การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และจุลินทรีย์บางชนิดในขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าคั่วกลาง

An Analysis of Biological Active Compounds, Nutrients and Microorganisms of Thai Shortbread Cookies Supplemented by Grinded Medium Roasted Robusta Coffee

สมภพ แซ่เฮง[1] ทวีสิน นาวารัตน์[2,3] และ วันฉัตร ศิริสาร[4*]

Sompop Saeheng[1], Tawesin Navarat[2,3] and Wanchat Sirisarn[4*]

Received: 27 October 2022, Revised: 17 February 2023, Accepted: 9 June 2023

บทคัดย่อ

การเสริมผงกาแฟโรบัสต้าในขนมกลีบลำดวนที่ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1.8, 3.6 และ 5.4 พบว่าปริมาณผงกาแฟโรบัสต้าที่เสริมเข้าไปที่ร้อยละ 5.4 เป็นระดับที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ($P < 0.05$) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานและสูตรที่เสริมผงกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 พบว่า สารอาหารที่สำคัญหลายชนิด เช่น ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือแร่แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี อะลูมิเนียม แมงกานีสเพิ่มขึ้น และปริมาณไฟเบอร์มีการเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิด เช่น สารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น 4-8 เท่า และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีเพิ่มขึ้น 16 เท่า นอกจากนี้ การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในขนมกลีบลำดวนทั้งสองสูตร พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์พื้นฐาน เช่น Coliform Bacteria, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli,* Yeast and Mold และ Total Plate Count พบที่ < 3.0 MPN/g, $< 1.0 \times 10$ CFU/g, < 3.0 MPN/g, < 10 ESPC/g และ

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

[1] Division of Health and Applied Sciences, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand.

[2] สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[2] Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songkhla 90000, Thailand.

[3] หน่วยวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพ จุลินทรีย์ และการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[3] Microbial Biotechnology and Utilization of Natural Products Research Unit, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songkhla 90000, Thailand.

[4] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[4] Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): wanchat.s@ku.th Tel. 08 8912 0616

< 25 × 10 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟที่เก็บเป็นระยะเวลา 90 วัน ในถุงพลาสติก PP ปิดสนิท ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ซึ่งยังอยู่ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 118/2555

คำสำคัญ: ขนมกลีบลำดวน, กาแฟโรบัสต้า, สารต้านอนุมูลอิสระ, สารประกอบฟีนอลิก, สารออกฤทธิ์ชีวภาพ

ABSTRACT

The addition of ground medium-roasted Robusta coffee at 3 different levels: 1.8%, 3.6% and 5.4% to Thai Shortbread cookie found that the inclusion of 5.4% Robusta coffee received the highest preference score from 40 panelists compared to the addition of 1.8% and 3.6% ($P < 0.05$). The nutritional analysis showed increases in protein, several minerals (Calcium, Phosphorus, Potassium, Magnesium, Iron, Zinc, Aluminum and Manganese), and 3 times increases in fiber. The biologically active compounds including antioxidant and total phenolic compounds were increased by 4-8 times and 16 times, respectively. In accordance with the Thai Community Product Standard 118/2555, the food microbial analysis, including Coliform Bacteria, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli,* Yeast and Mold, and Total Plate Count, was investigated on days 0 and 90 presenting at < 3.0 MPN/g, < 1.0 × 10 CFU/g, < 3.0 MPN/g, < 10 ESPC/g and < 25 × 10 CFU/g, respectively. They remained consistent during the storage in closed PP plastic bag at room temperature (25 °C).

Key words: Thai Shortbread Cookie, Roasted Robusta Coffee, antioxidants, total phenolic compounds, active compounds

บทนำ

ขนมกลีบลำดวน (Thai Shortbread Cookie) เป็นขนมอบชนิดหนึ่งที่นับได้ว่าเป็นหนึ่งในขนมมงคลที่ใช้แป้งสาลีเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิต และด้วยวัตถุดิบหลักของขนมกลีบลำดวนที่ประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาล และน้ำมันพืช ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนส่วนใหญ่จึงพบคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นหลัก (Noonium and Wongsudarak, 2014) ลักษณะของขนมกลีบลำดวนจะมีลักษณะการขึ้นรูปกลีบเป็น 3 กลีบ และจะมีเกสรกลมติดอยู่ตรงกลางของขนมกลีบลำดวน ขนมกลีบลำดวนต้องการความประณีตในกรรมวิธีการทำที่ค่อนข้างสูงและสามารถทำให้สุกด้วยการอบ (Suweero *et al*., 2021)

กาแฟประกอบไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน นอกจากสารอาหารในกลุ่มที่ให้พลังงานดังกล่าวแล้ว กาแฟยังประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) สารสีชนิดต่าง ๆ เช่น แอนโธไซยานิน (Anthocyanins) เป็นต้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น แทนนิน (Tannins) และฟีนอล (Phenols) เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารในกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic Compounds) เช่น กรดคลอโรจีนิก (Chlorogenic acid) และ คาเฟอีน (Caffeine) ที่มี

คุณสมบัติในการช่วยกระตุ้นระบบประสาทให้ตื่นตัว (Munyendo *et al*., 2021) อีกทั้งในเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วแล้ว ตรวจพบแร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด เช่น โซเดียม (Sodium) แคลเซียม (Calcium) เหล็ก (Iron) ฟลูออรีน (Fluorine) และวิตามินบีรวม (Vitamin B Complex) (Janda *et al*., 2020) ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นของกาแฟที่กล่าวมานี้ ทำให้ผู้ผลิตอาหารและสินค้าในการอุปโภคบริโภคจึงหันมาใช้ส่วนประกอบของกาแฟในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น ในกระบวนการผลิตขนมบางชนิด ไม่เพียงแต่คุณสมบัติในด้านโภชนาการที่เฉพาะของกาแฟ แต่ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานกาแฟหรืออาหารที่มีส่วนประกอบของกาแฟ เนื่องจากกลิ่นและรสชาติที่เฉพาะของกาแฟ โดยกลิ่นและสีของกาแฟเกิดจากการนำเมล็ดกาแฟไปคั่ว (Roasting) ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมี Pyrolytic Reaction และมีการสร้างสารในกลุ่มเมลานอยดิน (Melanoidins) เกิดขึ้นซึ่งเปลี่ยนแปลงสีของกาแฟ อีกทั้งเกิดการสลายตัวของกรดคลอโรเจนนิก เป็นสารระเหยขนาดเล็กซึ่งเป็นที่มาของการเกิดกลิ่นในเมล็ดกาแฟ (Inprasit and Gutlee, 2014)

