

การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดเสริมอะโวคาโด

Using artificial sweeteners in corn milk pudding enriched avocado

อัฉรา ดลวิทยาคุณ* พรณัฏพณ อัศวมงคลศิริ พรทิพย์ ไชยวนาเลิศ

จุฑาทิพย์ สังข์ทอง และพิลาวรรณ ลั่นคำ

Achara Dholvitayakhun*, Pornnubpan Asawanongkolsiri, Pormthip Chaiwanaloed,

Juthathip Sangthong and Pilawan Lankam

รับบทความ 27 January 2565/ ปรับแก้ไข 19 มีนาคม 2565/ ตอรับบทความ 1 เมษายน 2565

Received: August 27, 2022/ Revised: March 19, 2022/ Accepted: April 1, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาชนิดของสารให้ความหวานได้แก่ มอลทิทอลไซรัป และหญ้าหวานผงทดแทนน้ำตาลซูโครสใน 2 ระดับได้แก่ 50 และ 100 ของน้ำหนักน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (9-Point Hedonic Scales) ผลการทดลอง พบว่า สูตรพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก (7.83 ± 1.65) ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความสว่าง (L^*) 34.54 ค่าสีแดง (a^*) 3.67 ค่าสีเหลือง (b^*) 5.54 ความยืดหยุ่น 4,994.68 ปาสคาล และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 15.13 องศาบริกซ์ เมื่อนํ้าสูตรดังกล่าวมาเสริมอะโวคาโดในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักนํ้านมข้าวโพด พบว่า พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดเสริมอะโวคาโดร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง (7.20 ± 4.21) โดยมีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 2.32 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.63 ไขมันร้อยละ 0.73 เกลือร้อยละ 0.51 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 1.59 ค่าพลังงานความร้อน 68.9 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม และหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม มีปริมาณพลังงาน 34 กิโลแคลอรี ซึ่งให้พลังงานต่ำกว่าเมื่อเทียบกับพุดดิ้งนมถั่วเหลืองทั่วไป จึงสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพได้ในอนาคต

คำสำคัญ: พุดดิ้ง มอลทิทอล หญ้าหวานผง นํ้านมข้าวโพด อะโวคาโด

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 41/1 ตำบลไม้งาม อำเภอมือง จังหวัดตาก 63000

¹ Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Tak, 41/4 Mai-Ngam, Muang, Tak, 63000, Thailand.

*Corresponding author: achara2518@yahoo.co.th

Abstract

The objective of this research was to study the sugar substitute with maltitol and stevia powder, the ratio of replacing sugar at the level of 50 and 100 of sucrose in corn milk pudding. Chemical, physical properties, and a sensory evaluation by 9-point hedonic scales of the using artificial sweeteners in corn milk pudding were investigated. Results revealed that the substitution of 50% sugar with maltitol in corn milk pudding received the highest score of sensory evaluation. This product had the most sensory score at like scores (7.83 ± 1.65). The color L^* , a^* , b^* values were 34.54, 3.67, and 5.54 respectively; modulus of elasticity 4,994.68 Pa and total soluble solid 15.13 Brix. Therefore, the substitution of 50% sugar with maltitol in corn milk pudding was selected for supplementing avocado at 10, 20, and 30% by weight of corn milk. It was found that the corn milk pudding supplement with 20% of avocado showed the highest overall ranking at a range of medium-like scores (7.20 ± 4.21). The nutrition analysis showed that the development of this product consisted of 2.32% protein, 8.63% carbohydrate, 0.73% fat, 0.51% total ash, 1.59% fiber, and 68.9 kcal/100 grams product. The energy content was 34 kcal for a serving size of 50 grams which was lower than that of the energy content of the regular corn milk pudding. Therefore, the substitution of 50% sugar with maltitol in corn milk pudding and supplement with 20% of avocado can be developed into healthy food products in the future.

