

การศึกษาปริมาณเห็ดนางฟ้าที่เสริมลงไปในผลิตภัณฑ์บราวนี่

Study of the Appropriate Amount of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singers in Brownie Product

สินีนารถ สุขทนารักษ์* พชรวรรณ รัตนทรงธรรม และ พัชรลักษณ์ วัฒนไชย

Sineenart Suktanarak* Pacharawan Ratanasongtham and Patcharalak Watanachai

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

*E-mail : sineenart@vru.ac.th Tel. (+66)643973551

(Received 14/07/2025, Revised 05/11/2025, Accepted 13/12/2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมเห็ดนางฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปเห็ดนางฟ้านิยมนำมารับประทานเป็นอาหารคาว แต่ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเห็ดนางฟ้ามาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเบเกอรี่เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาปริมาณเห็ดนางฟ้าที่เสริมลงไปในผลิตภัณฑ์บราวนี่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 20 ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้า (ร้อยละ 0 ร้อยละ 20 ร้อยละ 40 และร้อยละ 60) มีค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความชื้น ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าทุกระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้าส่งผลต่อค่าความแข็งค่าความชื้นและค่า a_w ในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยยิ่งเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความชื้น และค่า a_w มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเห็ดนางฟ้ามีการคายความชื้นออกมาในระหว่างกระบวนการอบและหลังอบ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีความชื้น ค่า a_w สูงขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มลง ส่วนผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 40 มากที่สุด จึงกล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าลงปอร้อยละ 40 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: บราวนี่ เห็ดนางฟ้า ผลิตภัณฑ์อาหาร ลักษณะคุณภาพ

Abstract

This study focuses on the development of a brownie product with added Sajor-caju mushroom. While Sajor-caju mushroom are generally consumed in savory applications. This study seeks to apply Sajor-caju mushroom in a bakery product to diversify the range of existing baked goods that incorporate Sajor-caju mushrooms as an ingredient. The objective was to study the optimal amount of Sajor-caju mushroom at 4 levels (0%, 20%, 40% and 60%). The result showed that the color (L^*) of brownie product with Sajor-caju mushroom at 4 levels were not significant differences ($p>0.05$) while the hardness, moisture content and a_w of brownie product with Sajor-caju mushroom at 4 levels were significant differences ($p\leq 0.05$). The result showed that higher proportion of mushroom led to change in the hardness, moisture content and a_w of the brownie product. The hardness of the brownie tended to decrease as the moisture content and a_w became increased. Due to the Sajor-caju mushroom releasing moisture during and after the baking process. Brownie product has increased moisture content and a_w . Consequently, the texture of the brownie product was softened.

The sensory analysis was conducted using 9-point hedonic scale test. The result showed that most of the panelists accepted the brownie product which added 40% of Sajor-caju mushroom. The overall experimental results of this research indicate that 40% Sajor-caju mushroom is the most suitable level for the brownie product.

