Research Article

Received: December 4, 2018; Accepted: January 13, 2019

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน

Use of Stevia Extract in Coconut Milk Pudding

กรรณิการ์ อ่อนสำลี*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

Gannigar Onsamlee*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University,

Naraimaharat Road, Talay Chubsorn, Muang, Lopburi 15000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน และเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวาน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0.00, 2.00, 4.00, 6.00, 8.00 และ 10.00 ของน้ำตาลทั้งหมด พบว่าปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสม ได้แก่ ร้อยละ 4.00 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยมีส่วนผสม ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำมะพร้าว นมสด วิปครีม ครีมเทียม น้ำตาลทราย หญ้าหวาน และผงวุ้น ปริมาณร้อยละ 35.26, 35.26, 10.13, 6.05, 6.05, 6.72, 0.27 และ 0.26 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ปริมาณร้อยละ 84.04, 4.04, 2.78, 0.37, 0.40 และ 8.43 ตามลำดับ มีพลังงาน 74.90 กิโลแคลลอรี่ ต่อตัวอย่าง 100 กรัม มีพลังงานลดลงจากสูตรควบคุมร้อยละ 16.62 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ 0.93 ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) 53.81 กรัม ค่าการคืนตัว (springiness) 4.96 มิลลิเมตร ค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 83.05, 1.80 และ 15.15 ตามลำดับ เมื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาในภาชนะพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดมีฝาปิดสนิท พบว่าคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบระดับความชอบถึงชอบมาก (6.88-8.11 คะแนน) ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ : พุดดิ้ง; มะพร้าว; สารสกัดจากหญ้าหวาน

Abstract

The objectives of this research were to study the optimum percentage of stevia extract for using as a sucrose replacer in coconut milk pudding product, and to study the shelf life of the final

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** gannigar.w@lawasri.tru.ac.th

product. Six levels (0.00, 2.00, 4.00, 6.00, 8.00 and 10.00 % w/w) of the stevia extract were used to substitute the sugar content. The optimum replacement was 4.0 % w/w of sugar content. Coconut milk pudding consisted of water, coconut juice, milk, whipped cream, non-dairy creamer, sugar, stevia extract, and gelatin by 35.26, 35.26, 10.13, 6.05, 6.05, 6.72, 0.27, and 0.26 % w/w, respectively. The nutrition analysis showed that the developed product consisted of moisture, protein, fat, ash, crude fiber, and carbohydrates by 84.04, 4.04, 2.78, 0.37, 0.40, and 8.43 % w/w, respectively, with 74.90 kcal/100 grams of the total energy. The total calorie was reduced by 16.62 % as compared to that of the control sample. The physical properties; firmness, springiness, and water activity were 53.81 g, 4.99 mm, and 0.93, respectively. The color values (L*, a* and b*) were 83.08, 1.91, and 15. 15, respectively. The polyethylene cup with lid was used as packing material and the microbiological properties of the final product were acceptable according to the Thai community product standard. The consumer acceptance of the product was in the levels of 'like' to 'like very much' (6.88-8.11 scores). The shelf life of the product packed in polyethylene plastic container at 8±2 °C was 14 days.