การเสริมผงกาแฟเข้าไปในขนมกลีบลำดวน นอกจากจะช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวของกาแฟให้มีเอกลักษณ์และอัตลักษณ์เฉพาะตัวแล้ว องค์ประกอบของสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลาย ๆ ชนิดของเมล็ดกาแฟก็ช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการในขนมกลีบลำดวนด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของผงกาแฟโรบัสต้าคั่วกลางที่เหมาะสมในการพัฒนาขนมกลีบลำดวนสูตรเสริมกาแฟ และวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ สารเคมีบางชนิด สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิด และปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดในขนมกลีบลำดวนที่มีส่วนผสมของผงกาแฟโรบัสต้าคั่วกลางเป็นองค์ประกอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผงกาแฟโรบัสต้า

เมล็ดกาแฟโรบัสต้าคั่วกลางได้รับความอนุเคราะห์มาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนลุงพัน อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา เมล็ดกาแฟดังกล่าวถูกนำมาบดให้เป็นผงละเอียด (Fine) ด้วยเครื่องบดกาแฟ DXFILL Machine รุ่น DXM-1000 เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนในครั้งนี้

2. ปริมาณและกระบวนการนำผงกาแฟมาใช้ในการพัฒนาสูตรการผลิตขนมกลีบลำดวน

ในการศึกษาปริมาณผงกาแฟโรบัสต้าจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนลุงพัน อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ได้นำมาเสริมในสูตรจำนวน 3 สูตร ของขนมกลีบลำดวนที่ดัดแปลงมาจาก Noonium and Wongsudarak (2014) ซึ่งประกอบไปด้วยแป้งสาลี 260 กรัม น้ำมันถั่วเหลือง 115 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 175 กรัม และเสริมผงกาแฟโรบัสต้าคั่วกลางในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 10 กรัม (ร้อยละ 1.8) 20 กรัม (ร้อยละ 3.6) และ 30 กรัม (ร้อยละ 5.4) นำส่วนผสมที่เป็นผงละเอียดร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 250 เมส (Mesh) ผสมให้เข้ากันจากนั้นเติมน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อปั้นให้เป็นก้อน ชั่งน้ำหนักส่วนผสมจำนวน 10 กรัม เพื่อปั้นเป็นก้อนกลม ตัดแบ่งเป็น 4 ส่วน นำสามส่วนมาประกอบกันเป็นกลีบดอกลำดวน ปั้นแป้งที่มีน้ำหนัก 1 กรัมให้เป็นเกสรด้านบน นำขนมกลีบลำดวนที่ปั้นเป็นดอกแล้วนั้นไปอบในเตาอบที่มีความร้อนอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เป็นขนมกลีบดอกลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนลุงพันทั้งสามสูตรแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคทั่วไปที่บริโภคขนมไทย และ/หรือ บริโภคกาแฟในจังหวัดสงขลา จำนวน 40 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส

และความชอบโดยรวม โดยการใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale)

3. การศึกษาข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ

ขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานและขนมกลีบลำดวนสูตรเสริมผงกาแฟโรบัสต้าที่ได้รับความชอบสูงสุดได้ถูกนำมาคิดข้อมูลทางโภชนาการโดยใช้โปรแกรม NutriSurvey ของสำนักโภชนาการ กรมอนามัย

4. การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนที่บดละเอียดมาสกัดด้วยสารละลาย 70% เอทานอล ในอัตราส่วน 1:10 ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 15000 rpm 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เก็บสารละลายสารใสไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนถัดไป

4.1 การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay ดัดแปลงตามวิธีการของ Monteiro *et al.* (2020)

ในการเตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazy (DPPH) ความเข้มข้น 0.041 mM ในตัวทำละลายเมทานอล และวัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดย ใช้หลอด Eppendorf ขนาด 2 มิลลิลิตรที่มีลักษณะขุ่น ในแต่ละหลอดเติม DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.041 mM ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมเอทานอลซึ่งใช้เป็นตัวแปรควบคุม (Blank) หรือตัวอย่างบดละเอียดขนมกลีบลำดวนในเอทานอล หรือสารละลาย Trolox ที่ละลายอยู่ในเอทานอล ซึ่งใช้เป็น Positive Control ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Optical Density, OD) ที่ความยาวคลื่นแสง 517 นาโนเมตร นำค่า OD ที่ได้มาคำนวนหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (% Scavenging Activity) ตามสูตรที่แสดง เทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox โดยการทดลองทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

$$\% \text{ DPPH radical scavenging activity} = [(A_{control} - A_{sample})/A_{control}] \times 100$$

A control = ค่าการดูดกลืนแสงของ Blank *ที่ความยาวคลื่น* 517 *นาโนเมตร*
A sample = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง ที่ความยาวคลื่น 517 *นาโนเมตร*

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกโดยรวมจากตัวอย่างขนมกลีบลำดวนบดละเอียด