Keywords: Pudding, Maltitol, Stevia powder, Corn milk, Avocado

บทนำ

ในปี 2022 เทรนด์อาหารโลกจะเน้นในเรื่องสุขภาพ เนื่องจากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยในปี 2565 ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ และอัตราผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 18.1 ในปี 2563 เป็นร้อยละ 31.4 ในปี 2583 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัวจาก 12 ล้านคน เป็น 20.5 ล้านคน (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2564) ทำให้ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพเพื่อผู้สูงอายุมีจำหน่ายหลากหลายชนิด ทั้งอาหารสำหรับผู้มีปัญหาด้านการกลืนและการเคี้ยว เช่น อาหารในรูปแบบ เยลลี่หรือมูส และพุดดิ้งเป็นต้น (ภัญญาพัชญ์ คำมามูล, 2562) พุดดิ้งเป็นขนมที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายสามารถเคี้ยวและกลืนได้ง่าย อีกทั้งยังจัดเป็นอาหารที่มีความขึ้นสูง จึงเหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านการบดเคี้ยว เนื่องจากมีการสูญเสียฟัน (ชนิกา ฉิมเกิดและคณะ, 2562) ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของพุดดิ้งคือนมสด แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคพุดดิ้งชาวเอเชียส่วนใหญ่ร้อยละ 80 กลับขาดเอนไซม์แล็กเทสที่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสในนม จึงส่งผลให้เกิดอาการปวดท้อง เสียดท้อง

แน่นท้อง และท้องเสีย เมื่อรับประทานนมวัวหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมวัว (ฤทัย เรื่องธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์, 2559) อาการแพ้นมวัวหรือโรคแพ้โปรตีนนมวัว (Cow milk protein allergy) คือ ภาวะที่ผู้ป่วยมีอาการผิดปกติหลังจากการรับประทานนมวัวที่เกิดจากปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน ภาวะแพ้โปรตีนนมวัวมีอาการแสดงได้หลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ทางผิวหนัง ผู้ป่วยโรคแพ้โปรตีนนมวัว ควรดื่มนมวัวและผลิตภัณฑ์จากนมวัว (ศวิตา จิวจินดา, 2561) ทำให้มีการวิจัยและพัฒนาพุดดิ้งที่จากธัญพืชชนิดอื่น ๆ ทดแทนผลิตภัณฑ์จากนม ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาสูตรพุดดิ้งนมสดที่ทดแทนด้วยน้ำนมข้าวโพด (ฤทัย เรื่องธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์, 2559) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผักเพื่อผู้สูงอายุ (ชนิกา ฉิมเกิดและคณะ, 2562) การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน (กรรณิการ์ อ่อนสำลี, 2562) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีผลการทดลอง โดยเฉพาะพลังงานในรูปน้ำตาลที่เป็นสาเหตุของโรคเบาหวานในผู้สูงอายุได้

ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาและตอบโจทย์ผลิตภัณฑ์ เพื่อผู้สูงอายุที่เน้นอาหารให้พลังงานต่ำ แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทางทีมผู้ทดลองจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งจากนํ้านมข้าวโพดที่ลดพลังงาน โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล คือ มอลทิทอลไซรัป และหญ้าหวานผง ตลอดจนมีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยนำอะโวคาโดมาเสริม เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากอะโวคาโดจัดอยู่ในกลุ่มของอาหารอุดมคุณค่า (Superfoods) มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 14 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน (RDI) มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวร้อยละ 77 ของแคลอรีในอะโวคาโดมาจากไขมัน ซึ่งช่วยลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ร้อยละ 20 ลดคอเลสเตอรอล LDL ลงได้ร้อยละ 22 เพิ่มระดับ HDL ได้ร้อยละ 11 ตลอดจนมีใยอาหารสูง โดยมีใยอาหารที่ละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 25 และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 75 (ชีวจิต, 2560) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่พัฒนาขึ้นมีสารอาหารครบทั้ง โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ในรูปของน้ำตาลที่ลดลง ไขมันและใยอาหาร จากอะโวคาโด ซึ่งเหมาะสำหรับกลุ่มผู้รักษาสุขภาพและผู้สูงอายุ ตลอดจนเป็นเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์พุดดิ้งอีกทางหนึ่งอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

ข้าวโพดหวานพันธุ์ศรแดง (ตลาดเทศบาล 3 จังหวัดตาก) อะโวคาโดพันธุ์พื้นเมืองลูกผสมระหว่างพันธุ์กัวเตมาลา และพันธุ์กัมปง (ตลาดมูเซอสามแยกแม่สอ จังหวัดตาก) เจลาติน (บริษัท ยูเนียนชาแนล จำกัด , ประเทศไทย) ผงวุ้น (ตรานางเงือกสีเขียว ห้างหุ้นส่วนจำกัด พัฒนาสินเอ็นเตอร์ไพรส์, ประเทศไทย) หญ้าหวานชนิดผง (บริษัท ไนซ์เบทเทอร์ จำกัด, ประเทศไทย) มอลทิทอลไซรัป (บริษัท เวชกิจ เคมีภัณฑ์ จำกัด, ประเทศไทย) และน้ำตาลทรายขาว (น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ตราลิน, ประเทศไทย)

