



บุกแผ่นผสมไข่ผ่าปรุรต

คณะผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------------|-----------|-------------------|
| 1. นางสาวปานทิพย์ | แท้สี | มัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| 2. เด็กหญิงกิตติการณ์ | พันธ์ชื่อ | มัธยมศึกษาปีที่ 2 |
| 3. นายหญาแม่ | เชือกอง | มัธยมศึกษาปีที่ 2 |

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

นางนิภาพร เกิดไทย

นางสาวสมฤทัย ไชยจันทร์

โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร

ร่วมส่งผลงานด้านนวัตกรรมอาหาร “โครงการนวัตกรรมอาหารยั่งยืน”

พัฒนาความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิดเพื่อสร้างสรรค์อาหารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) บุกแผ่นผสมไข่ผำปรุงรส

(ภาษาอังกฤษ) Seasoned Konjak Mix with Wolffia Sheet

2. คำสำคัญ (Keywords)

(ภาษาไทย) บุก ไข่ผำ บุกแผ่น

(ภาษาอังกฤษ) Konjak Wolffia Konjak Sheet

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการ

2.1 แผนการดำเนินงาน

2.1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับอาหารสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ลดน้ำตาลและเพิ่มโปรตีนจากพืชการแสวงหาอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงแต่ให้พลังงานต่ำจึงเป็นแนวโน้มสำคัญ“บุก”(Glucomannan)เป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่มีแคลอรีต่ำอุดมไปด้วยใยอาหารช่วยในการควบคุมน้ำหนัก และลดระดับคอเลสเตอรอล ขณะที่ “ไข่ผำ” (Wolffia globosa) เป็นพืชน้ำจืดที่อุดมไปด้วยโปรตีน คุณภาพสูง วิตามิน และสารต้านอนุมูลอิสระ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ “บุกแผ่นผสมไข่ผำปรุงรส” จึงเป็นแนวทางนวัตกรรมอาหารที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ต้องการอาหารทานเล่น หรืออาหารว่างที่ดีต่อสุขภาพ มีคุณค่าทางอาหารสูง ย่อยง่าย และเหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย รวมถึงผู้ที่รับประทานอาหารเจหรือมังสวิรัต และสามารถพกพาได้สะดวก โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

2.1.2 โครงการนี้ตอบโจทย์ความความยั่งยืนและ/หรือ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านใด

☐ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (ลดการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เช่น ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปทางการเกษตร (by-product) มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

☒ การลดระยะทางและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดการขนส่ง ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและกระจายสินค้า

☐ การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต (เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน ระบบบำบัดน้ำเสีย การลดการใช้พลาสติก การใช้พลังงานแสงอาทิตย์)

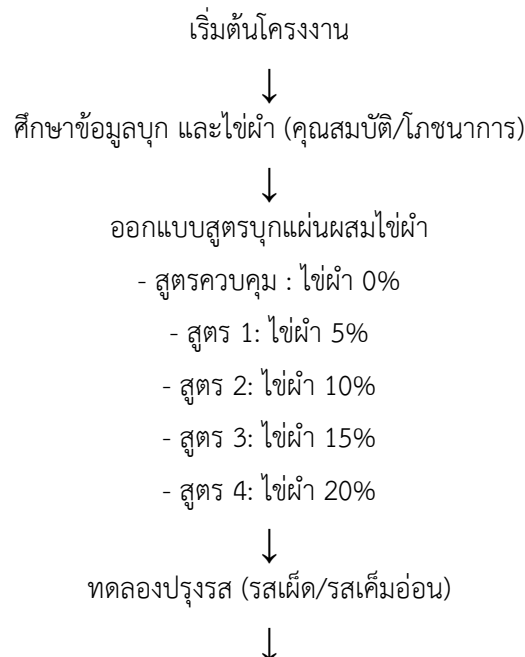
☒ การอนุรักษ์พันธุ์พืชหรือวัตถุดิบในพื้นที่

☒ การสร้างอาชีพและเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เช่น สร้างรายได้หมุนเวียนให้กับเกษตรกรและชุมชนในท้องถิ่น

2.1.3 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาแผ่นบุกผสมไข่ฝ่ำที่มีรสชาติและคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารสุขภาพ
- 2) เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการผสมไข่ฝ่ำในบุกแผ่นและอัตราส่วนของการปรุงรส
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อรสชาติ เนื้อสัมผัสและสุนทรีภาพของผลิตภัณฑ์

4) กรอบการทดลอง



ทดสอบคุณสมบัติกายภาพและโภชนาการ

- สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส



สำรวจความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภค



วิเคราะห์ผล สรุปข้อมูล



พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

5) แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานการทดลอง

แนวคิดพื้นฐาน:

การนำวัตถุดิบท้องถิ่นอย่างบุกและไข่ฝ้ามามผสมผสานเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพแบบใหม่ โดยคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร รสชาติ และความสะดวกในการบริโภค

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง:

- 1) ความรู้เกี่ยวกับบุกและการทำบุกแผ่น
- 2) ความรู้เกี่ยวกับไข่ฝ้าและการทำไข่ฝ้าอบแห้ง
- 3) หลักการของ Sensory Evaluation: การประเมินจากประสาทสัมผัส (สี, กลิ่น, รส, เนื้อสัมผัส)

1) ความรู้เกี่ยวกับบุกและการทำบุกแผ่น

บุก (Konjac) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Amorphophallus spp.* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Araceae จัดเป็นพืชอาหารและสมุนไพร บุกแพร่กระจายพันธุ์อยู่ในภูมิภาคเขตร้อนของทวีปเอเชีย แอฟริกา และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของทวีปออสเตรเลีย ไปจนถึงเขตอบอุ่นตอนกลางของประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น และไทย ในประเทศ ญี่ปุ่น และจีนตอนใต้มีการปลูกบุกเชิงพาณิชย์ ซึ่งได้ปรับปรุงพันธุ์บุก (*A. Konjac* หรือ *A. (cn)*) และพัฒนาวิธีการผลิตผงบุกและผลิตภัณฑ์จากผงบุกเชิงการค้า บุก ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยมีถึง 16 พันธุ์ มีอยู่ 3 พันธุ์ที่มีกลูโคแมนแนนซึ่งเป็น โยอาหารสำคัญทางการค้า ได้แก่ *A. oncophyllus*, *A. kani* และ *A. corrugatus* โดยเฉพาะสายพันธุ์บุกไข่ บุกคนโท หรือบุกเนื้อทราย (*A. oncophyllus* Prain ชื่อท้องถิ่น *A. muelleri* Blume) มีปริมาณของกลูโคแมนแนนสูงกว่าบุกที่เจริญเติบโตในประเทศญี่ปุ่นและจีนตอนใต้ เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพทางอุตสาหกรรม บุก เนื้อทรายพบทางภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศ ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย แม่ฮ่องสอน ตาก และกาญจนบุรี (ทิพวัลย์, 2562; เอกชัย, 2557; ชาลีตา และคณะ, 2559)

บุกเป็นพืชล้มลุก (Herbaceous plant) อยู่ใต้ผิวดินได้นานถึง 6 ปี หัวบุก (Corm) มีขนาดใหญ่ สะสมอาหารอยู่ใต้ดิน หัวบุกมีขนาด เล็กหรือใหญ่ตามอายุ ลักษณะกลมแบน บางชนิดมีเปลือกผิวขรุขระ พันธุ์บุกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารคือ บุกไข่หรือบุกเนื้อทรายซึ่งเป็น สายพันธุ์ที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีไข่หรือหัวเล็ก ๆ อยู่ตามลำต้นหรือก้านใบซึ่ง สายพันธุ์อื่น ๆ ไม่มี หัวบุกมีสีเหลืองอมชมพู และขาวเหลือง บุกในปัจจุบัน มีหลากหลายสายพันธุ์ สามารถแบ่งประเภทตามการใช้ประโยชน์ คือ พันธุ์บุกเพื่ออุตสาหกรรมสำหรับผลิตบุกผงกลูโคแมนแนน ได้แก่ บุกไข่หรือบุกเนื้อทราย พันธุ์บุกเพื่ออุตสาหกรรมแป้ง ได้แก่ เท้ายายม่อม พันธุ์บุกสดเพื่อทำอาหารแป้ง ได้แก่ บุกโคราช บุกต่าง พันธุ์บุกใช้ต้น อ่อนเป็นอาหาร ได้แก่ บุกอยุธยา บุกคางคกเขียว คางคกขาว และ บุกที่ใช้ต้นอ่อนและช่อดอกเป็นอาหาร ได้แก่ บุกเตี้ยง บุกลอกกาบ บุกสายน้ำผึ้ง (ทิพวัลย์, 2562; เอกชัย, 2557; สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ ที่ 14 (ตาก), 2561)