เติม 20 ไมโครลิตรของสารละลายมาตรฐานซึ่งก็คือ Gallic Acid ที่ละลายอยู่ใน 70% Ethanol หรือสารสกัดจากตัวอย่างขนมกลีบลำดวนบดละเอียดละลายอยู่ใน 70% Ethanol หรือ 70% Ethanol ซึ่งใช้เป็น Blank ในการศึกษาครั้งนี้ ลงใน 96-well Microplate หลังจากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu Reagent ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากันโดยการเขย่า และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที จึงเติม 160 ไมโครลิตรของสารละลาย Sodium Bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.94 M (10% w/v) ผสมให้เข้ากันอีกครั้ง แล้วนำ 96-well Microplate ไปเก็บไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (Ainsworth and Gillespie, 2007) ด้วยเครื่อง Spectrophotometric Microplate Reader นำค่า OD ที่

ได้มาคำนวนหาปริมาณของสารฟีนอลิกโดยรวม เทียบกับกราฟมาตรฐานของ Gallic Acid โดยการทดลองได้มีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

5. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

เตรียมตัวอย่างขนมกลีบลำดวนทั้งสามสูตร โดยแต่ละสูตรใช้ตัวอย่างปริมาณ 2 กรัม ใน Extraction Thimble และนำเข้าเครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxtherm) ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น AV6 AII/16 ประเทศเยอรมัน โดยใช้สารละลายปิโตรเลียมอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายของไขมัน ในตัวอย่าง แล้วคำนวณหาปริมาณไขมันรวม (Total Fat) ที่สกัดได้ ดัดแปลงจาก AOAC (1990)

6. การวิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์

วิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์ โดยดัดแปลงวิธีการของ Lee and Prosky (1995) นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วมาต้มในสารละลายกรด ล้างด้วยน้ำร้อน และต้มด้วยสารละลายเบส แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Fibretherm รุ่น FT12 ประเทศเยอรมัน สารละลายที่ใช้คือ 0.13 M กรดซัลฟูริก และ 0.313 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ หลังจากเตรียมตัวอย่างนำตัวอย่างเข้าเครื่อง Fibretherm ที่กำหนดโปรแกรมการต้มด้วยกรดเป็นเวลา 30 นาที และด่างเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาปริมาณไฟเบอร์

7. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดในขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานและสูตรที่เสริมกาแฟที่ได้รับคะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดที่ร้อยละ 5.4 มาตรวจสอบปริมาณปนเปื้อนจุลินทรีย์โดยนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count, คอลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria), *Staphylococcus aureus, Escherichia coli,* ยีสต์ (Yeast) และ รา (Mold) โดยดัดแปลงมาจาก Food and Drug Administration (FDA) (2022)

8. การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ (Preference)

ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละ 1.8, 3.6 และ 5.4 ได้ถูกนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคทั่วไปที่บริโภคขนมไทย และ/หรือ บริโภคกาแฟในจังหวัดสงขลา จำนวน 40 คน ผ่านการทำแบบสอบถาม โดยการใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งได้ผ่านการขอจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จาก ศูนย์จริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เลขที่ HREC No. 019/2565.

9. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม รวมถึงผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ปริมาณไขมัน และ ปริมาณไฟเบอร์ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่มีส่วนผสมของผงกาแฟและผลการยอมรับจากผู้บริโภค

ขนมกลีบลำดวนที่ได้รับความชอบโดยรวมมากที่สุด เป็นขนมกลีบลำดวนที่เสริมผงกาแฟโรบัสต้าเข้าไปในปริมาณร้อยละ 5.4 โดยที่ลักษณะปรากฏของขนมกลีบลำดวนจะมีสีดำคล้ำ

เนื่องมาจากสีของผงกาแฟที่ได้เพิ่มเข้าไปและสีของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟจะยิ่งมีสีเข้มตามปริมาณกาแฟที่เพิ่มเข้าไป ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจะไม่ค่อยแตกต่างไปจากเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน แต่จะมีลักษณะความแข็งของผงกาแฟเสริมเข้ามา กลิ่นจะมีลักษณะหอมกาแฟโดยที่ปริมาณกาแฟที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ขนมกลีบลำดวนยิ่งมีกลิ่นหอมที่มากขึ้น จากการทดลองให้ผู้บริโภคชิมขนมกลีบดอกลำดวนที่ผสมด้วยกาแฟในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าขนมกลีบลำดวนที่เสริมผงกาแฟร้อยละ 5.4 จะมีค่าความชอบในด้านต่าง ๆ สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่เสริมด้วยกาแฟร้อยละ 1.8 และ 3.6

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใน Table 1 พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าทั้ง 3 สูตร พบว่าการเสริมผงกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละ 5.4 ในขนมกลีบลำดวนมีค่าความชอบโดยเฉลี่ยสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี และ เนื้อสัมผัสที่ระดับชอบมาก ที่ระดับ 7.65 ± 0.80, 7.60 ± 0.80 และ 7.84 ± 0.80 ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าความชอบโดยเฉลี่ยสูงสุดในด้าน กลิ่นกลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ระดับชอบมากที่สุด ที่ 8.30 ± 0.81, 8.30 ± 0.78, 8.24 ± 0.76 และ 8.27 ± 0.80 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันกับขนมกลีบลำดวนที่มีการเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ปริมาณร้อยละที่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองนี้พบว่า การเสริมกาแฟในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟได้รับความนิยมโดยเฉลี่ยที่มากขึ้นตามลำดับ ขนมที่มีการเสริมผงกาแฟโรบัสต้ามีลักษณะสีของขนมกลีบดอกลำดวนที่เข้มขึ้นอันเนื่องมาจากส่วนของสีผงกาแฟคั่วที่เป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนสีกาแฟที่มีการคั่วด้วยความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยา Pyrolytic Reaction ของสารในกลุ่มเมลาโนดิน (Melanoidins) ทำให้เมล็ดกาแฟมีสีดำลงและกลิ่นของเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วจะเกิดมาจากการสลายตัวของกรดคลอโรเจนนิก เป็นสารระเหยขนาดเล็กกลายเป็นกลิ่นเฉพาะตัวในเมล็ดกาแฟ (Inprasit and Gutlee, 2014) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ระดับความชอบของกลิ่น กลิ่นรส และรสชาติได้รับความชอบในระดับมากที่สุดในขนมกลีบลำดวนที่เสริมด้วยผงกาแฟในปริมาณมากที่สุดคือร้อยละ 5.4

