

การประยุกต์ใช้แมนนิทอลและน้ำมันเมล็ดชาในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟพลังงานต่ำ
Application of Mannitol and Tea Seed Oil in Lower-calorie Thai Coffee Petal Cookie

ฐิติมาพร ศรีรักษ์¹ และวันฉัตร ศิริสาร^{2,3*}

Thitimaporn Srirak¹ and Wanchat Sirisarn^{2,3*}

¹สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (อาหารและโภชนาการ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา

¹Program of Home Economics (Food and Nutrition), Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla

²หน่วยวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพ จุลินทรีย์ และการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา

²Microbial Biotechnology and Utilization of Natural Products Research Unit, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา

³Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla

*Corresponding author e-mail: wanchat.si@skru.ac.th

(Received: June 6, 2023, Revised: July 12, 2023, Accepted: August 6, 2023)

บทคัดย่อ

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ประกอบไปด้วยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก ทำให้ขนมกลีบลำดวนเป็นหนึ่งในกลุ่มของขนมไทยที่มีพลังงานสูง การพัฒนาขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟพลังงานต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแมนนิทอลที่ใช้ทดแทนน้ำตาลไอซิ่ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับร้อยละ 0, 10 และร้อยละ 20 นอกจากนี้ ได้ศึกษาปริมาณน้ำมันเมล็ดชาที่ใช้ทดแทนน้ำมันถั่วเหลือง 4 ระดับ ได้แก่ ระดับร้อยละ 0, 70, 80 และ ร้อยละ 90 ในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า และสุดท้ายได้เปรียบเทียบระหว่างกาแฟโรบัสต้าจาก 2 แหล่งผลิตกาแฟภาคใต้ คือ กาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และกาแฟโรบัสต้าเขาทะลุ จังหวัดชุมพร ซึ่งได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) พบว่า ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟซึ่งทดแทนด้วยแมนนิทอลที่ร้อยละ 10 มีคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก นอกจากนี้ เมื่อใช้แมนนิทอลทดแทนร้อยละ 10 และเมื่อใช้น้ำมันเมล็ดชาทดแทนร้อยละ 70 พบว่า มีคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงชอบมาก ถึง ชอบมากที่สุด ส่วนด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก นอกจากนี้ เมื่อใช้แมนนิทอลทดแทนร้อยละ 10 และใช้น้ำมันเมล็ดชาทดแทนร้อยละ 70 ในการเสริมกาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง มีคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงชอบมาก ถึง ชอบมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางโภชนาการ พบว่า สูตรของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟพลังงานต่ำหนึ่งดอก (11 กรัม) มีค่าพลังงานลดต่ำลงประมาณ 2 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นผลจากการแทนที่น้ำตาลไอซิ่งด้วยน้ำตาลแมนนิทอลที่ร้อยละ 10 การศึกษานี้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟพลังงานต่ำ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้รักสุขภาพ

คำสำคัญ: ขนมกลีบลำดวน แมนนิทอล น้ำมันเมล็ดชา กาแฟโรบัสต้า การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ABSTRACT

Thai petal cookie primarily contains much carbohydrate and lipid and becomes one of the high energy Thai desserts. The development of low-calorie Thai coffee petal cookie has objectives to substitute the icing sugar by Mannitol at 3 proportions – 0 %, 10 % and 20 % – and to study the appropriate amount of tea seed oil at 0 %, 70 %, 80 % and 90 % in the substitution in Soybean oil. The comparative study between 2 southern sources of Robusta coffee – Khlonghoykhong, Songkhla and Khoatalu, Chumporn – was additionally undertaken. The sensory evaluation was individually evaluated in each objective by 9 – Point hedonic scale in aspects of appearance, color, scent, flavor, texture, taste and overall satisfaction by 50 samples. By using one-way ANOVA, it has been found that the 10 % of Mannitol substitution received the highest sensory score in aspects of appearance, color, scent, flavor, texture, taste and overall satisfaction in the range of liking moderately and liking very much. The 70 % substitution of tea seed oil and 10 % of Mannitol, moreover, had the highest score in scent and overall satisfaction in a range of liking very much and liking extremely and in appearance, color, flavor, texture and taste in a range of liking moderately and liking very much. Besides, the use of Robusta coffee from Khlonghoykhong, Songkhla with 10 % of Mannitol and 70 % tea seed oil substitution represented the overall higher scores than the coffee from Khoatalu, Chumporn in aspects of appearance, color, scent, flavor, texture, taste and overall satisfaction at a range of liking very much and liking extremely. When nutritionally compared, the total energy of the low-calorie Thai coffee petal cookie is lessened for approximately 2 kcal per 1 served cookie (11 g) caused by the 10 % Mannitol substitution suitable for health lovers.