Keywords: pudding; coconut; stevia extract

1. บทนำ

การบริโภคอาหารพร้อมทาน (ready to eat, RTE) ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว [1] ผู้บริโภคจำนวนมากเลือกบริโภคเนื่องจากง่ายต่อการเตรียมและรับประทานได้ทันที ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนจัดอยู่ในกลุ่มอาหารพร้อมทานและให้พลังงานสูงเนื่องจากมีส่วนผสมน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ ปัจจุบันผู้บริโภคเน้นอาหารสุขภาพมากขึ้น นิยมทานอาหารที่มีความหวานแต่ให้พลังงานต่ำ เพราะการบริโภคอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูงส่งผลถึงการควบคุมน้ำตาลกลูโคสในร่างกายให้เกิดความสมดุล ต้องอาศัยการทำงานของฮอร์โมนและเอนไซม์หลายชนิดร่วมกัน หากระบบเมแทบอลิซึมผิดปกติจะทำให้เป็นโรคเบาหวานได้ [2] ดังนั้นผู้ที่ต้องการรักษาสุขภาพมักหลีกเลี่ยงในการบริโภคอาหารที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางเดินหายใจเรื้อรัง โรคเบาหวาน รวมเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งและโรคอื่น ๆ ซึ่งจัดว่าอยู่ในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (non communicable diseases, NCDs) [3] น้ำตาลถือเป็นเครื่องปรุงพื้นฐานที่มีอยู่ในอาหารเกือบทุกชนิด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้พิจารณาจัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้ควรบริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes, Thai RDI) ความต้องการพลังงานที่แท้จริงต่อวันของแต่ละบุคคลอาจน้อยหรือมากกว่า 2,000 กิโลแคลอรี ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อายุ เพศ และความแตกต่างของระดับการใช้พลังงานทางกายภาพ (physical activity level) ของแต่ละบุคคล สำหรับน้ำตาลไม่ควรบริโภคเกินวันละ 65 กรัม [4] หญ้าหวานเป็นพืชที่ให้ความหวานด้วยธรรมชาติ เป็นความหวานที่ปราศจากแคลอรี่และไม่มีผลกระทบต่อร่างกายเมื่อรับประทานเข้าไป องค์การ

อาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (US Food and Drug Administration, FDA) ได้พิจารณาและประกาศว่า สตีเวีย (stevia) เป็นสารให้ความหวานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปว่าปลอดภัย เป็นสมุนไพรที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะใบ และทางการแพทย์ยอมรับว่าไม่มีความเป็นพิษ [5,6] ร่างกายสามารถขับออกมาโดยไม่มีการสะสมจึงเหมาะกับผู้ที่ใส่ใจสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ควบคุมน้ำตาลในเลือด และผู้ป่วยเบาหวานที่ยังต้องการรสหวาน สำหรับสารประกอบสตีวิโอไซด์เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีความหวาน 300 เท่าของน้ำตาลทราย ส่วนเรเบาดิโอไซด์เอจะมีความหวานมากกว่า คือหวานเป็น 450 เท่าของน้ำตาลทราย สารสกัดนี้มีสมบัติทนความร้อนได้ดีถึง 200 องศาเซลเซียส ซึ่งความร้อนไม่ทำให้ความหวานเปลี่ยนแปลง [7,8] จึงมีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ บิตสกิต [9] สมูทตี้นมผสมผลไม้ [10] เป็นต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนและศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพระหว่างการเก็บรักษา

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรควบคุม

ผลิตผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนโดยใช้ส่วนผสม ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำมะพร้าว นมสด วีปครีม ครีมเทียม น้ำตาลทราย และผงวุ้นร้อยละ 35.26, 35.26, 10.13, 6.05, 6.05, 7.05 และ 0.26 ตามลำดับ [11] ซึ่งวิธีการทดลองทำโดยเทน้ำเปล่า น้ำมะพร้าว น้ำตาล และผงวุ้นใส่หม้อ รอจนผงวุ้นดูดน้ำทั้งหมด แล้วเติมนมสด นำขึ้นตั้งไฟโดยใช้ไฟอ่อน คนด้วยตะกร้อมือตลอดเวลาเพื่อป้องกันจับตัวของผงวุ้นคนให้ละลาย เมื่อเดือดจึงเติมครีมเทียมและเนื้อมะพร้าว ค่อย ๆ ช้อนฟองที่ลอยผิวหน้าออก และปิดไฟ เมื่ออุณหภูมิลดลงจึงเติมวีปครีม คนให้เข้ากันและเก็บในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดมีฝาปิดสนิท ขนาด 6 ออนซ์ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที เพื่อให้เซทตัว จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.2 การศึกษาปริมาณสารสกัดหญ้าหวานที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน

ผลิตผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานตามวิธีทดลองที่ 2.1 จากนั้นผลิตพุดดิ้งโดยแทนที่น้ำตาลทรายด้วยสารสกัดหญ้าหวาน ยี่ห้ออิคอลสตีเวียในปริมาณต่าง ๆ โดยแปรระดับการทดแทน 6 ระดับ ได้แก่ สูตรที่ไม่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวาน (สูตรที่ 1) สูตรที่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 2.00 (สูตรที่ 2) สูตรที่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 4.00 (สูตรที่ 3) สูตรที่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 6.00 (สูตรที่ 4) สูตรที่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 8.00 (สูตรที่ 5) สูตรที่มีการเติมสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 10.00 (สูตรที่ 6) ตามลำดับ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทุกสูตรมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab รุ่น Series 4TE) การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบแรงกด (compression test) ได้แก่ ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) และค่าการคืนตัว (springiness) ใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer ยี่ห้อ Stable micro systems รุ่น TA-XT2i) หัววัด P/0.5HS วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ ตามวิธี AOAC (2000) [12] คาร์โบไฮเดรตโดยวิธีคำนวณ วิเคราะห์จุลินทรีย์

ทั้งหมด (total plate count) ยีสต์และรา (Yeast and mold) *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตามวิธี AOAC (2000) [12] และการทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale [13] กับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 30 คน และวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย analysis of variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ที่มีผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ และมีคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดเพื่อนำไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อไป

2.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สุดของท้ายผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนเก็บในถ้วยพลาสติกโพลีเอททีลีนชนิดมีฝาปิดสนิทขนาด 6 ออนซ์ ที่อุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 14 วัน วัดคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบแรงกด ได้แก่ ค่าความแน่นเนื้อและค่าการคืนตัวใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ ตามวิธี AOAC (2000)[11] คาร์โบไฮเดรตโดยวิธีคำนวณ วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตามวิธี AOAC (2000) [11] และการทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 30 คน และวางแผนการทดลองแบบ RCBD แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรพื้นฐาน

การผลิตผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรพื้นฐาน พบว่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่า 0.89 ค่าความแน่นเนื้อ 58.43 กรัม ค่าการคืนตัว 4.99 มิลลิเมตร ค่าความสว่าง (L*) 80.90 ค่าสีแดง (a*) 1.92 และค่าสีเหลือง (b*) 15.35 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตมีค่าร้อยละ 82.11, 1.19, 1.48, 0.68, 0.48 และ 14.06 มีพลังงาน 89.83 กิโลแคลอรี่ต่อตัวอย่าง 100 กรัม

การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา พบน้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้นมสด [14] สำหรับ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตรวจไม่พบในตัวอย่าง คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิแช่เย็น 8±2 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทดสอบโดยให้คะแนนจากสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ 7.10, 6.48, 6.02, 6.10 และ 6.80 คะแนน ตามลำดับ

3.2 การศึกษาปริมาณสารสกัดหญ้าหวานที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน

การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความแน่นเนื้อ ค่าการคืนตัว ค่าสี (L*, a*, b*) ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนแทนที่น้ำตาลทรายด้วยสารสกัดหญ้าหวาน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0.00 (สูตรที่ 1) ร้อยละ 2.00 (สูตรที่ 2) ร้อยละ 4.00 (สูตรที่ 3) ร้อยละ 6.00 (สูตรที่ 4) ร้อยละ 8.00 (สูตรที่ 5) ร้อยละ10.00 (สูตรที่ 6) แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำอิสระมีค่า 0.89-0.93 ซึ่งเป็นสูตรควบคุมมีค่าน้อยที่สุดและต่างจากสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การศึกษาจะเห็นได้ว่าการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานส่งผลต่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณัฐรัตน์ (2555) ที่ได้ใช้สารให้ความหวานประเภทซอร์บิทอล ไอโซมอลท์ และแมนนิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ขนมไทย ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูงขึ้นกว่าสูตรควบคุม [15] แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาไอศกรีมมิกซ์ที่ใช้สตีวิโอไซด์หรืออะซีซัลเฟมเค [16] เนื่องจากน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมจับพันธะโมเลกุลของน้ำได้ดี เกิดโมเลกุลพอลิเดกซ์โตรสจับกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้เกิดโครงสร้างร่างแห ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า [17] โดยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.89-0.93 อยู่ในช่วงที่ยีสต์ รา และแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์มีการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ทำให้เก็บได้นานและมีโอกาสในการเสื่อมเสียยาก [18]