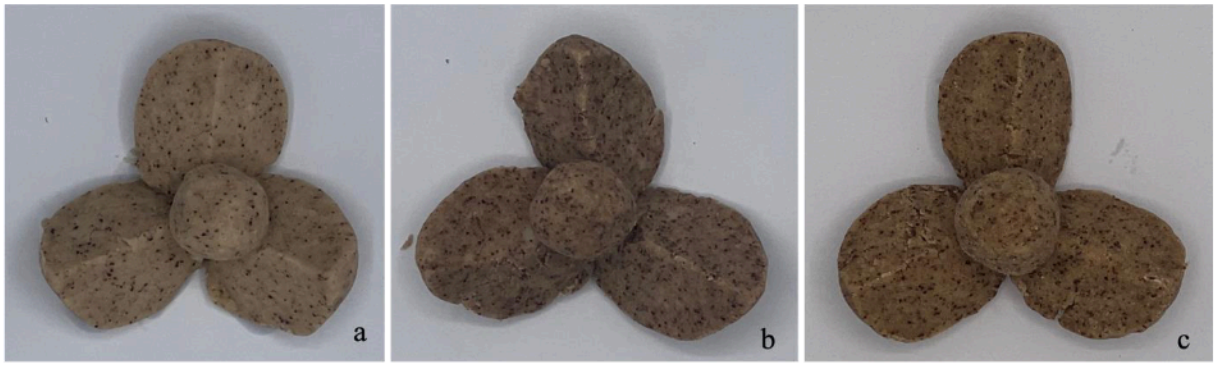

Figure 1 Thai Shortbread Cookie supplemented by medium roasted Robusta coffee at (a) 1.8% (b) 3.6% and (c) 5.4%

Table 1 Sensory evaluation of the Thai Petal cookies supplemented by Preference Test

Sensory Evaluation	Thai Shortbread Cookie supplemented by Robusta Coffee (Percent)		
	1.8	3.6	5.4
Appearance	7.14 ± 1.49^{a}	7.30 ± 1.18^{a}	7.65 ± 0.80^{b}
Color	7.24 ± 1.32^{a}	7.30 ± 1.22^{a}	7.60 ± 0.80^{b}
Aroma	6.84 ± 1.28^{a}	7.81 ± 0.85^{b}	8.30 ± 0.81^{c}
Flavor	6.95 ± 1.29^{a}	7.78 ± 0.89^{b}	8.30 ± 0.78^{c}
Taste	7.22 ± 1.21^{a}	7.84 ± 0.87^{b}	8.24 ± 0.76^{c}
Texture	7.35 ± 1.30^{a}	7.87 ± 0.92^{b}	7.84 ± 0.80^{c}
Overall liking	7.30 ± 1.10^{a}	7.89 ± 0.81^{b}	8.27 ± 0.80^{c}

Values are represented as mean ± SD (N = 40). Mean values with different superscript letters along the rows are significantly different ($P < 0.05$).

2. ข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน

ขนมกลีบลำดวนที่เสริมกาแฟโรบัสต้าที่ระดับ 5.4% พบว่ามีสารอาหารหลายชนิดมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน กล่าวคือ ปริมาณโปรตีน ปริมาณแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี เป็นต้น รวมไปถึงปริมาณของใยอาหาร ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจากข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนสูตรที่เสริมที่ระดับร้อยละ 5.4 ที่เพิ่มขึ้นจากขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานที่มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นหลัก โดยปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มสูงขึ้นในสูตรผสมกาแฟนั้นจะประกอบไปด้วยน้ำตาลที่มีประโยชน์ไม่ว่าจะเป็น น้ำตาลแมนโนส และน้ำตาลอะราบิโนสที่มากขึ้น ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้ที่เพิ่มขึ้นก็มีแหล่งที่มาจากผงกาแฟที่เสริมเข้าไปในขนมกลีบลำดวน (Franca and Oliveira, 2022) นอกจากนี้ในเมล็ดกาแฟจะสามารถพบแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม สตรอนเทียม สังกะสี และโพแทสเซียม ในปริมาณ 1441.20, 48.36, 2133.91, 18634.66, 83.75, 16.25, 9.93 และ 2154.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Janda *et al.*, 2020) ส่งผลให้การรับประทานขนมกลีบลำดวนอาจจะสามารถทดแทนคุณค่าทางโภชนาการบางประการที่ได้รับจากการบริโภคอาหารในกลุ่มผักและผลไม้บางชนิด เพื่อให้ร่างกายได้รับสารอาหารในกลุ่มที่จำเป็นในปริมาณที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน ซึ่งพบว่า ในผัก 100 กรัม จะพบ แคลเซียม 25 มิลลิกรัม เหล็ก 0.82 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 22 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 51 มิลลิกรัม โซเดียม 35 มิลลิกรัม สังกะสี 0.083 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 169 มิลลิกรัม เป็นต้น (U.S. Department of Agriculture, 2019) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณเกลือแร่ในเมล็ดกาแฟมีค่ามากกว่าการบริโภคผักในปริมาณที่เท่ากัน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าการบริโภคขนมกลีบลำดวนจะมีคุณประโยชน์เทียบเท่ากับผักและผลไม้ เพียงแต่เป็นการเน้นย้ำว่าขนมกลีบลำดวนที่เสริมด้วยผงกาแฟที่ได้ผลิตขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นกว่าการบริโภคขนมหวานชนิดอื่น ๆ

ปริมาณไฟเบอร์ที่เพิ่มมากขึ้นก็มีส่วนช่วยทำให้ขนมกลีบลำดวน เป็นขนมที่มีส่วนช่วยในระบบขับถ่ายเนื่องจาก ไฟเบอร์ที่เพิ่มมากขึ้นจากการใส่ผงกาแฟโรบัสต้าในขนมกลีบลำดวน ซึ่งเหมาะสมกับผู้บริโภคที่ต้องการปริมาณไฟเบอร์ซึ่งช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบขับถ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Diaz-Rubio and Saura-calixto, 2007) สอดคล้องกับการที่ European Food Safety Authority (2010) ได้แนะนำว่าในแต่ละวันจะต้องมีการบริโภคไฟเบอร์อย่างน้อย 25 กรัม เพื่อให้มีสุขภาพที่ดีซึ่งจากการมีภาวะสุขภาพที่ดีของระบบขับถ่าย

Table 2 Nutritional information of the regular Thai Shortbread cookie compared with the Thai Shortbread cookie supplemented by Robusta coffee at 5.4 %

Nutritional information	The Thai Shortbread cookie supplemented by Robusta coffee at 5.4 %	The regular Thai Shortbread cookie	Unit
Total energy	47.60	42.78	kcal
Protein	0.48	0.45	g
Carbohydrate	5.92	6.21	g
Sugar	2.83	2.86	g
Fiber	0.65	0.12	g
Lipid	1.71	1.79	g
Minerals			
Calcium	4.21	0.68	mg
Phosphorus	11.13	4.68	mg
Potassium	20.71	4.70	mg
Magnesium	6.85	0.95	mg
Sodium	0.11	0.12	mg
Phytate	2.21	2.21	g
Iron	0.73	0.20	mg
Copper	0.15	0.01	mg
Zinc	0.10	0.03	mg
Selenium	0.02	0.02	ug
Aluminium	1.29	N/A	mg
Manganese	0.19	N/A	mg
Vitamins			
B_1	0.03	0.03	mg
B_2	0.02	0.02	mg
Ashes	2.04	2.21	g
Phenolic compounds	0.012	N/A	g

3. การศึกษาปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิดในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า

จากการศึกษาพบว่าขนมกลีบลำดวนที่มีส่วนผสมของผงกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 มีคุณค่าทางโภชนาการดีที่สุด จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารทั้งในกลุ่มที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นต้น และสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานเช่น เกลือแร่ และวิตามิน เป็นต้น เมื่อเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานที่ดัดแปลงมาจาก Noonium and Wongsudarak (2014) การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นอีกองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อาหาร การพัฒนายารักษาโรค เครื่องสำอาง เพื่อเพิ่มความมั่งคั่งทางอาหารและลดความเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพและภาวะทุพโภชนาการ

3.1 ปริมาณสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

เมื่อนำขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานและแบบที่เสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละต่าง ๆ คือ 1.8, 3.6 และ 5.4 มาวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าการเพิ่มผงกาแฟโรบัสต้าส่งผลให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH มีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในขนมลำดวนสูตรมาตรฐาน โดยพบว่าส่วนผสมของกาแฟที่ร้อยละ 5.4 ส่งผลให้ขนมลำดวนมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ 1.39 ± 0.01 μg Trolax per g FW (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ที่มีการเสริมของส่วนประกอบจากเมล็ดกาแฟ เช่น เค้กผสมเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟ ที่มีการผสมผลเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟร้อยละเก้าของน้ำหนักแป้งสาลี ส่งผลให้มีค่าอนุมูลอิสระสูงถึง 31.11 μg Trolax per 100 g FW (Phugan, 2021) และอีกการศึกษาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบจากเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่เสริมเข้าไปในขนมกลีบลำดวน และ Suphan and Kongjaroon (2021) พบว่า ในกาแฟสกัดเย็นที่อัตราส่วน 1:8 ที่เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง พบร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ร้อยละ 70 ซึ่งบ่งชี้ว่า สารสกัดจากกาแฟเป็นแหล่งอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) มีส่วนช่วยป้องกันเซลล์จากอนุมูลอิสระ (Free radicals) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในเซลล์หรือเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีสารเร่งการเกิดอนุมูลอิสระเข้าไป ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้เป็นสาเหตุของการสร้างสารพิษภายในเซลล์ และส่งผลเซลล์ให้เกิดการตาย (Apoptosis) รวมถึงเป็นปัจจัยในการก่อโรคเรื้อรัง (Chronic Diseases) หลาย ๆ ชนิด (Gulcin, 2012) ดังนั้น การได้รับอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยลดภาวะเสี่ยงต่อความผิดปกติต่าง ๆ (Yanagimoto *et al.*, 2004; Castillo *et al.*, 2019) ซึ่งจากการศึกษาคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของขนมกลีบลำดวนเบื้องต้น พบว่า ในขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟพบสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับสูงกว่าขนมลำดวนสูตรมาตรฐานถึงประมาณ 4-8 เท่า ซึ่งจากการศึกษากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดกาแฟโรบัสต้าคั่วพบว่า ระยะเวลาในการคั่วมีผลเชิงลบต่อประมาณกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งจะอยู่ในช่วง 18.6 – 28.2 g Gallic acid/100 g ในการศึกษาโดยใช้ Folin-Ciocalteau และ 36.4 – 48.2 g Trolox/100 g เมื่อมีการศึกษาด้วยวิธี ABTS (Vignoli *et al.*, 2014) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้ทำให้ขนมกลีบลำดวนที่เสริมกาแฟโรบัสต้ามีปริมาณสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น

Table 3 The quantity of DPPH antioxidant activity in Thai Shortbread cookies

Types of Thai Shortbread cookies	**Quantity of DPPH antioxidant activity (μg Trolax per g FW)**
Thai Shortbread cookie without Robusta coffee	0.16 ± 0.07^{a}
Thai Shortbread cookie with 1.8% Robusta coffee	0.65 ± 0.03^{b}
Thai Shortbread cookie with 3.6% Robusta coffee	1.38 ± 0.04^{c}
Thai Shortbread cookie with 5.4% Robusta coffee	1.39 ± 0.01^{c}

Values are represented as mean ± SD (N = 3). Mean values with different superscript letters along the rows are significantly different ($P < 0.05$).

3.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวม

เมื่อนำขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานและแบบที่เสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละต่าง ๆ คือ 1.8, 3.6 และ 5.4 มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวม พบว่าปริมาณผงกาแฟที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน โดยพบมากที่สุดในขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละ 5.4 คือพบ 2.27 ± 0.06 mg Gallic acid per g FW (Table 4) ซึ่งจากการทดลองของ Hasbullah and Umiyati (2021) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวมจะลดลงตามระดับความร้อนและเวลาในการคั่วกาแฟ ซึ่งพบว่าปริมาณฟีนอลิกโดยรวมของกาแฟโรบัสต้าคั่วกลางจะอยู่ที่ระดับประมาณ 150 mg/ml ซึ่งปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกจะลดลงไปอีกจากการอบขนมกลีบลำดวนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และปริมาณที่ใส่ลงไปในขนมกลีบลำดวนเป็นปริมาณเพียงแค่ ประมาณ 0.5 กรัมเท่านั้น ในขนมกลีบลำดวน 1 ชิ้น ซึ่งเมื่อเทียบสัดส่วนแล้วทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวมจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่น้อยลง

สารประกอบฟีนอลิกเป็นหนึ่งในสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในกาแฟ โดยสารที่สำคัญได้แก่ กรดคลอโรจีนิก (Chlorogenic acid) สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และคาเฟอีน (Caffeine) แม้ว่าสารประกอบฟีนอลิกจะหายไปถึง 30% ในเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้ว (Kreicbergs *et al*., 2011) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดยังพบในปริมาณที่สูงถึง 2.27 ± 0.06 mg Gallic acid per g FW จากตัวอย่างขนมกลีบลำดวนที่มีการเติมผงกาแฟที่ผ่านการคั่วแล้วไปลงร้อยละ 5.4 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าขนมลำดวนสูตรมาตรฐานถึง 16 เท่า สารประกอบฟีนอลิกยังมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเซลล์ คล้ายกับสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยลดปัจจัยความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังบางชนิดอีกด้วย (de Melo Pereira *et al*., 2020)

Table 4 The total phenolic compound content in Thai Shortbread cookies

Types of Thai Shortbread cookies	Quantity of total phenolic compound (mg Gallic acid per g FW)
Thai Shortbread cookie without Robusta coffee	0.14 ± 0.03^{a}
Thai Shortbread cookie with 1.8% Robusta coffee	1.11 ± 0.03^{b}
Thai Shortbread cookie with 3.6% Robusta coffee	2.21 ± 0.08^{c}
Thai Shortbread cookie with 5.4% Robusta coffee	2.27 ± 0.06^{c}

Values are represented as mean ± SD (N = 3). Mean values with different superscript letters along the rows are significantly different ($P < 0.05$).

4. ปริมาณไขมัน

เมื่อนำขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้ามาวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด พบว่า เมื่อปริมาณผงกาแฟที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อปริมาณไขมันทั้งหมดที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ขนมกลีบลำดวนทั้งสูตรมาตรฐานและสูตรที่เสริมกาแฟที่ร้อยละต่าง ๆ จะมีปริมาณไขมันประมาณ 20 % ซึ่งปริมาณไขมันนี้มาจากส่วนประกอบหลักที่เป็นน้ำมันถั่วเหลืองที่ใส่ผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ในร้อยละ 20 โดยประมาณ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไขมันที่สกัดได้โดยวิธี Soxhlet Extraction แสดงให้เห็นใน Table 5 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไขมันที่พบในขนมกลีบลำดวนที่เปรียบเทียบกับข้อมูลในตารางโภชนาการ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณไขมันของขนมกลีบลำดวนที่มีผงกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 ไม่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไขมันจากสูตรมาตรฐานของขนมกลีบดอกลำดวน

Table 5 The lipid content in Thai Shortbread cookies

Types of Thai Shortbread cookies	Lipid content (% per g DW)
Thai Shortbread cookie without Robusta coffee	19.10 ± 3.06^{a}
Thai Shortbread cookie with 1.8% Robusta coffee	20.00 ± 0.73^{a}
Thai Shortbread cookie with 3.6% Robusta coffee	20.39 ± 1.54^{a}
Thai Shortbread cookie with 5.4% Robusta coffee	21.86 ± 1.95^{a}

Values are represented as mean ± SD (N = 3). Mean values with different superscript letters along the rows are significantly different ($P < 0.05$).

5. ปริมาณไฟเบอร์

เมื่อนำขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้ามาวิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์ทั้งหมด พบว่า เมื่อปริมาณผงกาแฟที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณไฟเบอร์ทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน โดยที่ขนมกลีบลำดวนสูตรมาตราฐานตรวจพบปริมาณไฟเบอร์ทั้งหมด 1.71 ± 0.21 % และปริมาณจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.61 ± 0.07%, 4.45 ± 0.05% และ 5.43 ± 0.37% ในขนมกลีบลำดวน

เสริมกาแฟที่ร้อยละ 1.8, 3.6 และ 5.4 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 6 ซึ่งมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับการคำนวนปริมาณไฟเบอร์โดย NutriSurvey ตามตารางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนที่แสดงใน Table 2 ที่พบปริมาณไฟเบอร์ในปริมาณที่มากขึ้นเกือบ 2 เท่า โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทาง NutriSurvey จากการวิจัยพบว่า ปริมาณไฟเบอร์ที่พบใน Roasted Arabic coffee อยู่ที่ 24.24% (Alamri *et al*., 2022) นอกจากนี้ปริมาณไฟเบอร์ในกาแฟโรบัสต้าสายพันธุ์ต่าง ๆ ทั้งจากประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซียจะอยู่ระหว่าง 16.587 ± 0.01 และ 20.740 ± 0.04 ต่อน้ำหนักเปียก (Yani and Novitasari, 2022)

แต่ในการวิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์พบว่าในขนมกลีบลำดวนสูตรที่มีผงกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 มีปริมาณไฟเบอร์มากกว่าถึง 3 เท่า ปริมาณไฟเบอร์ที่เพิ่มมากขึ้นในขนมกลีบลำดวนที่มีการเสริมของผงกาแฟนี้ย่อมมีส่วนให้ระบบขับถ่ายกากอาหารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Diaz-Rubio and Saura-calixto, 2007) ซึ่งปริมาณไฟเบอร์ที่เหมาะสมในแต่ละวันตามหลักการของ European Food Safety Authority (2010) ได้แนะนำว่าในแต่ละวันจะต้องมีการบริโภคไฟเบอร์อย่างน้อย 25 กรัม เพื่อให้มีสุขภาพที่ดี นั่นหมายรวมถึงภาวะสุขภาพของระบบขับถ่าย

Table 6 The fiber content in Thai Shortbread cookies

Types of Thai Shortbread cookies	Fiber content (% per g DW)
Thai Shortbread cookie without Robusta coffee	1.71 ± 0.21^{a}
Thai Shortbread cookie with 1.8% Robusta coffee	2.61 ± 0.07^{b}
Thai Shortbread cookie with 3.6% Robusta coffee	4.45 ± 0.05^{c}
Thai Shortbread cookie with 5.4% Robusta coffee	5.43 ± 0.37^{d}

Values are represented as mean ± SD (N = 3). Mean values with different superscript letters along the rows are significantly different (P < 0.05).

6. ปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร การตรวจสอบจุลินทรีย์มีความจำเป็นเพื่อเป็นหลักในเรื่องของความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งในการผลิตขนมกลีบลำดวนทั้งสูตรมาตรฐานและสูตรเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ร้อยละ 5.4 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โดยในการตรวจสอบแบคทีเรียพื้นฐานในอาหารพบว่า ปริมาณแบคทีเรียในขนมทั้งสองสูตรมีน้อยกว่า 3 MPN/g นอกจากนี้ปริมาณแบคทีเรียอื่น ๆ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ยังพบในปริมาณที่ต่ำเช่นเดียวกันคือ < 1.0 × 10 CFU/g และ < 3.0 MPN/g ตามลำดับ นอกจากเชื้อแบคทีเรียแล้ว จากการทดสอบพบปริมาณ ยีสต์และรา (Yeast and Mold) ในปริมาณที่ต่ำมาก นั่นคือ < 10 ESPC/g ในขนมทั้งสูตรมาตรฐานและสูตรที่เสริมกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 และปริมาณ Total Plate Count ของขนมทั้งสองสูตรพบที่ระดับที่น้อยกว่า 25 × 10 CFU/g ดังแสดงใน Table 7

Table 7 Types and quantity of microbial organisms in the standard Thai Shortbread cookie compared with the Thai Shortbread cookie supplemented by Robusta coffee at 5.4 % (Day 0 and Day 90)

Microbial types	Microbial quantity			
	Thai Community Product Standard	**The standard Thai Shortbread cookie**	**The Thai Shortbread cookie supplemented by Robusta coffee at 5.4 % (Day 0)**	**The Thai Shortbread cookie supplemented by Robusta coffee at 5.4 % at (Day 90)**
Coliform Bacteria	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g
Staphylococcus aureus	< 1.0×10 CFU/g	< 1.0 × 10 CFU/g	< 1.0 × 10 CFU/g	< 1.0 × 10 CFU/g
Escherichia coli	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g	< 3.0 MPN/g
Yeast and Mold	< 100 ESPC/g	< 10 ESPC/g	< 10 ESPC/g	< 10 ESPC/g
Total Plate Count	< 1×10^6 CFU/g	< 25 × 10 CFU/g	< 25 × 10 CFU/g	< 25 × 10 CFU/g

นอกจากนี้ ภายหลังจากที่เก็บขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟไว้ในถุงพลาสติกใสชนิด Polypropylene (PP) และบรรจุลงไปในกล่องพลาสติกเพื่อป้องกันอากาศเป็นเวลา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส พบว่า หลังจากที่เก็บขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าร้อยละ 5.4 ไม่พบการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา ยังคงมีจำนวนที่เท่าเดิม กล่าวคือ ปริมาณ Coliform Bacteria, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli,* Yeast and Mold, และ Total Plate Count อยู่ที่ < 3.0 MPN/g, < 1.0 × 10 CFU/g, < 3.0 MPN/g, < 10 ESPC/g และ < 25 × 10 CFU/g ตามลำดับ (Table 7) ซึ่งเมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช) 118/2555 พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่เสริมกาแฟร้อยละ 5.4 ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกใสชนิด Polypropylene (PP) และบรรจุลงไปในกล่องพลาสติกเพื่อป้องกันอากาศเป็นเวลา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ยังมีค่าจุลินทรีย์ที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช) 118/2555 (Prince of Songkhla University, 2006)

สรุป

ขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานเป็นขนมที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก แต่การเสริมผงกาแฟโรบัสต้าเข้าไปในขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐานในร้อยละ 5.4% ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ขนมกลีบลำดวนเสริมผงกาแฟโรบัสต้าจึงเป็นหนึ่งในทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพ เนื่องจาก มีปริมาณโปรตีน แร่ธาตุหลายชนิดที่เพิ่มมากขึ้น ปริมาณไฟเบอร์เพิ่มขึ้น % DPPH Scavenging activity เพิ่มขึ้น 4-8 เท่า และสารประกอบฟีนอลิกที่มากขึ้นถึง 16 เท่า ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่ว่าจะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบ

ฟีนอลิกซึ่งสารดังกล่าว นอกจากจะเป็นประโยชน์ในเรื่องของการป้องกันการเกิดสารอนุมูลอิสระในเซลล์แล้ว ก็ยังมีคุณประโยชน์ในการช่วยป้องกันไม่ให้เกิดโรคเรื้อรังอีกด้วย ยังมีการรายงานว่าสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารช่วยลดการเกิดออกซิเดชั่นในอาหาร ซึ่งส่งผลให้อาหารมีระยะการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาการเก็บขนมกลีบลำดวนที่ 90 วัน ไม่ส่งผลต่อปริมาณจุลินทรีย์พื้นฐานที่พบในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ ซึ่งจากการสันนิษฐานพบว่าเนื่องสารสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ อาจจะมีส่วนช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในขนมกลีบลำดวนด้วย แต่ทั้งนี้ว่ามีความจำเป็นต้องทดสอบค่าความชื้น (Moisture content) แอคทิวิตี้ของน้ำ (a_w) และ Lipid oxidation ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วันเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาถึงปัจจัยการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในอาหารในขั้นตอนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ประจำปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1990. Oil and Fats, pp. 951-986. *In* Helrich, K., eds. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.** Association of Official Analytical Chemists, USA.