วิธีการเตรียมนํ้านมข้าวโพด

การเตรียมนํ้านมข้าวโพดตามวิธีของเกวลี สมมิสุธิตา จอมวิเชียร และนพรัตน์ วงศ์ศิริธูเคชา (2551) โดยนำข้าวโพดหวานล้างให้สะอาดผ่านเอาเฉพาะเมล็ดข้าวโพดเติมนํ้าปริมาณ 5 เท่าของนํ้าหนักเมล็ดข้าวโพด ต้มในหม้อให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5

นาที่แล้วลดอุณหภูมิลงเหลือ 30 องศาเซลเซียส และนำมาปั่นให้ละเอียด กรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกเอากากข้าวโพดออก ได้นํ้านมข้าวโพด

วิธีการเตรียพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด

การผลิตพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดดัดแปลงมาจาก อัจฉรา ดลวิทยาคุณ (2560) เริ่มจากชั่งนํ้าหนักนํ้านมข้าวโพดร้อยละ 89.98 น้ำตาลร้อยละ 9.10 เจลาตินร้อยละ 0.65 และผงวุ้นร้อยละ 0.27 วิธีการผลิตเริ่มจากผสมนํ้าตาลเจลาตินและผงวุ้นเข้าด้วยกันโรยบนนํ้านมข้าวโพด เทใส่หม้อนำขึ้นตั้งไฟให้เดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จับเวลา 5 นาที คนจนนํ้าตาล เจลาตินและผงวุ้นละลายปิดไฟกรองด้วยผ้าขาวบาง 1 รอบ พักทิ้งให้ลดอุณหภูมิลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส เทใส่พิมพ์ นำเข้าตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 8 ± 5 องศาเซลเซียส รอให้เซตตัวนาน 3 ชั่วโมง

2. การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด

การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด โดยทำการศึกษานิตสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในพุดดิ้งนํ้านมข้าว 2 ชนิด คือมอลทิทอลไซรัปและหญ้าหวานผง ปริมาณที่ใช้ทดแทน 2 ระดับ คือร้อยละ 50, 100 ของน้ำตาลทรายที่ใช้ในการทดลอง ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 สูตรนำมาปรับปริมาณและชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายในสูตรการทดลอง อัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 นำแต่ละสูตรมาผลิตเป็นพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดตามกรรมวิธีการเตรียพุดดิ้งในข้อที่ 1 และนำพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

การตรวจคุณภาพของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล

- วัดค่าสีในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ LAV) วัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) โดยวัดค่าตรงกลางของชั้นของตัวอย่างพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดทั้ง 4 สูตร

- วัดเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) โดยใช้ทฤษฎี Young's modulus (Kramer, A and Szczesniak, A.S., 1973) นำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องมือในการวัดความยืดหยุ่น

ของพุดดิ้ง ด้วยวิธีการวัดแบบใช้แรงกดลงบนผิวของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งวัดค่า Young's modulus หรือ โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity หรือ Elastic modulus) เป็นค่าบอกระดับความแข็งเกร็ง (Stiffness) ของวัสดุโดยการนำตัวอย่างพุดดิ้งที่มีขนาดความสูงประมาณ 20 มิลลิเมตร วางลงเครื่องมือวัดที่มีระยะห่างจากจุดปล่อยหัวกด 150 มิลลิเมตร หัวกดที่ใช้จะมีขนาดเส้นผ่านกลาง 25 มิลลิเมตรน้ำหนัก 20 กรัม จากนั้นปล่อยหัวกดลงบนหน้าพุดดิ้ง โดยค่อยๆเพิ่มมวลน้ำหนักลงไปบนหัวกด มวลละ 10 กรัม จดบันทึกการยุบตัวของผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการเพิ่มมวลน้ำหนักลงในหัวกด จนกระทั่งผิวพุดดิ้งแตก ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาคำนวณหาความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพด หน่วยเป็น ปาสคาล(Pa)