Keywords: Brownie, *Sajor-caju* mushroom, Food product, Quality attribute

1. บทนำ

บราวนี่ (Brownie) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการบริโภคทั้งต่างประเทศและในประเทศ สามารถรับประทานร่วมกับเครื่องดื่ม เช่น ชา กาแฟ และนมสดได้ บราวนี่มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม มีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะคล้ายเค้กช็อกโกแลต แต่เนื้อสัมผัสของบราวนี่เมื่อเปรียบเทียบกับเค้ก พบว่า บราวนี่จะมีลักษณะไม่เบาฟูและเนื้อแน่นมากกว่า หน้าของบราวนี่ในปัจจุบันมีหลากหลายแบบ เช่น มีการโรยอัลมอนด์ โรยเม็ดมะม่วงหิมพานต์ไว้บนผิวหน้าเพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน โดยส่วนประกอบของบราวนี่จะประกอบไปด้วยแป้งสาลี เนย ไข่ไก่ น้ำตาล ผงโกโก้ เกลือ ผงฟู และสารเติมแต่งกลิ่นรสเข้าไปอีกเล็กน้อย โดยลักษณะทั่วไปของบราวนี่จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามเนื้อสัมผัส คือ บราวนี่เนื้อเค้ก บราวนี่เนื้อพัค และบราวนี่เนื้อหนึบ โดยบราวนี่เนื้อเค้กจะมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ฟู คล้ายเนื้อเค้ก เนื่องจากการใช้แป้งและผงฟูที่ มากขึ้น จึงทำให้บราวนี่มีโครงสร้างคล้ายเนื้อเค้ก ส่วนบราวนี่เนื้อพัคจะมีลักษณะเนื้อแน่น ชุ่มฉ่ำ เนื่องจากการมีปริมาณไขมันที่สูง และมีการใช้แป้งและผงฟูในปริมาณน้อย ส่วนบราวนี่เนื้อหนึบเป็นบราวนี่เนื้อผสมระหว่างเนื้อพัคและเนื้อเค้ก โดยมีส่วนประกอบของแป้งและไขมันที่สมดุลกัน ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าปริมาณของส่วนประกอบมีผลต่อคุณลักษณะของบราวนี่ ในปัจจุบันนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่ เช่น การใช้แป้งจากปลายข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ บราวนี่ (Chodnakarin et al., 2021) การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เพื่อสุขภาพจากถั่วสามสี โดยนำถั่วสามสี ซึ่งได้แก่ ถั่วขาว ถั่วดำ และถั่วแดง มาทดแทนการใช้แป้งสาลีในบราวนี่ (Boonsean et al., 2021) การพัฒนาบราวนี่ชาเขียวจากแป้งข้าวโอ๊ต โดยนำแป้งจากข้าวโอ๊ตมาทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่ (Thainkhanithikun & Chalermchon, 2019) การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชยันนาพันธุ์ กข.43 หุงสุกทดแทนแป้งสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล (Sirisupjarean et al., 2022) การใช้แป้งมันเทศในการผลิตบราวนี่ พร้อมทั้งเสริมน้ำมันเมล็ดถั่วลิสงในบราวนี่ (Ligamasari et al., 2017) เป็นต้น

เห็ดนางฟ้าเป็นวัตถุดิบทางอาหารชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singers สามารถเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีต้นทุนการผลิตไม่สูงนัก และสามารถปลูกได้ทุกภาค เห็ดนางฟ้ามีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางอาหารด้านโปรตีน และยังมีไขมันต่ำอีกด้วย โดยใน 100 กรัม เห็ดนางฟ้าประกอบไปด้วยพลังงาน 23 กิโลแคลอรี ความชื้นร้อยละ 92.2 ไขมัน 0.07 กรัม เส้นใย 2.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 2.89 กรัม โปรตีน 1.50 กรัม เถ้า 0.73 กรัม แคลเซียม 2 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 68 มิลลิกรัม และไนอาซิน 3.38 มิลลิกรัม (Judprasong et al., 2015) เห็ดนางฟ้านิยมนำมาประกอบเป็นเมนูอาหารหลากหลาย เช่น ต้มยำใส่เห็ด แกงเห็ด ผัดผักใส่เห็ด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำ เห็ดนางฟ้ามาใช้ประโยชน์แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมเห็ดนางฟ้าแผ่นอบกรอบ (Sornsarit et al., 2022) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดหอมจากเห็ดนางฟ้า (Powthong, 2001) การใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนเนื้ออกในผลิตภัณฑ์ไส้อู๋กบ (Phungam et al., 2021) เป็นต้น

จากประโยชน์ของเห็ดนางฟ้าที่กล่าวมาและเห็ดนางฟ้ามักถูกนำไปแปรรูปในผลิตภัณฑ์อาหารคาว ประกอบกับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ในปัจจุบันที่ยังไม่ค่อยมีการพัฒนาทางด้านเนื้อสัมผัสของบราวนี่ ดังนั้น จุดเด่นของงานวิจัยนี้ จึงเป็นการผสมผสานระหว่างวัตถุดิบเห็ดนางฟ้ากับผลิตภัณฑ์บราวนี่ สร้างเนื้อสัมผัสที่แปลกใหม่ให้แก่ผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยนำเห็ดนางฟ้าเสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์บราวนี่ เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ด้านเนื้อสัมผัสและคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์บราวนี่