ปัจจุบันได้มีการนำหัวบุกหรือแป้งบุกมาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร (เช่น วุ้นเส้นบุก เส้นหมี่แป้งหัวบุก วุ้นบุก ก้อน ขนมอบุก ข้าวเกรียบบุก) เครื่องดื่มรูปแบบต่าง ๆ (เช่น เครื่องดื่มบุกผง) ใช้ในอุตสาหกรรมยา และเครื่องสำอาง รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก ลดความอ้วน และลด ไขมันในเลือดกันอย่างแพร่หลาย (เช่น ผงบุก หรือแคปซูลผงบุก) ซึ่งก็ สามารถลดน้ำหนักได้ในระดับหนึ่ง มีความปลอดภัยต่อร่างกาย เพราะ เมื่อกินแล้วทำให้กินง่าย ระบบขับถ่ายทำงานดีขึ้น ช่วยระบายท้อง และไม่ทำให้อืด (ทิพวัลย์, 2552) นอกจากนี้ ต้นบุกยังใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ สวยงามได้ด้วย โดยนักจัดสวนจะนิยมนำมาปลูกประดับตามให้ร่มเงา ของไม้ยืนต้น ปลูกใส่กระถางเป็นไม้ประดับทั่วไป หรือปลูกไว้ชาย เพื่อเพิ่มรายได้สำหรับเกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บุกชนิดที่มีหัวเล็ก ใบกว้าง ที่มีชื่อว่า “บุกเงินบุกทอง” ซึ่งเป็นที่นิยมของนักเล่นว่านมีทั้งต้น สีเขียวและสีแดง และมีราคาสูงอยู่พอสมควร (นิจศิริ และคณะ, 2556)

หัวบุกประกอบด้วยกลูโคแมนแนน (Glucomannan) ซึ่งเรียกในภาษาญี่ปุ่นว่า Konjac เป็นใยอาหารธรรมชาติที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (Ultra-high molecular weight polysaccharide) ประมาณ 2,000,000 ดัลตัน สามารถสกัดผงบุกได้จากหัวใต้ดิน โดยผ่านขั้นตอนการล้าง และสกัดสารพิษต่าง ๆ ออก โดยเฉพาะสารที่ทำให้เกิดอาการคันคอ หรือระคายเคืองในระบบทางเดินอาหาร ทำแห้งแล้วบดเป็นผงละเอียดจะได้ผงบุก (อุษาพร, 2556; เอกชัย, 2557) หัวบุกสดของไทยแปรรูปเป็นบุกแห้ง และสกัดแยกได้ผงบุกกลูโคแมนแนนประมาณร้อยละ 50 - 70 ของน้ำหนักบุกแห้ง ปริมาณขึ้นกับสายพันธุ์และอายุของหัวบุกที่นำมาแปรรูป ผงบุกที่สกัดได้มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองคล้ายเม็ดทราย และมีสีน้ำตาลอมเหลืองขาว (สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 14 (ตาก), 2561) โดยทั่วไปผงบุกประกอบด้วยกลูโคแมนแนนประมาณร้อยละ 49-60 แป้ง (Starch) ร้อยละ 10-30 เยื่อใยร้อยละ 2-5 โปรตีนร้อยละ 5-14 น้ำตาลรีดิซร้อยละ 3-5 แร่ธาตุต่าง ๆ (Sulfate, Chloride) ออกซาเลต (Calcium oxalate) และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ปริมาณขององค์ประกอบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์บุก (Khanna and Tester, 2000) กลูโคแมนแนน เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) โครงสร้างของกลูโคแมนแนนจัดเป็นเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ที่ประกอบด้วย น้ำตาลสองชนิด ได้แก่ กลูโคส (Glucose) และแมนโนส (Mannose) ในอัตราส่วน 2:3 ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วย พันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่ง β -1,4 และมีหมู่แอซิติล (Acetyl group) กระจายอยู่ทั่วไปบนสายโมเลกุลของกลูโคแมนแนนประมาณร้อยละ 5-10 กลูโคแมนแนนมีคุณสมบัติต่างจากพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดอื่น

คือ เมื่อละลายน้ำที่อุณหภูมิห้องจะพองตัวและดูดน้ำได้ 150-200 เท่า จะได้สารละลายที่มีลักษณะเป็นเจลที่ข้นหนืด (เอกชัย, 2557; Chuo et al., 2012)

คุณสมบัติของกลูโคแมนแนน

กลูโคแมนแนน เป็นใยอาหารธรรมชาติ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงที่เอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงเพิ่มกากใยแต่ ไม่เพิ่มพลังงาน และปริมาณน้ำตาลให้แก่ร่างกาย กลูโคแมนแนนจากบุกมีโครงสร้างโมเลกุลที่ใหญ่ ช่วยในการสร้างความข้นหนืดทำให้ไม่ต้องเติม น้ำตาลและสารก่อเจลดอื่นๆ มาก ทำให้ชะลอการดูดซึมของน้ำตาลหรือไขมันผ่านลำไส้ ทำให้ รู้สึกอิ่มนาน ไม่ให้พลังงาน ลดภาวะน้ำหนักเกิน อีกทั้งมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (Prebiotics) จุลินทรีย์ก่อโรคในลำไส้ไม่สามารถนำไปใช้ เป็นแหล่งอาหารได้ และช่วยส่งเสริมการเจริญ ของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในร่างกาย เช่น Bifidobacteria รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขับถ่ายของระบบลำไส้ จึงเหมาะสำหรับ การพัฒนาอาหารสุขภาพและอาหารสำหรับ ผู้สูงวัย (อุษาพร, 2556; ชาลีตา และคณะ, 2559; Chiu and Stewart, 2012;; Chua et al., 2012; Harmayani et al., 2014) โมเลกุลของกลูโคแมนแนนมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีมาก เมื่อละลายน้ำที่อุณหภูมิ ห้องจะพองตัว และขยายตัวได้ 150-200 เท่าทำให้สารละลายมีลักษณะเป็นเจลที่มีความหนืด สูงมากที่สุดในกลุ่มใยอาหารสามารถทำให้เกิด เจลที่คงตัวต่อความร้อนได้ (Thermoirreversible gel) กลูโคแมนแนนจากบุกจึงถูกนำไปใช้ เพื่อ เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) โดยมี วัตถุประสงค์ คือเป็น สารทำให้เกิดเจล (Gelling agent) อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifying agent) สารให้ความข้นหนืด (Thickening agent) สารทำให้เกิดฟิล์ม (Film forming agent) สารทำให้ คงตัว (Stabilizing agent) เป็นแหล่งใยอาหารชนิด ละลายน้ำ (Water soluble dietary fiber)

กลูโคแมนแนนถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ อาหารหลากหลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery) เครื่องดื่มผลิตภัณฑ์นม ลูกกวาดและ ขนมหวาน ซอส น้ำสลัด ซุป และน้ำเกรวี่ อาหาร ขบเคี้ยว อาหารแช่เยือกแข็ง หรือแช่เย็น ปัจจุบัน จึงมีการนำคาราจีแนน แชนแทนกัม และผงบุก มาเป็นสารช่วยทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์แยม และเจลลี่ หรือใช้ร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์บาง ชนิด เช่น เจลาติน คาราจีแนน ทำให้ได้เจล ที่มีความยืดหยุ่นดี รวมทั้งใช้เป็นสารทดแทน ไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อลดไขมันเช่น แอม ไส้กรอก ลูกชิ้นเนื้อ มีทโลฟ (Meat loaves) หมูยอ เนื้อปลาบดแปรรูป (Surimi) เป็นต้น(ภัทราภรณ์ และคณะ, 2562; Jiménez-Colmenero et al., 2013) ในประเทศญี่ปุ่นมีการนำกลูโคแมนแนนมาใช้ร่วมกับคาราจีแนนไปใช้ ในอุตสาหกรรมการผลิตขนมเยลลี่ เนื่องจากให้เจลที่มีความยืดหยุ่นสูง (เพ็ญญาและคณะ, 2550; ชาลีตา และคณะ, 2559)

บุกไข่หรือบุกเนื้อทราย มีปริมาณกลูโคแมนแนนอยู่ถึงร้อยละ 50-70 โดยน้ำหนักหัวแห้ง ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้ (ชาลีตา และคณะ, 2559; สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 14 (ตาก), 2561; Kato and Matsuda, 1969) ทางกรมแพทย์มีรายงานยืนยันถึงคุณประโยชน์ของกลูโคแมนแนน ต่อสุขภาพมนุษย์ (เพ็ญญาและคณะ, 2550) ดังนี้

- 1) ควบคุมน้ำหนักตัว เนื่องจากร่างกายไม่สามารถย่อยสลายกลูโคแมนแทนได้ จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานให้แก่ร่างกาย และจะคงอยู่ในกระเพาะอาหารได้นาน ทำให้อิ่มเร็วและนาน
- 2) ช่วยลดความอ้วน โดยกลูโคแมนแทนสามารถจับกับไขมัน คาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลที่มากเกินไปจากอาหาร มารวมเป็นโมเลกุลใหญ่ ทำให้เอนไซม์ในระบบย่อยอาหารไม่สามารถย่อยได้ง่าย ทำให้ร่างกายไม่ดูดซึมเข้าสู่ระบบร่างกายได้
- 3) ลดไขมันในเส้นเลือด โดยกลูโคแมนแทนจะทำปฏิกิริยาเชิงชีวเคมีกับไขมันและโคเรสเตอรอล มีผลในการป้องกันการดูดซึมกลับเข้าไปในเส้นเลือด
- 4) ลดการเกิดเบาหวาน โดยกลูโคแมนแทนสามารถดูดซับโมเลกุลกลูโคส กลายเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้และขับออกมาพร้อมกับกากอาหาร
- 5) ลดการเกิดโรคกระเพาะ โดยกลูโคแมนแทนสามารถทนความเป็นกรดในกระเพาะอาหารได้ และไม่ถูกย่อย ทำให้น้ำย่อยไม่สามารถทำงานได้ปกติ ไม่กัดผนังเยื่อบุกระเพาะจนเกิดแผล และช่วยป้องกันเชื้อโรคอันตรายที่จะเข้ามาสู่ร่างกายได้

การใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมและการผลิตอาหารเสริม (ทิพวัลย์, 2552; ภัทรภรณ์ และคณะ, 2562; Jiménez-Colmenero et al., 2013) เพื่อเพิ่มใยอาหาร เป็นสารทดแทนและลดไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น แฮม ไส้กรอกไขมันต่ำ ไส้กรอกเทียม หมูยอ และไก่ยอเพื่อเป็นสารทำให้เกิดความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์แฮมและยลลี นิยมใช้ร่วมกับสารไฮโดรคอลลอยด์อื่นๆ เช่น คาราจีแนน แชนแทนกัม และเจลาติน เพื่อเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น เช่น ลูกชิ้นปลา ลูกชิ้นเห็ด และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อปรับปรุงกลิ่น รสชาติ และลักษณะบางประการให้ดีขึ้น ในขนมปัง และคุกกี้

2) ความรู้เกี่ยวกับไผ่ดำ

1. คุณสมบัติของไผ่ดำ

ไผ่ดำ มีชื่อสามัญว่า Wolffia, Water meal มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm ปัจจุบันไผ่ดำ ที่พบในสกุล *Wolffia* มีทั้งหมด 16 ชนิด ดังนี้ *W. angusta*, *W. arrhiza*, *W. borealis*, *W. brasiliensis*, *W. Columbiana*, *W. denticulate*, *W. gladiata*, *W. globoas*, *W. hyaline*, *W. lingulata*, *W. microsvopica*, *W. netropica*, *W. oblonga*, *W. reanda*, *W. roanda* และ *W. welwitschii* แต่ที่ปรากฏในประเทศไทยมี 2 ชนิดได้แก่ *Wolffia arrhiza* (L.) wimm และ *Wolffia globosa* (L.) wimm ซึ่งจะมีชื่อที่ใช้เรียกกันเฉพาะตามในภูมิภาคท้องถิ่นของประเทศไทย อาทิเช่น ผำ ไผ่ดำและไผ่แหน นอกจากนี้ในประเทศไทยแล้วจากงานวิจัยอื่นยังพบไผ่ดำในประเทศแถบยุโรปแอฟริกากลาง แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย บราซิล และอินโดนีเซีย ไผ่ดำเป็นพืชขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ สีเขียวขนาดเล็กคล้ายไผ่ปลา มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร ไม่มีราก จัดเป็นพืชตระกูลเดียวกับแหนต่างกันที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก กระจายคลุมเหนือผิวน้ำเป็นแพ ลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ มักเกิดในแหล่งน้ำสะอาดที่เป็นน้ำนิ่ง เช่น ห้วย บึง หนองน้ำ เป็นต้น และพบได้ตามแหล่งน้ำสะอาดเท่านั้น ก่อนจะนำไปปรุงทำอาหารต้องใช้สวิงช้อนขึ้น

มาแล้วล้างให้สะอาด เป็นพืชผักพื้นบ้านที่ชาวบ้านนิยมนำไปประกอบอาหารกันมานานตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น แกง ผัด ไข่เจียว ไข่ตุ๋น หรือใส่เป็นส่วนประกอบของอาหาร เพื่อเพิ่มรสชาติให้มีความหอม มัน อร่อยมากยิ่งขึ้น

2. คุณค่าทางโภชนาการของไข่ผ่า

ไข่ผ่า (Wolffia sp.) กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในฐานะ "Super Food" ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ผู้คนหันมาสนใจในเรื่องของการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ อีกทั้งยังมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่างให้ความสำคัญและส่งเสริมการค้นคว้าเกี่ยวกับไข่ผ่ามากขึ้นไม่ว่าจะเป็นสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ผู้จัดการออนไลน์ , 2566) ที่ได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ให้ศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไข่ผ่า อาทิ โครงการผลิตภัณฑ์เม็ดสารสกัดไข่ผ่าเพื่อเสริมโปรตีนและกรดไขมันโอเมกา ซึ่งพบว่าไข่ผ่ามีคุณค่าทางโภชนาการถึง 100 กรัม โดยมีสารอาหารสำคัญหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โปรตีนที่มีปริมาณสูงถึง 40-45 กรัม ซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนในถั่วเหลือง (36-40 กรัม ต่อ 100 กรัม) และโปรตีนในเนื้อสัตว์หลายชนิด (สุรียพันธ์ บัญญัติ, 2550) นอกจากนี้ ไข่ผ่ายังมีเส้นใยอาหาร (0.3 กรัม) แคลเซียม (59 มิลลิกรัม), ฟอสฟอรัส (25 มิลลิกรัม), เหล็ก (6.6 มิลลิกรัม), และวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินเอ วิตามินบี 1 บี2 วิตามินซี ไนอะซิน รวมทั้งกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด เช่น ลิซีน ไลซีน วาลีน ฟีนอลานีน ฮีโอนีน และไอโซลิวซีน (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดตรัง, 2565) ไข่ผ่ายังมีเบต้าแคโรทีนสูงและ คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีเขียวในพืชที่มีโครงสร้างคล้ายกับฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในเลือด ทำให้ไข่ผ่ามีประโยชน์ในการบำรุงสุขภาพอย่างมาก (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดตรัง, 2565)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในแหล่งอาหารจากพืช พบว่า ไข่ผ่า เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงมาก โดยมีโปรตีนประมาณ 40-45 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งถือว่าสูงกว่าแหล่งโปรตีนจากพืชทั่วไป และย่อยง่ายกว่าหลายชนิด (Ama Grow, n.d.) ในขณะที่ ถั่วเหลือง ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล มีปริมาณโปรตีนประมาณ 36-56 กรัมต่อ 100 กรัม (Healthline, 2019) ส่วนถั่วเขียว มีปริมาณโปรตีนประมาณ 23.9 กรัม (FatSecret, n.d.) ซึ่งอยู่ในระดับรองลงมาแต่ยังถือว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีในกลุ่มพืชตระกูลถั่ว สำหรับข้าวกล้อง ซึ่งเป็นธัญพืชที่ให้สารอาหารหลากหลายแต่มีโปรตีนค่อนข้างต่ำ ให้โปรตีนประมาณ 4.3 กรัมต่อ 100 กรัม (Holland & Barrett, 2022.) ด้านผักขม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มผักใบเขียว มีโปรตีนเพียง 2.9 กรัมต่อ 100 กรัม แม้จะมีปริมาณโปรตีนต่ำแต่ก็อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุอื่น ๆ (Healthline, 2021) ในขณะที่ คีนัว (Quinoa) ซึ่งเป็นธัญพืชที่ได้รับความนิยมในระดับโลก มีโปรตีนอยู่ระหว่าง 14-18 กรัมต่อ 100 กรัม และมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน จึงจัดเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงในกลุ่มพืช (Department of Agriculture and Food, Western Australia, 2018)

การทำไข่ฝ้ออบแห้ง

อาหาร	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	โปรตีน (กรัม)	เส้นใย (กรัม)
ไข่ฝ้ออบแห้ง	513.07	420.45	18.89	14.57
มสด,พรวงมันเนย,ยูเอชที	146.00	99.00	3.70	ไม่พบ
นมสดพลาสเจอร์ไรส์	135.00	89.00	3.30	ไม่พบ
โยเกิร์ต	129.00	113.00	3.80	ไม่พบ
นมสด,สเตอริไลซ์	114.00	92.00	3.30	ไม่พบ
นมสดยูเอชที	122.00	90.00	3.30	ไม่พบ
นมเปรี้ยว	47.00	43.00	1.50	ไม่พบ

จากตาราง แสดงให้เห็นถึงปริมาณสารอาหารไข่ฝ้ออบแห้ง มีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้น มากกว่าผลิตภัณฑ์นมทั่วไปที่เราบริโภค พร้อมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสที่ช่วยในการดูดซึมแคลเซียมเข้าสู่กระบวนการของร่างกาย อีกทั้งยังมีปริมาณโปรตีนอยู่ในเกณฑ์สูง มีปริมาณเส้นใย ที่ในผลิตภัณฑ์นมนั้นไม่มี ฉะนั้นไข่ฝ้ออบแห้งจึงเหมาะสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มคนที่ดื่มนมได้ในปริมาณน้อย อีกทั้งอาจมีปัญหาลดการขาดเอนไซม์แลคเตส อันเป็นสาเหตุของการดื่มนมแล้วทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องอืด ท้องเสียภายหลังจากการดื่มนม