Keywords: Thai petal cookie, Mannitol, tea seed oil, Robusta coffee, sensory evaluation

บทนำ

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณที่มีขั้นตอนในการผลิตที่ต้องการความประณีตในกระบวนการทำ จึงส่งผลทำให้การผลิตเพื่อการจำหน่ายมีไม่แพร่หลาย วัตถุประสงค์ในการทำขนมกลีบลำดวนมี แป้ง น้ำมัน และ น้ำตาล เป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต [1] และมีคุณค่าทางโภชนาการที่ประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นหลักที่ระดับร้อยละ 63 และ 21 ตามลำดับ [2] ซึ่งไม่สามารถบริโภคได้ในผู้บริโภคบางกลุ่มได้แก่ ผู้บริโภคที่ถูกจำกัดปริมาณพลังงานในแต่ละวัน หรือ กลุ่มผู้บริโภคที่ไม่สามารถรับประทานสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตได้มาก เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวาน เป็นต้น

แมนนิทอล (Mannitol) เป็นตระกูลน้ำตาลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นสารให้ความหวานและมีพลังงานต่ำ ในน้ำตาลกลุ่มนี้มีน้ำตาลหลายประเภท ได้แก่ ซิลิทอล (Xylitol) และซอร์บิทอล (Sorbitol) เป็นต้น แมนนิทอล มีรสชาติหวานเหมือนน้ำตาลทรายและไม่มีรสชาติที่ติดรสขม แต่จะให้พลังงานเพียง 2.4 กิโลแคลอรีต่อ 1 กรัม [3] น้ำตาลแอลกอฮอล์นี้ยังสามารถใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ เพราะร่างกายจะดูดซึมได้ช้ากว่าปกติ ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเส้นเลือดสูงขึ้นช้ากว่าน้ำตาลทั่วไป จึงสามารถใช้แทนน้ำตาลทรายได้ [4]

ในปัจจุบันได้มีการบริโภคกาแฟโรบัสต้ากันอย่างกว้างขวาง และมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาสารออกฤทธิ์ในกาแฟ ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ในกาแฟ ได้แก่ คาเฟอีน (Caffeine) กรดคลอโรจีนิก (Chlorogenic acids) ไตรโกเนลีน (Trigonelline) คาเฟสตอล (Cafestol) คาเวอล (Kahweol) และสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมาก [5] ด้วยคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ที่พบในกาแฟได้ช่วยชะลอ หรือลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ [6]

น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากน้ำมันเมล็ดชา ประกอบด้วย กรดโอเลอิกร้อยละ 78-86 กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 8.6 กรดลิโนเลนิก ร้อยละ 0.8-1.6 กรดปาล์มมิติก ร้อยละ 8.8 และกรดสเตียริก ร้อยละ 2.0 จากส่วนประกอบข้างต้น น้ำมันเมล็ดชามีกรดโอเลอิก หรือ โอเมก้า 9 มากกว่าร้อยละ 80 ในระดับของกรดโอเลอิกที่สูงได้ช่วยลดระดับ LDL (Low Density Lipoprotein) และเพิ่มระดับ HDL (High Density Lipoprotein) [7] นอกจากนี้ น้ำมันเมล็ดชายังสามารถช่วยป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases) อาทิเช่น โรคหลอดเลือดตีตัน โรคอัมพาต

โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจ เป็นต้น [8] ในน้ำมันเมล็ดชา ยังพบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็น เบต้าแคโรทีน (β -carotene) และ วิตามินอี ซึ่งทำให้น้ำมันเมล็ดชา มีความคงตัวสูง และไม่เกิดปฏิกิริยาเหม็นหืนได้ง่าย [9]

จากคุณสมบัติของแมนนิทอล น้ำมันเมล็ดชา และกาแฟโรบัสต้า ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเปลี่ยนขนมกลีบ ลำดวนที่ใช้สูตรน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำตาลไอซิ่ง อ้างอิงจากสูตรของอนุสิทธิบัตร ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า เลขที่ คำขอ 2203002707 [10] ทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชา และน้ำตาลแมนนิทอล ตามลำดับ เพื่อพัฒนาสูตรเพื่อให้ขนมกลีบ ลำดวนมีพลังงานที่ต่ำลง และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ที่ต้องการบริโภคขนมกลีบลำดวนที่มี พลังงานจากน้ำตาลที่น้อยลง พร้อมกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากน้ำมันเมล็ดชาและกาแฟโรบัสต้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้แมนนิทอลทดแทนน้ำตาลไอซิ่ง และการประยุกต์ใช้น้ำมันเมล็ดชาทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในขนมกลีบลำดวนสูตรเสริมกาแฟโรบัสต้า
2. เพื่อศึกษาข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนสูตรเสริมกาแฟโรบัสต้าสูตรมาตรฐานและสูตรพลังงานต่ำ

การดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

กาแฟที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้กาแฟโรบัสต้าคั่วคองโฮย่ง จังหวัดสงขลา และกาแฟโรบัสต้าเขาทะเล จังหัดชุมพร ฤดูกาลเก็บเกี่ยวปี พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นกาแฟโรบัสต้าคั่วเข้ม โดยเมล็ดกาแฟคั่วเข้มได้ถูกนำมาบดให้เป็นผงละเอียด ในการเตรียมน้ำตาลแมนนิทอล ต้องมีการนำน้ำตาลแมนนิทอลไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนยี่ห้อ Binder (DKSH, ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที และนำไปใส่โถแก้วดูดความชื้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้น น้ำตาลแมนนิทอลถูกนำมาบดให้เป็นผงละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง 60 แมช เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของขนมกลีบลำดวน

2. การศึกษาปริมาณแมนนิทอลที่ใช้ทดแทนน้ำตาลไอซิ่ง

การศึกษาปริมาณแมนนิทอลที่ใช้ในการทดลอง โดยศึกษาปริมาณของแมนนิทอล 3 ระดับ ได้แก่ ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 10 และ 20 โดยการเตรียมแมนนิทอล ได้นำแมนนิทอลไปปั่นละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด DMX-1000 (Dxfill, ประเทศจีน) และนำไปอบในเครื่องอบลมร้อนยี่ห้อ Binder (DKSH, ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที และนำไปใส่โถแก้วดูดความชื้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้ ในขั้นตอนการทำขนมกลีบลำดวน ส่วนประกอบของขนมกลีบลำดวนสูตรเสริมกาแฟโรบัสต้าสูตรมาตรฐาน ได้มาจากสูตรของอนุสิทธิบัตรขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า เลขที่คำขอ 2203002707 [10] ซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลีเนกประสงค์ตราว่าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาลไอซิ่ง และกาแฟ ปริมาณ 260, 115, 175 และ 30 กรัม ตามลำดับ และทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอล 3 ระดับ ได้แก่ ที่ร้อยละ 0, 10 และ 20 นำส่วนผสมของขนมกลีบลำดวนกาแฟมาปั่นเป็นกลีบ แล้วนำไปอบด้วยเตาอบไฟฟ้ายี่ห้อ House Worth (House Worth, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที พักไว้ให้อุณหภูมิเย็นตัวลง และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการ 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นผู้ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน

3. การศึกษาปริมาณน้ำมันเมล็ดชาที่ใช้ทดแทนน้ำมันถั่วเหลือง

การศึกษาปริมาณน้ำมันเมล็ดชาที่ใช้ในการทดลอง โดยศึกษาปริมาณของน้ำมันเมล็ดชา 4 ระดับ ได้แก่ ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 70, 80 และ 90 เพื่อทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองของสูตรของอนุสิทธิบัตร ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า เลขที่คำขอ 2203002707 [10] ที่มีการทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอล ซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลีเนกประสงค์ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาลไอซิ่ง แมนนิทอล และกาแฟ จำนวน 260.0, 115.0, 157.5, 17.5 และ 30.0 กรัม ตามลำดับ และทดแทนน้ำมัน

ถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชา 3 ระดับ ได้แก่ ที่ร้อยละ 0, 70, 80 และ 90 นำส่วนผสมของขนมกลีบลำดวนกาแฟมาปั่นเป็นกลีบล แล้วนำไปอบด้วยเตาอบไฟฟ้าที่ชื่อ House Worth (House Worth, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที พักไว้ให้อุณหภูมิเย็นตัวลง และทดสอบการยอมรับของผู้ทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการ 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นผู้ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน

4. การศึกษาชนิดของกาแฟโรบัสต้าในขนมกลีบลำดวนสูตรพลังงานต่ำ

การศึกษาผลของชนิดของกาแฟโรบัสต้าคอลลอยโซ่ง จังหวัดสงขลา และกาแฟโรบัสต้าเขาทะเล จังหวัดชุมพร ในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรพลังงานต่ำนั้น ได้เปรียบเทียบผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการ 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นผู้ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน โดยสูตรที่ใช้มีส่วนผสม ดังนี้ แป้งสาลีเอนกประสงค์ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดชา น้ำตาลไอซิ่ง แมนนิทอล และกาแฟโรบัสต้า จำนวน 260.0, 34.5, 80.5, 157.5, 17.5 และ 30.0 กรัมตามลำดับ

5. การศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลโภชนาการของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ

ข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรมาตรฐาน [10] และขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรพลังงานต่ำถูกนำไปคำนวณข้อมูลทางโภชนาการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Nutrisurvey ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design, RCBD) สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณแมนนิทอลที่ใช้ทดแทนน้ำตาลไอซิ่ง