2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาปริมาณเห็ดนางฟ้าที่เสริมลงไปในการผลิตเค้กบราวน์

ทำผลิตภัณฑ์บราวน์ โดยดัดแปลงสูตรจาก Tantasathien (n.d.) ซึ่งประกอบไปด้วยแป้งสาลีร้อยละ 29.60 เนยจืดร้อยละ 25.19 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 21.41 ไข่ไก่ร้อยละ 16.13 ผงโกโก้ร้อยละ 3.78 น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 3.15 เกลือป่นร้อยละ 0.37 กลิ่นวานิลลาร้อยละ 0.25 และผงฟูร้อยละ 0.12

ขั้นตอนแรกเตรียมเห็ดนางฟ้า โดยนำเห็ดนางฟ้ามาล้างน้ำ ทำความสะอาด ตัดส่วนท้ายออก หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเห็ดนางฟ้าให้ได้ตามน้ำหนักที่กำหนด โดยปริมาณการเสริมเห็ดนางฟ้าลงไปในผลิตภัณฑ์บราวน์จะเสริมลงไปทั้งหมด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตร Control), ร้อยละ 20 ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 ของน้ำหนักทั้งหมด เมื่อชั่งน้ำหนักเห็ดนางฟ้าตามที่กำหนดแล้ว จะหั่นเห็ดนางฟ้าเป็นท่อน โดยให้มีความยาว 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปต้มในอุณหภูมิเดือดเป็นระยะเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำเห็ดนางฟ้ามาแช่น้ำเย็น แล้วนำผ้าขาวบางมาห่อเห็ดนางฟ้า แล้วบีบน้ำออกจากเห็ดนางฟ้า

เตรียมทำบราวน์ โดยนำเนยใส่หม้อแล้วตั้งไฟ โดยใช้อุณหภูมิไฟปานกลางจนกระทั่งเนยละลายละลาย พักให้เนยมีอุณหภูมิต่ำลง นำเห็ดนางฟ้าที่เตรียมไว้ไปแช่ในเนยเป็นระยะเวลา 20 นาที หลังจากนั้นเตรียมส่วนผสมของแห้งซึ่งประกอบไปด้วยแป้งสาลี ผงโกโก้ ผงฟู และเกลือมาร่อนใส่อ่างผสม จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่เป็นของเหลว โดยนำอ่างผสมที่ใส่เห็ดนางฟ้าพร้อมเนยละลายมาเติมน้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ และกลิ่นวานิลลาลงไป ผสมให้เข้ากัน เมื่อส่วนผสมของเหลวเข้ากันดีแล้ว ให้นำส่วนผสมของแห้งที่เตรียมไว้ใส่ลงไปกับส่วนผสมของเหลว เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีแล้ว นำมาเทใส่ในพิมพ์ซิลิโคนซึ่งเป็นพิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยม มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร และยาว 3 เซนติเมตร นำบราวน์ไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที การเทบราวน์ใส่ในพิมพ์ซิลิโคน จะเทลงไปในพิมพ์โดยให้บราวน์มีความสูง 2.5 เซนติเมตร เนื่องจากเมื่ออบเสร็จแล้ว บราวน์จะมีปริมาตรการขยายตัว ภาพขั้นตอนการทำบราวน์เสริมเห็ดนางฟ้า แสดงได้ดัง Figure 1