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าค่าสี L*, a* และ b* ของสูตรทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด (80.90±0.33) และแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 มีค่าความสว่าง 82.92-83.06 ค่าสีแดง (a*) ของสิ่งทดลอง ที่ 1 มีค่าสีแดงมากที่สุด (1.92±0.07) และมีความแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 2, 3, 4, 5, และ 6 มีค่าสีแดง 1.73-1.79 และค่าสีเหลืองมีค่า 15.08-15.45 การทดลองพบว่าค่าสีแดงและสีเหลืองของสิ่งทดลองที่ 2-6 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จะเห็นว่าการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสีแดงและสีเหลืองทำนองเดียวกันกับการใช้สารสกัดหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม [17] ซึ่งค่าสี L*, a* และ b* ต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 พบว่ามีค่าความสว่างน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงสีที่สามารถเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์นั้น เนื่องจากองค์ประกอบที่มีส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลทรายบางส่วน เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลจากการปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวส์กับกรดอะมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นหรือเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล [19]

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแน่นเนื้อของพุดดิ้งทั้ง 6 สูตร มีค่า 53.47-58.40 กรัม ค่าความแน่นเนื้อสิ่งทดลองทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด 58.45±0.51 กรัม สิ่งทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทดลองจะเห็นได้ว่าค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม มีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่าสูตรควบคุม เช่นเดียวกับการใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลในแยมผสมสตรอ

เบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ และเชอร์รี่ [20] ความแข็งแรงของเจลของสิ่งทดลองที่ 2, 3 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับค่าการคืนตัวพบว่าทุกสิ่งทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าการคืนตัว 4.95-4.99 มิลลิเมตร

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของการใช้สารสกัดหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน โดยทำให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale ประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบ 30 คน ดังแสดงในตารางที่ 2 การทดสอบพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อทุกสิ่งทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยให้คะแนนความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด ด้านรสชาติ (7.20±0.16) และด้านความชอบโดยรวม (7.73±0.45) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน คือ ร้อยละ 4 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยมีส่วนผสม ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำมะพร้าว นมสด วิปครีม ครีมเทียม น้ำตาลทราย หญ้าหวาน และผงวุ้น ร้อยละ 35.26, 35.26, 10.13, 6.05, 6.05, 6.72, 0.27 และ 0.26 ตามลำดับ

นำผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรควบคุมและสูตรที่มีสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 4 ของน้ำตาลทั้งหมด ดังตารางที่ 3 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าคุณภาพทางเคมีของพุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสูตรควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนที่มีสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 4 ของน้ำตาลทั้งหมด ซึ่งมีพลังงานลดลงจากสูตรควบคุมร้อยละ

Table 1 Physical properties of coconut milk pudding with different levels of stevia extract.

Treatments	A_w	Colors			Firmness (g)	Springiness (mm.)^{ns}
		L*	a*	b*		
1 (control)	0.89±0.21^b	80.90±0.33^b	1.92±0.07^a	17.35±0.06^a	58.40±0.51^a	4.99±0.22
2	0.93±0.11^a	83.08±0.22^a	1.75±0.05^b	15.19±0.03^b	53.57±0.23^b	4.95±0.34
3	0.93±0.51^a	83.06±0.32^a	1.73±0.03^b	15.16±0.03^b	53.84±0.54^b	4.95±0.28
4	0.93±0.31^a	83.03±0.27^a	1.78±0.06^b	15.45±0.04^b	53.81±0.58^b	4.96±0.43
5	0.93±0.11^a	83.04±0.32^a	1.79±0.04^b	15.08±0.13^b	54.07±0.14^c	4.95±0.45
6	0.92±0.62^a	82.92±0.43^a	1.77±0.08^b	15.11±0.07^b	54.19±0.16^c	4.96±0.24

Values are expressed as mean ± standard deviation; Values with different letters in superscript in columns are significantly different ($p \leq 0.05$); ns = not significantly different ($p > 0.05$); Control (treatment 1), coconut milk pudding with stevia extract 2.00 % (treatment 2), coconut milk pudding with stevia extract 4.00 % (treatment 3), coconut milk pudding with stevia extract 6.00 % (treatment 4), coconut milk pudding with stevia extract 8.00 % (treatment 5), coconut milk pudding with stevia extract 10.00 % (treatment 6)