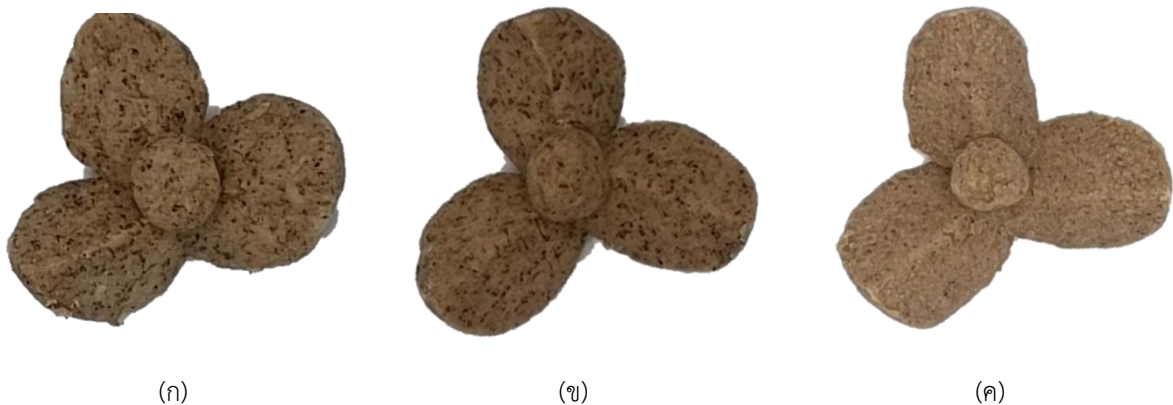
จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอลที่ร้อยละ 0, 10 และ 20 โดยใช้แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส 9 point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบเป็นผู้ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน พบว่า คะแนนในส่วนของคุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมกลีบลำดวนที่ทดแทนด้วยน้ำตาลแมนนิทอลร้อยละ 10 มีค่าสูงที่สุด อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก ที่ระดับ 7.72 ± 0.83 , 7.40 ± 0.81 , 7.52 ± 0.74 , 7.38 ± 0.81 , 7.30 ± 0.79 และ 7.60 ± 0.67 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ระดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของขนมกลีบลำดวนที่ทดแทนด้วยน้ำตาลแมนนิทอลร้อยละ 10 ไม่ได้แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรมาตรฐาน ($P > 0.05$) นั้นหมายความว่า ขนมกลีบลำดวนที่เสริมด้วยน้ำตาลแมนนิทอลร้อยละ 10 สามารถใช้ทดแทนสูตรมาตรฐานของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ [10] ที่ใช้น้ำตาลไอซิ่งเป็นสารให้ความหวานได้ จากการทดลองพบว่า เมื่อทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอลที่ปริมาณร้อยละที่สูงขึ้นที่ร้อยละ 20 พบว่า เนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนกาแฟมีความแข็งมากขึ้น และรวมถึงค่าทดสอบทางประสาทสัมผัสอื่น ๆ เช่น สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมลดลง เป็นต้น จึงเป็นผลให้ระดับค่าของการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งระดับค่าของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้

แสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้วยตาเปล่า หากทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอลด้วยปริมาณมากขึ้นในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ จะทำให้สีของขนมกลีบลำดวนจางลง ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าจากการทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอล

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการแทนที่ (ร้อยละ)		
	0	10	20
ลักษณะปรากฏ	7.42 ± 0.81 ^a	7.72 ± 0.83 ^a	6.42 ± 0.50 ^b
สี	7.30 ± 0.89 ^a	7.40 ± 0.81 ^a	6.46 ± 0.50 ^b
กลิ่น	7.14 ± 0.76 ^a	7.52 ± 0.74 ^a	6.42 ± 0.50 ^b
กลิ่นรส	7.22 ± 0.86 ^a	7.38 ± 0.81 ^a	6.34 ± 0.49 ^b
รสชาติ	7.40 ± 0.83 ^a	7.30 ± 0.79 ^a	6.40 ± 0.53 ^b
เนื้อสัมผัส	7.36 ± 0.85 ^a	7.30 ± 0.76 ^a	6.38 ± 0.53 ^b
ความชอบโดยรวม	7.46 ± 0.84 ^a	7.60 ± 0.67 ^a	6.42 ± 0.50 ^b

อักษร a และ b ตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอล ที่ระดับร้อยละ (ก) 0 , (ข) 10 และ (ค) 20

2. ผลการศึกษาปริมาณน้ำมันเมล็ดชาที่ใช้ทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า

จากการทดแทนด้วยแมนนิทอลที่ร้อยละ 10 ในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าเป็นปริมาณการทดแทนที่ไม่ทำให้ผลของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบโดยมนุษย์แตกต่างกัน จึงได้นำสูตรดังกล่าวมาทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชาที่ร้อยละ 0, 70, 80 และ 90 พบว่า ค่าคะแนนในส่วนของด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวม ของขนมกลีบลำดวนที่ทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชาร้อยละ 70 มีค่าสูงสุด อยู่ในช่วงชอบมาก ถึง ชอบมากที่สุด ที่ระดับ 8.82 ± 0.68 , 8.06 ± 0.65 , และ 8.04 ± 0.78 ตามลำดับ ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก ที่ระดับ 7.80 ± 0.78 , 7.88 ± 0.87 , 7.88 ± 0.75 และ 7.66 ± 0.89 ตามลำดับ จากตารางที่ 2 ถึงแม้ว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่ทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชา ร้อยละ 70, 80 และ 90 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น

และความชอบโดยรวม ของขนมกลีบลำดวนที่ทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชาร้อยละ 70 มีค่าสูงที่สุดแตกต่างกันกับการทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชาที่ร้อยละ 80 และ 90 ซึ่งระดับค่าคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แสดงในตารางที่ 2

นอกจากนี้ เมื่อทดแทนน้ำมันเมล็ดชาในร้อยละที่สูงขึ้น พบว่า เนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟมีความแข็งมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสแตกต่างไปจากเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรมาตรฐาน และลักษณะทางกายภาพที่มองด้วยตาเปล่าของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าซึ่งทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชาที่ระดับ 0, 70, 80 และ 90 นั้น ไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟจากการทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชา

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการแทนที่ (ร้อยละ)			
	0	70	80	90
ลักษณะปรากฏ	7.20 ± 0.88 ^b	8.82 ± 0.68 ^a	7.98 ± 0.82 ^{ab}	7.76 ± 1.04 ^{ab}
สี	6.64 ± 0.72 ^b	7.80 ± 0.78 ^a	7.62 ± 1.05 ^a	7.68 ± 0.98 ^a
กลิ่น	6.74 ± 0.92 ^b	8.06 ± 0.65 ^a	7.74 ± 0.83 ^{ab}	7.69 ± 0.79 ^{ab}
กลิ่นรส	6.64 ± 0.80 ^b	7.88 ± 0.87 ^a	7.72 ± 1.13 ^a	7.76 ± 1.04 ^a
รสชาติ	6.68 ± 0.71 ^b	7.88 ± 0.75 ^a	7.54 ± 0.97 ^a	7.52 ± 0.86 ^a
เนื้อสัมผัส	6.58 ± 0.84 ^b	7.66 ± 0.89 ^a	7.40 ± 1.09 ^a	7.40 ± 1.05 ^a
ความชอบโดยรวม	6.68 ± 0.79 ^b	8.04 ± 0.78 ^a	7.70 ± 0.81 ^{ab}	7.64 ± 0.90 ^{ab}

อักษร a, b และ ab ตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)



ภาพที่ 2 ลักษณะขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าที่ทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชา ที่ระดับร้อยละ (ก) 0, (ข) 70, (ค) 80 และ (ง) 90 ของปริมาณของน้ำมันถั่วเหลือง

3. ผลของการศึกษาชนิดของกาแฟโรบัสต้าในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรพลังงานต่ำ

เมื่อนำขนมลำดวนกาแฟที่ทดแทนด้วยแมนนิทอลที่ร้อยละ 10 และทดแทนด้วยน้ำมันเมล็ดชาที่ร้อยละ 70 มาเสริมกาแฟโรบัสต้าจากแหล่งผลิตที่ต่างกัน 2 แหล่ง คือ กาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และกาแฟโรบัสต้า เขาทะเล จังหวัดชุมพร โดยที่กาแฟโรบัสต้าจากทั้งสองแหล่งเป็นกาแฟโรบัสต้าคั่วเข้ม พบว่า คะแนนในส่วนของคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบของขนมกลีบลำดวนที่ใช้กาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา มีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมาก ถึง ชอบมากที่สุด ที่ระดับ 8.42 ± 0.76, 7.98 ± 1.10, 8.04 ± 1.01, 8.18 ± 0.92, 8.06 ± 0.91 และ 8.18 ± 0.94 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนสูงกว่าขนมกลีบลำดวนที่ใช้กาแฟโรบัสต้า เขาทะเล จังหวัดชุมพร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านอื่น ได้แก่ สี ของการใช้กาแฟโรบัสต้าจากทั้งสองแหล่ง มีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ การใช้กาแฟโรบัสต้าจากคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และเขาทะเล จังหวัด

ชุมพร มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในเรื่องของ สี ที่ใกล้เคียงกัน 8.08 ± 0.90 และ 8.04 ± 1.01 ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ขนมกลีบลำดวนที่ใช้กาแฟโรบัสต้าเขาทะเลไม่สามารถใช้ทดแทนสูตรกาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่งได้ ซึ่งได้ใช้ในการยื่นขออนุสิทธิบัตรเลขที่ 2203002707 [10] ซึ่งระดับค่าคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แสดงในตารางที่ 3

4. ผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลโภชนาการขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้า

เมื่อได้สูตรของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าพลังงานต่ำ ส่วนผสมทั้งหมดของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และกาแฟโรบัสต้าเขาทะเล จังหวัดชุมพร

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรเสริมกาแฟโรบัสต้า	
	กาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง	กาแฟโรบัสต้าเขาทะเล
ลักษณะปรากฏ	8.42 ± 0.76^a	7.64 ± 0.85^b
สี	8.08 ± 0.90^a	8.04 ± 1.01^a
กลิ่น	7.98 ± 1.10^a	7.16 ± 1.08^b
กลิ่นรส	8.04 ± 1.01^a	7.06 ± 1.00^b
รสชาติ	8.18 ± 0.92^a	6.98 ± 1.00^b
เนื้อสัมผัส	8.06 ± 0.91^a	6.86 ± 1.01^b
ความชอบโดยรวม	8.18 ± 0.94^a	7.00 ± 0.88^b

ตัวอักษร *a* และ *b* ตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 3 ลักษณะขนมกลีบลำดวนเสริม (ก) กาแฟโรบัสต้าคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และ (ข) เสริมกาแฟโรบัสต้าเขาทะเล จังหวัดชุมพร

