

การใช้แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวที่มีแป้งต้านทานการย่อยสูงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

Wheat Flour Substitution by the Application of *Dioscorea alata* L. Flour

Consisting High Resistant Starch in Butter Cookies

กฤษฎาพร พลวงษ์^{1/*} จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ^{1/} นฤเทพ เวชภิบาล^{1/} ภัทระ ลูกรักษ์^{1/} เฉลิมวุฒ สมปาก^{1/}

Kritsadaphon Phonwong^{1/*} Jarurat Pumprasert^{1/} Naruthep Wetchphiban^{1/}

Phatthara Loogruk^{1/} Chalermwoot Sompark^{1/}

Received 5 Jun. 2024/Revised 16 Oct. 2024/Accepted 16 Oct. 2024

ABSTRACT

Dioscorea alata L. is a tuber crop belonging to the yam genus. It is a starchy tuber with great potential for use in food production. However, loss occurred from tubers that do not meet consumer standards due to size or appearance. To add more value to these tubers, they were processed into flour and used as an ingredient in food products. This study aimed to investigate the nutritional composition of *D. alata* flour, its shelf life in three types of packaging, plastic bags (PE), vacuum-sealed plastic bags (LLDPE), and aluminum foil bags (AF) during storage periods of 0, 2, 4, and 6 months, including the potential as the wheat flour substitute in butter cookies at substitution levels of 0, 25, 50, 75, and 100% of flour weight. The result of nutritional analysis revealed that *D. alata* flour was gluten-free flour, with carbohydrate, protein, fiber, amylose, and resistant starch contents of 83.48, 6.70, 10.72%, 19.20, and 54.25%, respectively. Among the packaging types, AF was the most effective in maintaining flour quality, resulting in lower moisture content, water activity, and aflatoxin B1 levels compared to those of PE and LLDPE. Using *D. alata* flour as a 50% substitution of wheat flour in butter cookies showed the highest overall acceptability of 6.8, which had no significant difference to that of the wheat flour cookies. Butter cookies made from wheat flour contained 0.24% resistant starch (RS), whereas butter cookies made from a mixture of 50% *D. alata* flour contained 11.65% RS, which was 48.54 times higher than that of wheat flour cookies. This research highlights more utilization of *D. alata* tubers that do not meet consumer standards.

Keywords: *Dioscorea alata* L.; flour; storage; resistant starch; butter cookie

^{1/}กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

^{1/}Postharvest and Processing Research and Development Office, Phahonyothin Rd., Lat Yao Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author: kritsadaphon.ph@gmail.com

บทคัดย่อ

มันจาวมะพร้าว (*Dioscorea alata* L.) เป็นพืชหัวสกุลกลอยที่มีแป้งสะสมในรากปริมาณสูง มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นอาหาร หัวมันจาวมะพร้าวที่มีขนาดและลักษณะไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเกิดการสูญเสีย จึงมีการหาวิธีเพิ่มมูลค่า หัวมันจาวมะพร้าวดังกล่าว โดยนำมาผลิตเป็นแป้งฟลาว เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว อายุการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก (PE) ถุงพลาสติกสุญญากาศ (LLDPE) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AF) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 เดือน และการใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยในอัตราส่วน 0 25 50 75 และ 100% ของน้ำหนักแป้ง ผลการศึกษา พบว่า แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวไม่มีกลูเตน มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เส้นใย อมิโนส และแป้งต้านทานการย่อย 83.48 6.70 10.72 19.20 และ 54.25% ตามลำดับ การเก็บรักษาแป้งในถุง AF สามารถรักษาคุณภาพ แป้งได้ดีที่สุด มีความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 ต่ำกว่าการเก็บรักษาในถุง PE และ LLDPE การใช้แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ 50% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด 6.8 และไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียว คุกกี้จากแป้งสาลีมีปริมาณแป้งต้านทานการย่อย 0.24% ในขณะที่คุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว 50% มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อย 11.65% สูงกว่าคุกกี้จากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว 48.54 เท่า ทำให้สามารถนำหัวมันจาวมะพร้าวที่มีขนาดและลักษณะไม่เป็นที่ต้องการมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: มันจาวมะพร้าว; แป้งฟลาว; การเก็บรักษา; แป้งต้านทานการย่อย; คุกกี้เนยสด

บทนำ

มันจาวมะพร้าว หรือ มันพร้าว (*Dioscorea alata* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Dioscoreaceae เป็นพืชหัวในสกุลกลอย มีลักษณะเป็นไม้ล้มลุกเถาเลื้อย ลำต้นมีสันที่เกิดจากครีบ 4 สัน ตลอดลำต้นและก้านใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ใบรูปหอก ปลายใบเรียวแหลม มีติ่งที่ปลาย โคนใบเว้าลึกจนมีลักษณะพูใบสองข้าง ใบรูปหอก ลำต้นใต้ดินมีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนมากทรงกลมหรือทรงรี เนื้อสีขาว (ภคศจี, 2565) ส่วนที่ใช้บริโภคคือส่วนหัวใต้ดิน ซึ่งมีแป้งสะสมในปริมาณสูง นำมาประกอบอาหารได้ทั้งคาวหวาน เช่น แกงบวด เชื่อม ทอด นึ่ง มันจาวมะพร้าวมีสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม วิตามินซี และมีกรดโพลีสูง ในมันจาวมะพร้าวพบมีโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีการผลิตมันจาวมะพร้าวเชิงการค้ามากขึ้น โดยเฉพาะใน จ.ชัยภูมิ (รัตนภรณ์ และคณะ, 2566) หัวมันจาวมะพร้าวที่จำหน่ายได้ราคาและผู้บริโภคนิยม มีลักษณะกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-8 ซม. หัวที่มีขนาดใหญ่เกินไป มีลักษณะแตกแขนงมากจึงไม่เป็นที่ต้องการเกษตรกรมักเก็บหัวดังกล่าวไว้ทำพันธุ์ หรือจำหน่ายในราคาต่ำ การเพิ่มมูลค่าหัวมันจาวมะพร้าวที่ไม่เป็นที่ตลาดต้องการโดยนำมาผลิตแป้งฟลาวใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารและในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น (Ngoma et al., 2019) จะช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและเพิ่มการใช้ประโยชน์