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix Refractometer) ที่ระดับ 0 - 32% วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

- วัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพดทั้ง 4 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก อภิสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คนที่เคยรับประทานพุดดิ้งนม ด้วยวิธี 9 – Point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (1=ไม่ชอบมากที่สุด และ 9=ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Sheffe's method ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในขั้นต่อไป

ตารางที่ 1 อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำหนักข้าวโพดต่อปริมาณสารให้ความหวานในการผลิตพุดดิ้ง 4 สูตร

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐาน (กรัม)	สูตรที่ 1 (มอลทิทอล 50%)		สูตรที่ 2 (มอลทิทอล 100 %)		สูตรที่ 3 (หญ้าหวาน 50 %)		สูตรที่ 4 (หญ้าหวาน 100 %)	
		เปอร์เซ็นต์	น้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์	น้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์	น้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์	น้ำหนัก
		(%)	(กรัม)	(%)	(กรัม)	(%)	(กรัม)	(%)	(กรัม)
น้ำหนักข้าวโพด	692	89.99	692	89.99	692	93.83	692	98.01	692
เจลาติน	5	0.65	5	0.65	5	0.68	5	0.70	5
ผงวุ้น	2	0.26	2	0.26	2	0.28	2	0.29	2
น้ำตาล	70	4.55	35	-	-	0.47	3.5	-	-
มอลทิทอลไซรัป	-	4.55	35	9.10	70	-	-	-	-
หญ้าหวานผง	-	-	-	-	-	4.74	35	1	7

หมายเหตุ: สารให้ความหวานที่ใช้คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักน้ำตาลเริ่มต้น (70 กรัม) หญ้าหวานผงหวานกว่าน้ำตาล 10 เท่า มอลทิทอลไซรัปหวานเท่ากับน้ำตาล 0.9 เท่า

3. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของอะโวคาโดในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพด

เลือกสูตรพุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อที่ 2 มาเสริมอะโวคาโด 3 ระดับ คือ ปริมาณเนื้ออะโวคาโดบดร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักน้ำหนักข้าวโพด กรรมวิธีการผลิตพุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพดมีวิธีตามกรรมวิธีผลิตพุดดิ้งในข้อที่ 1 โดยใส่เนื้ออะโวคาโดบดหลังจากทิ้งให้อุ่นหมูลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากอะโวคาโดเมื่อโดนความร้อนจะทำให้เกิดรสขมตกค้างและเกิดกลิ่น Off-flavor (Salunkhe,

D.K. and Kadam, S.S. , 1995) จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยวัดค่าสี วัดเนื้อสัมผัส วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 และวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพุดดิ้งน้ำหนักข้าวโพดที่ใช้สารทดแทนความหวานแทนน้ำตาลและเสริมอะโวคาโด 3 ระดับด้วยวิธี 9 – Point hedonic scale ประเมินคุณภาพในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวมสูงสุดไปทดลองในขั้นต่อไป

4. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารทดแทนความหวานเสริมอะโวคาโด

นำผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารทดแทนความหวานเสริมอะโวคาโด ที่ได้รับความชอบสูงสุดในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยวัด ปริมาณความชื้น (Moisture) ปริมาณไขมัน (Fat) ปริมาณเส้นใย (Fiber) ปริมาณเถ้า (Ash) ปริมาณโปรตีน (Protein) และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC (2000) หาค่าปริมาณพลังงานของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter, AC500 และนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อ และนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมถั่วเหลืองทั่วไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด

ผลการศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารให้ความหวานชนิด คีโอมอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50, 100 และหญ้าหวานผงร้อยละ 50, 100 ของน้ำตาลทรายที่ใช้ในการทดลอง ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 สูตร ต่อคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ พบว่า

1.1 ค่าสี พบว่า ค่าสีของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทั้ง 4 สูตร มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อปริมาณของมอลทิทอลไซรัปเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าสีแดงลดลง อาจเนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารกลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Poly หรือ Polyhydric alcohol หรือ Sugar alcohol) (ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์, 2555) ที่มีสมบัติทนต่อความร้อนได้ดีจึงไม่เกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ที่อุณหภูมิสูงและไม่เกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆ ในอาหาร เช่น โปรตีนจึงช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) (Rozzi, N.L.,

2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และ นวร บรรดิจ (2558) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณมอลทิทอลมากขึ้น ทำให้ค่าสีมีความสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณหญ้าหวานผงที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ ค่าสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าหวานผงที่ใช้ในการทดลองจะมีสีเขียวเป็นผงละเอียด ไม่ใช่สารสกัดที่มีลักษณะน้ำใส ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเขียวเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณหญ้าหวานผงที่เพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2

1.2 ค่าเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทั้ง 4 สูตร โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือในการวัดความยืดหยุ่นของพุดดิ้ง ด้วยวิธีการวัดแบบใช้แรงกดลงบนผิวของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งวัดค่า Young's modulus หรือ โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity หรือ Elastic modulus) เป็นค่าบอกระดับความแข็งเกร็ง (Stiffness) ของวัสดุผลการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งทั้ง 4 สูตรมีความยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่า ค่าความยืดหยุ่นจะอยู่ในช่วง 2,541 - 5,206.56 ปาสคาล ซึ่งอยู่ในช่วงของความยืดหยุ่นของพุดดิ้งที่มีค่าระหว่าง 100 - 5,000 ปาสคาล (Wuestenberg, T. 2015) โดยเมื่ออัตราส่วนของมอลทิทอลไซรัปเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากมอลทิทอล มีสมบัติเป็นสารเพิ่มมวลและความหนืดในอาหาร (ภาสุรี ฤทธิเลิศ และกมลวรรณ วารินทร์, 2563) จึงอาจส่งผลให้พุดดิ้งมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเมื่อปริมาณมอลทิทอลเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะแปรผกผันกับปริมาณหญ้าหวานผงที่พบว่า เมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากหญ้าหวานเมื่อใช้ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกิดรสชาติขมและค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความเป็นด่างทำให้โครงข่ายร่างแหของการเกิดเจลถูกตัดบางส่วน ส่งผลให้ความยืดหยุ่นลดลงเมื่อปริมาณหญ้าหวานผงเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

สูตร	ค่าสี			ค่าความยืดหยุ่น	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้
	L*	a*	b*	(Pa)	(Brix)
มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 50	34.54 ^b ±1.28	3.67 ^a ±0.58	5.54 ^c ±0.38	4,994.68 ^a ±94.24	15.13 ^a ±0.15
มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 100	45.00 ^a ±0.31	1.76 ^b ±0.10	13.29 ^b ±0.31	5,206.56 ^a ±39.35	13.06 ^b ±0.12
หญ้าหวานผงร้อยละ 50	31.99 ^c ±0.40	-0.29 ^c ±0.55	17.30 ^a ±0.22	4,178.43 ^a ±59.17	12.06 ^c ±0.12
หญ้าหวานผงร้อยละ 100	28.11 ^d ±0.58	-2.29 ^c ±0.33	14.42 ^b ±0.23	2,541.34 ^b ±95.29	6.13 ^d ±0.12

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ พบว่า ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทั้ง 4 สูตร พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้มอลทิทอลโซรบีเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ระดับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง เนื่องจากการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลจะให้น้ำตาลที่น้อยกว่า เมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง (นาคยา อังคนาวิน ทวีศักดิ์ เดชะเกรียงไกร และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, 2562) โดยพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 50 จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากที่สุดดังแสดงในตารางที่ 2 ในขณะที่พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้หญ้าหวานร้อยละ 100 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุด เนื่องจากสารละลายที่มีความเข้มข้นของหญ้าหวานที่เพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดจะมีสีซีดขาวจางจากส่วนกากใยของหญ้าหวาน ดังนั้นเมื่อแสงส่องผ่านเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ใช้หลักการหักเหของแสง จึงทำให้ค่าดัชนีหักเหของแสงต่างกัน (พิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์, 2563)

1.4 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทั้ง 4 สูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่ออัตราส่วนของสารให้ความหวานทั้งสองชนิด(มอลทิทอลโซรบีและหญ้าหวานผง) เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบทุกด้านลดลง เนื่องจากการใช้สารให้ความหวาน ส่วนใหญ่จะมีรสชาติที่ติดค้างอยู่ในปาก โดยเฉพาะหญ้าหวานผงที่ปริมาณสูงจะมีรสขมติดคอหลังรับประทาน(Bitter Aftertaste) (นาคยา อังคนาวิน ทวีศักดิ์ เดชะเกรียงไกร และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, 2562) และผลิตภัณฑ์จะมีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของหญ้าหวานผงที่เพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบในทุกด้านลดลง เมื่ออัตราส่วนของสารให้ความหวานเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 50 มีคะแนนด้านความชอบในทุกด้านรวมทั้งความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังแสดงในตารางที่ 3 จึงเลือกใช้ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 50 มาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 50	7.43 ^a ±1.17	7.37 ^a ±1.65	7.70 ^a ±1.12	7.83 ^a ±1.65
มอลทิทอลโซรบีร้อยละ 100	7.53 ^a ±1.11	6.83 ^{ab} ±1.78	6.77 ^a ±1.63	6.87 ^a ±1.28
หญ้าหวานผงร้อยละ 50	5.60 ^b ±1.94	5.63 ^{bc} ±1.79	4.97 ^b ±2.04	5.50 ^b ±1.76
หญ้าหวานผงร้อยละ 100	5.47 ^b ±2.06	4.97 ^c ±1.65	4.00 ^b ±1.72	4.67 ^b ±1.63

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของอะโวคาโดในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพด

นำผลการศึกษาหาอัตราส่วนของอะโวคาโดที่เหมาะสมสำหรับเสริมในพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 มาทำการศึกษาปริมาณอะโวคาโดที่ใช้ในการเสริม 3 ระดับ คือปริมาณเนื้ออะโวคาโดในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 ของนํ้าหนักนํ้านมข้าวโพดเริ่มต้นตามลำดับ ต่อคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ พบว่า

2.1 ค่าสี ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโดทั้ง 3 ระดับ พบว่า เมื่ออัตราส่วนของอะโวคาโดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลืองและค่าสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากเนื้ออะโวคาโดในธรรมชาติมีสีออกเขียวเหลือง เมื่ออัตราส่วนของอะโวคาโดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสีเหลืองและค่าสีเขียวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับวิจัยที่พัฒนาครีมแต่งหน้าเค้กเพื่อสุขภาพจากอะโวคาโด (ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหารและคณะ, 2564) ที่เนื้อครีมที่เสริมอะโวคาโดร้อยละ 26.21จะมีสีเขียวอ่อน

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโด 3 ระดับ

สูตร	ค่าสี			ค่าความยืดหยุ่น (Pa)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix)
	L^*	a^*	b^*		
อะโวคาโดร้อยละ 10	47.74 ^a ±1.26	-13.75 ^c ±0.50	31.94 ^c ±0.63	5,406.86 ^a ±185.69	14.00 ^a ±0.35
อะโวคาโดร้อยละ 20	44.34 ^b ±1.71	-15.16 ^b ±1.01	32.61 ^b ±5.26	5,096.40 ^a ±137.61	13.23 ^b ±0.25
อะโวคาโดร้อยละ 30	43.42 ^c ±0.60	-16.09 ^a ±1.07	33.83 ^a ±1.51	3,883.97 ^b ±675.25	12.20 ^c ±0.26

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.4 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโดทั้ง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของนํ้าหนักนํ้านมข้าวโพดเริ่มต้น พบว่า เมื่ออัตราส่วนของอะโวคาโดที่เสริมในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้คะแนนด้านรสชาติและความชอบโดยรวมลดลง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความชอบด้านสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ($p >$

2.2 ค่าเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) พบว่าทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อปริมาณอะโวคาโดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นของพุดดิ้งลดลง เนื่องจากเนื้ออะโวคาโดมีปริมาณไขมันสูงถึงร้อยละ 27-35 (จิตรรา กลิ่นหอม จริญญา พันธุ์รักษา และนิรมล อุดมอ่าง, 2545) ส่งผลให้การเกาะตัวของโครงสร้างร่างแหของเจลลาตินในส่วนผสมของพุดดิ้งคลายตัวออกจากกันการแข็งเจลอ่อนตัวลง

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของพุดดิ้งทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยเมื่อปริมาณอะโวคาโดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง เนื่องจากเนื้ออะโวคาโดจะมีค่อนไปทางจืดไร้รส เมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง

0.05) ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโดร้อยละ 20 มีคะแนนด้าน สี กลิ่น และความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงความชอบมาก ดังแสดงในตารางที่ 5 จึงเลือกใช้อะโวคาโดร้อยละ 20 มาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้อมัลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโด 3 ระดับ

สูตร	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
อะโวคาโดร้อยละ 10	7.10 ±1.27	6.77 ±1.72	6.43 ^a ±2.36	7.17 ^a ±2.15
อะโวคาโดร้อยละ 20	7.80 ±4.27	6.87 ±3.63	6.28 ^a ±1.75	7.20 ^a ±4.21
อะโวคาโดร้อยละ 30	7.47 ±1.01	6.63 ±1.19	5.60 ^b ±1.79	6.60 ^b ±2.48

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้สารทดแทนความหวานเสริมอะโวคาโด

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้อมัลทิทอลไซรัปเป็นสารทดแทนความหวานร้อยละ 50 และเสริมอะโวคาโดร้อยละ 20 พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น โปรตีน เยื่อใยรวม ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 86.22, 2.32, 1.59, 0.73, 0.51, 8.63 ตามลำดับ และพลังงาน 68.9 กิโลแคลอรี/100กรัม ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและพลังงานลดลง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่มีปริมาณ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ร้อยละ 2.55, 22.95, 4.36 ตามลำดับ และพลังงาน 139.1 กิโลแคลอรี/100กรัม (ฤทัย เรืองธรรมสิงห์ พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่งและน้องนุช ศิริวงศ์, 2559) นอกจากนี้ปริมาณพลังงานที่ได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อนที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร้อยละ 4 (กรรณิการ์, 2563) และเต้าหูนมสดมะพร้าวอ่อนเสริมเวย์โปรตีนร้อยละ 3 (วิชชุดาและทวีศักดิ์, 2561) ที่มีพลังงาน 84.04 และ 73.27 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัมตัวอย่างตามลำดับ

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้อมัลทิทอลไซรัปเป็นสารทดแทนความหวานร้อยละ 50 และเสริมอะโวคาโดร้อยละ 20

สารอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ/100 กรัม)
ความชื้น	86.22±0.27
โปรตีน	2.32±0.11
เยื่อใยรวม	1.59±0.51
ไขมัน	0.73±0.59
เถ้า	0.51±0.02

คาร์โบไฮเดรต	8.63±0.65
พลังงาน (Kcal/100)	68.87±30.67

เมื่อนำผลวิเคราะห์มาจัดทำ ข้อมูลโภชนาการแบบย่อ พบว่า ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่พัฒนาขึ้น ให้พลังงานทั้งหมด 34 กิโลแคลอรี, พลังงานไขมันทั้งหมด 3 กิโลแคลอรี, ไขมันทั้งหมด 0.4 กรัม, โปรตีน 1.2 กรัม, คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 4 กรัมและใยอาหาร 0.8 กรัม ต่อ 1 หน่วยบริโภค (50 กรัม) ดังแสดงในตารางที่ 7 ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดเสริมอะโวคาโดร้อยละ 20 ที่พัฒนาขึ้นให้พลังงาน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดทั่วไป จึงคาดว่าจะสามารถส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไปได้ในอนาคต

ตารางที่ 7 ฉลากโภชนาการแบบย่อของพุดดิ้งนํ้านมข้าวโพดที่ใช้อมัลทิทอลไซรัปเป็นสารทดแทนความหวานร้อยละ 50 เสริมอะโวคาโดร้อยละ 20

ข้อมูลโภชนาการ	
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ถ้วย (50 กรัม)	
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ถ้วย : 1	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 34 กิโลแคลอรี	
พลังงานไขมันทั้งหมด 3 กิโลแคลอรี	
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภค*	
ไขมันทั้งหมด 0.4 ก.	0.6
โปรตีน 1.2 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 4 ก.	3
ใยอาหาร 0.8 ก.	
ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

