ กลี้นวนิลา เนยละลายผสมคลุกกับปริมาณแป้งกล้วยที่ใช้ในส่วนผสม [29]

จึงทำให้ค่าความแข็งมีค่าลดลง แต่เนื่องจากแป้งกล้วยมีปริมาณอะไมโลสสูง ดังนั้นเมื่อปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งกระด้าง [4] โดย Dangsungwal et al. [30] รายงานว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บลานี่ค่าความแข็งมีค่าลดลง ยกเว้นที่ปริมาณการทดแทนที่ร้อยละ 75 จะทำให้มีค่าความแข็งมากขึ้น เนื่องจากปริมาณกลูเตนจากแป้งสาลีทำให้เกิดโครงสร้างในส่วนผสมลดลงตามปริมาณการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าที่เพิ่มมากขึ้น

Table 4 Texture profiles of banana Madeleine products.

Banana flour (%)	Texture		
	Hardness (g force)	Springiness ^{ns}	Cohesiveness (g force)
Control	454.33 ± 9.433 ^b	0.70 ± 0.07	0.55 ± 0.05 ^a
20%	332.79 ± 29.60 ^c	0.78 ± 0.11	0.31 ± 0.72 ^b
40%	235.89 ± 39.22 ^d	0.76 ± 0.04	0.33 ± 0.07 ^b
60%	525.51 ± 37.53 ^a	0.69 ± 0.02	0.36 ± 0.04 ^b

Different alphabets within the same column indicate significant different ($p \leq 0.05$).

ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของมาเดอลีนจากแป้งกล้วยมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Kaur et al. [31] ได้ทำการศึกษาการพัฒนา gluten free ในมัฟฟินโดยใช้แป้งกล้วย ซึ่งกล่าวไว้ว่าค่าการคืนตัวเกิดจากการสปริงตัวกลับหรือจากแรงที่เคลื่อนย้ายผิดรูปโดยค่าการคืนตัวเชื่อมโยงกับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการทดแทนแป้งกล้วยจึงทำให้ค่าการคืนตัวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อทดแทนแป้งกล้วยในปริมาณที่มากขึ้น ค่าแรงยึดเกาะภายในของเนื้ออาหาร (cohesiveness) มีค่าไม่แตกต่าง ($p < 0.05$) แต่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเนื่องจากตัวอย่างควบคุมเป็นแป้งสาลีล้วน ในแป้งสาลีมีโปรตีนที่ประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนิน (glutenin) ซึ่งมีสมบัติสำคัญต่อลักษณะความยืดหยุ่นของโด และโปรตีนไกลอะดิน (gliadin) ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 30 ของโปรตีนข้าวสาลี [32] กลูเตน (gluten) สามารถจับตัวเป็นโครงสร้างของโดที่มีสมบัติด้านความหนืดและยืดหยุ่น

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

(elasticity) โดยการเกิดพันธะไดซัลไฟระหว่างโมเลกุลของกรดอะมิโน [33] โครงสร้างของกลูเตนทำให้แรงยึดภายในเนื้ออาหารมีความคงทน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้นพบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะร่วนซุย [34] แรงยึดเกาะจึงมีค่าลดลง

จาก Table 5 การเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยที่ทดแทนแป้งสาลีจากร้อยละ 0 ถึง 60 ส่งผลให้แป้งผสมมีอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลาคติไนซ์ (pasting temperature หรือ gelatinization temperature) ลดลงจาก 95.5 เป็น 86.9 องศาเซลเซียส ($p < 0.05$) นอกจากนี้ แป้งผสมที่ทดแทนแป้งกล้วยปริมาณร้อยละ 60 มีค่า Setback สูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยส่งผลให้แป้งผสมมีสมบัติการคืนตัวหรือการเกิดรีโทรกราเดชัน (retrogradation) มากขึ้น