Table 2 Means hedonic scale of sensory evaluation of coconut milk pudding with difference level of stevia extract. (N = 30)

Treatments	Means hedonic scale of sensory evaluation (scores)				
	Color ^{ns}	Odor^{ns}	Taste	Texture^{s}	Overall liking
1 (control)	6.80±0.92	6.66±1.14	7.16±0.35^{b}	6.93±0.04	7.66±0.87^{b}
2	6.96±0.16	6.63±1.25	7.10±0.12^{b}	6.95±0.06	7.64±0.54^{b}
3	7.13±0.35	6.70±1.33	7.20±0.05^{a}	6.89±0.09	7.73±0.45^{a}
4	7.10±0.16	6.76±1.25	7.12±0.07^{b}	6.98±0.07	7.70±0.14^{a}
5	7.16±0.17	6.60±0.99	5.96±0.08^{c}	6.87±0.05	6.63±0.46^{c}
6	6.93±0.16	6.63±0.11	5.20±0.07^{c}	6.78±0.09	6.64±0.23^{c}

Values are expressed as mean ± standard deviation; Values with different letters in superscript in columns are significantly different ($p \le 0.05$); ns = not significantly different ($p > 0.05$)

Table 3 Chemical properties of coconut milk pudding

Chemical composition (%)	Coconut milk pudding	
	Control	Stevia extract 4 %
Moisture	80.23±0.18^{b}	84.04±0.14^{a}
Protein^{ns}	3.56±0.44	4.04±0.01
Fat^{ns}	2.91±0.42	2.78±0.12
Ash^{ns}	0.35±0.74	0.37±0.33
Crude fiber	0.65±0.41^{a}	0.40±0.04^{b}
Carbohydrate	12.35±0.02^{a}	8.43±0.03^{b}
Energy (kg calorie/100 g)	89.83±1.52^{a}	74.90±1.52^{b}

Values are expressed as mean ± standard deviation; Values with different letters in superscript in columns are significantly different ($p \le 0.05$); ns = not significantly different ($p > 0.05$)

16.62 ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยสูตรที่พัฒนาแล้วมีปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าร้อยละ 84.04, 4.04, 2.78, 0.37, 0.40 และ 8.43 ตามลำดับ มีพลังงาน 74.90 กิโลแคลลอรี่ต่อ 100 กรัม โดยมีปริมาณพลังงานใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมสดมะพร้าวอ่อนเสริมเวย์โปรตีนร้อยละ 3 ที่มีพลังงาน 73.27 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมตัวอย่าง [21]

3.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สุดของท้ายผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนเก็บในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดมีฝาปิดสนิทขนาด 6 ออนซ์ ที่อุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส โดยตรวจสอบ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 14 วัน แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่า 0.93-0.96 โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วันที่ 0-14 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแน่นเนื้อมีค่า 50.10-55.41 กรัม โดยการเก็บรักษาวันที่ 0-12 มีค่า 53.11-55.41 กรัม ไม่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแน่นเนื้อวันที่ 14 มีค่า 50.10 กรัม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าการคืนตัว พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วันที่ 0-10 ค่าการคืนตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติมีค่า 4.79-4.96 มิลลิเมตร แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับวันที่ 12-14 โดยมีค่าการคืนตัว 4.52 และ 4.26 ตามลำดับ

ด้านค่าสีพบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วันที่ 0-14 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน มีความสว่างสี (L*) 83.08-83.55 ค่าสีแดง (a*) 1.75-1.78 ค่าสีเหลือง (b*) 15.20-15.27

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในการเก็บผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* แสดงผลดังตารางที่ 5 โดยการเก็บรักษาวันที่ 0-8 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $< 1 \times 10^4$ CFU/g และในวันที่ 10-14 พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น $< 30 \times 10^1$ ถึง $< 7.3 \times 10^2$ สำหรับยีสต์และรา < 10 ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้นมสด สำหรับ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตรวจไม่พบตลอดอายุการเก็บรักษา [14]

สำหรับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนในคุณลักษณะด้านสีมีค่า 8.11-8.22 กลิ่นมีค่า 7.10-7.18 และรสชาติมีค่า 7.91-8.13 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ได้คะแนนความชอบของผู้บริโภคมีค่า 8.09-8.13 และความชอบโดยรวมมีค่า 7.17 - 7.47 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทาง

Table 4 Physical properties of coconut milk pudding use of stevia extract 4% during storage 14 days

Storage (days)	A_w^{ns}	Texture		Colors		
		Firmness (g)	Springiness (mm)	L^{*ns}	a^{*ns}	b^{*ns}
0	0.93 ±0.04	53.81±0.39^a	4.96±0.23^a	83.08±0.03	1.78±0.03	15.27±0.03
2	0.93 ±0.03	54.23±0.76^a	4.89±0.79^a	83.08±0.01	1.78±0.02	15.25±0.13
4	0.95 ±0.02	53.88±0.31^a	4.85±0.53^a	83.18±0.11	1.77±0.31	15.20±0.45
6	0.94 ±0.01	55.41±0.44^a	4.79±0.21^a	83.48±0.45	1.76±0.43	15.23±0.33
8	0.94 ±0.02	54.82±0.28^a	4.81±0.33^a	83.00±0.44	1.77±0.11	15.26±0.32
10	0.95 ±0.04	53.11±0.42^a	4.86±0.53^a	82.21±0.04	1.75±0.76	15.22±0.23
12	0.96 ±0.01	52.01±0.56^a	4.52±0.27^b	82.78±0.94	1.76±0.42	15.25±0.43
14	0.96 ±0.05	50.10±0.31^b	4.26±0.83^c	83.55±0.73	1.76±0.17	15.25±0.32

Values are expressed as mean ± standard deviation; Values with different letters in superscript in columns are significantly different ($p \leq 0.05$); ns = not significantly different ($p > 0.05$)

Table 5 Microbial properties of Coconut milk pudding use of Stevia extract 4 % during storage 14 days

Times (day)	Total plate count (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)	*Escherichia coli* (MPN/g)	*Staphylococcus aureus* (CFU/g)
0	$< 1 \times 10^4$	< 10	ND	ND
2	$< 1 \times 10^4$	< 10	ND	ND
4	$< 1 \times 10^4$	< 10	ND	ND
6	$< 1 \times 10^4$	< 10	ND	ND
8	$< 1 \times 10^4$	< 10	ND	ND
10	$< 30 \times 10^2$	< 10	ND	ND
12	$< 4.5 \times 10^2$	< 10	ND	ND
14	$< 7.3 \times 10^2$	< 10	ND	ND

ND = not detected

สถิติ แต่คะแนนความชอบของผู้บริโภคลดลง เมื่อวันที่ 12 และ 14 โดยได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส 5.65 และ 5.78 ตามลำดับ สำหรับคะแนนความชอบโดยรวมมีค่า 7.10 และ 7.17 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกับคะแนนความชอบที่ได้จากการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0-10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \le 0.05$) การศึกษาจะเห็นว่าการเติมสารสกัดจากหญ้าหวานในพุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะเปลี่ยนไป โดยคุณลักษณะเต้าหู้นมสดที่ดีควรมีเนื้อสัมผัสของเนื้อวุ้นนุ่มและเนียน สีต้องเป็นธรรมชาติ กลิ่นและรสควรเป็นกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ [14]

4. สรุปผลวิจัย

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดพลังงานหรือจากหลีกเลี่ยงพลังงานจากน้ำตาลทรายโดยศึกษาการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ปริมาณสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 4.00 ของน้ำตาลทั้งหมดเป็นสูตรที่เหมาะสม โดยมีส่วนผสม ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำมะพร้าว นมสด วิปครีม ครีมเทียม น้ำตาลทราย สารสกัดหญ้าหวาน และผงวุ้น ร้อยละ 35.26, 35.26, 10.13, 6.05, 6.05, 6.72, 0.27 และ 0.26 ตามลำดับ มีพลังงาน 74.90 กิโลแคลลอรี่ต่อตัวอย่าง 100 กรัม พลังงานลดลงจากสูตรควบคุมร้อยละ 16.62 การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าสีสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่าการคืนตัว แต่ส่งผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้นมสด ส่วน *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตรวจไม่พบตลอดอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส ได้นาน 14 วัน สำหรับการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนสามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์พุดดิ้งเพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์ รวมถึงการ