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่สามารถเก็บได้นาน มีส่วนประกอบ คือ แป้ง (แป้งฟลาว) น้ำตาล ไขมัน และไข่ ซึ่งแป้งในคุกกี้มักเป็นแป้งจากข้าวสาลี มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำแป้งจากพืชอื่นมาใช้ทดแทนแป้งสาลี เช่น แป้งข้าว ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน (อริสรา และอรอุมา, 2549; รุจิรา และคณะ, 2543;

น้ำฝน และคณะ, 2566) แป้งมันเทศผสมเพื่อทดแทน แป้งสาลีบางส่วนด้วย (คุลย์จิรา และคณะ, 2560) แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมีจุดเด่นคือ มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อย (resistant starch) สูง ไม่ถูกย่อย และไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก จึงผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่และถูกแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ย่อย นอกจากนี้ ยังช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลใน เลือดหลังมื้ออาหารให้เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ช่วย ส่งเสริมสุขภาพลำไส้ ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ใน ลำไส้ใหญ่จากการเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่มีประโยชน์ และช่วยในการควบคุมน้ำหนักเนื่องจากแป้งที่ไม่ถูก ย่อยทำหน้าที่คล้ายกับใยอาหารทำให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น การบริโภคอาหารที่มีแป้งต้านทานการย่อยเป็น ประจำช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง เป็นต้น (ธนากร, 2560) จากข้อดีเด่นที่กล่าวมา จึงหาแนวทางการนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมเพื่อผลิตคุกกี้ที่มี แป้งต้านทานการย่อยสูง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของ แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว อายุการเก็บรักษาในบรรจุ ภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำ แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมาใช้ทดแทนแป้งสาลีใน ผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย ลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เพิ่มการใช้ประโยชน์จากมันจาวมะพร้าว และช่วย เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การผลิตแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว

ใช้หัวมันจาวมะพร้าวอายุ 8 เดือน จากแปลง เกษตรกร ต.บ้านดอน อ.เมือง จ.ชัยภูมิ ที่ปลูกใน เดือน เม.ย.และเก็บเกี่ยวในเดือน พ.ย. 2565 นำ หัวมันจาวมะพร้าวมาล้างทำความสะอาด จากนั้น ปอกเปลือกและแช่น้ำ นำไปผานเป็นแผ่นบาง ๆ แห ในสารละลายโพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์

(potassium metabisulfite: KMS) ความเข้มข้น 0.25% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในมันจาวมะพร้าวต่อ KMS อัตราส่วน 1 : 1 เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นใส่ ตะแกรงกรองด้วยผ้าขาวบาง และนำเข้าอบที่ อุณหภูมิ 60 °ซ. จนความชื้นสุดท้ายต่ำกว่า 14% แล้ว บดด้วยเครื่องบดผง (multi-function disintegrator WF-20B) ร่อนด้วยตะแกรกร่อนขนาด 250 ไมครอน และบรรจุถุงพลาสติกชนิดให้สนิทด้วยเครื่องปิดผนึก ของบรรจุภัณฑ์ เก็บใส่กล่องพลาสติกมีฝาปิดกัน ความชื้น และที่อุณหภูมิห้อง เตรียมแป้งฟลาวมัน จาวมะพร้าวประมาณ 10 กก. โดยแบ่งเตรียมครั้งละ 1-2 กก. เมื่อครบ 10 กก. แล้วนำแป้งมาผสมให้เป็น เนื้อเดียวกัน จากนั้นแบ่งไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ ศึกษาการเก็บรักษา และการใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

2. คุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี

ทำการวิเคราะห์แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ใช้วิธี ใช้วิธี AOAC (2019) ปริมาณแป้ง ใช้ วิธี มอก. 274-2521 (สำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) ความขาวของแป้ง ใช้ เครื่อง Kett C-100-3 (He et al., 2003) ปริมาณ อมิโนส ใช้วิธี Amperometric method ซึ่งดัดแปลง จาก Takeda et al. (1987) และ Gibson et al. (1997) และปริมาณแป้งต้านทานการย่อย (resistant starch, RS) ใช้ชุดทดสอบ Megazyme, Bray, Ireland ตามวิธี AOAC ที่ดัดแปลงโดย McCleary and Monaghan, (2002) ส่วนการวิเคราะห์คุณค่า ทางโภชนาการทำได้โดย บ. ศูนย์ห้องปฏิบัติการและ วิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด (มหาชน) ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณพลังงาน ดัดแปลงจากวิธี AOAC (Sullivan and Carpenter, 1993) ปริมาณคอเลสเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุ ดัดแปลงจากวิธี AOAC (2019) ปริมาณกลูเตน ใช้วิธี