ด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแป้งกล้วยมีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าแป้งสาลี โดยอะไมโลสในแป้งกล้วยน้ำว่าน่าจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 – 39 และปริมาณอะไมโลสของแป้งสาลีอยู่ที่ประมาณร้อยละ 26 [4, 35] การเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยจึงเป็นการเพิ่มปริมาณอะไมโลสในแป้งผสม ซึ่งส่งผลให้เกิดรีโทรกราเดชันมากขึ้นด้วย [36] ผลิตภัณฑ์จะแข็งขึ้น อันเป็นผลจากการรวมตัวกันอีกครั้งของอะไมโลสที่กระจายตัวออกมาจากเม็ดแป้งที่แตกออกหลังจากการเกิดเจลาคติไนซ์และเย็นตัวลง อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยส่งผลให้แป้งผสมมีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) และค่า breakdown สูงขึ้นด้วย ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แป้งสาลีที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยร้อยละ 60 จะมีความเหนียวและความทนต่อแรงกวนมากที่สุด

Table 5 Viscosity of Madeleine products by Rapid Visco Analyser (RVA)

Parameters	Banana Flour (%)			
	Control	20%	40%	60%
Pasting temperature ($^{\circ}\text{C}$)	95.66 $\pm$ 0.47 ^a	93.41 $\pm$ 0.18 ^b	90.31 $\pm$ 0.02 ^c	86.90 $\pm$ 0.30 ^d
Peak time (min)	6.35 $\pm$ 0.10 ^a	5.73 $\pm$ 0.05 ^b	5.36 $\pm$ 0.03 ^c	5.18 $\pm$ 0.02 ^d
Peak viscosity (RVU)	287.88 $\pm$ 0.04 ^d	341.17 $\pm$ 10.51 ^c	383.45 $\pm$ 0.85 ^b	410.28 $\pm$ 3.18 ^a
Though (RVA)	196.63 $\pm$ 6.72 ^c	204.97 $\pm$ 8.62 ^c	219.42 $\pm$ 0.30 ^b	249.50 $\pm$ 1.17 ^a
Final viscosity (RVU)	325.47 $\pm$ 1.21 ^d	365.61 $\pm$ 4.56 ^c	422.63 $\pm$ 1.74 ^b	476.23 $\pm$ 2.98 ^a
Breakdown (RVU)	88.89 $\pm$ 7.32 ^c	137.87 $\pm$ 2.15 ^b	164.53 $\pm$ 0.93 ^a	160.94 $\pm$ 4.21 ^a
Setback (RVU)	129.14 $\pm$ 7.98 ^d	165.32 $\pm$ 0.64 ^c	203.16 $\pm$ 1.99 ^b	227.62 $\pm$ 4.10 ^a

Different alphabets within the same row indicate significant different ($p \leq 0.05$).

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมาเดอลีนที่ทดแทนแป้งกล้วย (Table 6) พบว่าปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากขึ้น เนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแป้งกล้วย ปริมาณไขมันและเถ้าไม่มีความแตกต่าง ($p \leq 0.05$) เมื่อทดแทนแป้งกล้วยในปริมาณสูงขึ้น ปริมาณเส้นใยมีค่ามากขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 2.43, 6.54, 7.70 และ 12.22 ตามลำดับ เนื่องจากใน

แป้งกล้วยมีปริมาณเส้นใยสูงถึงร้อยละ 10.4 [4] จึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่ามากขึ้น ปริมาณเส้นใยจึงสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Sodchit et al. [37] ได้ศึกษาผลของเซลลูโลสเปลือกกล้วยเป็นใยอาหารเสริมต่อการอบและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย พบว่าการใช้แป้งกล้วยในการทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลง แต่ไฟเบอร์มีปริมาณสูงขึ้น

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

Table 6 Chemical composition of banana Madeleine products.

Banana flour (%)	Chemical composition (% dry basis)					
	Moisture	Protein	Fat ^{ns}	Crude Fiber	Ash ^{ns}	Carbohydrate
Control	13.73±0.16 ^b	6.69±0.36 ^a	32.38±0.88	2.43±0.11 ^d	21.92±1.01	22.84±1.55 ^a
20%	13.56±0.08 ^{bc}	5.76±0.11 ^b	31.99±0.18	6.54±0.65 ^c	21.66±1.40	20.47±1.23 ^{ab}
40%	13.46±0.08 ^c	5.55±0.01 ^b	32.38±0.35	7.70±0.10 ^b	21.17±1.30	19.71±1.41 ^b
60%	15.86±0.16 ^a	4.95±0.27 ^c	32.13±0.33	12.22±0.08 ^a	22.89±0.65	11.93±0.96 ^c

Different alphabets within the same column indicate significant different ($p \leq 0.05$).