ศึกษาสารให้ความหวานอื่นและการใช้สารให้ความหวานร่วมกันส่งผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และอายุการเก็บรักษา โดยควรการศึกษาด้านบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และช่องทางการจำหน่ายเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

6. References

[1] Geeroms, N. , Verbeke, W. and van Kenhove, P. , 2008, Consumer's health-related motive orientation and ready meal consumption behavior, Appetite 51: 704-712.

[2] Adisakwattana, S. , 2011, Dietary Supplements in Diabetic Patients, Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalonkorn University, Bangkok, 144 p. (in Thai)

[3] Health Intervention and Technology Assessment Program, NCDs Situation Report Issue 2, Available Source: http://www.dmthai.org/statistic/1846.pdf, September 11, 2018. (in Thai)

[4] Ministry of Public Health, Sugar in Beverage, Available Source: http://food.fda.moph.go.th/data/document/2558/CS_sugar.pdf, May 7, 2017. (in Thai)

[5] International Food Information Council Foundation, Food Ingredients: Facts about Low-calorie Sweeteners, Available Source: http://www.foodinsight.org, September 13, 2018. (in Thai)

[6] Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A. and Abu-Salem, M. F. , 2010, Physico- chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant, Afr. J. Food Sci. 4: 269-281.

[7] Sahelian, R. and Gates, D., 1999, Cooking with Stevia, In The Stevia Cook Book: Cooking with Nature's Calorie Free Sweetener, Avery Penguin Putnam, Inc., New York, 50 p.

[8] Roberto, L.M., Antonio, V.G., Liliana, Z.B, and Kong, A.H., 2012, *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a highpotency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects, J. Food Chem. 132: 1121-1132.

[9] Agarwal, V., Anita, K. and Sachdeva, R., 2013, Sensory and nutritional evaluation of sweet milk products prepared, using Stevia powder for diabetics, Ethno. Med. 4: 9-13.

[10] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Hojat-ansari, H. and Kheirouri, S., 2012, Effect of Stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake, J. Sci. Res. Rep.

3(11): 1-15.

[11] Foodtravel, T.V., Tofu Fresh Milk, Available Source: http://www.foodtravel.tv/recipe.aspx?viewid=3775, April 13, 2017. (in Thai)

[12] AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.

[13] Chamber, I.V.E. and Wolf, M.B., 1996, Sensory Testing Methods, 2nd Ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

[14] Thai Industrial Standard Institute, 2004, Standard of Tofu Fresh Milk, TISI. 528/2004, Available Source: http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps528_47.pdf, April 13, 2017. (in Thai)

[15] Srisangwan, N., 2012, Nutrition Improvement of A-lua and Foi-thong Desserts by Using Nonsugar Sweetener, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 188 p. (in Thai)

[16] Ruansupa, P., 2007, Effect of Intensive Sweetener on Sugar Free Sherbet Quality, Kasetsart University, Bangkok, 76 p. (in Thai)

[17] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M. and Kheirouri, S., 2014, Impact of using Stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream, J. Food Nutr. Res. 5: 390-396.

[18] James, M.J., 1998, Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

[19] Haines, R.G., 1998, Food Preparation, American Technical Publishers, Orland Park, IL.

[20] Vilela, A., Matos, S., Abraão, A.S., Lemos, A.M. and Nunes, F.M., 2015, Sucrose replacement by sweeteners in strawberry, raspberry, and cherry jams: Effect on the textural characteristics and sensorial profile – A chemometric approach, J. Food Process 2015: Article ID 749740, 14 p.

[21] Sangkaeo, W. and Pongpunya, T., 2018, The development of young coconut milk pudding enriched whey protein, Agric. Sci. J. 49(2)(Suppl.): 101-104. (in Thai)