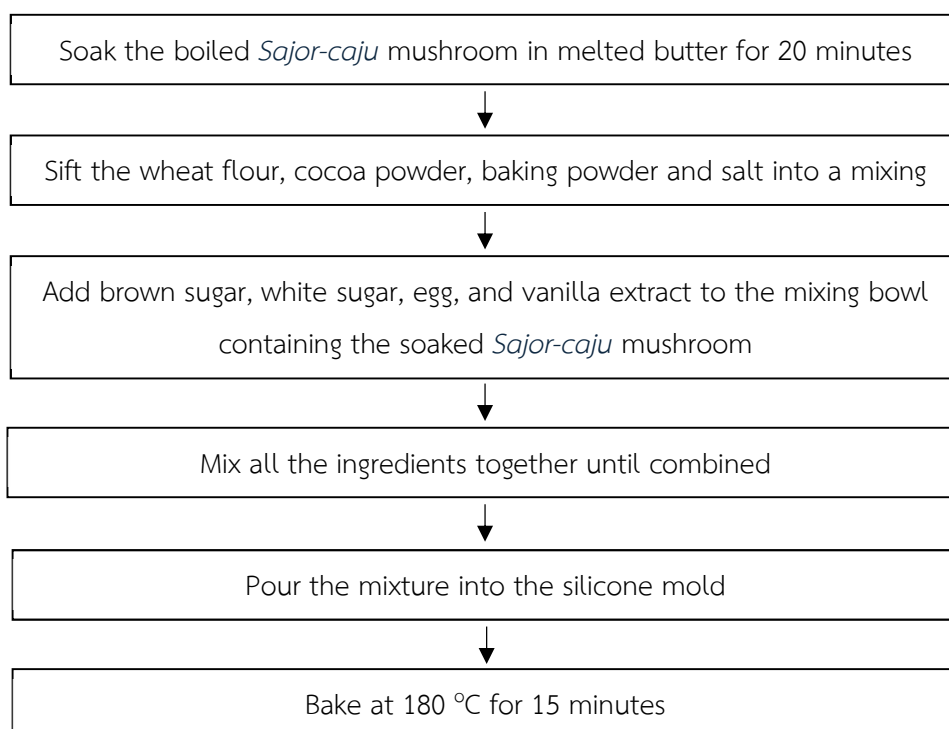


Figure 1 Brownie recipe flow chart

2.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างบรานี้ที่เสริมเห็ดนางฟ้าทั้ง 4 ระดับ (ร้อยละ 0 ร้อยละ 20 ร้อยละ 40 และร้อยละ 60) จะนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยตัวอย่างบรานี้จะถูกบรรจุในถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิด และติดรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว นำมาทดสอบกับผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเป็นอาสาสมัครเพศหญิงหรือชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 21-24 ปี และมีสุขภาพแข็งแรง การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะทดสอบชิมทั้งหมด 2 ซ้ำ ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale Test โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์บรานี้

นำผลิตภัณฑ์บรานี้มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสี เนื้อสัมผัส ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

2.3.1 การวิเคราะห์ค่าสี

นำผลิตภัณฑ์บรานี้มาวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง Colorimeter รุ่น CR-10 Plus (Minolta, Japan) โดยค่าสีที่วัดได้ จะแสดงผลออกมาในค่า L^* a^* และ b^* โดย L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100) ค่า a^* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+สีแดง, -สีเขียว) และค่า b^* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+สีเหลือง, -สีน้ำเงิน) การวัดค่าสีตัวอย่าง จะวัดที่ด้านบนของผลิตภัณฑ์บรานี้ ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

2.3.2 การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์บรานี้มาวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น CT3 (Brookfield, USA) โดยใช้หัววัดรูปทรงกระบอก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.1 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร สำหรับสภาวะในการวัด คือ มีความเร็วในการเคลื่อนที่ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงไปเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส จะถูกวัดออกมาเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

2.3.3 การวัดค่าความชื้น

นำผลิตภัณฑ์บรานี้มาบดให้ละเอียด จากนั้นวัดค่าความชื้นด้วยเครื่อง Moisture Analyzer รุ่น MA35 (Balance, German) ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

2.3.4 การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

นำผลิตภัณฑ์บรานี้มาบดให้ละเอียด จากนั้นวัดค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water Activity Meter รุ่น LabSwift-AW (Novasina, USA) ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จะวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Random Complete Block Design, RCBD) ส่วนข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์คุณภาพด้านสี เนื้อสัมผัส ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomize Design, CRD) จากนั้น นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บรานี้ที่เสริมเห็ดนางฟ้าลงไป 4 ระดับ (ร้อยละ 0 ร้อยละ 20 ร้อยละ 40 และร้อยละ 60) แสดงได้ดัง Table 1 จากตารางพบว่า ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์บรานี้ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 0 และร้อยละ 60 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยยิ่งเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อพิจารณา Figure 2 ซึ่งเป็นรูปผลิตภัณฑ์บรานี้