จากงานวิจัยเรื่องผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่ฝ้อแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารของนางภาชนูมาศ ทองคำ (2562) พบว่า จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไข่ฝ้อที่อุณหภูมิในการทำแห้ง การเตรียมไข่ฝ้ออบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลานานที่สุดคือ 30 ชั่วโมง มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 61.65 ค่า (a*) มีค่าความเป็นสีเขียว เท่ากับ - 0.56 มีค่าความเป็นสีน้ำเงิน เท่ากับ -1.79 มีความแตกต่างกันกับไข่ฝ้ออบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งให้สูงขึ้นทำให้การระเหยน้ำออกจากไข่ฝ้อได้รวดเร็ว อุณหภูมิที่ให้ความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งมีผลทำให้คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเขียวของไข่ฝ้อ

เปลี่ยนเป็นฟีโอฟิติน (Pheophytins) ทำให้สีของไข่ผ่าเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์จะเกิดอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ไข่ผ่าที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิเตาอบลมร้อนที่ 40 องศาเซลเซียสมี ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากที่สุดคือ 575.36 มิลลิกรัมสารละลายมาตรฐานไทรอลอกซ์ต่อ 100 กรัม ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) มากที่สุดคือ 731.60 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม และค่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid Compound) คือ มากที่สุดคือ 300.33 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัม การเพิ่มอุณหภูมิสูงของเตาอบลมร้อนจะทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเช่น สารประกอบฟีนอลิก ความร้อนทำให้สารที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า อุณหภูมิ 40°C ใช้เวลานานที่สุด (30 ชั่วโมง) จะให้ค่าสีที่มีความเป็นสีเขียวและน้ำเงินมากที่สุด และอุณหภูมิที่สูงขึ้น (50-70°C): ช่วยให้น้ำระเหยออกเร็วขึ้น แต่อุณหภูมิความร้อนทำให้รงควัตถุสีเขียว (คลอโรฟิลล์) เปลี่ยนเป็นฟีโอฟิติน (Pheophytins) ทำให้สีของไข่ผ่าเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมน้ำตาลอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิ 40°C: ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแง่ของสารสำคัญ โดยมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (DPPH assay), สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound), และ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid Compound) สูงที่สุด

3. ไข่ผ่าในบริบทของเศรษฐกิจเชิงสุขภาพ

เศรษฐกิจเพื่อสุขภาพ

หลังจากการระบาดของโควิด-19 ที่ทำให้ผู้คนตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลสุขภาพและการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะในบริบทของการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ แนวคิดนี้ได้รับความนิยมมากขึ้น จึงกลายเป็นเศรษฐกิจเพื่อสุขภาพ หรือ Health Economy ซึ่งเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมที่มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนผ่านการส่งเสริมสุขภาพและการดูแลสุขภาพอนามัย (Adenan et al., 2023) เศรษฐกิจเพื่อสุขภาพเน้นความเชื่อมโยงระหว่างประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ การดูแลสุขภาพ และสวัสดิการของประชาชน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสหประชาชาติ โดยมีแนวทางที่ให้ความสำคัญกับศักยภาพของมนุษย์ ความเสมอภาคในการกระจายทรัพยากร และความยั่งยืนในการดูแลสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Kyyrönen, 2024) แนวคิดนี้ยังช่วยผลักดันเศรษฐกิจที่เน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพที่มีคุณค่าและยั่งยืน

รัฐบาลไทยมีนโยบายสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางทางการแพทย์และสุขภาพ โดยมีเป้าหมายสำคัญ 1) การปรับโครงสร้างภาคการผลิตและบริการทางการแพทย์ผ่านนวัตกรรม 2) การพัฒนาบุคลากรด้านการแพทย์และสาธารณสุข 3) การสร้างสังคมที่มีโอกาสและความเป็นธรรมในการเข้าถึงบริการสุขภาพ

4) การเสริมสร้างศักยภาพในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพและการบริหารจัดการภาวะฉุกเฉินทางสุขภาพ ซึ่งจุดแข็งของประเทศไทย คือ ด้านการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น สมุนไพรไทยและการบริการนวดไทย (วิชัย เทียนถาวร, 2566) และมีความได้เปรียบในความอุดมสมบูรณ์ด้านอาหารที่มีความหลากหลาย ที่สามารถต่อยอดให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เพื่อสร้างงานและสร้างรายได้ให้ประชาชน โดยการอาศัยวิถีชีวิตทางสุขภาพของชุมชน

ไข่ฝำในเชิงเศรษฐกิจสุขภาพ

ไข่ฝำ เป็นอาหารพื้นบ้านของไทยที่ได้รับความสนใจและการส่งเสริมให้กลายเป็นหนึ่งในอาหาร เพื่อสุขภาพที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็น “Future Food” หรืออาหารแห่งอนาคต ซึ่งตอบโจทย์การบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะในบริบทของการลดการบริโภคเนื้อสัตว์และลดความเสี่ยงจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ที่มักเกิดจากการบริโภคอาหารที่ไม่สมดุล เช่น โรคเบาหวานและโรคหัวใจ การส่งเสริมการใช้ไข่ฝำในอุตสาหกรรมอาหารจึงเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งในแง่ของสุขภาพและเศรษฐกิจ (Adenan, et al. 2023; Williams, et al. 2023) ไข่ฝำยังสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์การบริโภคเพื่อสุขภาพในอนาคต โดยการส่งเสริมการผลิตและการใช้ไข่ฝำในอุตสาหกรรมอาหารและการแพทย์ ถือเป็นการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและเศรษฐกิจสุขภาพที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ในแง่ของเศรษฐกิจสุขภาพ (Health Economy) ที่เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจที่มีพื้นฐานมาจากการใช้ชีวิตเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไข่ฝำ ถือว่าเป็นพืชที่มีประโยชน์ทั้งในแง่ของการส่งเสริมสุขภาพและการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกับในเนเธอร์แลนด์ ที่มีการพัฒนา Duckweed (*Lemna minor*) เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช โดยมีการสนับสนุนจากภาครัฐ (Wageningen University, 2022) แสดงให้เห็นว่าไข่ฝำสามารถเติบโตในตลาดโลกได้ นอกจากนี้ การผลิตอาหารจากพืชที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ยังสอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสหประชาชาติ ที่มุ่งเน้นการปกป้องสุขภาพของประชาชนและรักษาความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ (Kyyrönen, 2024) การส่งเสริมเศรษฐกิจสุขภาพผ่านการพัฒนาอุตสาหกรรม การแพทย์และสุขภาพ รวมถึงการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากพืชต่าง ๆ เช่น ไข่ฝำ เป็นหนึ่งในนโยบายสำคัญตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยรัฐบาลได้กำหนดเป้าหมายเพื่อยกระดับประเทศให้เป็นศูนย์กลางทางการแพทย์และสุขภาพ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และสมุนไพร รวมถึงการส่งเสริมการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับประเทศและขับเคลื่อนเศรษฐกิจในหลายมิติ การพัฒนาไข่ฝำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผงไข่ฝำ หรือน้ำสลัดครีมที่เสริมไข่ฝำแห้ง ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้อนุญาตให้ใช้ไข่ฝำเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร รวมทั้งอนุญาตให้ใช้ข้อความเกี่ยวกับสุขภาพบนฉลากอาหาร ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และทำให้ผู้ประกอบการสามารถแข่งขันในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2567) นอกจากนี้ การวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ยังพบว่า ไข่ฝำ

สามารถใช้เสริมโปรตีนและกรดไขมันโอเมก้าในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรท้องถิ่นและสร้างโอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสุขภาพที่ยั่งยืนในอนาคต ทั้งยังช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจของชุมชนและเพิ่มโอกาสในการสร้างงานในระดับท้องถิ่น (Katchwattana, 2566) ไข่ฝำ ถือเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นทางเลือกที่ดีในการบริโภคอาหารสุขภาพ โดยเฉพาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์เพื่อป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) อาทิ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน และโรคมะเร็ง ในขณะเดียวกัน ไข่ฝำได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ในการอนุญาตให้ผลิตภัณฑ์จากไข่ฝำ เช่น ผงไข่ฝำและไข่ฝำสดสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารได้ พร้อมทั้งให้การส่งเสริมการกล่าวอ้างทางสุขภาพบนฉลากเพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2567) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไข่ฝำ เช่น การเสริมไข่ฝำแห้งในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าและขยายตลาดผลิตภัณฑ์สุขภาพ ใหม่ ๆ ไข่ฝำได้รับการยอมรับว่าเป็นอาหารพื้นบ้านที่มีศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ทั้งในด้านการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ผลิตและการเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร (ศุภักษร มาแสวง และคณะ, 2566)