สรุปผล

จากการศึกษาผลของสารละลายที่ใช้ในการลดการเกิดสีน้ำตาลในแป้งกล้วยพบว่า โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์เป็นสารที่ลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยได้มากที่สุด และการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมาเดอลีนที่ระดับร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 พบว่าเมื่อทดแทนแป้งกล้วยในปริมาณที่เยอะขึ้นค่าความสูงและปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้น ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ค่าความแข็งมีค่าลดลงเมื่อทดแทนแป้งกล้วยที่ปริมาณร้อยละ 40 ผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนแป้งกล้วยมากขึ้นจะทำให้มีปริมาณเส้นใยสูงขึ้น โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลง ดังนั้นจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าได้อีกทางหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือของนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ดังนี้ นางสาวปวีณา งามสมพจน์ย์ นางสาวรัตนภรณ์ ดำรัตน นางสาวนัยนันท์ ธนะประเสริฐกุล ในการเตรียมตัวอย่างและเก็บข้อมูลต่างๆ ทำให้งานสำเร็จเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Torzkrub (pseud) (2017). Drive Thai bananas to the world market and improve supply chain, especially processing and logistics. [Online] Available from <https://www.kasetkaoklai.com/>

home/2017/Drive Thai bananas to the world market. [Accessed February 25, 2019]

- [2] Aurore, G., Parfait, B., Fahrassmane, L. (2009). Banana raw materials for making processed food product. Trends in Food Science and Technology. 20(2): 78 – 91.
- [3] Bezerra, C. V., Rodrigues, A. M. D. C., Amante, E. R., and Silva, L. H. M. D. (2013). Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. Revista Brasileira de Fruticultura. 35(4): 1140-1146.
- [4] Bangwaek C. (2016). Study Develop and usage from potential crop flour/starch. [Online] Available from <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2231>. [Accessed July 8, 2019]
- [5] Bello-Pérez, L. A., De Francisco, A., Agama-Acevedo, E., Gutierrez-Meraz, F., García-Suarez, F. J. L. (2005). Morphological and molecular studies of banana starch. Food Science and Technology International. 77: 367 – 372.
- [6] Sarawong, C., Schoenlechner, R., Sekiguchi, K., Berghofer, E., K.W.Ng, P. (2014). Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. Food Chemistry. 143: 33 – 39.

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

- [7] Oey, I., Lille, M., Loey, A. V. and Hendrickx, M. (2008). Effect of high pressure processing on colour, texture and flavour of fruit and vegetable-based food products. *Food Science and Technology*. 19(6): 320-328.
- [8] Selvarajoh, S., Herath, H. M. W., Bandara, D. C., Wicramasinghe, I. P. (2000). Physiological and enzymatic changes during post-harvest low temperature storage periods and the manifestation of symptoms associated with internal browning in pineapples. *Food Science and Technology*. 37(6): 571 – 576.
- [9] Renzo Cortez – Vega, Wiliam., Maria Becerra – Prado, Angelica., Marques Soares, Juliana., and Graciano Fonseca, Gustavo. (2008). Effect of L-ascorbic acid and sodium metabisulfite in the inhibition of the enzymatic browning of minimally processed apple. *International Journal of Agricultural Research*. 3(3): 196-201.
- [10] Boonruangya, Choltira. (2002). Study on shelf life of banana flour. Master's thesis, food Science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- [11] Arora, S., Siddiqui, S., Gehlot, R. and Ahmed, N. (2018). Effects of anti-browning pretreatments on browning of banana pulp. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(4): 242 – 249.
- [12] Apintanapong, M., Cheachumluang, K., Suansawan, P. and Thongprasert, N. (2007). Effect of anti-browning agents on banana slices and vacuum-fried slices. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 5(3): 151 – 157.
- [13] Mola, S., Uthairatanakij, A., Srilaong, V., Aiamla-or, S. and Jitareera, P. (2016). Impacts of sodium chlorite combined with calcium chloride, and calcium ascorbate on microbial population, browning, and quality of fresh-cut rose apple. *Agriculture and Natural Resources*. 50(5): 331-337.
- [14] Christina Grate. (2016). History of madeleines [Online] Available from <https://gratemadeleine.com/blog/2016/10/28/history-of-madeleines> [Accessed February 22, 2020]
- [15] Silayoi, B. (2002). Banana. Bangkok: Kasetsart University Press.
- [16] Ho, L.-H., Abdul Aziz, N. A. and Azahari, B. (2013). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry*. 139(1-4): 532 – 539.
- [17] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C. A., and Rosell, C.M. (2005). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cake. *Journal of Food Science*. 7(21): 167 – 173.
- [18] AOAC. (2006). Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists Inc. 18th ed., Gaithersburg.
- [19] Dancan, D. B. (1995). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11: 1–42.
- [20] Thipayarat, A. (2007). Quality and physiochemical properties of banana paste under vacuum dehydration. *International Journal of Food Engineering*. 3(4): 10.
- [21] Thaiphanit, S. and Anprung, P. (2014). Inhibition of browning reaction in