จะเห็นได้ว่า Figure 2(d) มีลักษณะแตกต่างกับ Figure 2(a) โดยผิวด้านบนของบราวนี่ Figure 2(a) มีลักษณะเรียบเนียนและฟูกว่าบราวนี่ Figure 2(d) ซึ่งผลการทดลองไม่สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่จากแป้งถั่วแดงเสริมเวย์โปรตีน โดยเสริมเวย์โปรตีนทั้งหมด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, ร้อยละ 4, ร้อยละ 6, ร้อยละ 8 และ ร้อยละ 10 ตามลำดับ พบว่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสมีค่าสูงเมื่อเพิ่มเวย์โปรตีนถึงร้อยละ 6 หลังจากนั้น คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มเวย์โปรตีนถึงร้อยละ 8 และร้อยละ 10 เนื่องจากโปรตีนมีคุณสมบัติช่วยให้เกิดโฟม ทำให้ส่วนผสมต่างๆ กระจายตัวได้ดี และโปรตีนยังไปจับกับโครงสร้างไขมันและช่วยกระจายตัวอยู่ในส่วนผสม ซึ่งในขณะตีส่วนผสมส่วนของบราวนี่ ไขมันจะช่วยเก็บอากาศไว้ในโครงสร้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีลักษณะปรากฏที่ขึ้นฟูมากขึ้น (Chuinum et al., 2024) แต่ในงานวิจัยนี้ พบว่า ยิ่งเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น บราวนี่มีลักษณะไม่ขึ้นฟู (Figure 2) ทั้งที่เห็ดนางฟ้าก็เป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนเช่นกัน แต่เนื่องจากเห็ดนางฟ้าเป็นวัตถุดิบสดที่มีความชื้นค่อนข้างสูง จึงส่งผลต่อการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์บราวนี่

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านกลิ่น (Table 1) พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตร Control มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้าจะส่งผลต่อค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่า มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้าลงไปในผลิตภัณฑ์บราวนี่ส่งผลให้กลิ่นของเห็ดนางฟ้าไปบดบังกลิ่นของผงโกโก้และกลิ่นวานิลลา ทำให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีกลิ่นของเห็ดนางฟ้าด้วย

Table 1 Sensory score of brownie product with added Sajor-caju mushroom at 4 levels

Properties	Sajor-caju mushroom			
	Control	20%	40%	60%
Appearance	7.95±1.15 ^a	7.85±0.85 ^a	7.09±0.94 ^b	5.95±0.86 ^c
Color ^{ns}	8.00±0.54	7.90±0.62	7.85±0.96	7.61±0.86
Odor	7.71±0.64 ^a	8.00±0.77 ^a	7.23±0.76 ^b	6.62±0.66 ^c
Taste	7.52±0.51 ^b	7.42±0.81 ^b	8.61±0.74 ^a	6.85±0.91 ^c
Texture	6.90±0.76 ^c	7.57±0.92 ^b	8.33±0.85 ^a	6.67±0.85 ^c
Overall acceptance	7.33±0.79 ^b	7.57±0.81 ^b	8.61±0.74 ^a	6.76±0.76 ^c

Note: ^{a,b,c} Means with different letters in each row are significantly different ($p < 0.05$)

^{ns} Means are not significantly different ($p > 0.05$)

Table 2 Moisture content, water activity, hardness and color of brownie product with added Sajor-caju mushroom at 4 levels

Properties	Sajor-caju mushroom			
	Control	20%	40%	60%
L* ^{ns}	33.50±0.34	33.36±0.93	32.16±0.65	32.80±1.22
a*	2.63±0.16 ^a	2.53±0.41 ^{ab}	2.40±0.11 ^{ab}	2.25±0.19 ^b
b* ^{ns}	1.70±0.58	1.47±0.11	1.69±0.13	1.42±0.20
Hardness (g)	10022.44±1171.76 ^a	6535.55±977.20 ^b	4894.60±1216.91 ^c	4689.33±632.77 ^c
Moisture content (%)	11.44±0.56 ^d	14.94±0.98 ^c	20.07±0.55 ^b	24.13±0.07 ^a
a _w	0.70±0.01 ^d	0.75±0.14 ^c	0.87±0.01 ^b	0.89±0.05 ^a

Note: ^{a,b,c} Means with different letters in each row are significantly different ($p < 0.05$)

^{ns} Means are not significantly different ($p > 0.05$)

ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสี (Table 1) พบว่า ผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่มีปริมาณการเสริมเห็ดในแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ใน Table 2 พบว่า ค่า L^* ของผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ค่า a^* สูตร Control และผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 60 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยปริมาณการเสริมเห็ดนางฟ้าไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะความชอบของผู้ทดสอบชิมในด้านสีของผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ และบราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าในแต่ละระดับมีปริมาณผงโกโก้เท่ากันทุกสูตร ซึ่งผงโกโก้ทำให้บราวนี่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลคล้ำ นอกจากนี้ การเกิดสีน้ำตาลในผลผลิตภัณฑ์บราวนี่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งน้ำตาลและคีโตทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน เช่น เอมีน โปรตีน โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดเมลานอยดิน (Melanoidins) ซึ่งเป็นสารสีน้ำตาล และในกระบวนการทำผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ได้มีการใช้น้ำตาล แป้งสาลี เป็นส่วนประกอบและใช้ความร้อนในการอบบราวนี่ จึงส่งผลให้บราวนี่เป็นสีน้ำตาลเหมือนกัน ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม (Table 1) พบว่า ผลผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตร Control และผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 60 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น จนกระทั่งปริมาณการเสริมเห็ดนางฟ้าถึงร้อยละ 60 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลง โดยจะเห็นได้ว่า การเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้าในผลผลิตภัณฑ์บราวนี่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้งในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อพิจารณาภาพรวมของ Table 1 ทั้งหมด พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 40 มากที่สุด