ไข่ฝำกำลังกลายเป็น "Future Food" หรืออาหารแห่งอนาคต ที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคและมีการส่งเสริมให้เป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ โดยสามารถตอบสนองความต้องการในเรื่องการดูแลสุขภาพและการบริโภคอาหารที่ยั่งยืนและปลอดภัย การส่งเสริมการพัฒนาและใช้ไข่ฝำในผลิตภัณฑ์อาหารจึงเป็นการสร้างมูลค่าใหม่ให้กับเศรษฐกิจสุขภาพของประเทศไทยนอกจากนี้ ยังมีผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการเพาะเลี้ยงไข่ฝำใช้ทรัพยากรน้อยและสามารถช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำได้ดี (Kyyrönen, 2024) ซึ่ง Future Food นับเป็นเมกะเทรนด์ที่มาแรง และได้รับความสนใจจากอุตสาหกรรมอาหารทั่วโลก มูลค่าการส่งออก Future Food ของไทย 7 เดือนแรกปี 2565 มีมูลค่าส่งออก 95,592 ล้านบาท โดยส่งออกไปยัง อาเซียน สัดส่วน 37% ล่าสุด “BETAGRO Ventures” ร่วมลงทุนส่งเสริมการพัฒนาโปรตีนทางเลือกกับ “Infinite Roots” สตาร์ทอัพด้านเทคโนโลยีชีวภาพอาหารชั้นนำของยุโรป มุ่งสร้างระบบอาหารยั่งยืน ด้วยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านอาหารที่ทันสมัย (กรุงเทพธุรกิจ, 2024) ทำให้เห็นว่าตลาดของอาหารสุขภาพเป็นที่ต้องการอย่างมาก

สมมติฐาน:

- 1) การเติมไข่ฝำในบุกแผ่นจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร (โดยเฉพาะโปรตีนและไฟเบอร์)
- 2) บุกแผ่นผสมไข่ฝำที่มีสัดส่วน 10% จะให้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคพึงพอใจมากที่สุด
- 3) การปรุงรสที่กลมกล่อม (รสเผ็ดเล็กน้อย หรือรสเค็มอ่อน) จะช่วยเพิ่มความน่ารับประทานของผลิตภัณฑ์

6) วิธีดำเนินการทดลอง

5.1 วัสดุ-อุปกรณ์

- 1) ผงบุก (Konjac powder)
- 2) ผงไข่ผ้าแห้ง
- 3) น้ำเปล่า
- 4) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)
- 5) เครื่องปรงรส (เช่น เกลือ พริกผง ผงต้มยำ)
- 6) น้ำมันมะกอก
- 7) หม้อต้ม
- 8) เครื่องผสม
- 9) เครื่องตวง/ชั่งน้ำหนัก
- 10) ถาดสำหรับขึ้นรูปบุกแผ่น
- 11) เตาอบ
- 12) เครื่องบดผสม
- 13) เครื่องวัดความชื้น/วิเคราะห์โภชนาการ
- 14) แบบสอบถามความพึงพอใจ

5.2 วิธีดำเนินการทดลอง

ตอนที่ 1 พัฒนาผลิตภัณฑ์

เตรียมวัตถุดิบ: ชั่งผงบุกและผงไข่ผ้าตามสัดส่วนที่กำหนด

ผสมวัตถุดิบ: ผสมผงบุกกับน้ำให้เข้ากัน ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์เล็กน้อย จากนั้นเติมผงไข่ผ้าและคนให้เข้ากัน

ขึ้นรูปแผ่น: เทส่วนผสมลงบนถาดให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ
อบหรือึ่งให้เกิดแผ่นบุก

ปรงรส: ทาด้วยเครื่องปรงรส และอบให้แห้ง

บรรจุภัณฑ์: หั่นเป็นแผ่นขนาดพอดีคำ และบรรจุ

ตอนที่ 2 ทดสอบคุณสมบัติ: ตรวจสอบสี เนื้อสัมผัส ความยืดหยุ่น และวิเคราะห์โภชนาการ

ตอนที่ 3 ทดสอบความพึงพอใจ: แจกให้ผู้บริโภคทดลองชิม

และให้คะแนนจากแบบสอบถาม

7) แผนการดำเนินงานโครงการ

กิจกรรม	เดือน						ผู้รับผิดชอบ
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1) ศึกษาเอกสารวัตถุดิบ และออกแบบสูตร	☒						คณะผู้จัดทำ
2) เตรียมวัตถุดิบ ทดลองผสมและขึ้นรูปบุกแผ่น		☒					
3) ทดลองปรุงรส และปรับปรุงสูตร			☒				
4) ทดสอบกายภาพ/โภชนาการเบื้องต้น			☒				
5) ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค			☒				
6) วิเคราะห์ผลและปรับปรุงสูตรต้นแบบ				☒			
7) สรุปผลการทดลองและจัดทำรายงาน					☒		
8) จัดเตรียมเอกสาร/ผลิตภัณฑ์เพื่อนำเสนอ						☒	

8) สถานที่ทำการทดลอง :

โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

9) งบประมาณ 2,975 บาท

รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
1. ผงบุก (Konjac powder)	2 กิโลกรัม	500	1000
2. ไข่ฝาสด	15 กิโลกรัม	40	600
3. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)	1 กิโลกรัม	125	125
4. เครื่องปรุงรส (เช่น เกลือ พริกผง ผงต้มยำ)	1 ชุด	750	750
5. รน้ำมันมะกอก	2 ขวด	250	500
			รวม 2,975 บาท

10. ผลผลิตและผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 ผลผลิต-ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรม

- 1) ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ “บุกแผ่นผสมไข่ผ่าปรุงรส” 1 สูตรที่พัฒนาแล้ว
- 2) ได้กระบวนการต้นแบบสำหรับบุกแผ่นผสมไข่ผ่าปรุงรส จำนวน 1 กระบวนการ
- 3) ได้นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ จำนวน 3 คน

10.2 ผลลัพธ์-ผลที่เกิดจากการนำผลผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์

- 1) ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเป็นอาหารว่างเพื่อสุขภาพ มีโปรตีนจากพืช และแคลอรีต่ำ
- 2) ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในด้านรสชาติและรูปลักษณ์

2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

2.2.1 วัสดุ-อุปกรณ์

วัตถุดิบเส้นบุก

- 1) ผงบุก (Konjac powder) 100 กรัม
- 2) ไข่ผ่า 1 กิโลกรัม
- 3) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ $Ca(OH)_2$ 10 กรัม
- 4) น้ำ 1,500 มิลลิลิตร

วัตถุดิบปรุงรส

- 1) ผงปรุงรสมะล่ำ
- 2) น้ำมันมะกอก

อุปกรณ์

- 1) ตู้อบลมร้อน 1 เครื่อง
- 2) เครื่องปั่นผสม 1 เครื่อง
- 3) ถาดสำหรับเทบุกขึ้นรูป 5 ถาด
- 4) หม้อนึ่ง 1 หม้อ
- 5) มีดหั่น 1 อัน
- 6) มีดหั่นปลาหมึก 8 ใบมีด 1 อัน
- 7) ถุงซีลสุญญากาศ 1 แพค
- 8) เครื่องซีลสุญญากาศ 1 เครื่อง
- 9) เครื่องตวง/ชั่งน้ำหนัก 1 เครื่อง

แบบประเมิน

- 1) แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของบุกแผ่นผสมไข่ผ่าปรุงรส

2.2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

2.2.2.1 การทดลองอบแห้งไผ่

อบไผ่ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง

2.2.2.2 การทดลองผสมบุงแผ่น

ผสมบุงและไผ่ 4 สูตร ดังนี้

- สูตรควบคุม (0%) บุง 20 กรัม ไผ่ 0 กรัม น้ำ 300 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม
- สูตร 1 (5%) บุง 20 กรัม ไผ่ 1 กรัม น้ำ 299 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม
- สูตร 2 (10%) บุง 20 กรัม ไผ่ 2 กรัม น้ำ 298 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม
- สูตร 3 (15%) บุง 20 กรัม ไผ่ 3 กรัม น้ำ 297 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม
- สูตร 4 (20%) บุง 20 กรัม ไผ่ 4 กรัม น้ำ 296 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม

2.2.2.2 การทดลองผสมผงปรุงรส

ผสมผงหม่าล่าและน้ำมันมะกอก 3 สูตรดังนี้

- บุงแผ่น 100 กรัม ผงหม่าล่า 3 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร
- บุงแผ่น 100 กรัม ผงหม่าล่า 8 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร
- บุงแผ่น 100 กรัม ผงหม่าล่า 13 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
การทดลองที่ 1 การอบแห้งไผ่ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง ส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของไผ่อบแห้งอย่างไร	ทำการทดลองอบไผ่ 1 กิโลกรัม ด้วยเครื่องอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง	อบไผ่ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง
การทดลองที่ 2 การเติมไผ่ในอัตราส่วนต่างๆ ต่อความยืดหยุ่น การคงรูปและค่าสีของบุง	- ทำการทดลองผสมบุงกับไผ่ 5 สูตร ตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยผสมบุงกับน้ำ เติมน้ำและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากัน เทใส่ภาชนะ และปล่อยให้เซตตัวและนำไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที	1. เตรียมส่วนผสมบุงผสมไผ่จำนวน 5 สูตร ที่มีอัตราส่วนไผ่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 2. ผสมบุงและไผ่ 4 สูตร ดังนี้

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
	จากนั้นประเมินความยืดหยุ่นของบुकแต่ละสูตร โดยใช้แรงกดนาน 5 วินาที สังเกตการคืนรูป และบันทึกผลการทดลอง - ถ่ายภาพตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่าง และนำไปวัดค่าสี และบันทึกผลการทดลอง	- สูตรควบคุม (0%) ผงbuk 20 กรัม ไข่ผ่า 0 กรัม น้ำ 300 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม - สูตร 1 (5%) ผงbuk 20 กรัม ไข่ผ่า 1 กรัม น้ำ 299 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม - สูตร 2 (10%) ผงbuk 20 กรัม ไข่ผ่า 2 กรัม น้ำ 298 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม - สูตร 3 (15%) ผงbuk 20 กรัม ไข่ผ่า 3 กรัม น้ำ 297 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม - สูตร 4 (20%) ผงbuk 20 กรัม ไข่ผ่า 4 กรัม น้ำ 296 มิลลิลิตร แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม 3. เทส่วนผสมลงในภาชนะ และปล่อยให้เซตตัว 4. นำbukที่เซตตัวแล้วไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที 5. ประเมินความยืดหยุ่นและการคงรูปของbukแต่ละสูตร โดยใช้แรงกดเป็นเวลา 5 วินาที สังเกตการคืนรูป และบันทึกผล 6. ถ่ายภาพตัวอย่างbukทั้ง 5 สูตร และนำไปวัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) 7. บันทึกและเปรียบเทียบผลการทดลองของแต่ละสูตร
การทดลองที่ 3 ปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันมีผลต่อ	ทำการทดลองผสมผงหม่าล่ากับน้ำมันมะกอกในปริมาณต่างกัน 3 สูตร แล้วนำไปคลุกกับbukแผ่น 100	ผสมผงหม่าล่าและน้ำมันมะกอก 3 สูตร ดังนี้

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
ลักษณะและการยอมรับของ บุกแผ่นคลุกหม่าล่าหรือไม่	กรัม ให้เข้ากัน จากนั้นประเมิน ลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ และความ ยอมรับของผลิตภัณฑ์	- บุกแผ่น 100 กรัม 3 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร - บุกแผ่น 100 กรัม 8 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร - บุกแผ่น 100 กรัม 13 กรัม น้ำมันมะกอก 2 มิลลิลิตร

2.3 ผลการทดลอง

2.3.1 ผลการทดลอง

**การทดลองที่ 1 การอบแห้งไข่ฝ้า 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง
ส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของไข่ฝ้าอบแห้งอย่างไร**

จากการทดลองอบแห้งไข่ฝ้าปริมาณ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง พบว่า กระบวนการอบแห้งดังกล่าวสามารถคงคุณค่าทางชีวภาพและคุณภาพของไข่ฝ้าไว้ได้ในระดับสูง โดยไข่ฝ้าอบแห้งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เท่ากับ 575.36 mgTE มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม 731.60 mgGAE และสารประกอบฟลาโวนอยด์ 300.33 mgQE แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิการอบแห้งระดับต่ำถึงปานกลางช่วยลดการเสื่อมสลายของสารออกฤทธิ์สำคัญในไข่ฝ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยในพืชน้ำและพืชสีเขียวหลายชนิดที่รายงานว่า การอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส สามารถรักษาปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ได้ดีกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากความร้อนที่ไม่สูงเกินไปช่วยลดการสลายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระและลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ส่งผลต่อคุณภาพทางโภชนาการของวัตถุดิบ

ในด้านคุณภาพของไข่ฝ้าอบแห้ง พบว่าไข่ฝ้ามีลักษณะสีเขียวก่อนข้างสด ไม่คั่ว และไม่มีการไหม้ ซึ่งเป็นผลมาจากการควบคุมอุณหภูมิการอบแห้งให้อยู่ในระดับเหมาะสม ส่งผลให้ไข่ฝ้าอบแห้งมีคุณภาพทางกายภาพที่ดี เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ยังช่วยรักษาคูณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไข่ฝ้าไว้ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมักทำให้วัตถุดิบมีสีคล้ำและเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์

การทดลองที่ 2 การเติมไข่ผ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ ต่อความยืดหยุ่น การคงรูป และค่าสีของบุก

ความยืดหยุ่นและการคงรูป

จากการทดลองศึกษาผลของการเติมไข่ผ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ต่อความยืดหยุ่น และการคงรูปของบุก โดยทำการผสมผงบุกกับน้ำ เติมน้ำและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากัน เทใส่ภาชนะ ปล่อยให้เซตตัว และนำไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นประเมินความยืดหยุ่นด้วยการใช้แรงกดเป็นเวลา 5 วินาที แล้วสังเกตการคืนรูปของบุกแต่ละสูตร พบว่า

สูตรที่มีผงบุกในปริมาณเหมาะสมและมีการเติมไข่ผ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เมื่อถูกกดแล้ว บุกสามารถคืนรูปกลับสู่สภาพเดิมได้ดี แสดงให้เห็นว่าบุกมีความยืดหยุ่นและสามารถคงรูปได้ดี ทั้งนี้สูตรที่ไม่เติมไข่ผ้า (ร้อยละ 0) ให้การคืนรูปดีที่สุด รองลงมาคือสูตรที่เติมไข่ผ้าร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม สูตรที่เติมไข่ผ้าในอัตราส่วนร้อยละ 20 พบว่าบุกไม่สามารถคืนรูปกลับสู่สภาพเดิมได้ หลังจากถูกกด แสดงให้เห็นว่าการเติมไข่ผ้าในปริมาณที่มากเกินไปส่งผลให้โครงสร้างของบุกอ่อนตัวลง และลดความสามารถในการยืดหยุ่นและการคงรูปของบุก

ค่าสีของบุก

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะสีทางกายภาพ		
	ค่าความสว่าง (L^*)	ค่าสีแดง (a^*)	ค่าสีเหลือง (b^*)
สูตรควบคุม	52.67 ± 1.53	7.33 ± 1.15	29.33 ± 4.16
สูตรที่ 1	58.33 ± 4.04	-5.67 ± 1.15	27.67 ± 5.03
สูตรที่ 2	53.33 ± 2.08	-6.00 ± 1.73	28.67 ± 3.21
สูตรที่ 3	45.33 ± 2.31	-10.00 ± 0.00	22.67 ± 0.58
สูตรที่ 4	38.33 ± 2.08	-9.67 ± 0.58	18.33 ± 0.58

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสีทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ในสูตรควบคุมและสูตรทดลองที่ 1-4 โดยใช้ระบบสี CIE $L^*a^*b^*$ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปลี่ยนจากสูตรควบคุมไปยังสูตรที่มีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของสูตรมากขึ้น โดยสูตรควบคุมและสูตรที่ 1-2 มีค่าความสว่างอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีค่าความสว่างต่ำกว่า แสดงถึงลักษณะสีที่เข้มขึ้นของผลิตภัณฑ์ ในด้านค่าสีแดง-เขียว (a^*) พบว่าสูตรควบคุมมีค่า a^* เป็นบวก แสดงถึงโทนสีแดงเล็กน้อย ในขณะที่สูตรทดลองทั้งหมดมีค่า a^* เป็นลบ ซึ่งบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มไปทางโทนสีเขียว โดยเฉพาะสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีค่า a^* ติดลบมากที่สุดและมีความสม่ำเสมอสูง สะท้อนถึงอิทธิพลของส่วนผสมในสูตรต่อการเปลี่ยนแปลงโทนสี

สำหรับค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) พบว่าทุกสูตรมีค่า b^* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ โดยสูตรควบคุมมีค่า b^* สูงที่สุด ขณะที่สูตรที่ 4 มีค่า b^* ต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าการปรับสูตรส่งผล

ให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าอย่างตอเนื่อง ทั้งนี้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์สี่ในแต่ละสูตรอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของการผลิตและความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

การทดลองที่ 3 ปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะและการยอมรับของบุกแผ่นคลุกหม่าล่าหรือไม่

จากการทดลองผลของปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันต่อการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์บุกแผ่นคลุกหม่าล่า ได้กำหนดสูตรการทดลองจำนวน 3 สูตร และทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ “บุกแผ่นไข่ผำปรุงรส (หม่าล่าน้ำมันงา)” โดยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบจำนวน 60 คน แบ่งเป็นสูตรละ 20 คน การประเมินครอบคลุมคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 8 ด้าน ได้แก่ สี กลิ่นของบุกแผ่นผสมไข่ผำ กลิ่นของผงปรุงรสหม่าล่าน้ำมันงา รสเผ็ด รสเค็ม รสอร่อย เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ผลการประเมินด้านสี พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 4.50, 6.15 และ 5.25 ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.17392$)

ด้านกลิ่นของบุกแผ่นผสมไข่ผำ พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของทั้งสามสูตรเท่ากับ 5.10, 5.95 และ 5.25 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.40357$)

ในด้านกลิ่นของผงปรุงรสหม่าล่าน้ำมันงา พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 5.05, 6.90 และ 5.90 ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.03902$)

ด้านรสเผ็ด พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของทั้งสามสูตรเท่ากับ 5.20, 7.10 และ 6.40 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจด้านรสเผ็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.04036$)

ด้านรสเค็ม พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 3.90, 5.30 และ 3.20 ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0235$)

ด้านรสอร่อย พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 4.95, 7.15 และ 6.70 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.01489$)

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของทั้งสามสูตรอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คือ 6.40, 6.55 และ 6.00 ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.769$)

สำหรับความพึงพอใจโดยรวม พบว่า ค่าเฉลี่ยของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 5.25, 7.00 และ 6.85 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าสูตรผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.03679$)

2.3.2 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การอบแห้งไข่ฝำ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง ส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของไข่ฝำอบแห้งอย่างไร

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การอบแห้งไข่ฝำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง เป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตไข่ฝำอบแห้งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง คงคุณค่าทางโภชนาการ และมีคุณภาพด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของงานวิจัยอื่นที่ใช้การอบแห้งอุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาสารออกฤทธิ์ในวัตถุดิบจากพืช และแสดงถึงศักยภาพของไข่ฝำอบแห้งในการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาผลของการอบแห้งไข่ฝำในช่วงอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันเพิ่มเติม เช่น การอบแห้งแบบลมร้อน อบแห้งแบบสุญญากาศ หรืออบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การทดลองที่ 2 การเติมไข่ฝำในอัตราส่วนต่าง ๆ ต่อความยืดหยุ่น การคงรูป และค่าสีของบูก

ความยืดหยุ่นและการคงรูป

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเติมไข่ฝำในอัตราส่วนที่ต่างกันส่งผลต่อความยืดหยุ่นและการคงรูปของบูก โดยสูตรที่เติมไข่ฝำร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 บูกมีความยืดหยุ่นดีและสามารถคืนรูปกลับสู่สภาพเดิมได้หลังจากถูกกด ขณะที่การเติมไข่ฝำในอัตราส่วนร้อยละ 20 ทำให้บูกไม่สามารถคืนรูปได้ แสดงให้เห็นว่าการเติมไข่ฝำในปริมาณที่เหมาะสมช่วยคงความยืดหยุ่นของบูก แต่การเติมในปริมาณมากเกินไปส่งผลให้โครงสร้างบูกอ่อนตัวและลดการคงรูป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาปริมาณการเติมไข่ฝำในช่วงอัตราส่วนร้อยละ 5–15 อย่างละเอียดเพิ่มเติม เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่ให้บูกมีความยืดหยุ่นและการคงรูปที่ดี

2. ควรเพิ่มการวัดผลเชิงปริมาณ เช่น การวัดแรงกดหรือระยะเวลาการคืนรูป เพื่อให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาผลของปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เวลาในการนึ่ง หรือ อุณหภูมิ เพื่อเปรียบเทียบผลต่อคุณสมบัติของบุก
4. ควรนำสูตรที่ให้ผลดีที่สุดไปทดสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ เช่น ความพึงพอใจทางประสาทสัมผัส หรือ อายุการเก็บรักษา เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้หรือจำหน่ายในอนาคต

คำสี่ของบุก

การศึกษาลักษณะสีทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมและสูตรทดลองที่ 1–4 พบว่า การเปลี่ยนแปลงสูตรมีผลต่อค่าพารามิเตอร์สีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ อย่างชัดเจน โดยเมื่อเพิ่มระดับของสูตรทดลอง ค่าความสว่างและความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่โทนสีเขียวมีความเด่นชัดมากขึ้น สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 ให้สีของผลิตภัณฑ์ที่เข้มและมีความสม่ำเสมอสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ทุกสูตรสามารถควบคุมคุณภาพด้านสีได้ในระดับที่ยอมรับได้ และข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการด้านลักษณะปรากฏของผู้บริโภคต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการปรับสูตรกับการยอมรับด้านลักษณะสีของผู้บริโภคเพิ่มเติม เพื่อกำหนดสูตรที่ให้สีของผลิตภัณฑ์เหมาะสม สม่ำเสมอ และตรงกับความต้องการของตลาดมากที่สุด

การทดลองที่ 3 ปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะและการยอมรับของบุกแผ่นคลุกหม่าล่าหรือไม่

การศึกษาลักษณะของปริมาณผงหม่าล่าที่แตกต่างกันต่อการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์บุกแผ่นไข่ผ่าปรุงรส (หม่าล่าน้ำมันงา) โดยใช้สูตรทดลอง 3 สูตร และประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 60 คน พบว่า ปริมาณผงหม่าล่ามีผลต่อการรับรู้และความพึงพอใจของผู้บริโภคในบางคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณลักษณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สี กลิ่นของบุกแผ่นผสมไข่ผ่า กลิ่นโดยรวมของตัวผลิตภัณฑ์ และเนื้อสัมผัส แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณผงหม่าล่าไม่ส่งผลต่อการรับรู้ด้านลักษณะภายนอกและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

ในขณะที่คุณลักษณะที่ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ กลิ่นของผงปรุงรสหม่าล่าน้ำมันงา รสเผ็ด รสเค็ม และรสอโรย โดยสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณผงหม่าล่าในระดับเหมาะสม ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดในหลายด้าน สะท้อนว่าปริมาณผงหม่าล่ามีผลโดยตรงต่อการรับรู้รสชาติและกลิ่นของเครื่องปรุง

สำหรับ ความพึงพอใจโดยรวม พบว่าสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด เมื่อพิจารณาทั้งด้านรสชาติ กลิ่น และภาพรวมของผลิตภัณฑ์

โดยสรุป การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ปริมาณผงหม่าล่าที่เหมาะสมมีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะด้านรสชาติและความพึงพอใจโดยรวม และสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีศักยภาพสูงสุดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์บุกแผ่นไข่ผำปรุงรส (หม่าล่าน้ำมันงา) ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ปริมาณน้ำมันที่ใช้คลุก ระยะเวลาอบแห้ง หรือการปรับรสชาติอื่น ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

ควรมีการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น ความชื้น ความคงตัวของรสชาติ และอายุการเก็บรักษา ควบคู่กับการประเมินทางประสาทสัมผัส เพื่อสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรม

2.4 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม/ชุมชน



คุณค่าของผลิตภัณฑ์บุกแผ่นเสริมไข่ผำคลุกหม่าล่าต่อสิ่งแวดล้อม สังคม และชุมชน

ผลิตภัณฑ์บุกแผ่นเสริมไข่ผำคลุกหม่าล่า เป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพที่พัฒนาจากวัตถุดิบจากพืชและพืชน้ำ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคมให้กับชุมชนท้องถิ่น ซึ่งสามารถอธิบายคุณค่าได้ตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. การได้มาซึ่งวัตถุดิบ (Raw Material Acquisition)

ไข่ผ่าเป็นพีชขนาดเล็กที่เจริญเติบโตเร็ว ใช้พื้นที่เพาะเลี้ยงน้อย ไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีหรือสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ส่งผลให้ลดการปล่อยสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม การนำไข่ผ่ามาใช้เป็นวัตถุดิบหลักช่วยส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ผงบุกเป็นวัตถุดิบจากพืชที่ให้พลังงานต่ำและมีใยอาหารสูง การใช้วัตถุดิบจากพืชเป็นหลักช่วยลดการพึ่งพาวัตถุดิบจากสัตว์ ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า

ในมิติทางสังคม การจัดหาวัตถุดิบจากเกษตรกรหรือแหล่งผลิตในชุมชนสามารถช่วยสร้างรายได้และเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรท้องถิ่น ส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากและการพึ่งพาตนเองของชุมชน

2. กระบวนการผลิต (Production)

กระบวนการผลิตไข่ผ่าอบแห้งใช้การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำถึงปานกลาง ช่วยลดการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง และสามารถคงคุณค่าทางชีวภาพของไข่ผ่าได้ดี

การผลิตบุกแผ่นเสริมไข่ผ่าใช้สูตรที่เหมาะสม (ร้อยละ 15) ซึ่งช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ลดการสูญเสียของวัตถุดิบจากการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน

กระบวนการผลิตโดยรวมไม่ก่อให้เกิดของเสียอันตราย และสามารถควบคุมปริมาณน้ำและวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. การจำหน่ายและการกระจายสินค้า (Distribution)

ผลิตภัณฑ์บุกแผ่นคลุกหม่าล่ามีการบรรจุด้วยถุงสุญญากาศ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ลดการสูญเสียอาหาร (Food loss) ระหว่างการขนส่งและการจำหน่าย

เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์น้ำหนักเบาและมีอายุการเก็บรักษานาน จึงช่วยลดพลังงานที่ใช้ในการขนส่งเมื่อเทียบกับอาหารสดหรืออาหารที่ต้องแช่เย็น ส่งผลให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนโลจิสติกส์

4. การใช้งานของผู้บริโภค (Use)

ผลิตภัณฑ์สามารถรับประทานได้ทันทีหรือผ่านการปรุงเพิ่มเติมเล็กน้อย ไม่ต้องใช้พลังงานในการประกอบอาหารมาก ช่วยลดการใช้พลังงานในครัวเรือน

ในด้านสุขภาพ ผลิตภัณฑ์มีพลังงานต่ำ มีใยอาหารสูง และเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากไข่ผำ เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ ช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีต่อร่างกายและลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)

5. การกำจัดซากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ (End of Life)

ตัวผลิตภัณฑ์เป็นอาหารจากพืช สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดของเสียตกค้างที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปคุณค่าของผลิตภัณฑ์ตามแนวคิด LCA

บุกแผ่นเสริมไข่ผำคลุกหม่าล่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเชิงสิ่งแวดล้อม สังคม และชุมชนอย่างชัดเจน ตั้งแต่การใช้วัตถุดิบจากพืชที่ยั่งยืน กระบวนการผลิตที่ใช้พลังงานไม่สูง การลดการสูญเสียอาหาร ไปจนถึงการส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภคและสร้างรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพที่ตอบโจทย์แนวคิดเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) และการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต



ภาพผลิตภัณฑ์

ในด้านพันธมิตรหรือหุ้นส่วนทางธุรกิจ ธุรกิจมีการร่วมมือกับแหล่งผลิตไข่ผ่าในชุมชน ผู้ผลิตผงบูก และร้าน Cafe d' Sot ซึ่งเป็นทั้งแหล่งวัตถุดิบและช่องทางการจำหน่ายที่สำคัญ ช่วยสนับสนุนความต่อเนื่องของการผลิตและการเข้าถึงตลาด กิจกรรมหลักของธุรกิจประกอบด้วยการผลิตสินค้า การจำหน่ายสินค้า และการสื่อสารกับลูกค้าผ่านสื่อต่าง ๆ รวมถึงสังคมออนไลน์ เพื่อสร้างการรับรู้และความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์

ทรัพยากรหลักของธุรกิจ ได้แก่ ผลผลิตบูกสดจากชุมชนที่สามารถหมุนเวียนได้ตลอดปี บุกผงสำเร็จรูปจากร้านค้าวัตถุดิบอาหาร และเครื่องปรุงรส ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาคุณภาพและมาตรฐานของสินค้า สำหรับคุณค่าที่ส่งมอบให้กับลูกค้า ธุรกิจนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีบูกและไข่ผ่าเป็นส่วนประกอบหลัก โดยไข่ผ่าเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพจากพืช สามารถใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้ ขณะที่บูกเป็นพืชที่มีใยอาหารสูง มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดและควบคุมน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์จึงตอบโจทย์กลุ่มผู้รักสุขภาพ ผู้ที่ต้องการโปรตีนจากพืช และผู้ที่มองหาอาหารทานเล่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

ในด้านความสัมพันธ์กับลูกค้า ธุรกิจเน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ผ่านการทำคอนเทนต์บนสื่อออนไลน์ ควบคู่กับการสื่อสาร ณ สถานที่จำหน่ายสินค้า ช่องทางการเข้าถึงลูกค้าประกอบด้วยการจำหน่ายหน้าร้าน การฝากขายในร้านขายของชำ และตลาดออนไลน์ต่าง ๆ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายครอบคลุมบุคคลทั่วไปช่วงวัย 5-60 ปี ผู้ที่ไม่รับประทานเนื้อสัตว์ ผู้ที่ต้องการอาหารที่มีโปรตีนและใยอาหารสูง รวมถึงผู้ที่ชื่นชอบอาหารทานเล่น

สำหรับโครงสร้างต้นทุน ธุรกิจมีค่าใช้จ่ายหลัก ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าขนส่ง ค่าอุปกรณ์และเครื่องมือในกระบวนการผลิต ค่าบรรจุภัณฑ์ และค่าแรงงาน ขณะที่รายได้หลักของธุรกิจมาจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในร้าน Cafe d' Sot ซึ่งเป็นช่องทางหลักในการสร้างรายได้และภาพลักษณ์ของแบรนด์

โมเดลธุรกิจนี้สะท้อนถึงการดำเนินงานที่เชื่อมโยงระหว่างชุมชน พันธมิตรทางธุรกิจ และผู้บริโภค อย่างเป็นระบบ ผลิตภัณฑ์จากบูกและไข่ผ่าไม่เพียงสร้างคุณค่าในด้านสุขภาพและโภชนาการ แต่ยังช่วยสนับสนุนเศรษฐกิจชุมชนและตอบสนองต่อแนวโน้มการบริโภคอาหารทางเลือกอย่างยั่งยืน แผนภาพโมเดลธุรกิจดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานที่มั่นคงในการพัฒนาธุรกิจให้เติบโตอย่างมีทิศทางและน่าเชื่อถือในระยะยาว

2.6 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

2.6.1 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

1. การควบคุมตัวแปรในการผลิต

ในกระบวนการทดลองมีปัจจัยหลายประการที่ต้องควบคุม เช่น ปริมาณผงหม่าล่า ระยะเวลาในการคลุก และระยะเวลาในการอบหรือทำให้แห้ง ซึ่งการควบคุมให้เหมือนกันทุกครั้งทำได้ค่อนข้างยาก อาจส่งผลต่อผลการทดลอง

2. ความแตกต่างด้านการรับรู้รสชาติของผู้ทดลองชิม

ผู้ทดลองชิมแต่ละคนมีความชอบและความสามารถในการรับรู้รสชาติ โดยเฉพาะระดับความเผ็ด และกลิ่นเครื่องเทศที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คะแนนความพึงพอใจมีความแปรปรวน

เอกสารอ้างอิง

- ชาลีตา สุขประเสริฐ, และคณะ. (2559). การใช้ประโยชน์ของกลูโคแมนแนนจากบุกในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร.
- ทิพวัลย์ ศรีสุข. (2552). บุกกับการใช้ประโยชน์ด้านสุขภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิพวัลย์ ศรีสุข. (2562). ความหลากหลายของพันธุ์บุกในประเทศไทยและศักยภาพเชิงอุตสาหกรรม.
- นิจศิริ จันทรา, และคณะ. (2556). บุกในฐานะพืชเศรษฐกิจและไม้ประดับ.
- ภัทราภรณ์ สุขสมบัติ, และคณะ. (2562). การประยุกต์ใช้กลูโคแมนแนนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ.
- ภาณุมาศ ทองคำ. (2562). ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไข่ผ้าแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิชัย เทียนถาวร. (2566). ทิศทางเศรษฐกิจสุขภาพของประเทศไทยตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2567). แนวทางการใช้ไข่ผ้าเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดตรัง. (2565). คุณค่าทางโภชนาการของไข่ผ้า.
- สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 14 (ตาก). (2561). ข้อมูลทรัพยากรบุกในประเทศไทย.
- สุรีย์พันธุ์ บุญวิสุทธิ์. (2550). พืชอาหารพื้นบ้านกับโภชนาการ.
- Katchwattana, P. (2566). การพัฒนาไข่ผ้าเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ.

ภาคผนวก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพึงพอใจของผู้บริโภค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

“บุกแผ่นไข่ผ่าปรุงรส (หม่าล่าน้ำมันงา)”

วันที่ประเมิน.....ตัวอย่างที่.....

คำชี้แจง ผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบ 1 ตัวอย่าง ให้ผู้ทดสอบทำการชิมบุกแผ่นไข่ผ่าปรุงรส (หม่าล่าน้ำมันงา) จากนั้นให้ผู้ทดสอบเลือกคะแนน (1–9) ลงในช่องที่กำหนด ตามระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างตามลักษณะต่าง ๆ โดยมีระดับความพึงพอใจ ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนน
1. สี	
2. กลิ่นของบุกแผ่นผสมไข่ผ่า	
3. กลิ่นผงปรุงรสหม่าล่าน้ำมันงา	
4. รสเผ็ด	
5. รสเค็ม	
6. รสอร่อย	
7. เนื้อสัมผัส	
8. ความพึงพอใจโดยรวม	

ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงการ

	ชื่อ-สกุล นางสาวปานทิพย์ แทลี หัวหน้ากลุ่ม วันเดือนปีเกิด 23 ก.พ. 53 อายุ 15 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 6 ถนนโสตศึกษา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ม.3 สาขาวิชา/แผนการเรียน สถานศึกษา โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร
	ชื่อ-สกุล เด็กหญิงกิตติการณ์ พันธุ์ชื่อ สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 5 ม.ค. 54 อายุ 14 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 6 ถนนโสตศึกษา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ม.2 สาขาวิชา/แผนการเรียน สถานศึกษา โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร
	ชื่อ-สกุล นายหญาแบ่ เชอกอง สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 1 ม.ค. 2549 อายุ 19 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 6 ถนนโสตศึกษา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ม.2 สาขาวิชา/แผนการเรียน สถานศึกษา โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร

ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงการ	
	ชื่อ-สกุล นางนิภาพร เกิดไทย อาจารย์ที่ปรึกษา วิชาที่สอน วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่อยู่ปัจจุบัน 20/1 หมู่ 2 ต. แม่เหียะ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50100 โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0817160450
	ชื่อ-สกุล นางสาวสมฤทัย ไชยขันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิชาที่สอน วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 6 ถนนโสดศึกษา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0863664050