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

- pasteurized fragrant banana purée. *Journal of Food Technology, Siam University*. 9(1): 39-51.
- [22] Schwartz, S. J., von Elbe, J. H. and Giusti, M. M. (2008). *Fennema's Food Chemistry*. (4th ed.). Boca Raton, CRC Press. 1119.
- [23] Mirzayi, B., Heydari, A., Jabbari, A. (2018). The effects of Sucrose/ NaCl/ Time interactions on the osmotic dehydration of banana slices. *Beazilian Journal of Food Technology*. Vol.21: 1 – 10.
- [24] Kayisu, K and Hood, L. F. (1981). Characterization of starch and fiber of banana. *Journal of Food Science*. 47: 1885 – 1890.
- [25] Wurzburs, O. B. (1986). *Modified starches properties and uses*. Boca Raton, CRC Press. 588.
- [26] Turker, B., Savlak, N., Berkel Kasikcl, M. (2016). Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. 1st International Multidisciplinary Conference on Nutraceuticals and Functional Foods Current Research in Nutrition and Food Science Vol. 4(SI. 2): 197-204.
- [27] Chaikham, P. (2018). Preparative effect of banana by heating and chemicals on qualities and acceptability of banana in coconut milk. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*. 13(1): 87 – 95.
- [28] Mohamed, A., Xu, J. and Singh, M. (2010). Yeast leavened banana – bread: formulation, processing, colour and texture analysis. *Food Chemistry*. 118(3): 620-626.
- [29] Lin, S. Y., Chen, H. H., Lu, S. and Chen, Y. T. (2012). Effects of incorporation of clear flour on the quality of Chinese noodles. *Italian Journal of Food Science*. 24(4):332-338.
- [30] Dangsungwal, N., Siriwong, N., and Riebroy, S. (2011). Use of banana flour substituted for wheat flour in brownie. *Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics*. pp66 – 73. Febuary 1-4, 2011, Bangkok. Kasetsart University Press.
- [31] Kaur, K., Singh, G. and Singh, N. (2017). Development and evaluation of gluten free muffins utilizing green banana flour. *Bioved Journal*. 28(2): 359 – 365.
- [32] Gallagher, E, Gormley, T. R. and Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulations of gluten free cereal based products. *Trends in Food Science and Technology*. 15:143-152.
- [33] Bello-Perez, L. A., Agama-Acevedo, E., Sanchez-Hernandez, L. and Perdes-Lopez, O. (1999). Isolation and partial characterization of banana starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 854 – 857.
- [34] Kasemsuwan, T, Jane, J, Chen, Y. Y, Lee, L. F, McPherson, A. E, Wong, K. S. and Radosavljevic, M. (1999). Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chemistry*. 76(5) : 629 – 637.
- [35] Vatanasuchart, N, Miyomwit, B. and Wongkrojang, K. (2009). Resistant starch contents and the in vitro starch digestibility of Thai foods *Starchy Food*. *Kasetsart Journal*. 43(1): 178 -186.
- [36] Rodríguez-Ambriz, S. L., Islas-Hernández, J. J., Agama-Acevedo, E., Tovar b, J., Bello-

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

Perez, L. A. (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*. 107(4): 1515-1521.

- [37] Sodchit, C., Tochampa, W., Kongbangkerd, T. and Singanusong, R. (2013). Effect of banana peel cellulose as a dietary fiber supplement on banking and sensory. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 35(6): 641 – 646.

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

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep