การพัฒนาผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะทางกายภาพของดาร์กช็อกโกแลตเพื่อการใช้ผลโกโก้อย่างยั่งยืน

Product Development and Physical Characteristics of Dark Chocolate for Sustainable Use of Cocoa Fruit

พัชณิยา เอกเพชร[1*], ณัฐธิดา ศรีราชยา[2] และศราวุธ ทองเนื้อห้า[3]
Patchaniya Akepach[1*], Nuttida Srirachya[2] and Sarawut Thongnueaha[3]
Received date: 10 มี.ค. 66 Revised date: 3 ก.ย. 66 Accepted date: 29 ก.ย. 66
DOI: https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.03.24.002

บทคัดย่อ

โกโก้และช็อกโกแลตเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตที่ความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกันสามระดับ ได้แก่ ชนิดร้อยละ 60 ร้อยละ 80 และร้อยละ 100 พบว่าชุดการทดลองดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุดที่ระดับ 8 ชอบมากที่สุดในด้านกลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมจากผู้บริโภค นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์นี้มีค่าสีที่สม่ำเสมอและมีค่า a_w อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา การวิเคราะห์สารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compounds) โดย Headspace-Solid Phase Microextraction (HS-SPME) Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) ปรากฏสารที่โดดเด่น คือสารประกอบในกลุ่ม Butanal, 3-methyl- ($C_5H_{10}O$), Pentanoic acid ($C_5H_{10}O_2$), Acetic acid, 2-phenylethyl ester ($C_{10}H_{12}O_2$) และ Benzeneethanol ($C_8H_{10}O$) ตามลำดับ ข้อมูลโภชนาการสำหรับผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 ให้คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบรรจุภัณฑ์ (30 กรัม) เมื่อรับประทานตามปริมาณที่กำหนดจะได้รับพลังงาน 180 กิโลแคลอรี น้ำตาล 8 กรัม ไขมัน 10 กรัม โดยค่าพลังงาน น้ำตาล ไขมัน ที่ได้รับคิดเป็น ร้อยละ 8 ร้อยละ 12 และร้อยละ 15 ของปริมาณสูงสุดที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน ผลลัพธ์ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาลแต่ยังคงได้รับรสชาติที่เป็นที่นิยม งานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตเพื่อสุขภาพในอนาคต
คำสำคัญ: โกโก้ ดาร์กช็อกโกแลต สารประกอบที่ระเหยได้ คุณค่าทางโภชนาการ

Abstract

Cocoa and chocolate are commercial products of great economic importance. Some physical properties of dark chocolate products were studied at three levels of different sugar concentrations: 60%, 80% and 100%. It was found that dark chocolate of 80% sugar concentration had the highest satisfaction at level 8 in terms of flavor, taste and preferences from consumers. Additionally, this formulation exhibited consistent colour properties and an optimal water activity (a_w) range for storage stability. Analysis of volatile compounds by Headspace-Solid Phase Microextraction (HS-SPME) Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) revealed outstanding compounds, which are Butanal, 3-methyl- ($C_5H_{10}O$), Pentanoic acid ($C_5H_{10}O_2$), Acetic acid, 2-phenylethyl ester ($C_{10}H_{12}O_2$) and Benzeneethanol ($C_8H_{10}O$), respectively. As for the nutritional information of 80% dark chocolate products, the nutritional values per package unit (30 grams), when consumed in specified amount, are 180 kilocalories of energy, 8 grams of sugar, and 10 grams of fat. These nutritional values amount to 8%, 12% and 15% of the maximum recommendation for daily intakes. These findings suggest that 80% dark chocolate is an optimal choice for consumers seeking reduced sugar intake while maintaining desirable taste

[1] สาขาวิชาศิลปะการประกอบอาหารไทยและอาหารนานาชาติ วิทยาลัยนานาชาติการท่องเที่ยว (โครงการจัดตั้งสถาบันพัฒนาการท่องเที่ยวและ สหวิทยาการ สมุย) มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 84320
[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 84100
[3] สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100
[1] Thai and International Culinary Arts Department, International College of Tourism (Samui Interdisciplinary School and Tourism and Development), Surat Thani Rajabhat University, Surat Thani 84320
[2] Industrial Technology Department, Faculty of Science and Technology, Surat Thani Rajabhat University, Surat Thani 84100
[3] Economics Department, Faculty of Management Sciences, Surat Thani Rajabhat University, Surat Thani 84100
* Corresponding author Email: Patchaniya.ake@sru.ac.th

characteristics. This research provides valuable insights for the future development of health-oriented chocolate products.

Keywords: cocoa, dark chocolate, volatile compounds, nutritional value.

คำนำ

โกโก้ (Cocoa) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Theobroma cacao L.* จัดอยู่ในตระกูล Sterculiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ต้นโกโก้สามารถเจริญเติบโตได้ทั่วไปแต่จะเติบโตได้ดีบริเวณแถบเส้นศูนย์สูตรไม่เกิน 20 องศาเหนือและใต้ มีอุณหภูมิระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส และต้องการปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอตลอดปี (Afoakwa, 2014; Rakitikun et al., 2022; Ramsey, 2016) โกโก้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตช็อกโกแลต อุตสาหกรรมลูกอมและลูกกวาด อุตสาหกรรมเครื่องดื่มรสช็อกโกแลต อุตสาหกรรมเบเกอรี่ อุตสาหกรรมยา ซึ่งเป็นสารผสมเพื่อให้รสทั้งยาเม็ด ยาน้ำ และใช้เคลือบยาเม็ด เป็นการลบความขม เช่น ยาควินิน และอุตสาหกรรมยาสูบ ทำให้กลิ่นหอมมากขึ้น อุตสาหกรรมเครื่องสำอางใช้เนยโกโก้ในการทำลิปสติก (Wansiri, 1989)

ตลาดช็อกโกแลตซึ่งใช้โกโก้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปทั่วโลกมีอัตราการเติบโตร้อยละ 6 ต่อปี มูลค่ามากกว่า 3.6 ล้านบาท และพื้นที่ที่บริโภคส่วนใหญ่ไม่สามารถปลูกโกโก้ได้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะสม ประเทศไทยสามารถปลูกโกโก้ได้เกือบทั้งประเทศ จึงถือเป็นโอกาสของประเทศไทยในอุตสาหกรรมดังกล่าว (Broadwin, 2018; Rakitikun et al., 2022; Scott, 2016) ประเทศไทยนำเข้าโกโก้ปีละเกือบ 50,000 ตันในขณะที่ประเทศไทยผลิตได้เพียง 200 ตัน (Rakitikun et al., 2022) และในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2561 ประเทศไทยนำเข้าโกโก้จากต่างประเทศจำนวน 1,337 ล้านบาท โดยแหล่งนำเข้าสูงสุด 5 อันดับแรกจากมาเลเซีย 967.70 ล้านบาท อินโดนีเซีย 137.55 ล้านบาท สิงคโปร์ 79.26 ล้านบาท กานา 39.90 ล้านบาท ฝรั่งเศส 32.52 ล้านบาท (Ministry of Commerce, 2018) จากข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าปริมาณความต้องการโกโก้ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณสูงมาก

กรรมวิธีการแปรรูปโกโก้มีหลายขั้นตอนและซับซ้อนเพื่อให้ได้เมล็ดโกโก้แห้งและช็อกโกแลตที่มีคุณภาพ (Gibson, 2018) โดยรสชาติของช็อกโกแลตที่ดีไม่ได้เป็นผลจากจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Ilangantileke et al., 1991) แต่เป็นผลมาจากการดำเนินการหลากหลายขั้นตอน โดยสองกระบวนการหลักในการบ่มเมล็ดโกโก้คือการหมักและการตากแห้ง (De Vuyst and Weckx, 2016; Guda et al., 2017) เกษตรกรแต่ละพื้นที่มีกระบวนการหมักที่หลากหลาย รวมถึงสภาวะอากาศพื้นถิ่นที่แตกต่างกันทำให้เมล็ดโก้โก้ที่ได้มีคุณภาพแปรผัน (De Vuyst and Weckx, 2016) ณ อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้มีการปลูกโกโก้แซมสวนยาง สวนปาล์ม และเชิงเดี่ยว โดยมีต้นโกโก้พันธุ์พื้นเมืองของท้องถิ่น (PA7 NA32) ซึ่งในอดีตย้อนไปเมื่อ 30 ปีก่อนมีการนำเข้าต้นแม่พันธุ์ของสายพันธุ์นี้จากรัฐซาราวัก ประเทศมาเลเซีย เพื่อมาเพาะปลูกในท้องถิ่น โดยยังคงมีการเพาะปลูกสายพันธุ์ดั้งเดิมอยู่ในพื้นที่จนถึงปัจจุบัน การแปรรูปผลิตผลจากโกโก้สายพันธุ์ดั้งเดิมให้เป็นผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตจึงเป็นแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่โกโก้ที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นให้ไปสู่สากล

ช็อกโกแลตเป็นผลิตภัณฑ์จากโกโก้ซึ่งผลิตได้จากเมล็ดโกโก้กะเทาะเปลือก (cocoa nib) เนื้อโกโก้บด (cocoa mass) หรือผงโกโก้ (cocoa powder) อาจใส่ไขมันโกโก้ (cocoa butter) น้ำตาล นมผง สารให้กลิ่นรส และ/หรือ ส่วนประกอบอื่น เช่น ผลไม้แห้งแยม ถั่วลิสง นัท (Srisattabut, 2018) อย่างไรก็ตามช็อกโกแลตโดยที่มีจำหน่ายทั่วไปมีปริมาณน้ำตาลและไขมันในสูตรส่วนประกอบสูงซึ่งจะลดสรรพคุณเชิงบวกที่ผู้บริโภคจะได้รับ ดาร์กช็อกโกแลตจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ โดยปรับเปลี่ยนสูตรเพื่อลดการบริโภคน้ำตาลได้ดาร์กช็อกโกแลตมีสรรพคุณบรรเทาโรคหลอดเลือดหัวใจ ความดันโลหิตสูง ควบคุมน้ำตาลในเลือดและอินซูลิน ลดความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน เป็นต้น (Nazir and Azaz Ahmad Azad., 2016)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตจากโกโก้สายพันธุ์พื้นเมืองของท้องถิ่น (PA7 NA32) เพื่อทราบถึงอัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ รวมถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลต

วิธีการศึกษา

การศึกษาสูตรส่วนประกอบที่เหมาะสมในการแปรรูปดาร์กช็อกโกแลต

เมล็ดโกโก้แห้งจากต้นโกโก้พันธุ์พื้นเมืองของท้องถิ่น (PA7 NA32) ผ่านกระบวนหมัก ตากแห้งและการแปรรูปโดยการคั่วที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องต้นแบบ จากนั้นนำโกโก้นิปส์ที่ได้มานวดด้วยเครื่องนวด (ยี่ห้อ Premier, รุ่น NAVI, บริษัท Diamond Custom Machines Corp, ประเทศที่ผลิตสหรัฐอเมริกา) นาน 48 ชั่วโมง โดยเติม

น้ำตาลทรายขาวป่น (Coster Sugar) (ยี่ห้อลิน) ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ เท่ากับ 0 กรัม (ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 100), 25 กรัม (ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80), 66.67 กรัม (ดาร์กช็อกโกแลต ชนิดร้อยละ 60) เทช็อกโกแลตลงพิมพ์พอลิคาร์บอเนต น้ำหนัก 40 กรัม / แท่ง นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำมาเคาะออกจากพิมพ์ หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 17–20 องศาเซลเซียส เพื่อตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ ต่อไป

การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลต

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ค่าความหวาน โดยเครื่องรีเฟรกโตมิเตอร์ และค่าสี (L^*, a^* and b^*) ด้วย Hunter Lab (Color QUEST II DPERE, Hunter Associates Laboratory, Inc, USA.)

วิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตแท่งทำโดยการทำการทดสอบความชอบรวมแบบ 9 – point Hedonic scale ทางด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ รสชาติ และความชอบรวม เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

คัดเลือกชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดหนึ่งชุดการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ของช็อกโกแลตแท่ง คือ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตแท่งโดยตรวจสอบปริมาณโปรตีน (crude protein content) ปริมาณไขมันทั้งหมด (crude fat content) ด้วยวิธีการของ (soxhlet Extraction Method) ปริมาณความชื้น (moisture content) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ปริมาณเถ้า (ash content) ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber TDF) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณวิตามิน (วิตามิน A, B1, B2) ตามวิธีการ Association of Official Agricultural Chemists (1995)

วิเคราะห์ปริมาณออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ในเมล็ดโกโก้ ตามวิธีการของ Singleton & Rossi (1965)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบที่ระเหยได้ของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตแท่งโดย Headspace-Solid Phase Microextraction (HS-SPME) Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองทั้งหมดใช้การออกแบบแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลองสามซ้ำทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan (Steel and Torrie, 1980) การวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้แพ็คเกจ SPSS (SPSS 11.0 สำหรับ windows, SPSS Inc, Chicago, IL)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลต

การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตที่ความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกันสามระดับ คือ ร้อยละ 60 ร้อยละ 80 และร้อยละ 100 พบว่าค่า a_w มีค่าระหว่าง 0.56–0.59 โดยค่า a_w ของชุดการทดลอง D60 มีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ เนื่องจากชุดการทดลอง D60 มีปริมาณน้ำตาลสูงถึง 66.67 กรัม ซึ่งค่า a_w บ่งบอกถึงอัตราส่วนของน้ำที่มีอิสระต่อน้ำทั้งหมด โดยช็อกโกแลตจัดเป็นอาหารแห้ง (dried food) เนื่องจาก a_w น้อยกว่า 0.6 ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกชุดการทดลอง ($p \leq 0.05$) โดยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของ D60 มากกว่า D80 มากกว่า D100 โดยมีเท่ากับ 76.00±0.00, 70.00±0.00 และ 24.1±0.17 ^{o}Brix ตามลำดับ ของแข็งทั้งหมดบ่งบอกถึงปริมาณของแข็งที่เหลืออยู่ในอาหารเมื่อระเหยน้ำอิสระออกไปทั้งหมด ของแข็งนี้จะมีทั้งของแข็งที่ละลายได้ในน้ำและของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำรวมกัน จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับสูตรส่วนประกอบของช็อกโกแลตที่ระดับน้ำตาลแตกต่างกัน โดยพื้นฐานแล้วช็อกโกแลตคือมวลโกโก้และน้ำตาลที่แขวนลอยอยู่ในโกโก้เมทริกซ์เนย สภาพการเก็บรักษาที่หลากหลายอาจนำไปสู่การก่อตัวไม่ว่าจะเป็น Fat bloom หรือ Sugar bloom ซึ่งแต่ละปรากฏการณ์กระทบต่อคุณลักษณะภายนอกและคุณภาพเนื้อสัมผัส อีกทั้งเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียคุณภาพช็อกโกแลต (Andrae-Nightingale et al., 2009) Sugar bloom เกิดขึ้นโดยการสะสมน้ำจากอากาศลงบนช็อกโกแลตและละลายน้ำตาลบนผิวหน้าช็อกโกแลต เมื่อระเหยกลับไปสู่อากาศ น้ำตาลจะตกผลึกอีกครั้ง พื้นผิวของช็อกโกแลตมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ เกิดเป็นผลึกน้ำตาลบนผิวหน้า นอกจากนี้ Sugar bloom เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะที่ช็อกโกแลตแช่แข็งละลาย โดยด้านนอกจะเกิดการควบแน่นจนน้ำตาลละลายและในที่สุดระเหยออกไปทิ้งผลึกน้ำตาลไว้เบื้องหลัง (Andrae-Nightingale et al., 2009) จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการยืนยันคุณภาพกระบวนการผลิตและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตที่ระดับน้ำตาลแตกต่างกัน

การศึกษาค่าสีพบว่า ค่า *L*, a** และ *b** ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับทุกชุดการทดลอง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 29.25-28.59, 6.64–7.85 และ 1.31–3.27 ตามลำดับ (Table 1) สีของช็อกโกแลตมีอิทธิพลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่รับรู้และคาดหวัง การเปลี่ยนแปลงสีของช็อกโกแลตเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างในพารามิเตอร์การประมวลผลและองค์ประกอบ ความสว่างที่ต่ำกว่าบ่งบอกถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เข้มขึ้น (Aidoo et al., 2014)

Table 1 The physical properties of dark chocolate bars are listed

Treatments	a_w	Color			Total Solid (°brix)
		*L**	*a**	*b**	
D60	0.56±0.02[b]	29.25±1.97[a]	7.85±1.14[a]	3.27±2.17[a]	76.00±0.00[a]
D80	0.59±0.01[a]	28.42±0.38[a]	7.05±0.14[a]	1.77±0.07[a]	70.00±0.00[b]
D100	0.59±0.34[a]	28.59±0.34[a]	6.64±0.09[a]	1.31±0.08[a]	24.10±0.17[c]

Data represents Mean ± Standard Deviation from three replicates. Difference letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$). English letters represent different sets of experiments. D60: 60% dark chocolate, D80: 80% dark chocolate, D100: 100% dark chocolate.

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตในชุดการทดลองที่แตกต่างกันคือ D60 D80 และ D100 (Figure 1) ลักษณะปรากฏพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจชุดการทดลอง D60 โดยคะแนนการยอมรับสูงที่ระดับ 8 คือชอบมากที่สุด ค่าสีชุดการทดลอง D60 และ D100 มีคะแนนความพึงพอสูงสุดที่ระดับ 8 คือชอบมากที่สุด ค่าเนื้อสัมผัสชุดการทดลอง D60 มีคะแนนความพึงพอใจสูงสุดที่ระดับ 8 คือชอบมากที่สุด D80 ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุดที่ระดับ 8 คือชอบมากที่สุด ในด้านกลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมจากผู้บริโภคจึงได้รับการคัดเลือกสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป โดยทั่วไปคุณภาพของช็อกโกแลตจะถูกกำหนดตามคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส เนื่องจากการยอมรับของผู้บริโภคเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมความสำเร็จทางการค้าในตลาด (Belcak-Cvitanovic et al., 2015) แม้จะมีการกล่าวอ้างด้านสุขภาพ แต่ผู้บริโภคก็จะไม่ตัดสินใจซื้อช็อกโกแลตหากสูตรส่วนผสมที่ใช้ให้รสชาติที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะของช็อกโกแลต อันได้แก่ ความชอบ และการยอมรับของผู้บริโภคเป็นประเด็นสำคัญ (Selvasekaran and Chidambaram., 2021)

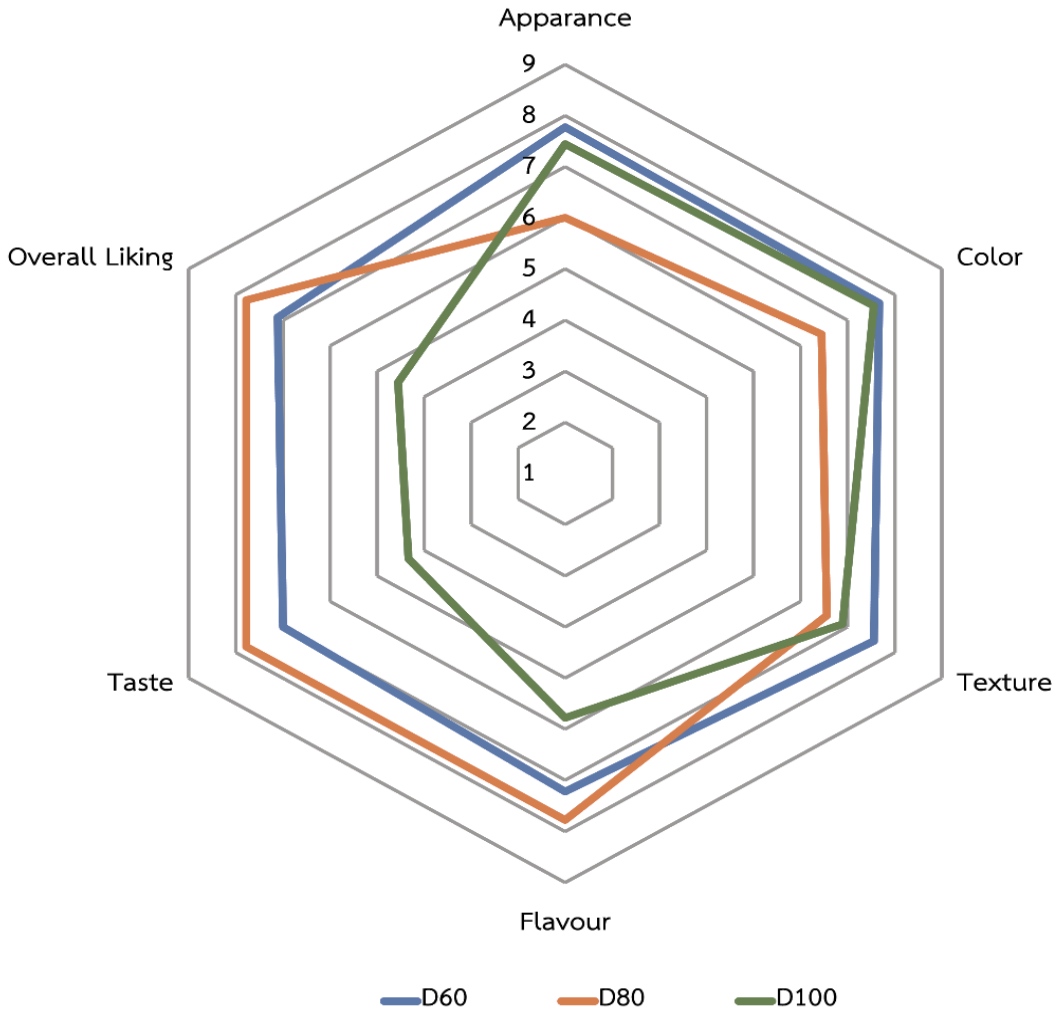

Figure 1 The sensory test results of dark chocolate products. D60: 60% dark chocolate, D80: 80% dark chocolate, D100: 100% dark chocolate.

การวิเคราะห์สารประกอบที่ระเหยได้โดย Headspace-Solid Phase Microextraction (HS-SPME) Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) ของผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 (Figure 2) พบว่าผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 ปรากฏสารประกอบที่ระเหยได้ที่โดดเด่น ณ Retention time (RT) เท่ากับ 2.9509, 19.8354, 29.5663, 34.6234 และ 37.9293 คือสารประกอบในกลุ่ม Butanal, 3-methyl- ($C_5H_{10}O$), Pentanoic acid ($C_5H_{10}O_2$), Acetic acid, 2-phenylethyl ester ($C_{10}H_{12}O_2$) และ Benzeneethanol ($C_8H_{10}O$) ตามลำดับ สารประกอบ Acetic acid และ propanoic acid บ่งบอกถึงกลิ่นกรดน้ำส้ม และกลิ่นนม สารประกอบในกลุ่ม benzene ethanol แสดงความเป็นกลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นดอกไม้ และกลิ่นน้ำผึ้ง (Caporaso et al., 2021)

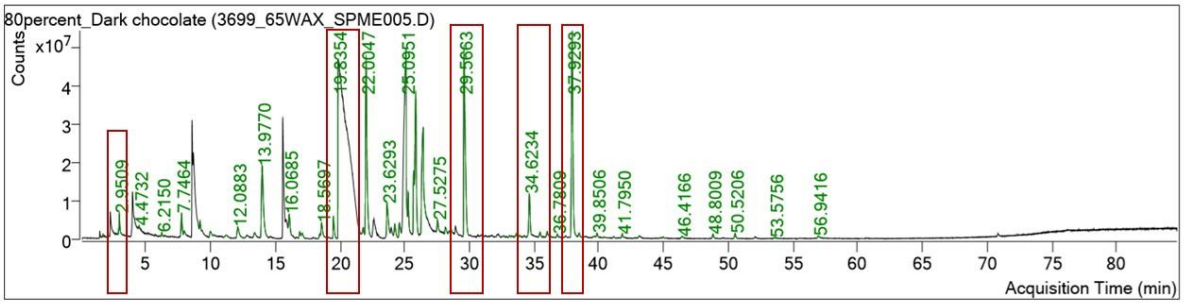

Figure 2 The volatile compound graphs for 80% dark chocolate.

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของดาร์กช็อกโกแลตแท่ง

การแสดงฉลากโภชนาการอย่างย่อโดยนำข้อมูลของสารอาหาร 4 ชนิด คือ พลังงาน (กิโลแคลอรี) น้ำตาล (กรัม) ไขมัน (กรัม) และโซเดียม (มิลลิกรัม) ให้ผู้บริโภคเห็นได้อย่างชัดเจนและอ่านง่ายเพื่อจะได้เปรียบเทียบและเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าหรือเหมาะสมกว่า โดยเฉพาะกลุ่มที่ต้องระมัดระวังเรื่องโภชนาการหรือควบคุมน้ำหนัก (Figure 3) โดยฉลากโภชนาการอย่างย่อบอกให้ทราบคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบรรจุภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตชนิดร้อยละ 80 คือ 1 แท่ง ควรแบ่งรับประทานจำนวน 1 ครั้ง เมื่อรับประทานตามปริมาณที่กำหนดทั้งแท่ง จะได้รับพลังงาน 180 กิโลแคลอรี น้ำตาล 8 กรัม ไขมัน 10 กรัม โดยค่าพลังงาน น้ำตาล ไขมัน ที่ได้รับคิดเป็น ร้อยละ 8 ร้อยละ 12 และร้อยละ 15 ของปริมาณสูงสุดที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน จากรายงานขององค์การอนามัยโลกแนะนำอย่างยิ่งให้จำกัดการบริโภคน้ำตาลให้น้อยกว่าร้อยละ 10 ของการบริโภคน้ำตาลทั้งหมด (Belscak-Cvitanovic et al., 2015) ดาร์กช็อกโกแลตจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับการพัฒนาช็อกโกแลตที่มีน้ำตาลต่ำแก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

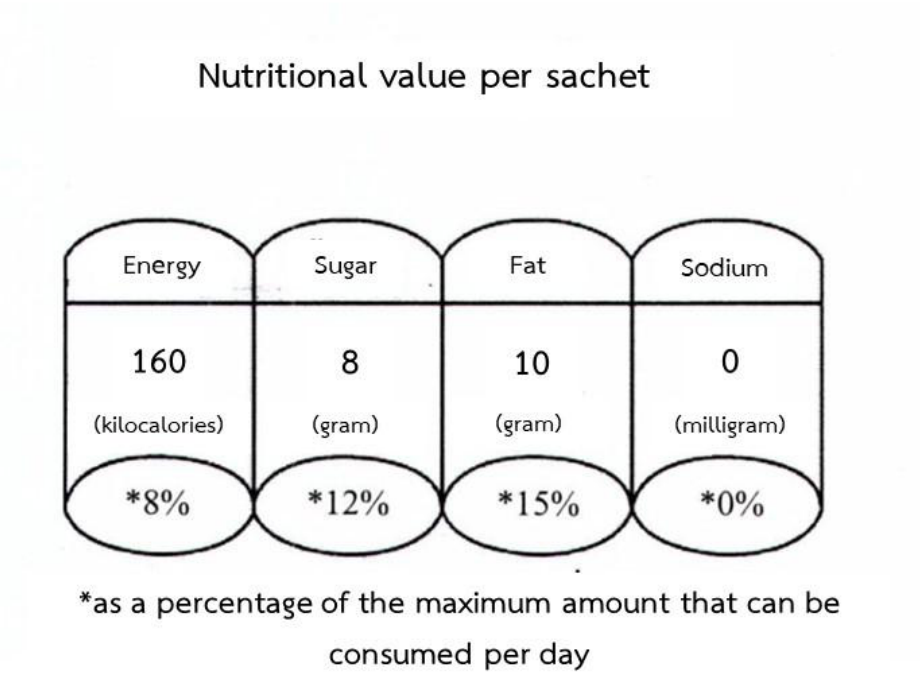

Figure 3 Nutrition facts and nutrition facts label summary for 80% dark chocolate.

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตจากโกโก้สายพันธุ์พื้นเมืองของท้องถิ่น (PA7 NA32) พบว่าอัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ดาร์กช็อกโกแลตคือร้อยละ 80 อันแสดงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ รวมถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคที่มีต่อการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด โดยหนึ่งหน่วยบรรจุภัณฑ์ (30 กรัม) เมื่อรับประทานตามปริมาณที่กำหนดจะได้รับพลังงาน 180 กิโลแคลอรี

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ภายใต้แผนงานวิจัยเรื่องการบริหารจัดการเพื่อพัฒนา RAINS for Thailand Food Valley รวมถึงขอขอบคุณสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่เปิดโอกาสให้มีการขอรับทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรเพื่อนำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอนและชุมชนท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และ สมมุติฐาน: พัชณิยา เอกเพชร, ณัฐธิดา ศรีราชยา, ศราวุธ ทองเนื้อห้า. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบ การทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บข้อมูล และ criteria:พัชณิยา เอกเพชร, ณัฐธิดา ศรีราชยา , ศราวุธ ทองเนื้อห้า. การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปรผล: พัชณิยา เอกเพชร. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: พัชณิยา เอกเพชร, ณัฐธิดา ศรีราชยา, ศราวุธ ทองเนื้อห้า. การมีส่วนร่วมในการเขียน manuscript: พัชณิยา เอกเพชร.

เอกสารอ้างอิง

Afoakwa, E. O. (2014). **Cocoa Production and Processing Technology**. CRC Press.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2014). Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture - rheological, microstructure and physical quality characteristics. **Journal of Food Engineering**, 126(1), 35–42.

Andrae-Nightingale, L. M., Lee, S. Y., & Engseth, N. J. (2009). Texture change in chocolate characterized by instrumental and sensory technique. **Journal of Texture Studies**, 40(1), 427–444.

Association of Official Agricultural Chemists (1995). **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry.** AOAC.

Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Dujmovic, M., Karlovic, S., Biskic, M., Brncic, M., & Jezek, D. (2015). Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. **Food Chemistry**, 167(1), 61–70.

Broadwin, E. (2018). **World Economic Forum**. Retrieved from: weforum.org/agenda/2018/01/chocolate-is-on-track-to-go-extinct-in-40-years?fbclid=IwAR2HpRBVPESD0B-DoC9xc1JjPEMG60V25WIoRFI7hqpAfhXPNykw2TvLPIw.

Caporaso, N., Whitworth, M. B., & Fisk, I. D. (2021). Total lipid prediction in single intact cocoa beans by hyperspectral. **Food Chemistry**, 344(1), 128663.

De Vuyst, L., & Weckx, S. (2016). The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. **Journal of Applied Microbiology**, 121(1), 5-17.

Gibson, M. (2018). Chocolate / Cacao. In Gibson, M. (Ed.), **Food Science and the Culinary Arts**, pp. 341-351. Academic Press.

Guda, P., Gadhe, S., & Jakkula, S. (2017). Drying of cocoa beans by using different techniques. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, 5(5), 859-865.

Ilangantileke, S. G., Wahyudi, T., & Gracia Bailon, M. (1991). Assessment methodology to predict quality of cocoa beans for export. **Journal of Food Quality**, 14(6), 481-496.

Ministry of Commerce. (2018). **Growing "Cocoa" makes 80,000 baht per Rai! Office of Agricultural Economics Promote instead of Rubber - Reduces Imports by 50,000 per Year**. Retrieved from: www.thansettakij.com/content/356670. (in Thai).

Nazira, S., & Azaz Ahmad Azad, Z. R. (2016). Development of a novel calorie controlled and sugar-free dark chocolate enriched with guar gum**. Journal of Food Research and Technology**, 4(2), 39-46.

Rakitikun, W., Sirita. J., Yossunthon, P., Changruenngam, T., Nanglae, S. (2022). Analysis of chemical composition to determine the identity of cocoa in Chiang Rai province. **Journal of RPRU Science Mathematics and Technology**, 1(1), 20-34. (in Thai).

Ramsey, D. (2016). **Chocolate**. Penguin Random House.

Scott, M. (2016). **Climate & Chocolate**. Retrieved from: https://www.climate.gov/news-features/climate-and/climate-chocolate.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16(3), 144-158.

Srisattabut P. (2018). A study of the amount of fresh butter and the amount of dried longan affecting the acceptance of the sensory quality of longan chocolate products. **Journal of Vocational Institute of Agriculture**, 2(2), 48-55. (in Thai).

Wansiri, S. (1989). **Cocoa Plantation**. Thanakaset Press. (in Thai).