Ainsworth, E.A. and Gillespie, K.M. 2007. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-ciocalteu reagent. **Nature Protocols** 2(4): 875-877.

Alamri, E., Rozan, M. and Bayomy, H. 2022. A study of chemical composition, antioxidants, and volatile compounds in roasted Arabic coffee. **Saudi Journal of Biological Sciences** 29: 3133-3139.

Castillo, M., Iriondo- DeHond, A., Fernández-Gómez, B., Martínez Sáez, N., Rebollo-Hernanz, M., Martín- Cabrejas, M.A. and Farah, A. 2019. Coffee antioxidants in chronic diseases, pp. 20-56. *In* Farah, A., eds. **Coffee: Consumption and Health Implications.** Royal Society of Chemistry, UK.

Diaz- Rubio, M.E. and Saura- calixto, F. 2007. Dietary fiber in brewed coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 55(5): 1999-2003.

de Melo Pereira, G.V., de Carvalho Neto, D.P., Magalhães Júnior, A.I., do Prado, F.G., Pagnoncelli, M., Karp, S.G. and Soccol, C.R. 2020. Chemical composition and health properties of coffee and coffee by products. **Advances in Food and Nutrition Research** 91: 65-96.

European Food Safety Authority. 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates anddietary fibre. **EFSA Journal** 8(3): 1-77.

Franca, A.S. and Oliveira, L.S. 2022. Potential uses of spent coffee grounds in the food industry. **Foods** 11(14): 2064-2083.

Food and Drug Administration (FDA). 2022. **Bacteriological analytical manual (BAM).** Available Source: https: / / www. fda. gov/ food/ laboratory- methods- food/ bacteriological- analytical- manual- bam, September 06, 2022.

Gulcin, I. 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. **Archives of Toxicology** 86: 345-391.

Hasbullah, U. and Umiyati, R. 2021. Antioxidant activity and total phenolic compounds of Arabica and Robusta coffee at different roasting levels. **Journal of Physics** 1764(1): 012033.

Inprasit, C. and Gutlee, P. 2014. A small scale coffee bean roaster that preserves coffee quality by pressure regulation. **Journal of Science and Technology Kasetsart University** 3(3): 64-77. (in Thai)

Janda, K., Jakubczyk, K., Baranowska-Bosiacka, I., Kapczuk, P., Kochman, J., Re˛bacz-Maron, E. and Gutowska, P. 2020. Mineral composition and antioxidant potential of coffee beverages depending on the brewing method. **Foods** 9: 121-137.

Kreicbergs, V., Dimins, F., Mikelsone, V. and Cinkmanis, I. 2011. Biologically active compounds in roasted coffee, pp. 110-115. *In* **The 6th Baltic Conference on Food Science and Technology "Innovations for Food Science and Production" Foodbalt.** Jelgava, Latvia.

Lee, S.C. and Prosky, L. 1995. International survey on dietary fiber definition, analysis, and reference materials. **Journal of AOAC International** 78(1): 22-36.

Monteiro, M., Santos, R.A., Iglesias, P., Couto, A., Serra, C. R., Gouvinhas, I., Barros, A., Oliva-Teles, A., Enes, P. and Díaz-Rosales, P. 2020. Effect of extraction method and solvent system on the phenolic content and antioxidant activity of selected macro- and microalgae extracts. **Journal of Applied Phycology** 32: 349-362.

Munyendo, L.M., Njoroge, D.M., Owaga, E.E. and Mugendi, B. 2021. Coffee phytochemicals and post- harvest handling a complex and delicate balance. **Journal of Food Composition and Analysis** 102: 103995

Noonium, T. and Wongsudarak, W. 2014. Utilization of Sang- yod rice flour in Thai shortbread cookies product, pp. 977-985. *In* **The 6th SKRU National Conference: Focus on Education and Culture for Community Development.** Songkhla Rajabhat University, Songkhla. (in Thai)

Prince of Songkhla University. 2006. **Manuals of OTOP development.** iPrintOut, Pang Nga. (in Thai)

Phugan, P. 2021. Effects of coffee peel powder supplementation on qualities of cake. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)** 16(1): 75-85.

Suphan, P. and Kongjaroon, C. 2021. Antioxidation capacity of cold brew coffee, pp. 1112-1119. *In* **The 2nd Faculty of Science and Technology, Maejo University: Science Technology and Innovation.** Chaing Mai. (in Thai)

Suweero, K., Thimayong, D., Rimkeeree, H. and Depanya, W. 2021. Development of gluten free Thai cookie " Kleeb Lum Duan" powder. **Journal of Engineering, RMUTT** 18(2): 23-34.

U.S. Department of Agriculture. 2019. Vegetables, mixed, frozen, cooked, boiled, drained, without salt. **USDA Agricultural Research Service.** Available Source: https: / / fdc. nal. usda. gov/ fdc-app. html#/ food- details/ 170472/ nutrients, January 31, 2023.

Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G. and Benassi, M. T. 2014. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International** 61: 279-285.

Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, K.G. and Shibamoto, T. 2004. Antioxidative activities of fractions obtained from brewed coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 52(3): 592-596.

Yani, A. and Novitasari, E. 2022. Quality evaluation of robusta coffee bean from four superior clones with semi-wet processing in lampung province. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** 1024: 012028.