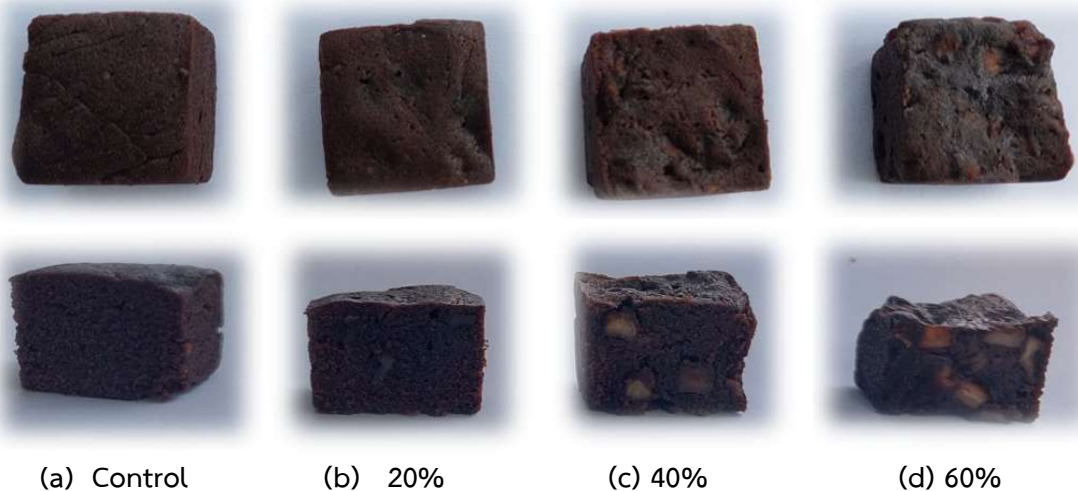


Figure 2 brownie product added *Sajor-caju* mushroom at 4 levels

เมื่อพิจารณาค่า Hardness ค่าความชื้นและค่า aw (Table 2) พบว่า ค่า Hardness ค่าความชื้น และค่า aw ของผลผลิตภัณฑ์ บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าที่ 4 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อยิ่งเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น ค่า Hardness มีแนวโน้มลดลง แต่ในขณะเดียวกัน ค่าความชื้นและค่า aw กลับมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าทั้ง 4 ระดับ ใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่เท่ากันจนทำให้ผลผลิตภัณฑ์บราวนี่สุก แต่ผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้ามีลักษณะปรากฏที่ด้านบนไม่เรียบและยุบตัวตรงกลางด้านบนหน้าของบราวนี่ (Figure 2) ซึ่งในระหว่างการอบ ความชื้นที่อยู่ในผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ได้รับความร้อนจากเตาอบเกิดการระเหยตัวออกจากผลผลิตภัณฑ์บราวนี่ การระเหยของน้ำออกมาจากผลผลิตภัณฑ์บราวนี่จะไปดันโครงสร้างของบราวนี่ให้พองตัวมากขึ้น บราวนี่จะมีลักษณะขึ้นฟูหลังจากการอบ ซึ่งโครงสร้างของบราวนี่ของ Figure 2(a) จะมีลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า Figure 2(d) สังเกตได้จากค่า Hardness ใน Table 2 ที่มีค่าสูงกว่าบราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าที่ระดับอื่นๆ ถ้าโครงสร้างของบราวนี่มีความแข็งแรง ก็จะสามารถคงตัวขนาดของบราวนี่เอาไว้ได้ แต่ถ้าบราวนี่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง บราวนี่จะเกิดการยุบตัวลงหลังจากการอบ มีงานวิจัยเรื่องการใช้แป้งข้าวฮางอกทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนา

ผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า การขึ้นฟูของบราวนี่ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งและอนุภาคของแป้งที่ใช้ด้วย โดยเมื่อเปรียบเทียบขนาดของอนุภาคแป้งข้างฮางอกที่ขนาด 60 mesh, 80 mesh และ 100 mesh พบว่า ขนาดอนุภาค 60 mesh ให้ลักษณะการขึ้นฟูหลังการอบน้อยกว่าขนาดอนุภาค 80 mesh และ 100 mesh และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแป้งข้างฮางอกกับแป้งสาลี ก็พบว่า แป้งสาลีให้ลักษณะการขึ้นฟูสูงสุด (Khaenok et al., 2022) นอกจากนี้ Fernandes and Salas-Mellado (2017) ได้ศึกษาการใช้เมือกจากเมล็ดเจียทดแทนไขมันผลิตภัณฑ์ขนมปังและเค้ก ก็พบว่า ยิ่งลดปริมาณไขมันและเพิ่มเมือกจากเมล็ดเจียมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรลดลง จึงกล่าวได้ว่าการที่ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีการคงปริมาตรอยู่ได้ ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันด้วย โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้แป้งสาลีและไขมันจากเนยจืดในปริมาณเท่ากันทุกสูตร แต่จะแตกต่างที่ปริมาณเห็ดนางฟ้าที่เสริมลงไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเห็ดนางฟ้าที่เสริมในบราวนี่เกิดการคายความชื้นสู่ในตัวบราวนี่หลังการอบ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีเนื้อสัมผัสนุ่มลงและการคายความชื้นของเห็ดนางฟ้าทำให้ทำให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีความชื้นเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณา Figure 2 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 60 มีผิวหน้าดูฉ่ำและไม่ฟูมากกว่าสูตรอื่น ๆ

4. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมเห็ดนางฟ้า 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, ร้อยละ 20, ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 จากการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับสูงสุด คือ บราวนี่ที่เสริมเห็ดนางฟ้าร้อยละ 40 ยิ่งเพิ่มปริมาณเสริมเห็ดนางฟ้าสูงกว่าร้อยละ 40 พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มที่จะลดน้อยลงในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการเสริมเห็ดนางฟ้าเข้าไปในผลิตภัณฑ์บราวนี่จะสร้างเนื้อสัมผัสที่แปลกใหม่ แต่ยิ่งเพิ่มปริมาณเห็ดนางฟ้ามากขึ้น เห็ดนางฟ้าเกิดการคายความชื้นลงสู่ตัวแป้งผลิตภัณฑ์บราวนี่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีความชื้นเพิ่มมากขึ้น เนื้อสัมผัสนุ่มลง และปริมาตรของบราวนี่ไม่ขึ้นฟู ซึ่งประโยชน์จากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำเห็ดนางฟ้าที่นิยมรับประทานเป็นอาหารความประยูกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ซึ่งเป็นแนวทางที่จะนำเห็ดนางฟ้าไปประยูกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารอื่น และข้อเสนอแนะจากงานวิจัยในครั้งนี้คือ การศึกษาอายุการเก็บรักษา เนื่องจากเห็ดนางฟ้ามีโอกาสที่จะเกิดการคายความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาได้ ดังนั้น แนวทางการพัฒนาในอนาคตจะเป็นการศึกษาการนำเห็ดนางฟ้าในรูปแบบที่ผ่านการอบแห้งไปประยูกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น

5. เอกสารอ้างอิง

- Boonsean, S., Boonbai, N. & Poonyim, S., Sirisubjareon, A., Ngamnikom, P., & Surin, S. (2021). Development of healthy brownie from three colored beans. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 20(1), 30-39. [in Thai]
- Chodnakarin, A., Phugan, P., Inket, S., Sam-ang, P., & Jansukon, E. (2021). Effects of wheat flour substitution with Hom Nin broken rice flour on quality changes of brownie. *Christian University Journal*, 27(1), 84-96. [in Thai]
- Chuinum, C., Saetan, K., & Kangsanant, S. (2024). Product development of red bean brownies fortified with whey protein. In *The 8th National Conference on Science and Technology 2023 and The 1st International Conference on Science and Technology 2023*, (pp. 265-272). <https://ird.skru.ac.th/RMS/file/79934.pdf> [in Thai]
- Fernandes, S. S., & Salas-Mellado, M. de las M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*, 227, 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>
- Judprasong, K., Puwastein, P., Rojroongwasinkul, N., Nititihamyong, A., Sridonpai, P., & Somjai, A. (2015). *Thai food composition database* (Online version 2). Institute of Nutrition, Mahidol University. <https://inmu.mahidol.ac.th/thaifcd/home> [in Thai]
- Khaenok, C., Lumpay, W., Prommakool, A., & Sirijariyawat, A. (2022). The development of gluten-free brownies from parboiled germinated brown rice flour. *Burapha Science Journal*, 27(2), 1393-1406. [in Thai]

- Ligarnasari, I.P., Anam, C., & Sanjaya, A.P. (2017). Physical, chemical and sensory properties of brownies substituted with sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.) with addition of black cumin oil (*Nigella sativa* L.). In *International symposium on food and agro-biodiversity (ISFA) Proceedings* (pp. 1–7). Semarang, Indonesia.
- Phungam, N., Settapramote, N., Maikhamun, K., & Yindeeram, W. (2021). Effect of substitute with phoenix mushroom to physical-chemical quality of Sai Aua Kob product. *Agriculture & Technology RMUTI Journal*, 21(1), 63-71. [in Thai]
- Powthong, N. (2001). Development of flavor-shredded mushroom from Indian oyster mushroom. [Master's thesis, Kasetsart University].
- Sirisupjarean, A., Kubglomsong, S., & Sinsuwan, S. (2022). Development of brownie using Chai Nat RD 43 cooked rice as a substitute for wheat flour and sweetener Sucralose as a Substitute for sugar. *PBRU Science Journal*, 19(2), 82-99. [in Thai]
- Somsanit, K., Arla, A.I., & Riangmoo, A. (2022). Development of crispy fermented oyster-mushroom. In *The 14th NPRU National Academic Conference* (pp.195-202). Nakhon Pathom Rajabhat University.
<https://publication.npru.ac.th/jspui/bitstream/123456789/1603/1/npru-23.pdf>. [in Thai]
- Tantasathien, P. (n.d.). Blondies. Phol Food Mafia. <https://shorturl.asia/UwRyM>
- Thainkhanithikun, T., & Chalermchon, S. (2019). Development of oat flour brownie green tea product. *Academic Journal of Science and Applied Science*, 2, 75-82. [in Thai]