พลังงานต่ำถูกนำมาเปรียบเทียบข้อมูลทางโภชนาการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Nutrisurvey จากการศึกษาพบว่า ในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรพลังงานต่ำ จำนวน 1 ดอก ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ประมาณ 11 กรัม มีการทดแทนปริมาณน้ำตาลไอซิ่งด้วยน้ำตาลแมนนิทอลที่ร้อยละ 10 ซึ่งทำให้ ปริมาณน้ำตาลไอซิ่งลดลงจาก 2.86 กรัม เหลือเพียง 2.57 กรัม จากการคำนวณปริมาณพลังงาน พบว่า ปริมาณพลังงานของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรพลังงานต่ำ อยู่ที่ระดับ 40.64 กิโลแคลอรีต่อ 1 ดอก (11 กรัม) ซึ่งลดลงจากสูตรมาตรฐาน 2.14 กิโลแคลอรี นอกจากนี้ยังพบว่า การทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชาที่ร้อยละ 70 ไม่ได้ทำให้ปริมาณพลังงานลดลง เนื่องจากใน 1 กรัม ของทั้งน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดชา ให้พลังงานที่ใกล้เคียงกัน นั่นคือ 9 กิโลแคลอรี ต่อ น้ำมัน 1 กรัม นอกจากนี้ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เกลือแร่ และวิตามิน ยังพบใน

ปริมาณที่เท่าเดิม ดังแสดงในตารางที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าสูตรพลังงานต่ำจากการทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยแมนนิทอล และทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชา พบว่า ปริมาณที่เหมาะสมของการแทนด้วยน้ำตาลแมนนิทอลในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟ พบว่า ที่ร้อยละ 10 ทำให้ค่าคะแนนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และไม่มีความแตกต่างกับขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าสูตรมาตรฐาน และเมื่อทดแทนปริมาณน้ำตาลไอซิ่งที่มากขึ้น ทำให้ค่าคะแนนของการยอมรับ

ตารางที่ 4 ข้อมูลทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยกาแฟโรบัสต้าสูตรมาตรฐานและสูตรพลังงานต่ำ ต่อขนมกลีบลำดวน 1 ดอก (11 กรัม)

ข้อมูลทางโภชนาการ	ขนมกลีบลำดวนสูตรกาแฟโรบัสต้าสูตรมาตรฐาน	ขนมกลีบลำดวนสูตรกาแฟโรบัสต้าสูตรพลังงานต่ำ	หน่วย
พลังงานทั้งหมด	42.78	40.64	กิโลแคลอรี
โปรตีน	0.45	0.45	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	6.21	6.21	กรัม
น้ำตาล	2.86	2.57	กรัม
ใยอาหาร	0.12	0.12	กรัม
ไขมัน	1.79	1.79	กรัม
เกลือแร่			
แคลเซียม	0.68	0.68	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	4.68	4.68	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	4.70	4.70	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	0.95	0.95	มิลลิกรัม
โซเดียม	0.12	0.12	มิลลิกรัม
ไฟเตต	2.21	2.21	กรัม
เหล็ก	0.20	0.20	มิลลิกรัม
ทองแดง	0.01	0.01	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.03	0.03	มิลลิกรัม
ซีลีเนียม	0.02	0.02	ไมโครกรัม
วิตามิน			
บี1	0.03	0.03	มิลลิกรัม
บี2	0.02	0.02	มิลลิกรัม
เถ้า	2.21	2.21	กรัม

ที่มา: [11] และ Nutrisurvey

ทางประสาทสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น เพื่อให้ลักษณะทางเนื้อสัมผัสคงตามลักษณะของขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟสูตรมาตรฐาน ซึ่งน้ำตาลแมนนิทอลสามารถแทนที่น้ำตาลไอซิ่งได้ในปริมาณที่ต่ำ เมื่อเทียบกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดอื่น ซึ่ง Inprasit *et al.* [12] ได้กล่าวว่า คุณสมบัติของแมนนิทอลนั้นไม่ละลายน้ำ และเมื่อนำไปทดแทนปริมาณน้ำตาลใน

ขนมไทยอื่น ๆ เช่น ฝอยทองสด สามารถทดแทนน้ำตาลได้มากที่สุด เพียงแค่ร้อยละ 25 เท่านั้น การแทนที่น้ำตาลด้วยน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดแมนนิทอล ทำให้ขนมกลับล้าตวนเสริมกาแฟโรบัสต้ามีปริมาณพลังงานน้อยลง กล่าวคือ เนื่องจากปริมาณพลังงานของน้ำตาลแมนนิทอลน้อยกว่าปริมาณพลังงานของน้ำตาลไอซิ่ง ในระดับ 2.4 กิโลแคลอรี และ 4 กิโลแคลอรี ต่อ น้ำตาลปริมาณ 1 กรัม ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นเหตุผลที่ว่า น้ำตาลแมนนิทอลเป็นน้ำตาลพลังงานต่ำ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาพัฒนาขนมอบที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก

นอกจากนี้ยังพบว่า การทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในด้วยน้ำมันชาสามารถทดแทนได้ที่ร้อยละ 70 โดยไม่ทำให้ค่าคะแนนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป แต่เมื่อทดแทนน้ำมันเมล็ดชา มากกว่าร้อยละ 70 ทำให้ค่าคะแนนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางโภชนาการพบว่า การทดแทนของน้ำมันเมล็ดชาร้อยละ 70 ไม่ได้ทำให้ปริมาณของไขมันลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองถูกแทนที่ด้วยน้ำมันเมล็ดชา ซึ่งให้พลังงานที่ระดับใกล้เคียงกัน ดังนั้น การทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันเมล็ดชาร้อยละ 70 จึงไม่ส่งผลต่อปริมาณพลังงานของขนมกลับล้าตวน แต่จากข้อมูลของคุณสมบัติของน้ำมันชา พบว่า ในน้ำมันเมล็ดชา มีปริมาณกรดไขมัน ซึ่งประกอบไปด้วย กรดโอเลอิก ร้อยละ 78-86 กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 8.6 กรดลิโนเลนิก ร้อยละ 0.8-1.6 กรดปาล์มมิติก ร้อยละ 8.8 และกรดสเตียริก ร้อยละ 2.0 เห็นได้ว่า ในน้ำมันเมล็ดชา พบกรดไขมันไม่อิ่มตัว คือ กรดโอเลอิก หรือ โอเมก้า 9 มากกว่า ร้อยละ 80 ซึ่งระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเลอิกที่สูงนั้น ช่วยลดระดับ LDL และเพิ่มระดับ HDL [7] นอกจากนี้ N. A. Azemi *et al.* [13] พบว่า ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวลิโนเลอิกนั้น มีคุณสมบัติเป็น Anti-hypercholesterolemic ซึ่งมีผลต่อการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในหนู ซึ่งสอดคล้องกับอีกหนึ่งงานวิจัยโดย M. M. Vazquez *et al.* [14] พบว่า กรดไนโตรโอเลอิกลดการสะสมปริมาณคอเลสเตอรอลในเซลล์โดยการจับที่ไลแกน CD36 เพื่อทำให้เกิดการผลัดคอเลสเตอรอลออกนอกเซลล์ ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาการบริโภคขนมที่มีกรดไขมันโอเลอิกเป็นส่วนประกอบ พบว่า ปริมาณ LDL และคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง ซึ่งผลดังกล่าว มีความหมายว่า กรดไขมันโอเลอิกช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ [15] จากส่วนประกอบของน้ำมันเมล็ดชาที่ประกอบไปด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมาก จึงมีคุณสมบัติสามารถช่วยป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง อาทิเช่น โรคหลอดเลือดตีตัน โรคอัมพาต โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจ [8] นอกจากนี้ ในน้ำมันเมล็ดชายังพบสารต้านอนุมูลอิสระต่าง ๆ เช่น เบต้าแคโรทีน และวิตามินอี เป็นต้น ซึ่งทำให้น้ำมันเมล็ดชามีความคงตัว และไม่เกิดปฏิกิริยาเหม็นหืนได้ง่าย เมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่น ๆ [9]

การใช้กาแฟจากแหล่งวิสาหกิจชุมชนที่แตกต่างกันอาจทำให้ได้เมล็ดกาแฟคั่วที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลเนื่องจากปัจจัยพื้นที่การเพาะปลูก กระบวนการการคั่ว เป็นต้น [16] นอกจากนี้ S. Ahmed *et al.* [17] ได้กล่าวว่า คุณภาพของกาแฟถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรม (genetics) ปัจจัยทางสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม (climate and environmental factors) และกระบวนการเก็บเกี่ยว (harvest) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ในการเสริมผงกาแฟจากแหล่งปลูกกาแฟสองแหล่ง ทำให้ค่าคะแนนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน ซึ่งเห็นได้จากผลการทดลองว่า การเสริมผงกาแฟโรบัสต้าจากแหล่งวิสาหกิจชุมชนที่ต่างกัน ส่งผลต่อค่าคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ แตกต่างกันไป จากการเสริมกาแฟโรบัสต้าในขนมกลับล้าตวน จากงานวิจัยก่อนหน้าของ วันฉัตร ศิริสาร และคณะ [11] พบว่า การเสริมผงกาแฟโรบัสต้าทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น เยื่อใย สารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านั้น มีส่วนช่วยให้ขนมกลับล้าตวนเสริมกาแฟโรบัสต้าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีต่อผู้รักสุขภาพ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลับล้าตวนเสริมกาแฟโรบัสต้าพลังงานต่ำได้จากการทดแทนน้ำตาลไอซิ่งด้วยน้ำตาลแมนนิทอล ซึ่งมีพลังงานต่ำกว่า โดยพบว่า ปริมาณที่เหมาะสมในการทดแทนน้ำตาลไอซิ่งแล้วยังทำให้ขนมกลับล้าตวนเสริมกาแฟมีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสคงเดิม คือ ร้อยละ 10 นอกจากนี้ สามารถทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำมันชาได้ เนื่องจาก

คุณสมบัติของน้ำมันเมล็ดชาที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเลอิก และลิโนเลอิกในปริมาณมาก ซึ่งจากการศึกษา น้ำมันเมล็ดชาสามารถทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองได้สูงถึงร้อยละ 70 นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้เมล็ดกาแฟจากแหล่งผลิตที่แตกต่างกัน มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าพลังงานต่ำ

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาในส่วนของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพด้านจุลินทรีย์และกายภาพในขนมกลีบลำดวนเสริมกาแฟโรบัสต้าพลังงานต่ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติพงษ์ สุวิโร, เตือนเต็ม ทิมาียงค์, หทัยรัตน์ ริมศิริ และวิหาร ติปัญญา, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน,” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชชมงคลธัญบุรี*, ปีที่ 18, ฉ. 2, น. 23-34. 2557.
- [2] รุติมาพร ศรีรักษ์ และวิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์, “การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน,” ใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6*, สงขลา, 2559, น. 977-985.
- [3] N. Lainumngen, “Association between sugar substitutes and health benefits,” *Food Journal*, vol 50, no. 3, pp. 30-40. 2022.
- [4] O. Matangkasombut and P. Thanyasrisung, “Sugar substitutes and their effects on systemic and oral health,” *Journal of the Dental Association of Thailand*, vol 69, no. 4, pp. 379-397. 2019.
- [5] L. M. Munyendo, D. M. Njoroge, E. E. Owaga and B. Mugendi, “Coffee phytochemicals and post-harvest handling—A complex and delicate balance,” *Journal of Food Composition and Analysis*, vol 102, 2021.
- [6] I. Gulcin, “Antioxidant activity of food constituents: an overview,” *Archives of Toxicology*, vol 86, pp. 345-391. 2012.
- [7] S. Sukhasem and W. Limphapayom, “Study on the quality of tea oil seed (*Camellia oleifera*) and tea oil,” *Thai Agricultural Research Journal*, vol 34, no. 3, pp. 270-285. 2018.
- [8] L. He, Z. Guo-ying, Z. Huai-yen and L. Jun-ang, “Research progress on the health function of tea oil,” *Journal of Medicinal Plants Research*, vol 5, no. 4, pp. 485-489. 2011.
- [9] M. Fazel, M. A. Sahari and M. Barzegar, “Determination of main tea seed oil antioxidants and their effects on common Kilka oil,” *International Food Research Journal*, vol 15, no. 2, pp. 209-217. 2008.
- [10] W. Sirisarn, “The development of Thai petal cookie supplemented with Robusta coffee,” Thai Petty Patent 2203002707, October 4, 2022.
- [11] วันฉัตร ศิริสาร, ทวีสิน นาวารัตน์ และสมภพ แซ่เฮง, “การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และจุลินทรีย์บางชนิดในขนมกลีบลำดวนเสริมด้วยผงกาแฟโรบัสต้าคั่วกลาง,” *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, ปีที่ 16, ฉ. 2, 2557.
- [12] K. Inprasit, P. Mongkonchart, L. Chookaew, T. Pengkham and S. Chuenwattana, “Shelf-life extension of Foi Thong by using sweeteners,” *Bulletin of Applied Sciences*, vol 7, no. 7, pp. 49-59. 2018.

- [13] N. A. Azemi, A. K. Azemi, L. Abu-Bakar, V. Sevakumaran, T. S. T. Muhammad and N. Ismail, "Effect of linoleic acid on cholesterol levels in a high-fat diet-induced hypercholesterolemia rat model," *Metabolites*, vol 13, no. 53, pp. 1-15. 2023.
- [14] M. M. Vazquez, M. V. Gutierrez, S. R. Salvatore, M. Puiatti, V. A. Dato, G. A. Chiabrando, B. A. Freeman, F. J. Schopfer and G. Bonacci, "Nitro-oleic acid, a ligand of CD36, reduces cholesterol accumulation by modulating oxidized-LDL uptake and cholesterol efflux in RAW264.7 macrophages," *Redox Biology*, vol 36, 2020.
- [15] L. Baró, J. Fonollá, J. L. Peña, A. Martínez-Férez, A. Lucena, J. Jiménez, J. J. Boza and E. López-Huertas, "n-3 fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans," *Clinical Nutrition*, vol 22, no. 2, pp. 175–182, 2003.
- [16] J. Kath, V. M. Byrareddy, S. Mushtaq, A. Craparo and M. Porcel, "Temperature and rainfall impacts on Robusta coffee bean characteristics," *Climate Risk Management*, vol 32, pp. 1-13. 2021.
- [17] S. Ahmed, S. Brinkley, E. Smith, A. Sela, M. Theisen, C. Thibodeau, T. Warne, E. Anderson, D. N. Van, P. Giuliano, K. E. Ionescu and S. B. Cash, "Climate change and coffee quality: systematic review on the effects of environmental and management variation on secondary metabolites and sensory attributes of *coffea arabica* and *coffea canephora*," *Frontiers in Plant Science*, vol 12, pp. 1-20. 2021.