ELISA kit II และศึกษาลักษณะเม็ดแป้งโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM)

3. ชนิดบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษา

วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 4 ซ้ำ main plot คือ ชนิดบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก (polyethylene: PE) ถุงพลาสติกสุญญากาศ (linear low-density polyethylene: LLDPE) และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil: AF) ส่วน sub plot คือ การเก็บรักษา 4 ระยะเวลา ได้แก่ 0 2 4 และ 6 เดือน แบ่งใส่ถุงชนิดต่าง ๆ ขนาดถุงละ 100 ก. ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกของบรรจุภัณฑ์ เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง วิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้น ปริมาณโปรตีน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity: a_w) ซึ่งเป็นค่าปริมาณน้ำในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและทำปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ซึ่งเชื้อราหลายชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้หากมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.70 วัดปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 (aflatoxin: AFB1) ซึ่งเป็นสารพิษที่สร้างขึ้นโดยเชื้อรา *Aspergillus flavus* จัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 โดยเชื้อรานี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มี a_w 0.92-0.98 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2546) ตรวจวัดค่าสีของแป้งในระบบของ CIELAB (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่องวัดสี (Konica Minolta Chroma meter CR-400) โดยค่า L^* แสดงค่าความสว่าง 0-100 โดย 0 หมายถึง สีดำ และ 100 หมายถึง สีขาว ค่า a^* แสดง ค่าสีเขียว (-) และสีแดง (+) และ b^* แสดงค่า สีน้ำเงิน (-) และสีเหลือง (+) จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความขาว (whiteness index: WI) จากสูตรของ Li and Lee (1996)

$$\text{ค่าดัชนีความขาว} = 100 - [(100-L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

นำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษาและชนิดบรรจุภัณฑ์โดยใช้วิธี DMRT (Duncan's new multiple range test)

4. การใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

ทำการทดแทนแป้งสาลีในการทำคุกกี้เนยด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว 25 50 75 และ 100% ของน้ำหนักแป้ง และใช้แป้งสาลี 100% ของน้ำหนักแป้งเป็นกรรมวิธีควบคุม สูตรคุกกี้เนย มีส่วนประกอบดังนี้ แป้งสาลี 350 ก. เนย 270 ก. (เนยสดจัดซื้อการค้าออลวรี พรีเมียม มีน้ำมันเนย 83% มีนมผง 1% และมีการแต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ) น้ำตาลไอซิ่ง 140 ก. เกลือ 1/2 ช้อนชา ผงฟู 2 ช้อนชา ไข่ไก่ 2 ฟอง ขั้นตอนการทำดังนี้ ตีเนยให้ขึ้นฟูจากนั้นใส่น้ำตาลไอซิ่งและตีให้เข้ากัน ใส่ไข่ไก่ตีจนเข้ากัน จากนั้นร่อนส่วนผสมแป้ง เกลือ และผงฟูลงไปตีให้เข้ากัน แล้วใส่กระบอกกดคุกกี้ กดใส่ถาดอบที่รองด้วยกระดาษไขนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 °ซ. เป็นเวลา 15 นาที นำออกมาพักให้เย็นใส่ถุงปิดให้สนิทด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน

4.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block 3 ซ้ำ ผู้เข้าร่วมทดสอบ 90 คน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากบุคลากรในกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร นำคุกกี้เนยจากข้างต้นทั้ง 5 ชนิด ให้ผู้เข้าร่วมทดสอบแต่ละคนชิมพร้อมกัน ตามแผนการจัดและเสิร์ฟตัวอย่างแบบสุ่มเพื่อประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์แบบเรียงลำดับความชอบตามวิธีของเพ็ญขวัญ (2550) โดยประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส สี รสชาติ ความชอบโดยรวม และประเมินการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ 9-point hedonic scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 โดย คะแนน 9 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด และ 1 หมายถึง ยอมรับ

น้อยที่สุด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

4.2 ปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในผลิตภัณฑ์

เปรียบเทียบปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในคุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวในอัตราส่วน 50% และคุกกี้เนยจากแป้งสาลี 100% ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในคุกกี้โดยดัดแปลงจากวิธี AOAC (McCleary and Monaghan, 2002) ใช้ชุดทดสอบ Megazyme, Bray, Ireland เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test ที่ความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณค่าทางโภชนาการของแป้ง

แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักโดยในแป้งฟลาว 100 ก. มีคาร์โบไฮเดรต 83.48 ก. ให้พลังงานทั้งหมด 366.7 กิโลแคลอรี มีความชื้น เถ้า และน้ำตาล 6.21 2.95 และ 12.4 ก. ตามลำดับ มีเส้นใยอาหารทั้งหมด 10.72 ก. และโปรตีน 6.70 ก. ไม่พบคอเลสเตอรอลในแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว และไม่มีกลูเตนเป็นส่วนประกอบ (Table 1) มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อย 54.25% มีปริมาณอมิโลส 19.20% ค่า L^* 63.16 (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีโดยอ้างอิงจากรายงานของ USDA (2019) พบว่า แป้งมันจาวมะพร้าวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเส้นใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าแป้งสาลี โดยแป้งสาลีมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเส้นใยอาหารทั้งหมด 76.3 และ 2.7 ก./100 ก. ตามลำดับ แต่มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าแป้งสาลีที่อยู่ในช่วง 9-14 ก. (Wieser et al., 2020) อย่างไรก็ตามโปรตีนที่พบแตกต่างจากในแป้งสาลี คือ ไม่มีกลูเตน (gluten) กลูเตนมีบทบาทสำคัญในการสร้างโครงสร้างและเนื้อสัมผัสในขนมอบและขนมปัง แป้งที่มีปริมาณโปรตีนต่ำจะมีกลูเตนน้อย เหมาะสำหรับ

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ต้องการเนื้อสัมผัสนุ่มฟูและไม่ต้องการความเหนียวและความยืดหยุ่น (Wieser et al., 2020)

แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมีปริมาณแป้งต้านทานการย่อยสูง (54.25%) ทำให้น้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดอย่างช้า ๆ ส่งผลให้ค่า glycemic index (GI) ต่ำ และระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในระดับปกติ ช่วยเพิ่มความรู้สึกอิ่มและลดความอยากอาหาร แป้งที่ไม่ถูกย่อยและดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กนี้ เมื่อผ่านเข้าไปบริเวณลำไส้ใหญ่จะเป็นอาหารจุลินทรีย์ หรือพรีไบโอติก (prebiotics) ที่มีประโยชน์บริเวณลำไส้ใหญ่ (Englyst et al., 1992)

จากการศึกษาลักษณะภายนอกของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่ กำลังขยาย 500 เท่า (Figure 1A) และกำลังขยาย 3,000 เท่า (Figure 1B) พบว่า ลักษณะของเม็ดแป้งมันจาวมะพร้าวส่วนใหญ่ มีรูปร่างเป็นเม็ดทรงกลม ขณะที่แป้งสาลีมีทั้งแบบกลมแบนคล้ายเลนส์และทรงกลมหรือบางครั้งอาจมีรูปร่างไม่แน่นอน (Guo et al., 2023)

2. ชนิดบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษา

แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวที่เก็บในถุง PE ถุง LLDPE มีความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และสูงกว่าแป้งที่เก็บรักษาในถุง AF แป้งที่เก็บรักษาในถุง AF ความชื้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น จากเริ่มต้น 5.41% ลดลงเป็น 5.10% ในเดือนที่ 6 (Table 3) แสดงให้เห็นว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษามีผลกระทบต่อความชื้นของแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว การเก็บรักษาในถุง AF สามารถรักษาความชื้นให้อยู่ในระดับต่ำสุด เนื่องจาก PE และ LLDPE มีการซึมผ่านของความชื้นได้ ส่วนถุง AF เป็นวัสดุที่มีการซึมผ่านของความชื้นต่ำมาก จึงป้องกันความชื้นจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเก็บรักษาในถุง AF ความชื้นภายในถุงจึงคงที่หรืออาจลดลงเล็กน้อย เนื่องจากไม่มีความชื้นใหม่ที่สามารถซึมเข้าสู่ถุงได้ (Lamberti and Escher, 2007)

ค่าปริมาณน้ำอิสระของแป้งฟลาวมัน จาวมะพร้าวที่เก็บรักษาในถุง PE และ LLDPE มีค่า เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และสูงกว่าแป้งที่เก็บ รักษาในถุง AF แป้งที่เก็บรักษาในถุง AF มีค่า a_w ลดลงจาก 0.25 เมื่อเริ่มต้นเป็น 0.20 ในเดือนที่ 6 (Table 3) แสดงให้เห็นว่าถุง AF สามารถรักษาค่า a_w ได้ดีที่สุด ซึ่งส่งผลดีต่ออายุการเก็บรักษาและป้องกัน

การเจริญของเชื้อราในแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว เนื่องจากเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มี ค่า a_w 0.92-0.98 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการ เก็บเกี่ยว, 2546) เช่นเดียวกับรายงานในแป้งสาลีซึ่ง พบว่าค่า a_w ที่ต่ำในช่วง 0.49-0.61 ป้องกันการเติบโตของ เชื้อราต่าง ๆ เช่น *A. flavus* และ *A. parasiticus* ที่ ผลิตสารพิษอะฟลาทอกซิน (Marynin et al., 2021)

Table 1 Nutritional value of *D. alata* flour

Nutritional value	<i>D. alata</i> flour	Unit
Gluten allergen	ND	mg/kg
Total energy	366.7	kcal/100g
Energy from fat	5.94	kcal/100g
Total fat	0.66	g/100g
Total saturated fatty acid	0.29	g/100g
Cholesterol	0	mg/100g
Protein (N x 5.70)	6.70	g/100g
Total carbohydrate (Include fiber)	83.48	g/100g
Total dietary fiber	10.72	g/100g
Moisture	6.21	g/100g
Ash	2.95	g/100g
Total sugar	12.4	g/100g
Sodium	122	mg/100g
Calcium	25.8	mg/100g
Iron	1.07	mg/100g
Total vitamin A	0	ug/100g
Vitamin B1	0	mg/100g
Vitamin B2	0.4	mg/100g

ND = Not detected

Table 2 Resistant starch content, amylose content, color values (L^* , a^* , b^*) and whiteness index of *D. alata* flour

Properties	<i>D. alata</i> flour
Resistant starch	54.25%
Amylose	19.20%
Lightness (L^*)	63.16
Redness (a^*)	1.48
Yellowness (b^*)	3.70
Whiteness index (WI)	62.4

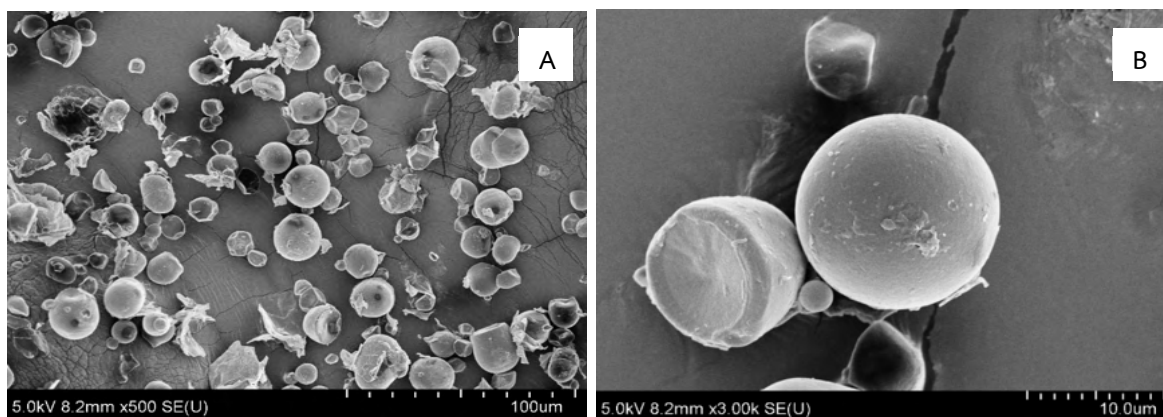


Figure 1 Scanning electron microscopy (SEM) image of *D. alata* flour at 500X (A) and 3000X (B)

การเก็บรักษานานขึ้นมีปริมาณสารพิษ AFB1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะมีความชื้นสะสมในแป้งสูงขึ้นซึ่งส่งเสริมการเติบโตของเชื้อรา (Richard, 2007) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า การเก็บ

รักษานาน 6 เดือน แป้งที่เก็บในถุง AF มีปริมาณ AFB1 น้อยที่สุด คือ 5.01 ppb ซึ่งไม่แตกต่างจาก แป้งที่เก็บในถุง PE (Table 3) อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณ AFB1 ไม่เกินมาตรฐาน (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414, 2563)

Table 3 Influence of packaging and storage time on moisture content, water activity (a_w) and aflatoxin (AFB1) content of *D. alata* flour during storage for six months at room temperature

Quality of <i>D. alata</i> flour	Storage time (month)	Packaging ^{1/}					
		PE		LLDPE		AF	
Moisture content (%)	0	5.41	a A	5.41	a A	5.41	c A
	2	5.92	b A	5.88	b A	4.95	a A
	4	6.82	c B	7.09	c C	5.19	b A
	6	8.17	d B	8.05	d B	5.10	b A
	CV (a) = 1.3%; CV (b) = 1.5%						
a_w	0	0.25	a A	0.25	a A	0.25	b A
	2	0.26	b B	0.26	a B	0.19	a A
	4	0.36	c B	0.38	b B	0.25	b A
	6	0.42	d B	0.41	c B	0.20	a A
	CV (a) = 4.1%; CV (b) = 5.3%						
AFB1 content (ppb)	0	1.28	b A	1.28	b A	1.28	b A
	2	0.40	a A	0.23	a A	0.14	a A
	4	2.55	c B	1.76	b AB	1.33	b A
	6	5.81	d A	6.96	c B	5.01	c A
	CV (a) = 24.3%; CV (b) = 22.9%						

^{1/} In a column, means followed by a common letter (a, b, c) are not significantly different at the 5% level by DMRT and in a row, means followed by a capital letter (A, B, C) are not significantly different at the 5% level by DMRT

ค่า L^* ของสีแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Table 4) สอดคล้องกับลักษณะของแป้งที่มีสีคล้ำขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า การเก็บรักษาแป้งในถุง AF มีค่าสีแดง-เขียว ต่ำกว่าที่เก็บรักษาในถุง PE และ LLDPE ส่วนการเก็บรักษาในถุง AF มีค่า b^* แตกต่างเพียงเล็กน้อยกับที่เก็บรักษาในถุง PE และ LLDPE ส่วนค่าดัชนีความขาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกบรรจุภัณฑ์แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น

เมื่อพิจารณาจากบรรจุภัณฑ์ พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ถุง AF สามารถรักษาคูสมบัติ

ของแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวได้ดีที่สุด โดยมีความชื้น a_w และปริมาณ AFB1 ต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากถุง AF มีคุณสมบัติป้องกันไอน้ำซึมผ่าน ป้องกันความชื้น แสง และกลิ่น มีความเหนียวทนทาน ไม่ฉีกขาดง่าย แต่มีราคาสูง ส่วนถุง PE เป็นพลาสติกที่ยอมให้ไอน้ำซึมผ่านได้น้อย ก๊าซสามารถซึมผ่านได้ และถุง LLDPE เป็นถุงพลาสติกที่ป้องกันการผ่านของไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบกลิ่นและรสชาติต่าง ๆ ไม่ดี (Lamberti and Escher, 2007; Goswami and Mangaraj, 2011; Raleng et al., 2014) ดังนั้น ถุง AF จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาแป้งมันจาวมะพร้าวมากที่สุดเมื่อเทียบกับถุง PE และ LLDPE

Table 4 Influence of packaging and storage time on lightness (L^*), redness (a^*), yellowness (b^*) and whiteness index (WI) of *D. alata* flour during storage for six months at room temperature

Quality of <i>D. alata</i> flour	Storage time (month)	Packaging ^{1/}								
		PE			LLDPE			AF		
L*	0	63.40	a	A	63.02	a	B	63.07	a	B
	2	62.54	a	AB	62.74	a	A	62.50	a	B
	4	62.44	a	B	62.27	a	A	62.18	a	A
	6	62.60	a	A	62.51	a	A	62.48	a	A
CV (a) = 0.4%; CV (b) = 0.4%										
a*	0	1.53	a	B	1.47	a	A	1.44	a	A
	2	1.70	b	C	1.63	b	B	1.55	b	A
	4	1.90	c	C	1.82	c	B	1.69	c	A
	6	2.14	d	C	2.05	d	B	1.80	d	A
CV (a) = 1.8%; CV (b) = 0.8%										
b*	0	3.72	a	B	3.66	a	A	3.71	a	B
	2	3.84	b	A	3.90	b	C	3.87	b	B
	4	4.12	c	B	4.05	c	AB	4.03	c	A
	6	3.75	ab	A	3.73	a	AB	3.64	d	B
CV (a) = 1.9%; CV (b) = 1.3%										
WI	0	62.18 ^{2/}			62.81			62.86		
	2	62.30			62.50			62.27		
	4	62.17			62.01			61.93		
	6	62.37			62.27			62.27		
C.V. (a) = 0.4%; C.V. (b) = 0.4%										

^{1/} In a column, means followed by a common letter (a, b, c) are not significantly different at the 5% level by DMRT and in a row, means followed by a capital letter (A, B, C) are not significantly different at the 5% level by DMRT

^{2/} In each column and row, means are not significantly different

3. การใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

3.1 การยอมรับของผู้บริโภค

ด้านสี คุกกี้เนยจากแป้งสาลีมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค 6.8 (ชอบเล็กน้อย) น้อยกว่า คุกกี้เนยที่ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว พบว่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อค่าสีไม่แตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 7.1-7.3 (ชอบปานกลาง) แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคยอมรับสีของคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว (Table 5) ซึ่งมีสีเข้มกว่าคุกกี้จากแป้งสาลี โดยเฉพาะส่วนที่อยู่ด้านบนหรือส่วนฐานของ คุกกี้มีสีเข้มกว่าส่วนอื่นเนื่องจากได้รับความร้อนมากกว่าส่วนอื่น และสีเข้มขึ้นตามสัดส่วนของแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวที่สูงขึ้น (Figure 2) เนื่องจาก แป้งมันจาวมะพร้าวมีปริมาณน้ำตาล 12.4% (Table 1) ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่มีเพียง 0.3% (Al-Dmoor, 2013) น้ำตาลมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเกิดได้จาก 2 กลไก คือ ปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล

(caramelization) เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนละลาย เกิดเป็นสีน้ำตาลและปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำตาล และกรดอะมิโนในโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจน อื่น ๆ ที่อยู่ในไข่และแป้งได้รับความร้อนเกิดเป็น สารประกอบหลายชนิดที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่าง ๆ (Tamanna and Mahmood, 2015)

ด้านกลิ่นรส (flavor) คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นความรู้สึกที่รวมทั้งรสชาติ กลิ่นที่ได้รับ จากปากขึ้นสู่โพรงจมูก และความรู้สึกสัมผัสในปาก (Mouritsen, 2015) ของคุกกี้เนยที่ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว 25 50 และ 75% มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 ไม่แตกต่างจากคุกกี้เนยจากแป้งสาลี แต่คุกกี้เนยที่ ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว 100% มีคะแนนการยอมรับต่อกลิ่นรสน้อยกว่าคุกกี้เนยสด จากแป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ซึ่ง มีกลิ่นเฉพาะตัวจึงต้องพิจารณาทดแทนในอัตราส่วน ที่เหมาะสม

Table 5 Consumer acceptance scores of butter cookies as affected by wheat flour substitution with different amount of *D. alata* flour

Amount of <i>D. alata</i> flour (%)	Acceptance scores of butter cookies				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
0	6.8 b	6.6 ab	6.8 a	6.5 a	6.7 ab
25	7.3 a	6.8 a	6.5 ab	6.8 a	6.6 ab
50	7.1 a	6.7 a	6.8 a	6.7 a	6.8 a
75	7.2 a	6.5 ab	6.2 b	6.0 b	6.3 b
100	7.3 a	6.3 b	5.5 c	5.9 b	5.7 c
CV (%)	8.3	11.3	12.0	9.8	11.0

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) และความชอบโดยรวม คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ต่อของคุกกี้เนยที่ ทดแทนด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว 25 และ 50% มีคะแนนการยอมรับของ

ผู้บริโภคไม่แตกต่างจากคุกกี้เนยจากแป้งสาลี (Table 5) ซึ่งรสชาติ เป็นการรับรู้จากปมรับรสบนลิ้นที่สามารถแยกได้เพียงห้าประเภทหลัก ๆ ได้แก่ หวาน เค็ม เปรี้ยว ขม และอูมามิ (Mouritsen, 2015) แป้ง

ฟลาวมันจาวมะพร้าวเมื่อนำมาทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนยในสัดส่วน 75 และ 100% ทำให้คุกกี้ที่ได้มีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้นและมีรสชาติหลังจากกลืนออกกรสเปรี้ยวจึงทำให้มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่ำกว่าคุกกี้จากแป้งสาลี ลักษณะเนื้อที่แน่นนี้อาจเกิดจากเมือกของแป้งมันจาวมะพร้าว โดยสังเกตได้จากในขั้นตอนการผลิตแป้งฟลาว เมื่อปอกเปลือกและผ่านเนื้อเป็นแผ่นบาง ๆ แขน้ำไว้พบว่าเมื่อออกมาเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันจาวมะพร้าวให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคควรมีการกำจัด กลิ่น รส และเมือกของแป้งมันจาวมะพร้าวที่อาจส่งผลต่อเนื้อสัมผัสที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคออกไปให้ได้มากที่สุด หรือมีการเติมวัตถุดิบชนิดอื่นเพื่อกลบกลิ่นรสเฉพาะตัว เช่น กลิ่นวานิลลา กลิ่นนมเนย หรือเติมอัลมอนต์ ลูกเกด เม็ดมะม่วงหิมพานต์ ช็อคโกแลตชิพ เพื่อกลบรสชาติเฉพาะตัวและเพิ่มเนื้อสัมผัสของคุกกี้ได้



Figure 2 Butter cookies mixed with different amount of *D. alata* flour

3.2 ปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในผลิตภัณฑ์

คุกกี้เนยจากแป้งสาลีมีปริมาณแป้งด้านทานการย่อย 0.24% ส่วนคุกกี้เนยที่ใช้แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วน 50% มีปริมาณแป้งด้านทานการย่อย 11.65% (Table 6) สูงกว่าคุกกี้จาก

แป้งสาลี 48.54 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในคุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยดิบ 50% สามารถเพิ่มปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในคุกกี้ได้ 8.73% (Ratnasari et al., 2018) ดังนั้น การใช้แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มปริมาณแป้งด้านทานการย่อยได้

มันจาวมะพร้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก มีปริมาณแป้งด้านทานการย่อยสูง ไม่มีกลูเตน จึงเหมาะสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ไม่ต้องการความเหนียวและความยืดหยุ่น แต่ใช้ความฟูกรอบได้ อย่างไรก็ตาม แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมีกลิ่นเฉพาะตัว เมื่ออบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเร็วกว่าการใช้แป้งสาลี เนื่องจากมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบสูงกว่า ดังนั้น ควรใช้แป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีบางส่วน ซึ่งการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวในอัตราส่วน 50% เหมาะสมที่สุด การเพิ่มส่วนผสมอื่นช่วยกลบกลิ่นได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่เหมาะกับผู้ที่แพ้กลูเตนในแป้งสาลี การทดลองนี้ใช้เนยแท้ที่ไม่มีส่วนผสมของไขมันทรานส์จึงมีกลิ่นหอมเนยและรสชาติดี แต่มีราคาสูง ซึ่งหากผู้ผลิตเบเกอรี่ต้องการนำสูตรไปปรับใช้และลดต้นทุนโดยใช้เนยแบบผสมหรือมากรีนแทน อาจทำให้กลิ่น รสชาติเปลี่ยนไป และมีผลต่อปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในผลิตภัณฑ์คุกกี้หากใช้สัดส่วนแป้งมันจาวมะพร้าวตามคำแนะนำ เมื่อพิจารณาต้นทุน พบว่า มีต้นทุนสูงกว่าแป้งสาลี โดยแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าวมีต้นทุน 112.5 บ./กก. ดังนั้น การทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากมันจาวมะพร้าวควรพิจารณากลุ่มลูกค้าที่เน้นเพื่อสุขภาพ

การใช้ประโยชน์จากหัวมันจาวมะพร้าวขนาดใหญ่หรือหัวที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดโดยนำมาผลิตเป็นแป้งฟลาวมันจาวมะพร้าว มีการเก็บรักษาที่เหมาะสมและนำมาทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น คุกกี้ จะเป็นการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว และช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันจาวมะพร้าวอีกทางหนึ่งด้วย

Table 6 Resistant starch (RS) content in cookies made from wheat flour and cookies made from wheat mixed with *D. alata* flour

Treatment	RS content(%)
Cookies made from wheat flour	0.24
Cookies made from wheat mixed with <i>D. alata</i> flour (wheat flour : <i>D. alata</i> flour = 50 : 50)	11.65
t-test	58.23**

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแป้งพลาสมันจาวมะพร้าว อายุการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำแป้งพลาสมันจาวมะพร้าวมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย พบว่า แป้งพลาสมันจาวมะพร้าว มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อยสูง 54.25% มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ไม่มีกลูเตน บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาแป้งพลาจากมันจาวมะพร้าวคือถุง AF เมื่อเก็บรักษาในถุง AF นาน 6 เดือนสามารถรักษาคุณสมบัติของแป้งพลาได้ดีที่สุด โดยมีค่าความชื้น a_w และปริมาณ AFB1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับถุง PE และ LLDPE สามารถใช้แป้งพลาสมันจาวมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยได้สูงสุด 50% โดยที่ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากแป้งสาลี คุกกี้ที่ได้ มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อยสูงกว่าคุกกี้จากแป้งสาลี 48.54 เท่า แป้งพลาสมันจาวมะพร้าวจึงเป็นวัตถุดิบที่ดีในการเพิ่มปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

เอกสารอ้างอิง

ศุภจิรา สุขบุญญสถิตย์ บุษยา เรืองศักดิ์ วาฑิตย ศรีทอง และโสภิตา เชื้อชุดทด. 2560. ผลของการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้. แก่นเกษตร. 45(พิเศษ 1): 1060-1065.

ธนากร รติธรรมธร. 2560. แป้งต้านทานการย่อย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22(1): 166-176.

น้ำฝน ชูพล รุ่งทิพย์ รัตนพล และจินตนา เจริญเนตรกุล. 2566. การใช้แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้. วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 42(2): 124-133.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414. 2563. เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. หน้า 17-18. ใน: ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 137 ตอนพิเศษ 118 ง. แหล่งข้อมูล: www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2563/E/118/T_0017.PDF. สืบค้น: 25 มีนาคม 2567.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. วิธีการประเมินความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 268 หน้า.

ภคศจี คงศีล. 2565. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชหัวสกุลกลอย (*Dioscorea* sp.) เพื่อความมั่นคงทางอาหาร. ใน: รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 121 หน้า.

รัตนภรณ์ กุลชาติ ศศิธร ประพรม รัชนิวรรณ ชูเชิด และสุพจน์ สัตยากุล. 2566. มันจาวมะพร้าวพืชอัตลักษณ์จังหวัดชัยภูมิ. กลีกร. 96(4): 32-36.

รุจิรา ปรีชา สุนันทา วงศ์ปิยชน และงามชื่น คงเสรี. 2543. การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้. หน้า 553-607. ใน: รายงานการวิจัยชุดโครงการวิจัยข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2546. Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. แหล่งข้อมูล: <http://www.phtnet.org/2003/09/26/>. สืบค้น: 25 มีนาคม 2567.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง. ใน: เอกสารมอกที่ 274-2521. สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม.

อริสรา รอดมัย และอรอุมา จิตรวโรภาส. 2549. การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีบางส่วน. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1): 37-43.

Al-Dmoor, H. 2013. Correlation study between volume and overall acceptability of cake with properties of hard wheat flour. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 8(2): 149-155.

- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition, AOAC, Washington DC.
- Englyst, H.N., S.M. Kingman and J.H. Cummings. 1992. Classification and measurements of nutritionally important starch fraction. *European Journal of Clinical Nutrition*. 46(Suppl 2): S33-50.
- Gibson, T.S., V.A Solah and B.V. McCleary. 1997. A procedure to measure amylose in cereal starches and flours with concanavalin A. *Journal of Cereal Science*. 25(2): 111-119.
- Goswami, T.K. and S. Mangaraj. 2011. Advances in polymeric materials for modified atmosphere packaging (MAP). pp. 163-242. In: *Multifunctional and Nanoreinforced Polymers for Food Packaging*. Woodhead Publishing.
- Guo, L., H. Chen, Y. Zhang, S. Yan, X. Chen and X. Gao. 2023. Starch granules and their size distribution in wheat: Biosynthesis, physicochemical properties and their effect on flour-based food systems. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 21: 4172-4186.
- He, Z.H., A.H. Liu, R. J. Peña and S. Rajaram. 2003. Suitability of Chinese wheat cultivars for production of northern style Chinese steamed bread. *Euphytica*. 131(2): 155-163.
- Lamberti, M. and F. Escher. 2007. Aluminum foil as a food packaging material in comparison with other materials. *Food Reviews International*. 23(4): 407-433.
- Li, M. and T.C. Lee. 1996. Effect of cysteine on the functional properties and microstructures of wheat flour extrudates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44(7): 1871-1880.
- Marynin, A., V. Pasichny, S. Litvynchuk, L. Khomichak, I. Kuznietsova and S. Vysotska. 2021. Influence of water activity on the properties of wheat flour. *Ukrainian Food Journal*. 10(2): 375-386.
- McCleary, B.V. and D.A. Monaghan. 2002. Measurement of resistant starch. *Journal of AOAC International*. 85(3): 665-675.
- Mouritsen, O.G. 2015. The science of taste. *Flavour*. 4: 1-2.
- Ngoma, K., M.E. Mashau and H. Silungwe. 2019. Physicochemical and functional properties of chemically pretreated Ndou sweet potato flour. *International Journal of Food Science*. 2019(1): 4158213.
- Raleng, A., M. Ramarathinam and A. Mishra. 2014. Effect of packaging materials on storage stability of protein rich flour from deoiled sesame cake. *International Journal of Advanced Research*. 2(12): 248-254.
- Ratnasari, D., N. Rustanti, F. Arifan and D. Afifah. 2018. The effects of treatments on batu banana flour and percentage of wheat substitution on the resistant starch, in vitro starch digestibility content and palatability of cookies made with banana (*Musa balisiana* Colla) flour. pp. 1-8. In: *IOP conference series: Earth and environmental science*, 3rd international conference on tropical and coastal region eco development 2017. 2-4 October 2017, Yogyakarta, Indonesia. 116 p.
- Richard, J.L. 2007. Some major mycotoxins and their mycotoxicosis-An overview. *International Journal of Food Microbiology*. 119(1-2): 3-10.
- Sullivan, D.M. and D.E. Carpenter. 1993. Method of analysis for nutrition labeling. AOAC International, Arlington. 624 p.
- Takeda, Y., S. Hizukuri and B.O. Juliano. 1987. Structure rice amylopectins with low and high affinities for iodine. *Carbohydrate Research*. 168(1): 79-88.
- Tamanna, N. and N. Mahmood. 2015. Food processing and Maillard reaction products: Effect on human health and nutrition. *International Journal of Food Science*. 2015(1): 526762.
- Wieser, H., P. Koehler and K.A. Scherf. 2020. Principles of wheat hypersensitivities. pp. 149-159. In: *Wheat - An Exceptional Crop: botanical features, chemistry, utilization, nutritional and health aspects*. Elsevier.