สรุปผลการวิจัย

การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในพุดดิ้ง น้ามนข้าวโพดเสริมอะโวคาโด พบว่า ชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในพุดดิ้ง น้ามนข้าวโพด คือ มอลทิทอลไซรัปร้อยละ 50 ของ น้ำตาลทรายที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ และปริมาณอะโวคาโดร้อยละ 20 ของน้ำหนักน้ามนข้าวโพด มีคะแนนความชอบ โดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) 44.34 ค่าสีเขียว ($-a^*$) -15.16 ค่าสีเหลือง (b^*) 32.61 ความยืดหยุ่น 5,096.40 Pa ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13.23 องศาบริกซ์ และคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน เยื่อใยรวม ไขมัน ถั่ว คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 86.22, 2.32, 1.59, 0.73, 0.51, 8.63 ตามลำดับ และพลังงาน 68.9 กิโลแคลอรี/ 100กรัม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.เนลา วงษ์แสง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ที่ช่วยในการออกแบบและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความยืดหยุ่นของพุดดิ้ง โดยใช้การวัดค่า Young's modulus ตลอดจนผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว เพื่อใช้ในการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรณิการ์ อ่อนสำลี. (2563). การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(6), 1075-1085.
- เกวลี สมมี, สุธิดา จอมวิเชียร และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมข้าวโพดผสมเกล็ดข้าวโพด. *วารสารเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*, 4(6), 31-43.
- จิตรา กลิ่นหอม, จริญญา พันธุรักษา และนิรมล อุตมอ่า. (2545). *การศึกษาองค์ประกอบของผลอะโวคาโดที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่และแนวทางการพัฒนา*

ผลิตภัณฑ์อาหารจากผลอะโวคาโด. (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ชนิกา ฉิมเกิด และคณะ. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผักเพื่อผู้สูงอายุและผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 11(21), 64-76.
- ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, กฤษณา เกตุคำ, การันต์ ผึ้งบรรหาร และนิรุต ชันหรี. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมแต่งหน้าเค้กเพื่อสุขภาพจากอะโวคาโด. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 9(1), 38-51.
- ชีวจิต. (2560). *อะโวคาโด สูดยอผลไม้มโหชนาการสูง*. เข้าถึงได้จาก <https://goodlifeupdate.com/healthy-body/118760.html>
- ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์. (2555). *การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและผลของโดยการใส่สารให้ความหวานแทนน้ำตาล*. (ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นัตยา อังคนาวิน, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2562). ผลของการใช้สตีเรียและมอลทิทอลไซรัปต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ การทดสอบทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเชอร์เบทหม่อน. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 11(22), 78-90.
- ปิยนุสรณ์ น้อยดวง และนคร บรรดิจ. (2558). การใช้มอลทิทอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนยแคลอรีต่ำ. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*, 4(2), 42-51.

- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. (2563). *Refractometer / มาตรดัชนีหักเห*. เข้าถึงได้จาก <https://www.eastern-energy.net/product-th-507567-Refractometer>.
- ภัญญาพัชญ์ คำมามูล. (2562). *นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารสำหรับผู้ต้องได้รับการดูแล (Medicare Food) ตอนที่ 2*. เข้าถึงได้จาก http://www.nfi.or.th/datas/files/June 20192_%20MedicareFood.pdf.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2564). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2563*. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์. (2559). การพัฒนาสูตรพุดดิ้งนมสดที่ทดแทนด้วยน้ำนมข้าวโพด. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 44(2), 345-354.
- วิชชุดา สังข์แก้ว และทวีศักดิ์ พงษ์ปัญญา. (2561). การพัฒนาเต้าหูนมสดมะพร้าวอ่อนเสริมเวย์โปรตีน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(2 พิเศษ), 101-104.
- ศวิตา จิวจินดา. (2561). *อาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ป่วยโรคแพ้นมวัว*. เกษกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. เข้าถึงได้จาก https://www.pat.or.th/attachment/academicarticle/article_004.pdf.
- อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. (2560). การศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตพุดดิ้งจากน้ำนมข้าว. ใน *เอกสารประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิชาหลักการประกอบอาหาร*. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก, จังหวัดตาก.
- A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. (16th ed). Washington DC, USA.: The Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Kramer, A. and Szczesniak, A.S. (1973). *Texture Measurement of Foods: Psychophysical Fundamentals; Sensory, Mechanical and Chemical Procedures and their Interrelationships*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.
- Rozzi, N.L. (2007). *Sweet Facts about Maltitol*. Retrieved from <http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product%20Design/Maltitol>.
- Salunkhe, D.K. and Kadam, S.S. (1995). *Handbook of fruit science and technology production, composition, storage and processing*. New York: Marcel Dekker.
- Wuestenberg, T. (2015). *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications*. Germany: Wiley-VCE Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr.