

บทคัดย่อ

ชื่องานวิจัย : ผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชันเส้นบะหมี่แห้งกึ่งสำเร็จรูปโปรตีนสูงจากไข่น้ำ
ชื่อผู้ศึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวรรณ นันโท
อาจารย์ ดร. อรวรรณ วนะชีวิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์
สาขาวิชา คณะ : ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา : 2567

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของไข่น้ำ (*Wolffia*) จากวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ทั้งในด้านกายภาพ จุลชีววิทยา คุณค่าทางโภชนาการ และการปนเปื้อนโลหะหนัก จากนั้นพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไข่น้ำทั้งในรูปแบบสดและอบแห้ง เพื่อยกระดับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะด้านโปรตีนและใยอาหาร โดยใช้แป้งถั่วลูกไก่ร่วมกับ รวบรวมทั้งหมด 8 สูตร ผลการประเมินพบว่า สูตรที่ 3, 4, 6 และ 8 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในสี่กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส ในการผลิตเส้นบะหมี่แห้ง พบว่าอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมคือ 60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีค่า aw เท่ากับ 0.353 ± 0.016 และความชื้น $4.06 \pm 0.18\%$ จากนั้นคัดเลือก 4 สูตร ได้แก่ W1, W2, W3 และ W4 มาทำการอบแห้งและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 30 คน พบว่าสูตร W3 (ไข่น้ำสด 15%) เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดในด้านรสชาติ สี และเนื้อสัมผัส พร้อมทั้งมีปริมาณโปรตีนสูง (13.58%) ไขมันต่ำ (1.66%) ใยอาหารสูง (4.81%) และให้พลังงานในระดับเหมาะสม (361.42 kcal) คุณภาพด้านจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานยกเว้นจุลินทรีย์รวมที่เกินเล็กน้อย ด้านการประเมินอายุการเก็บรักษาโดยวิเคราะห์เชิงจลนพลศาสตร์ตามโมเดล Arrhenius พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้ประมาณ 107 วัน ส่วนการวิเคราะห์ด้านความชื้นและปริมาณน้ำอิสระไม่สามารถใช้ประเมินอายุผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์เลือกใช้ซองพลาสติกชนิด CPP พร้อมซองกันชื้น สำหรับบรรจุบะหมี่แห้ง 1 ก้อน (100 กรัม) โดยมีต้นทุนการผลิต 17.07 บาทต่อถุง สำหรับรูปแบบจำหน่าย มีทั้งแบบกล่องกระดาษคราฟท์ (ต้นทุน 16.04 บาท/ชุด) เหมาะสำหรับของฝาก และแบบถุงซิปล็อค (ต้นทุน 9.48 บาท/ชุด) เหมาะสำหรับจำหน่ายทั่วไป

Abstract

Research Title : Functional food product: high protein instant noodles from *Woffia*
Author : Asst. Prof. Dr. Wipawan Nunto
Dr. Orawan Wanachewin
Asst. Prof. Dr. Tippawan Prasertsin
Major Field : Biology, Science and Technology
Academic Year : 2024

This research aimed to investigate the quality of *Wolffia* sourced from the community enterprise "Mee Cheewa Health Products," focusing on physical properties, microbiological quality, nutritional value, and heavy metal contamination. Following the quality assessment, *Wolffia* was incorporated into noodle formulations in both fresh and dried forms to enhance nutritional value particularly protein and dietary fiber using chickpea flour as a complementary ingredient. A total of eight noodle formulations were developed. Among them, formulations 3, 4, 6, and 8 demonstrated superior attributes in terms of color, aroma, flavor, and texture. For the production of dried noodles, the optimal drying condition was determined to be at 60°C for 6 hours, resulting in a water activity (a_w) of 0.353 ± 0.016 and moisture content of $4.06 \pm 0.18\%$. Four selected formulations (W1, W2, W3, and W4) were subjected to drying and consumer acceptance testing with 30 participants. Formulation W3, containing 15% fresh *Wolffia*, was the most highly rated in terms of taste, color, and texture. It also presented favorable nutritional characteristics, including high protein content (13.58%), low fat (1.66%), high dietary fiber (4.81%), and suitable energy value (361.42 kcal). Microbiological analysis showed that the product met standard limits for *E. coli*, mold, and *S. aureus*, though the total microbial count slightly exceeded the standard threshold. Shelf-life estimation using kinetic modeling based on the Arrhenius equation indicated that the product could be stored for approximately 107 days. However, moisture content and water activity data were deemed unsuitable for shelf-life modeling by this method. For packaging, Cast Polypropylene (CPP) bags with desiccant sachets were selected for 100 gram noodle portions, with a production cost of 17.07 THB per pack. Two packaging designs were developed for commercial distribution: kraft paper boxes (costing 16.04 THB per set) for gift or souvenir purposes, and stand-up zipper pouches (costing 9.48 THB per set) for general retail consumption.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ปีงบประมาณ 2567 ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้การส่งเสริมในการทำวิจัยโดยให้ความสะดวกในการใช้อาคารสถานที่ วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ท่านได้ให้ชีวิตได้อบรมเลี้ยงดูให้มีสติปัญญา ขอบคุณเพื่อนๆ คณาจารย์และเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ คำปรึกษา และช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลผลในการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ นำไปสู่การต่อยอดต่อไปในอนาคต

วิภาวรรณ นันโท
อรรวรรณ วนะชีวิน
ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์

พฤษภาคม 2568

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อ	i
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	viii
1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
กรอบแนวคิดของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ของการวิจัย	4
หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ลักษณะทั่วไปของไชน้ำ	5
นิเวศวิทยาและการเพาะเลี้ยงไชน้ำ	6
คุณค่าทางโภชนาการของไชน้ำ	9
การใช้ประโยชน์จากไชน้ำ	10
มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน	11
ชนิดของเส้นบะหมี่	12
ลักษณะและสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่	13
การผลิตและลักษณะที่ดีของบะหมี่	15
การทำแห้ง	16
การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษา	18
การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร	20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่	23
ข้อมูลของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
เครื่องมือในการวิจัย	31
วิธีดำเนินการวิจัย	32
 4 ผลการวิจัย	
การตรวจสอบคุณภาพของไข่น้ำ	38
การเตรียมวัตถุดิบไข่น้ำเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์บะหมี่	43
การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของผัารูปแบบต่าง ๆ	43
ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่เสริมไข่น้ำ	47
การศึกษาคุณสมบัติของบะหมี่อบแห้ง	49
การศึกษาอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่แห้ง	53
การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ	63
การออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน	64
 5 สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	67
อภิปรายผลการวิจัย	68
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	47
 บรรณานุกรม	48
 ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการตรวจวิเคราะห์	81
ภาคผนวก ข การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์	89
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถ้อยเชิงเส้นของปัจจัยต่างๆ ที่	
คาดว่าจะมีผลต่อการ เก็บรักษา	95
 ประวัติผู้วิจัย	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำใน 100 กรัม	9
2 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่	15
3 คุณลักษณะทางเคมีของเส้นบะหมี่	24
4 หลักเกณฑ์การให้คะแนน	27
5 ส่วนผสมและปริมาณของบะหมี่จากไข่น้ำแห้ง	33
6 ส่วนผสมและปริมาณของบะหมี่จากไข่น้ำสด	34
7 ขนาดเซลล์ของไข่น้ำ	41
8 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์สุขภาพ	42
9 ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างไข่น้ำสดของวิสาหกิจชุมชนมีชีวา	43
10 ร้อยละผลผลิตของไข่น้ำหลังจากอบแห้ง	43
11 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) และน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) ของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำอบแห้ง	45
12 คุณลักษณะด้านสีของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำอบแห้ง	45
13 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) และน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) ของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำสด	46
14 คุณลักษณะด้านสีของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำสด	47
15 ค่า a_w และความชื้นของบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ	48
16 น้ำหนักของบะหมี่หลังจากอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ	49
17 คุณภาพการปรุงและเนื้อสัมผัสของบะหมี่	51
18 การวิเคราะห์ค่าสีของบะหมี่อบแห้งและบะหมี่หลังลวก	52
19 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ 4 สูตร โดยใช้วิธี 9-Point hedonic scale	53
20 ผลวิเคราะห์ระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ระหว่างการทดสอบการเก็บรักษา	54
21 ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้นของบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งระหว่างการทดสอบการเก็บรักษา	60
22 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23 การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3	64
24 ราคาต้นทุนด้านวัตถุดิบของการทำบะหมี่สด 1 กิโลกรัม	65
25 ราคาต้นทุนรวมการผลิต	65
26 ราคาต้นทุนบรรจุภัณฑ์	66
27 ราคาต้นทุนบะหมี่ไข่น้ำขนาด 1 ถัง ปริมาณ 100 กรัม	66
28 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 1 (W1)	90
29 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 2 (W2)	91
30 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 3 (W3)	91
31 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 4 (W4)	92
32 ผลการทดสอบคุณภาพความพึงพอใจของผู้บริโภค	92

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	3
2 ลักษณะทลัสและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไข่น้ำ (การแตกหน่อ)	6
3 ไข่น้ำสดที่จำหน่ายที่หน้าร้านและช่องทางออนไลน์	28
4 ไข่น้ำสดจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวพลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ	38
5 ลักษณะรูปร่างและสีของไข่น้ำ	39
6 การปนเปื้อนของเศษวัสดุต่าง ๆ มากับไข่น้ำ	40
7 ลักษณะเซลล์และการวัดขนาดเซลล์ของไข่น้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์	41
8 ลักษณะของเส้นบะหมี่สดผสมไข่น้ำอบแห้ง	44
9 ลักษณะของเส้นบะหมี่สดผสมไข่น้ำสด	46
10 ลักษณะของบะหมี่ที่ผ่านการอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 2 ชั่วโมง	48
11 ลักษณะของบะหมี่อบแห้งทั้ง 4 สูตร	50
12 ลักษณะของบะหมี่อบแห้งหลังจากลวกเป็นระยะเวลา 8 นาที	51
13 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง ก่อนการทดสอบการเก็บรักษาในสภาวะเร่งอุณหภูมิ	55
14 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 7 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ	55
15 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 14 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ	55
16 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 21 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ	55
17 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 28 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ	56
18 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า Hue angle ต่อระยะเวลาการเก็บ	57
19 กราฟ Arrhenius จากค่าความชันของปฏิกิริยาอันดับที่ 0 (Hue angle)	58
20 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าความชื้น ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา	61
21 กราฟ Arrhenius จากค่าความชันของปฏิกิริยาอันดับที่ 1 (ความชื้น)	62
22 โลโก้และฉลากผลิตภัณฑ์บะหมี่ไข่น้ำอบแห้ง	64
23 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์บะหมี่ไข่ผ่า	67
24 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า L* ต่อระยะเวลาการเก็บ	95
25 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า a* ต่อระยะเวลาการเก็บ	96

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไข่น้ำ หรือ ไข่ผ้า (*Wolffia* spp.) จัดเป็นพืชน้ำดอกเล็กที่สุดในโลก มีขนาดตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 2 เซนติเมตร โดยมีลักษณะทลัสส์ (thallus) เป็นรูปทรงกลมหรือรี สีเขียว พองนูนทั้งด้านบนและด้านล่าง มักพบในแหล่งน้ำนิ่งที่มีสภาพแวดล้อมใสสะอาดและแสงสว่างเพียงพอ พบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ไข่น้ำถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารพื้นบ้านมาอย่างยาวนาน เช่น แกงไข่น้ำ ยำไข่น้ำ และไข่เจียวผสมไข่น้ำ เป็นต้น ไข่น้ำเป็นพืชที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจและโภชนาการสูง เนื่องจากสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย มีอัตราการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ที่รวดเร็ว อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่โดดเด่น โดยประกอบด้วยโปรตีนในช่วงร้อยละ 6.8–45.0 ไขมันร้อยละ 1.8–9.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.1–43.6 และใยอาหารร้อยละ 5.7–16.2 (กองโภชนาการ, 2544) นอกจากนี้ ไข่น้ำยังมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง คิดเป็นมากกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณไขมันทั้งหมด โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งมีสัดส่วนมากกว่าโอเมก้า-6 (Appenroth *et al.*, 2018) ไข่น้ำยังเป็นแหล่งวิตามินที่หลากหลาย ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี และโฟเลต รวมถึงแร่ธาตุจำเป็น เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี และแคลเซียม ทั้งนี้ยังมีรงควัตถุจำพวกคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และสารพฤกษเคมีในปริมาณสูง ได้แก่ ลูทีน ซีแซนทีน และฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ (Szamrej and Czerpak, 2004; สุทิน สมบูรณ์, 2558) ด้วยองค์ประกอบทางโภชนาการดังกล่าว ไข่น้ำจึงได้รับการจัดอยู่ในกลุ่มอาหารซูเปอร์ฟู้ด (Superfood) ซึ่งหมายถึงอาหารที่อุดมด้วยสารอาหารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ สารต้านอนุมูลอิสระ และกรดไขมันดี ทั้งนี้ไข่น้ำยังจัดเป็นแหล่งโปรตีนจากพืช (Plant-Based Protein) ที่มีศักยภาพสูงในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่นิยมบริโภคอาหารจากพืชทดแทนโปรตีนจากสัตว์

ในปัจจุบัน แนวโน้มการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและอาหารฟังก์ชัน (Functional Food) ได้ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยสมาคมนักกำหนดอาหารแห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้ความหมายของอาหารฟังก์ชันว่าเป็นอาหารที่คงไว้ซึ่งองค์ประกอบตามธรรมชาติ หรือได้รับการเสริมสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดผลทางสุขภาพเมื่อนำมาบริโภคเป็นส่วนหนึ่งของอาหารในชีวิตประจำวัน อาหารฟังก์ชันอาจได้รับการเติมสารพฤกษเคมี หรือสมุนไพร เพื่อเพิ่มคุณค่าและประสิทธิภาพทางสุขภาพด้วยเช่นกัน จากรายงานของ Innova Market Insights (2023) พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2566 ตลาดอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพทั่วโลกมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 8 ต่อปี สอดคล้องกับรายงานของ Market Research ที่คาดการณ์ว่ามูลค่าตลาดดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นจาก 6.4 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปัจจุบันเป็น 8.9 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ภายในปี พ.ศ. 2567 ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการและเกษตรกรให้

ความสำคัญต่อการพัฒนาและต่อยอดผลิตภัณฑ์อาหารจากวัตถุดิบท้องถิ่น เช่น ไข่น้ำ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความแตกต่างในตลาด

วิสาหกิจชุมชนมีชีวมวลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ตั้งอยู่ที่บ้านเลขที่ 516 หมู่ 1 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย ก่อตั้งโดยนางสาวสุกัญญา ออนศรี นายกนก พุศรี และนายกรिता นอนันต์ ซึ่งมีความสนใจและนิยมบริโภคไข่น้ำมาอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงแรกมีการจัดซื้อไข่น้ำจากตลาดชุมชนมาใช้ในการประกอบอาหารภายในครัวเรือน อย่างไรก็ตาม ในบางปีพบว่าการจัดหาไข่น้ำจากแหล่งธรรมชาติทำได้ยาก เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย อีกทั้งยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความสะอาดและความปลอดภัยของไข่น้ำจากธรรมชาติ จากปัญหาดังกล่าว ผู้ก่อตั้งวิสาหกิจได้ริเริ่มศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในระบบควบคุม และได้เข้าเยี่ยมชมแหล่งเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์หลายแห่งเพื่อเรียนรู้แนวทางการผลิตที่เหมาะสม จากนั้นได้นำความรู้มาทดลองเลี้ยงไข่น้ำภายในครัวเรือนในบ่อพลาสติกโดยใช้น้ำประปา ซึ่งพบว่าไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดี จึงขยายการเพาะเลี้ยงในระดับที่ใหญ่ขึ้นโดยใช้บ่อซีเมนต์ และเริ่มจำหน่ายผลผลิตทั้งในรูปแบบหน้าร้านและช่องทางออนไลน์ ในระยะหลังพบว่า ความต้องการของผู้บริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเริ่มสนใจผลิตภัณฑ์แปรรูปจากไข่น้ำในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความปลอดภัยเบื้องต้นของไข่น้ำที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนมีชีวมวลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากนั้นนำไปพัฒนาเพื่อเป็นส่วนผสมของบะหมี่อบแห้ง เพื่อให้ได้เส้นบะหมี่ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของไข่น้ำสดที่มีผลต่อความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นเส้นบะหมี่แห้ง

3.2 เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งโปรตีนสูงที่มีส่วนผสมของไข่น้ำ

3.3 เพื่อศึกษาคุณภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งที่มีส่วนผสมของไข่น้ำ

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไข่น้ำเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ฟังก์ชันเส้นบะหมี่แห้งโปรตีนสูงมีกรอบแนวคิดของโครงการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1) การทดสอบคุณภาพของไข่น้ำ เช่น การทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ และด้านชีวภาพ การทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำสด และตรวจวัดปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักจากมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

2) การเตรียมวัตถุดิบไข่น้ำเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์บะหมี่ ได้แก่ ไข่น้ำล้างสะอาดที่ผ่านกระบวนการสับน้ำเพื่อลดความชื้นในวัตถุดิบ และไข่น้ำอบแห้ง

3) พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของผารูปแบบ ศึกษาการอบแห้งบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไข่น้ำ ศึกษาอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่แห้ง การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และ

ทางสัมผัสของเส้นบะหมี่แห้ง การทดสอบการคืนรูปของบะหมี่ การตรวจสอบคุณภาพเส้นบะหมี่หลังลวก และการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเส้นบะหมี่คืนรูปแล้ว

4) การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไชน้ำ ได้แก่ การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้ง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และพลังงาน และศึกษาคุณภาพด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยาของเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากไชน้ำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป มอก. 271-2548 ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ รา

5) ออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน

ขอบเขตด้านประชากรที่ศึกษา

ตัวอย่างไชน้ำจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

ขอบเขตด้านสถานที่ศึกษา

7.3.1 วิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ 516 หมู่ 1 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย

7.3.2 โปรแกรมวิทยาศาสตรชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ศึกษา

12 เดือน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ได้ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และข้อมูลความปลอดภัย เพื่อเป็นข้อชี้แนะในการบริโภคไชน้ำสด และได้ผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไชน้ำอบแห้งที่มีคุณค่าทางโภชนาการและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.1 วิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เลขที่ 516 หมู่ 1 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย

7.2 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของไข่น้ำ

ไข่น้ำ มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ไข่น้ำ ไข่น้ำ ไข่น้ำ ผำ หรือไข่น้ำลอยอยู่บนผิวน้ำ พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นน้ำนิ่ง ใส แสงสว่างส่องถึง โดยพบมากในทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ไข่น้ำเป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุด (มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 มิลลิเมตร) ไข่น้ำจัดอยู่ในอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) วงศ์เลมนาซี (Family Lemnaceae) สกุลวูล์ฟเฟีย (Genus *Wolffia*) ไข่น้ำมีลักษณะทลัส (Thallus) หรือฟรอนด์ (Frond) ลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ รูปร่างกลมพอง มีสีเขียวสม่ำเสมอตลอดทั้งทลัส เป็นพืชไม่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาราไคมา (Parenchyma) ที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต มีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ จึงทำให้เห็นคล้ายกับลักษณะฟองน้ำ มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยใช้เมล็ดซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยรังไข่ และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ

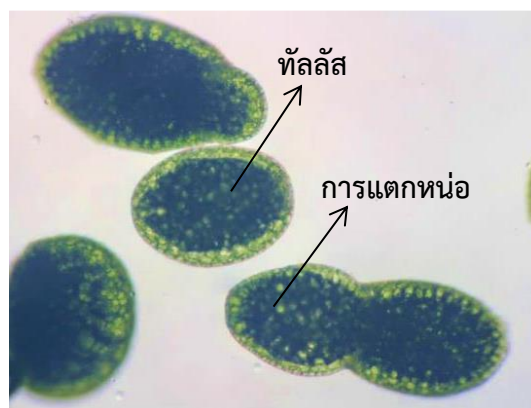
ชนิดของไข่น้ำ

ไข่น้ำมีชนิดที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป โดยมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในหลายทวีป รวมถึงทวีปเอเชีย ปัจจุบันไข่น้ำที่พบอยู่ในสกุล *Wolffia* มีทั้งหมด 16 ชนิดดังนี้ *W. angusta*, *W. arrhiza*, *W. borealis*, *W. brasiliensis*, *W. Columbiana*, *W. denticulate*, *W. gladiata*, *W. globose*, *W. hyaline*, *W. lingulate*, *W. microsvopica*, *W. netropica*, *W. oblonga*, *W. reanda* *W. rotunda* และ *W. welwitschii* แต่ที่ปรากฏในประเทศไทยมี 2 ชนิด ได้แก่ *W. arrhiza* (L.) Wimm. และ *W. globosa* (L.) Wimm. (ธวัชชัย รัตนเชลค และเจมส์ เอฟ แมกซ์เวล, 2535) ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้ ไข่น้ำชนิด *W. arrhiza* จะมีขนาดใหญ่ผิวด้านบนมีสีเขียวเข้มและทลัสมีลักษณะทึบแสง ส่วนไข่น้ำชนิด *W. globosa* มีขนาดเล็กกว่า และเป็นรูปร่างเป็นทรงกระบอกมากกว่า ทลัสมีลักษณะโปร่งแสงมากกว่า *W. arrhiza* (วิลาสินี ดีปัญญา, 2555) (อภิเดช แสงดี และคณะ, 2553)

การสืบพันธุ์ (Reproduction)

ไข่น้ำสามารถสืบพันธุ์ได้ 2 แบบ ได้แก่ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เนื่องจากไข่น้ำเป็นพืชดอก มีการผสมเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียภายในดอก โดยอาศัยแมลงหรือน้ำในการแพร่กระจายของละอองเกสร และยังมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ คือการแตกหน่อ (Budding) โดยแบ่งทลัสใหม่ออกจากทางด้านข้างของทลัสเก่า ซึ่งทลัสใหม่ (Daughter frond) ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าทลัสเดิม

(Mother frond) (ภาพที่ 2) โดยระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนมีขนาดเท่ากับทาลัสเต็มและหลุดออกเป็นเดี่ยว ๆ ใช้เวลา ประมาณ 5 - 6 วัน (สุมาลี ชูกำแพง, 2556)



ภาพที่ 2 ลักษณะทาลัสและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไข่น้ำ (การแตกหน่อ)
ที่มา : อัญชลี คำอินทร์ (2562)

นิเวศวิทยาและการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

ไข่น้ำพบได้ในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งตามธรรมชาติ เจริญเติบโตได้ดีที่อากาศร้อน แสงแดดส่องถึงซึ่งช่วยในการสังเคราะห์แสงเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตมากขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำมีหลายปัจจัย ดังนี้

1. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศของไข่น้ำ ซึ่งไข่น้ำจะเจริญได้ดีในที่อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีระหว่าง 32 - 33 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามจากการทดลองเลี้ยงกับไข่น้ำชนิดต่างๆ พบว่าไข่น้ำแต่ละชนิดจะเจริญได้ดีช่วงอุณหภูมิต่างกัน ซึ่งที่อุณหภูมิของน้ำที่ 40 องศาเซลเซียส มีผลกระทบด้านลบต่อการสังเคราะห์แสงของไข่น้ำ (นิศาชล ฤกษ์แก้วมา, 2548)

2. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ไข่น้ำเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 5-7 (นิศาชล, 2554) จากการสำรวจค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแหล่งน้ำที่พบไข่น้ำในจังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดขอนแก่น พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของแหล่งน้ำที่ยังคงให้ ผลผลิตไข่น้ำมีค่าอยู่ที่ ระดับ 7 หรือต่ำกว่า ขณะที่แหล่งน้ำที่ไม่ให้ผลผลิตแล้วมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 7 และพบพืชน้ำชนิดอื่นขึ้นปะปน (กันยัสนี พันธุ์นิชดำรง, 2552)

3. แสง ไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเข้มแสง 4,000 - 15,000 ลักซ์ ไข่น้ำสามารถแตกหน่อใหม่ทุก ๆ 4 วัน แต่อย่างไรก็ตามถ้าแสงมีความเข้มเกินความพอดีจะต้องลดความเข้มแสงโดยการพรางแสงโดยใช้วัสดุต่าง ๆ มาบังแสงหรืออาจใช้ผ้า และตาข่ายไนล่อนช่วยพรางแสงได้ประมาณร้อยละ

10 - 15 หากต้องการพรางแสงให้ได้ร้อยละ 50 ควรใช้ซาแรน (Saran) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในลอนจะสามารถกรองแสงได้ละเอียด น้ำหนักเบา เส้นใยมีลักษณะเล็ก ทนทาน ไม่ผุเร็ว อะโน สุขเจริญ (2542) รายงานว่าใช้น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพที่มีการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงร้อยละ 50 จะมีปริมาณโปรตีน และปริมาณผลผลิตสูง เนื่องจากความเข้มแสงร้อยละ 50 เป็นปริมาณแสงที่เหมาะสม มีบทบาทในการเร่งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนมากกว่าที่ความเข้มแสงร้อยละ 100 จึงทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของไข่น้ำได้มากกว่า นอกจากนี้ กันยสินี พันธวิชดำรง (2552) ยังรายงานว่าความเข้มแสงที่เหมาะสมในการเลี้ยง มีค่าอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 ลักซ์

4. สารอาหาร การเจริญเติบโตของไข่น้ำขึ้นอยู่กับธาตุอาหารและปุ๋ยที่มีสารอาหารที่ไข่น้ำต้องการ ธาตุอาหารที่ไข่น้ำต้องการจะมีลักษณะเช่นเดียวกับพืชทั่วไป เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ไข่น้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูหนาวรองลงมาคือช่วงฤดูร้อนและการเจริญเติบโตจะลดลงในฤดูฝน เนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารในฤดูฝนมีความเจือจางกว่า จากรายงานของ กันยสินี พันธวิชดำรง (2552) พบว่าเมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ไข่น้ำ (*Wolfa arrhiza* (L.) Wimm.) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด

การเลี้ยงไข่น้ำ

ปัจจุบันมีการเลี้ยงไข่น้ำเพื่อบริโภค และการเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. การเลี้ยงไข่น้ำในบ่อดิน การเลี้ยงไข่น้ำในบ่อดินเป็นการเลี้ยงตามธรรมชาติ ซึ่งไม่สามารถควบคุมปัจจัยภายนอกได้ แต่การเลี้ยงแบบนี้ให้ผลผลิตสูง ลงทุนต่ำกว่าการเลี้ยงในโรงเรือน

2. การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์เป็นวิธีการเลี้ยงที่มีเป้าหมายชัดเจนในการผลิต เช่น เพื่อจำหน่ายสด หรือทำเป็นอาหารสัตว์น้ำ วิธีการการนี้จัดการง่าย สะดวก ลงทุนมากกว่าการเลี้ยงแบบธรรมชาติ สามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้ จากการศึกษาของ ชื่นดวงใจ คงบาล (2560) พบว่าการเลี้ยงไข่น้ำในบ่อซีเมนต์แต่ละวิธีมีลักษณะดังนี้

วิธีที่ 1 การเพาะเลี้ยงด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชสำเร็จรูป อัตราการใช้ 1 มิลลิตรต่อน้ำ 2 ลิตร ปล่อยไข่น้ำ 100 – 300 กรัมต่อบ่อ วิธีนี้ไข่น้ำจะเจริญเติบโตเร็ว สะอาด ปลอดภัย ไม่มีกลิ่นคาว เริ่มเก็บผลผลิตเมื่อเลี้ยงครบ 2 สัปดาห์ เติมสารละลายธาตุอาหารพืชสำเร็จรูป 2 – 3 เดือนต่อครั้ง

วิธีที่ 2 การเพาะเลี้ยงด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชสำเร็จรูปร่วมกับน้ำหมักฮอร์โมนไข่และนม อัตราการใช้ 1 มิลลิตรต่อน้ำ 2 ลิตร ผสมน้ำหมักฮอร์โมนไข่และนม อัตรา 10 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร บ่อซีเมนต์เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร เติมน้ำ 20 – 30 เซนติเมตร ปล่อยไข่น้ำ 100 – 300 กรัมต่อบ่อ วิธีนี้ไข่น้ำจะเจริญเติบโตเร็วกว่าวิธีแรก แต่น้ำมีกลิ่นน้ำหมัก เริ่มเก็บผลผลิตเมื่อเลี้ยงครบ 2 สัปดาห์ เติมสารละลายฯ 2 – 3 เดือนต่อครั้ง

วิธีที่ 3 การเพาะเลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 แบบละลายน้ำได้ใช้ปุ๋ยในอัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อบ่อซีเมนต์เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร เติมน้ำ 20 – 30 เซนติเมตร ปล่อยไข่น้ำ 100 – 300

กรัมต่อบ่อ วิธีนี้ใช้น้ำจะเจริญเติบโตเร็ว สะอาด ปลอดภัย ไม่มีกลิ่นคาว เริ่มเก็บผลผลิตเมื่อเลี้ยงครบ 2 สัปดาห์ เติบโตเดือนละ 1 ครั้ง

วิธีที่ 4 การเพาะเลี้ยงแบบอินทรีย์ นำปุ๋ยคอกแห้ง 2 กิโลกรัมใส่กระสอบปุ๋ยหรือกระสอบผ้าแช่ลงในบ่อซีเมนต์เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร เติมน้ำ 20 – 30 เซนติเมตร ปล่อยุ่ไข่ 100 – 300 กรัมต่อบ่อ วิธีนี้ใช้น้ำจะเจริญเติบโตได้ดี แต่จะมีกลิ่นคาววิธีอื่น เหมาะจะนำไปเป็นอาหารปลา และสัตว์ปีก เริ่มเก็บผลผลิตเมื่อเลี้ยงครบ 2 สัปดาห์ เติบโตเดือนละ 1 ครั้ง

การเลี้ยงไข่น้ำในเพื่อบริโภคในครัวเรือน

ไข่น้ำสามารถเพาะเลี้ยงในบ่อขนาดเล็ก เช่น กะละมัง ถังพลาสติก ท่อซีเมนต์ เพื่อบริโภคในครัวเรือน ผู้เลี้ยงสามารถควบคุมคุณภาพความสะอาดและปลอดภัยจากสารเคมี ยาฆ่าแมลงได้ด้วยตัวเอง โดยการเพาะเลี้ยงไข่น้ำเพื่อบริโภคในครัวเรือนมีวิธีการเพาะเลี้ยงง่าย ๆ ดังนี้

1) บ่อเลี้ยง ใช้ถังพลาสติก กะละมัง อ่างบัว อ่างยางรถยนต์ หรือท่อซีเมนต์กลม ที่สามารถหาได้ง่ายขนาดตามต้องการล้างทำความสะอาด ควรตั้งในที่ร่มใต้ต้นไม้หรือที่มีแสงรำไร หรือพรางแสงแดดด้วยสแลน 50% ทั้งนี้ หากเลี้ยงในบริเวณกลางแจ้งแสงแดดส่องถึงพื้นบ่อทำให้เกิดสาหร่ายชนิดอื่นซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตไข่น้ำลดลงและมีสีซีดไม่เขียวเข้ม

2) เติมน้ำสะอาดจากน้ำประปา น้ำบาดาล หรือน้ำบ่อดิน สูงประมาณ 15-20 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำโดยประมาณ 100 ลิตร

3) ชั่งปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สูตร 16-16-16 หรือ 15-15-15 ประมาณ 10 กรัม หรือ 1 ช้อนแกง ละลายน้ำก่อน หรือห่อผ้าใส่ในบ่อ

4) ใส่หัวเชื้อไข่น้ำ สามารถหาได้ตามตลาดสดทั่วไป อัตรา 20 กรัมต่อบ่อขนาด 1 ตารางเมตร การเจริญเติบโตไข่น้ำจะแตกหน่อขยายพันธุ์ใหม่ทุก 5-6 วัน และให้ผลผลิตสูงสุด 12-15 วัน หลังปล่อยุ่ไข่ สามารถเก็บผลผลิตได้ และหากเก็บไข่น้ำอัตรา 50% ของพื้นที่บ่อเลี้ยงทุก ๆ 6 วัน ให้ผลผลิตแต่ละครั้งเฉลี่ย 475 กรัมต่อตารางเมตรและสามารถเลี้ยงได้ตลอดปี

5) การเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ เมื่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำจนครบ 2 สัปดาห์ ใช้ผ้าขาวบางรองบนภาชนะที่มีรูผ่าน เช่น ตะกร้าหรือซั้ง จากนั้นนำตาข่ายสีฟ้ามาวางทับผ้าขาวบางอีกชั้น แล้วช้อนไข่น้ำขึ้นมาใส่ไว้ในตาข่ายสีฟ้า ใช้น้ำประปาล้างแล้วไข่น้ำจะหล่นลงไปที่ผ้าขาวบางที่รองไว้ข้างล่าง พอได้ไข่น้ำมาทั้งหมดให้นำไปล้างน้ำทำความสะอาดอีก 4 ครั้ง คือล้างแล้วบิด จนครบ 4 ครั้ง ถึงจะนำไปบรรจุใส่ภาชนะสำหรับจำหน่าย

คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำ

กองโภชนาการ (2544) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยน้ำหนักแห้งของไข่น้ำ พบว่ามี โปรตีนร้อยละ 6.8 ถึง 45.0 ไขมันร้อยละ 1.8 ถึง 9.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.1 ถึง 43.6 และ เยื่อใย ร้อยละ 5.7 ถึง 16.2 รายงานของ Klaus-J et al. (2018) ซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนโดยน้ำหนักแห้งสูง เทียบเท่ากับถั่ว ธัญพืช และมีโปรไฟล์ของกรดอะมิโน ที่ให้โปรตีนคุณภาพสูงที่คล้ายกับเนื้อสัตว์

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำใน 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	9.0
น้ำ (ร้อยละ)	97
โปรตีน (ร้อยละ)	6.8 - 45
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	14.1 - 43.6
ไขมัน (ร้อยละ)	1.8 - 9.2
ใยอาหาร (ร้อยละ)	5.7 - 16.2
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	59
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	25
เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	6.6
วิตามินเอ (IU/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	5,346
โทอะมิน (วิตามินบี 1) (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.03
ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2) (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.09
ไนอะซิน (วิตามินบี 3) (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.40
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	11
กรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	
อะลานีน (Alanine)	1,386
อาร์จินีน (Arginine)	1,045
กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid)	1,576
ซีสเทอีน (Cystine)	339
กรดกลูตามิก (Glutamic acid)	1,723
ไกลซีน (Glycine)	756
ฮิสทีดีน (Histidine)	335
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	524
ลิวซีน (Leucine)	1,222

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำใน 100 กรัม (ต่อ)

สารอาหาร	ปริมาณ
ไลซีน (Lysine)	1,094
เมไทโอนีน (Methionine)	176
ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine)	728
โพรลีน (Proline)	820
ซีรีน (Serine)	710
ทรีโอนีน (Threonine)	636
ทรีพโตเฟน (Tryptophan)	1,272
ไทโรซีน (Tyrosine)	1,095
วาลีน (Valine)	774
กรดอะมิโนรวม (Total amino acids)	16,211
กรดอะมิโนจำเป็น (Total essential amino acids)	7,860

(ที่มา : กองโภชนาการ, 2544)

การใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ

ไข่น้ำเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำมาทำเป็นอาหารสัตว์น้ำ สัตว์ปีก รวมถึงเป็นอาหารของคนได้ เนื่องจากไข่น้ำเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยประชาชนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมนำมาประกอบอาหาร ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำมีดังต่อไปนี้

1. ใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์

เนื่องจากไข่น้ำให้โปรตีนสูงถึง 6.8 - 45.0 % จึงจัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มนุษย์สนใจที่จะนำไข่น้ำมาเป็นอาหารและสกัดเอาสารอาหารที่เป็นประโยชน์มาเป็นอาหารแห้งสำหรับมนุษย์อวกาศ นอกจากนี้ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของไทยนิยมนำไข่น้ำมาปรุงเป็นอาหาร (กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย, 2556) ไข่น้ำยังเป็นพืชที่มีแคลเซียม วิตามินเอ และคลอโรฟิลล์สูง มีสรรพคุณในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ช่วยเสริมสร้างกระดูก ป้องกันกระดูกพรุน บำรุงระบบประสาท บำรุงสายตา บำรุงผิวพรรณ ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นการขับถ่าย และป้องกันโรคมะเร็งในระบบทางเดินอาหารได้อีก ด้วย จากการศึกษาของคันสนีย์ อุตมอ่าง (2555) พบว่าตำรับอาหารจากไข่น้ำที่มีศักยภาพใช้ประโยชน์ในระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์

2. ใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์

ในด้านการประมงมีการนำไชน้ำมาใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ปลาหมอช้างลาย ปลาดุกเพียน ปลาแรด ปลานิล หรือใช้เป็นอาหารสัตว์บก เช่น สุกร เป็ด ไก่ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาไชน้ำมาผลิตเป็น ปุ๋ยพืชสด (Green manure) (กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย, 2556)

3. ไชน้ำมีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำทางอ้อม

ไชน้ำถูกนำมาใช้ในการดูดซับสารประกอบประเภทแอมโมเนียซึ่งเป็นอันตรายสำหรับสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา ซึ่งปล่อยไชน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับลดค่าความสกปรกของน้ำโดยเฉพาะสารไนโตรเจนที่เป็นแร่ธาตุสำคัญของการเติบโต และโลหะหนักชนิดต่าง ๆ จากการศึกษาของ กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย (2556) แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาที่ใช้ในการดูดซับและความเข้มข้นของโลหะหนักแคดเมียมและโครเมียมเพิ่มขึ้นผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณคลอโรฟิลล์ในไชน้ำจะลดลง และการสะสมของโลหะหนักในเนื้อเยื่อพืชจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ไชน้ำสามารถสะสมโลหะหนักแคดเมียมได้มากกว่าโลหะหนักโครเมียม แสดงให้เห็นว่าไชน้ำมีความสามารถในการเลือกจับโลหะหนัก

4. ไชน้ำมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

จากรายงานการศึกษาของ อุมพร นิยะนุช (2553) พบว่าการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของไชน้ำ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในไชน้ำสดเท่ากับ 21.14 ± 0.54 มิลลิกรัม/กรัม ไชน้ำแห้งเท่ากับ 13.02 ± 0.18 มิลลิกรัม/กรัม และไชน้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็งเท่ากับ 14.50 ± 0.15 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนกิจกรรมต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS ในไชน้ำสด IC_{50} เท่ากับ 4.39 ± 0.04 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ไชน้ำแห้ง IC_{50} เท่ากับ 6.50 ± 0.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และไชน้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง IC_{50} เท่ากับ 5.82 ± 0.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และกิจกรรมต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ในไชน้ำสด IC_{50} เท่ากับ 13.91 ± 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ไชน้ำแห้ง IC_{50} เท่ากับ 14.70 ± 0.11 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และไชน้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง IC_{50} เท่ากับ 14.08 ± 0.08 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

ผลผลิตไชน้ำส่วนใหญ่ได้จากบ่อเลี้ยงตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ช่วงที่มีผลผลิตมากที่สุดในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม - พฤศจิกายน) การนำไชน้ำมาปรุงเป็นอาหารยังมีข้อจำกัดในการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากสุขอนามัยความสะอาด ความปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารเคมียาฆ่าแมลงที่มากับน้ำ จึงทำให้การยอมรับของผู้บริโภคในปัจจุบันลดลง ความนิยมในการบริโภคมีเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุในชนบทเท่านั้น รวมถึงกลุ่มผู้บริโภคเพียงบางกลุ่มที่ทราบถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญในไชน้ำ หรือผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพโดยนำไชน้ำมาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ปัจจุบันจึงมีเกษตรกร ผู้ประกอบการ บริษัท และหน่วยงานภาครัฐ และเอกชนหันมาเพาะเลี้ยงไชน้ำ เพื่อควบคุมคุณภาพของไชน้ำให้สะอาด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นก่อนที่จะนำไชน้ำสดมาบริโภค หรือจำหน่ายควรต้องคำนึงถึงมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 ดังนี้

(1) แคดเมียม (cadmium) 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(2) ตะกั่ว (Lead) 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชนิดของเส้นบะหมี่

ตามนิยามในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเส้นบะหมี่ที่ทำให้สุกหรือสุกบ้างแล้ว เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต่าง ๆ และน้ำมันปรุงรสในอัตราส่วนที่เหมาะสม บรรจุในซองขนาดเล็ก แล้วรวมบรรจุในภาชนะเดียวกัน ปรุงรับประทานได้โดยใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที (มอก. 271-2548)

เส้นบะหมี่แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต จะสามารถแบ่งบะหมี่ออกได้เป็น 5 ชนิดดังนี้

1. บะหมี่สด ได้จากการผสมแป้งสาลีกับน้ำ และส่วนผสมอื่นๆ เช่น สารละลายต่าง ไข่ เกลือ และการแต่งสี นวดให้เข้ากันจนได้โด้ว์ที่เรียบเนียน พักส่วนผสม 10-20 นาที จึงนำมารีดให้ได้ความหนา 1.5 - 2.0 มิลลิเมตร แล้วจึงตัดเป็นเส้นกลมหรือแบน บะหมี่สดมีความชื้นประมาณร้อยละ 32 - 40 จึงมีอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 1 - 2 วัน แต่สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้ 3 - 5 วัน โดยก่อนบริโภคต้องนำไปลวกหรือต้มให้สุก และปรุงรสตามความนิยมของชนในท้องถิ่น

2. บะหมี่ลวก เมื่อนำบะหมี่สดมาลวกให้ผิวนอกของเส้นสุก เพื่อเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยให้เก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น บะหมี่สุกมีความชื้นประมาณร้อยละ 50 เมื่อต้องการบริโภคนำมาลวกให้สุกทั้งหมดอีกครั้ง เช่น อุดัง และบะหมี่ฮกเกี้ยน

3. บะหมี่แห้ง หรือบะหมี่สดแห้ง ทำได้โดยการนำบะหมี่สดมาทำให้แห้งด้วยการตากแดดอย่างช้า ๆ หรือการอบแห้งด้วยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อย่างเหมาะสม ทำให้ค่า a_w ลดลง เป็นการชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ลดการเสื่อมเสียของบะหมี่ และยืดอายุการเก็บรักษา ด้วยวิธีการนี้ความชื้นของบะหมี่สดก็จะลดลงเหลือร้อยละ 8 - 10 ในการทำแห้งต้องระมัดระวังเพื่อไม่ให้เส้นไหม้เปราะและหักง่าย จึงต้องทำเป็นเป็นลำดับ 3 ขั้นตอน คือขั้นตอนที่ 1 ลดความชื้นของเส้นบะหมี่จากร้อยละ 35 ลงให้เหลือร้อยละ 24 ด้วยการอบในตู้อบอุณหภูมิ 30 - 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 - 40 นาที ขั้นตอนที่ 2 ลดอุณหภูมิของตู้อบลงเป็น 28 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 72 - 77 เพื่อกระจายความชื้นในเส้นให้สม่ำเสมอ ขั้นตอนที่ 3 จะควบคุมอุณหภูมิของตู้อบให้อยู่ระหว่าง 25 - 28 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 68 - 72 จนกระทั่งบะหมี่แห้งมีความชื้นเพียงร้อยละ 8 - 10 เมื่อต้องการบริโภคต้องนำมาแช่น้ำ และต้มน้ำให้คืนตัว

4. บะหมี่แช่แข็ง เป็นการนำบะหมี่สดมาลวก บะหมี่จึงมีความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 แล้วจุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสแล้วนำมาแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียสเพื่อให้เกล็ดน้ำแข็งมีขนาดเล็ก คุณภาพของบะหมี่มีความใกล้เคียงกับบะหมี่สด

5. บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป คือ บะหมี่ที่นำมาทำให้สุกบางส่วนด้วยการนึ่ง และทำแห้ง การให้ความร้อนในกระบวนการทำแห้งส่งผลต่อการเกิดเจลลาตินในแป้งและทำให้เส้นบะหมี่เกิดรูพรุน ซึ่งมีผลต่อ

การคืนรูปของบะหมี่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้แห้งโดยการทอดในน้ำมันเป็นบะหมี่ที่นำมาทิ้งเพื่อให้สุกบางส่วนแล้วระเหยน้ำด้วยการทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นทันทีเพื่อกันการหืน เนื่องจากในบะหมี่มีปริมาณน้ำมันถึงร้อยละ 15 - 22 บะหมี่ชนิดนี้จึงมีความชื้นเพียงร้อยละ 2 - 5 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้แห้งโดยการทอดเป็นวิธีที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากเก็บได้นานและนำมาบริโภคได้ง่าย เพียงลวกในน้ำร้อนเดือด 5 นาที ในทางการค้าบะหมี่แบบถ้วยจะใช้เวลาในการคืนรูปน้อยกว่าบะหมี่แบบซอง เนื่องจากมีขนาดเส้นที่บางกว่า และมีการทอดที่นานกว่าเส้นในบะหมี่แบบซอง

สำหรับบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้แห้งด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การอบแห้ง เป็นบะหมี่ที่ทำให้สุกขึ้นหนึ่งก่อน แล้วจึงนำมาอบแห้งด้วยลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งประมาณ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำบะหมี่แห้ง และใช้เวลาในการอบประมาณ 30 - 60 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้น ความชื้นสุดท้ายของบะหมี่อยู่ที่ประมาณร้อยละ 8 - 12 ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น และขึ้นอยู่กับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ เวลาในการคืนรูปของบะหมี่อบแห้งนานกว่าบะหมี่แบบทอด และขาดกลิ่นรสเฉพาะของบะหมี่แบบทอด แต่ดีต่อสุขภาพและลดปัญหาการเกิดออกซิเดชันที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนของบะหมี่อีกด้วย

ลักษณะและสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่

1. แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลักของเส้นบะหมี่ถึงร้อยละ 90 - 95 ดังนั้นลักษณะของเส้นบะหมี่ทั้งทางกายภาพและเคมีจะขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี ปัจจัยที่สำคัญของแป้งสาลีที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้แก่ สตาร์ช โปรตีน กลูเตน เอนไซม์ และรงควัตถุอื่น ๆ โดยในแป้งสาลี มีสตาร์ชเป็นส่วนประกอบหลัก (ประมาณร้อยละ 67) สตาร์ชมีความสัมพันธ์กับกลูเตนในแป้งสาลี ซึ่งทำให้เส้นมีความยืดหยุ่น และสามารถรีดเป็นแผ่นและตัดเป็นเส้นได้ และมีผลต่อคุณภาพของเส้นบะหมี่หลังต้มสุกในด้านความเหนียวและความคงตัวของเส้น แป้งสาลีมีโปรตีนที่สำคัญคือ ไกลอะดิน (Gliadin) และกลูเตนิน (Glutenin) โดยมีปริมาณโปรตีนทั้ง 2 ชนิดใกล้เคียงกัน เมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม แล้วนวดจะได้แป้งโดที่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากน้ำจับกับโมเลกุลของโปรตีนเกิดเป็นร่างแหสามมิติที่เรียกว่า กลูเตน ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของบะหมี่ เพราะเป็นปัจจัยที่ทำให้บะหมี่มีลักษณะการกีดเคี้ยวที่ดี โดยลักษณะของสตาร์ช โปรตีนและกลูเตนที่เหมาะสมนั้น ขึ้นกับเอนไซม์ในแป้งสาลีด้วย กล่าวคือเอนไซม์ในแป้งส่วนใหญ่จะทำให้คุณภาพของแป้งลดลง โดยเอนไซม์ที่พบทั่วไปในแป้งสาลีคือ เอนไซม์อะไมเลส หากมีปริมาณมากก็จะทำให้คุณภาพของสตาร์ชเสื่อมไป เมื่อนำแป้งมาทำบะหมี่เส้นบะหมี่จะไม่เหนียว เปื่อยง่าย เส้นแฉะ และไม่คงตัว นอกจากนี้เอนไซม์โปรติเอสที่ทำให้คุณสมบัติของโปรตีนเสียไป ยังส่งผลลดความคงตัวและความยืดหยุ่นภายในแป้งเช่นกัน เอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทำให้แป้งสาลีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ดังนั้นแป้งสาลีที่ดี ต้องเป็นแป้งที่ไม่จากข้าวสาลีที่มี

ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่ดี ไม่เกิดการงอก ขนาดเม็ดแบ่งมีความสม่ำเสมอและมีอัตราการสกัดได้ต่ำกว่าแบ่งสาลีทั่วไป แบ่งที่ดีมีส่วนประกอบทางเคมี ปริมาณและคุณภาพของโปรตีนตรงตามลักษณะบะหมี่ที่ต้องการ คือ บะหมี่จีนมีโปรตีนประมาณร้อยละ 10 - 12 บะหมี่ญี่ปุ่นมีโปรตีนประมาณร้อยละ 9-10 สตาร์ชมีความหนืดสูง ไม่มีเอนไซม์ในแบ่ง

2. แบ่งถั่วลูกไก่

ถั่วลูกไก่หรือถั่วหัวช้าง (Chickpea) เป็นถั่วที่มีโปรตีนสูง โดยมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 14 ใกล้เคียงกับโปรตีนจากแบ่งสาลี นอกจากนี้ยังมีใยอาหารและมีฟลาโวนอยด์สูง อีกทั้งถั่วลูกไก่อังปราศจากกลูเตนซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้ อย่างไรก็ตามการผลิตเส้นบะหมี่จากแบ่งชนิดอื่นที่ไม่ใช่แบ่งสาลีมักก่อให้เกิดปัญหา คือ เส้นมีความแข็ง ไม่มีความยืดหยุ่น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสริมโปรตีนจากแบ่งถั่วลูกไกร่วมกับโปรตีนจากข้าวสาลีเพื่อขึ้นรูปเป็นเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

3. น้ำ

น้ำเป็นสารที่ทำให้แบ่งจับตัวเป็นก้อนโดที่มีความยืดหยุ่นและรีดเป็นแผ่นบางได้ ถ้าใส่น้ำในส่วนผสมน้อย โครงร่างเส้นบะหมี่จะไม่แข็งแรง ร่วน และโป่ง ทำให้เส้นบะหมี่แข็งและขาดง่าย แต่ถ้าใส่น้ำมากเกินไป โดจะฉะและเหนียวติดมือรีดไม่ได้ ตัดเป็นเส้นก็จะติดกันง่าย โดยทั่วไปการเติมน้ำจะอยู่ที่ร้อยละ 30 - 40 นอกจากนั้นคุณภาพของน้ำก็มีความสำคัญต่อลักษณะโดว์เช่นกัน น้ำที่มีแร่ธาตุและสารอินทรีย์อยู่มาก โดยเฉพาะแร่ธาตุแคลเซียม เหล็ก และแมกนีเซียม มีผลทำให้การดูดน้ำของแบ่งไม่สม่ำเสมอ มีโครงสร้างของโดว์ไม่เรียบเนียน นอกจากนี้เกลือของเหล็กและทองแดง อาจทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดสีน้ำตาลและมีกลิ่นเหม็นเมื่อเก็บรักษาเส้นบะหมี่ไว้นาน น้ำที่เหมาะสมในการทำเส้นบะหมี่จึงควรเป็นน้ำอ่อนมีแร่ธาตุเจือปนในปริมาณต่ำ แต่ถ้าใส่น้ำอ่อนไปไม่มีอะไรเจือปนเลยก็ไม่ได้ เพราะจะทำให้โดว์เหนียวมีความยืดหยุ่นตัวน้อยกว่าน้ำอ่อนที่เหมาะสม

4. เกลือ

เกลือใช้เพื่อการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับชนิดของเส้นบะหมี่ที่ต้องการซึ่งอาจจะใส่หรือไม่ใส่ก็ได้ (ร้อยละ 0-2) เกลือมีผลโดยตรงต่อลักษณะกลูเตนในโดว์ โดยเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านการหนีตัวของโดว์ ช่วยไม่ให้โดว์ฉะ และเส้นบะหมี่ไม่ติดกันเมื่อเป็นเส้น เกลือยังช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ประเภทย่อยโปรตีน ช่วยให้โดว์คงความเหนียวและความยืดหยุ่นอยู่ได้นาน และระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย รา และยีสต์

5. สารละลายต่าง

ในการทำเส้นบะหมี่จีนนิยมเติมสารละลายต่าง ที่มีส่วนผสมของต่างหลายชนิดเช่น โซเดียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมคาร์บอเนต ผสมกับไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต หรืออาจใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์โดยตรงในปริมาณที่เหมาะสม (ร้อยละ 0.3) สารละลายต่างมีผลต่อลักษณะการอุ้มน้ำของโดว์ และการดูดน้ำของแบ่งที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สตาร์ชมีความหนืด โดมีความแข็งแรงต่อการผสมมากกว่าเดิม และมีความยืดตัวได้มากขึ้น ส่วนผลทางเคมีนั้นความเป็นด่างที่เพิ่มมากขึ้นทำให้สีของบะหมี่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองจากปฏิกิริยาของต่างกับสารฟลาโวนในแบ่ง สารละลายต่างยังส่งผลต่อการต้มหรือลวกเส้นช่วยให้

เนื้อสัมผัส ทนต่อการต้มนานโดยไม่เปื่อยง่าย เส้นมีความเหนียว ยืดหยุ่นดีกว่าเส้นบะหมี่ที่ไม่ได้เติมสารละลายต่าง และเส้นบะหมี่สามารถเก็บรักษาได้นานเพราะต่างมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

ตารางที่ 2 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่

ส่วนผสม	ปริมาณ (%)		
	บะหมี่จีน	บะหมี่ญี่ปุ่น	บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
แป้งสาลี	100	100	100
น้ำ	30-35	28-33	30-35
เกลือ	1-1.5	2	-
ต่าง	1.5	-	0.5-1.0
สี	-	-	เล็กน้อย

การผลิตและลักษณะที่ดีของบะหมี่ (สุทธิณี สีสั่งข์ และคณะ, 2563)

การผลิตบะหมี่ ขั้นตอนแรกนำส่วนผสมต่าง ๆ มาปั่นผสมด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงเพื่อให้ส่วนผสมกระจายตัว และทำให้อนุภาคของแป้งดูน้ำเพิ่มขึ้น ต่อจากนั้นใช้ความเร็วต่ำและปั่นผสมเป็นเวลา 4 - 5 นาที แป้งจะเริ่มดูน้ำเพิ่มขึ้น กลูเตนในแป้งสาลีสร้างโครงสร้างเกิดเป็นฟิล์มที่เหนียวขึ้นเมื่อนวดแป้งจนเป็นก้อนโดว์ที่เรียบเนียนแล้วนำมาพัก 10 - 30 นาทีเพื่อให้แป้งดูน้ำได้มากขึ้น อนุภาคน้ำในโดว์มีการจัดเรียงตัวดีขึ้น ทำให้โดว์มีความเรียบเนียนและยืดหยุ่น พร้อมในการรีดบะหมี่ให้เป็นแผ่น จากนั้นรีดแป้งผ่านเครื่องรีดที่มีการลดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งลงทีละนิด เพื่อให้ได้แผ่นแป้งที่เรียบเนียน และเกิดการจัดเรียงโครงสร้างของกลูเตนในแผ่นแป้ง โดยครั้งแรกจะเริ่มรีดที่ช่วงลูกกลิ้งห่างกันมาก รีดซ้ำ 2 ครั้ง แล้วเปลี่ยนความห่างของลูกกลิ้งให้น้อยลงอีก 2 ระดับ จนได้แผ่นแป้งหนาประมาณ 1.75 มิลลิเมตร ต่อจากนั้นนำแผ่นแป้งมาตัดให้เป็นเส้น ระหว่างการตัดควรโรยแป้งนวล ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมัน หรือแป้งสาลี เพื่อป้องกันการติดกันของเส้น ลักษณะของเส้นที่ตัดอาจมีรูปทรงสี่เหลี่ยมหรือวงกลมก็ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องตัดที่ใช้

ลักษณะที่ดีของบะหมี่

บะหมี่สดควรมีความชื้นประมาณร้อยละ 35 มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด คือประมาณ 1 - 3 วัน แต่บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบทอดควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ไขมันไม่เกินร้อยละ 20 ส่วนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้แห้งด้วยวิธีอื่น ๆ ควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) จึงจะสามารถเก็บรักษาได้นานหลายเดือนหรือเป็นปีถ้าใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ลักษณะที่ดีของบะหมี่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) ที่บอกถึงเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้บะหมี่สุกจนถึงใจกลางของเส้น ในระหว่างการเกิด

เจลาตินในเซชันของเม็ดแป้ง ทำให้เนื้อบะหมี่ดูดน้ำเข้าไปได้มากที่สุด ค่าน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) บอกถึงร้อยละของน้ำหนักบะหมี่ที่เพิ่มขึ้นเมื่อต้มบะหมี่ตามเวลา Cooking time ซึ่งบะหมี่ที่ดีจะมีการดูดซับน้ำได้มาก ทำให้น้ำหนักหลังการต้มสูง และค่า Cooking loss ที่บอกถึงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สูญเสียจากการต้มบะหมี่ จากการละลายของอะไมโลสและโปรตีนที่ละลายน้ำ แล้วนำน้ำที่เหลือจากการลวกบะหมี่ มาระเหยและชั่งน้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่ ซึ่งบะหมี่ที่มีความคงตัวดีค่า Cooking loss ไม่ควรเกินร้อยละ 9 - 10 ส่วนโครงสร้างภายในเส้นบะหมี่ต้องนุ่ม เหนียวยืดหยุ่นดี เส้นจะไม่เหนียวติดกัน มีความแน่นเนื้อมาก และมีความเงาใส บะหมี่ที่มีความเหนียวยืดหยุ่นที่ดีต้องมีปริมาณอะไมโลสต่ออะไมโลเพกตินที่เหมาะสม ถ้าปริมาณอะไมโลสสูงจะทำให้น้ำไม่สามารถเข้าไปในโมเลกุลของเม็ดแป้งได้บะหมี่จึงไม่อมน้ำ โครงสร้างจะแน่นและแข็ง ทำให้ได้บะหมี่ที่มีคุณภาพที่ไม่ดีแต่ถ้ามีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง บะหมี่จะเหนียวติดมือ และมีเนื้อสัมผัสที่เลวเกินไป

การทำแห้ง (ภานุมาศ ทองคำ, 2562)

การทำแห้ง หมายถึงการดึงน้ำออก เป็นการถนอมอาหารที่นิยมใช้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยอาศัยหลักการลดความชื้นของอาหารด้วยหลักการระเหยนํ้าออกด้วยการอบแห้ง (Dehydration) การทอด (Frying) หรือการระเหยนํ้าในอาหารออกไป ในการทำแห้งสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การด้วยแสงอาทิตย์ (Sun Drying) เป็นวิธีตามภูมิปัญญาที่ใช้มาแต่โบราณ ไม่มีค่าใช้จ่าย ประหยัดพลังงานความร้อน แต่วัตถุดิบตากแห้งที่ได้อาจมีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์สูง หากการตากแห้งไม่เพียงพอ

2. การทำแห้งด้วยความร้อน (Hot Air Drying) วิธีการนี้ปรับปรุงมาจากวิธีการแรก โดยมีการใช้อุปกรณ์ตูอบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนเป่าผ่านทำให้นํ้าในวัตถุดิบระเหยไปกับลมร้อนทางช่องระบาย การอบลมร้อนใช้อุณหภูมิในช่วง 50 - 70 องศาเซลเซียส ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำให้แห้งด้วยวิธีนี้มีความสะอาดมากกว่าวิธีการแรก ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดี ผลลัพธ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 5.6 - 8.5 ในกรณีที่วัตถุดิบมีส่วนผสมของไขมันสูง การตากแห้งอาจเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย

3. การทำแห้งด้วยความเย็น (Freeze Drying) เป็นการทำให้แห้งโดยนำวัตถุดิบไปแช่แข็งและทำให้แห้งในสุญญากาศ อาหารแห้งโดยการระเหิดของน้ำออกจากวัตถุดิบในสถานะที่เป็นน้ำแข็งในสภาพสุญญากาศ การทำให้วัตถุดิบกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่อวัตถุดิบได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นในสถานะที่ความดันลดลง หรือความดันมีค่าเท่ากับหรือความดันต่ำกว่าความดัน ณ จุดเปลี่ยนสถานะของน้ำ (Triple Point of Water) น้ำสถานะของแข็งจะกลายเป็นไอน้ำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนผ่านสถานะเป็นสถานะของเหลวก่อน ผลลัพธ์แห้งที่ได้จากกระบวนการจะมีลักษณะเป็นรูพรุน โปร่งแสง คงรูปร่างเดิมได้ดี มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 2.0 และสามารถดูดกลืนน้ำเพื่อคืนสู่สภาพเดิมได้ง่าย การเก็บรักษาผลลัพธ์จึงควรเก็บในภาชนะบรรจุในสภาพสุญญากาศ

ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตบะหมี่สำเร็จรูป การเคลื่อนที่ของบะหมี่ในสายการผลิตจะช้ากว่าความเร็วรอบของหัวตัด ทำให้เส้นบะหมี่มีลักษณะที่เป็นลอนคลื่น เมื่อตัดเส้นแล้วนำมาทิ้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 - 5 นาทีจะทำให้แป้งเกิดเจลลาติในเซชันได้มากขึ้น เนื่องจากการนั่งส่งผลต่อการคืนรูป ความแน่นเนื้อ และความยืดหยุ่นของเส้นบะหมี่ อีกทั้งทำให้โปรตีนในบะหมี่ร้อยละ 90 เปลี่ยนเป็นแอลฟาโปรตีน บะหมี่จึงมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งในบะหมี่อบแห้งต้องการเวลาในการนึ่งนานกว่าบะหมี่แบบทอด ต่อจากนั้นตัดเส้นบะหมี่ตามรูปร่างที่ต้องการ แล้วนำมาใส่บล็อกเพื่อรอการทำให้แห้ง การทำให้แห้งบะหมี่สามารถทำได้ด้วยการทอดหรือการอบลมร้อน การทอดจะใช้น้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 140 - 160 องศาเซลเซียส นาน 60 - 120 วินาที ทำให้น้ำระเหยออกมาจากเส้นและน้ำมันเข้าไปแทนที่ แป้งเกิดการเจลลาติในซีก่อนที่น้ำจะระเหยออก จึงเกิดรูเล็ก ๆ จำนวนมากในโครงสร้างของบะหมี่ บะหมี่จึงคืนรูปได้ง่าย ส่วนการทำให้แห้งบะหมี่สำเร็จรูปด้วยการอบลมร้อน เมื่อบะหมี่ผ่านการนึ่งแล้ว จึงทำให้แห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 - 80 องศาเซลเซียส นาน 6 - 8 ชั่วโมง บะหมี่ชนิดนี้จะมีน้ำมันน้อย ทำให้บะหมี่เกิดการหืนช้าลง มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่ใช้เวลาในการคืนรูปนานกว่าบะหมี่แบบทอด

ผลของการทำให้แห้ง (ภานุมาศ ทองคำ, 2562)

1. จุลินทรีย์ การทำให้แห้งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้บางชนิด อาหารที่อบแห้งแล้วมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ในขณะที่ราเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีน้ำร้อยละ 12 แบคทีเรียและยีสต์เจริญได้ในอาหารที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 30 ยกเว้นในเชื้อราและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร และก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษบางชนิดที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 2

2. เอนไซม์ การทำให้แห้งส่งผลให้ปฏิกิริยาของเอนไซม์ลดลง โดยการลดลงของปฏิกิริยาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ลดลง และในสภาวะที่ความชื้นลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 1 ก็จะทำให้แทบไม่มีปฏิกิริยาของเอนไซม์ การใช้ความร้อนเปียก หรือน้ำเดือดในกระบวนการจะทำลายเอนไซม์อย่างรวดเร็ว แต่หากมีการใช้ความร้อนในการอบแห้งอาหาร แม้จะใช้อุณหภูมิสูงมากถึง 200 องศาเซลเซียส ก็มีผลต่อเอนไซม์น้อยมาก ดังนั้นก่อนจะทำอาหารแห้งควรมีกระบวนการในการทำลายเอนไซม์ก่อน

3. คุณค่าทางโภชนาการ

1) วิตามิน การทำให้แห้งด้วยการตากที่ใช้ความร้อน สามารถส่งผลทำลายวิตามินที่ไม่คงตัวต่อความร้อน เช่น วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2

2) โปรตีน การตากแห้ง หรืออบแห้งโดยใช้ความร้อนเป็นระยะเวลานาน ทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพตามธรรมชาติ ทำให้อย่อยยาก ร่างกายจะใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้น้อยลง

3) ไขมัน การทำให้แห้งทำให้ไขมันในอาหารเกิดการเหม็นหืนได้ง่ายขึ้น การเติมออกซิเจนในการถ่ายเทอากาศ ที่มักเกิดในอุณหภูมิสูงได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการเติมสารกันหืน

การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษา (พรรัตน์ สิ้นชัยพานิช และคณะ, 2565)

ปัจจัยการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ที่มักเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งธรรมชาติของอาหาร กระบวนการแปรรูป ชนิดบรรจุภัณฑ์ และสภาวะในการเก็บรักษา ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารแต่ละชนิดมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงหรือการเสื่อมเสียของคุณภาพที่เฉพาะและแตกต่างกัน ทำให้การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารต้องมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การอาหาร เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารที่สนใจศึกษาได้อย่างเหมาะสมต่อการใช้เป็นดัชนีคุณภาพการเสื่อมเสีย การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซึ่งควรมีความสอดคล้องกับสาเหตุการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ อาหารที่เป็นปัจจัยหลัก หรือเป็นต้นเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือเป็นอันตรายสำหรับการบริโภค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมใช้ติดตามคุณภาพหรือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหรือการเสื่อมเสียสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ

เป็นการวิเคราะห์คุณภาพของอาหารโดยใช้วิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีความสะดวก และส่วนมากจะใช้เวลาไม่นานมาก การวัดค่าคุณภาพทางกายภาพส่วนมากจะใช้เครื่องมือที่ออกแบบมาจำเพาะ โดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่องมือและขั้นตอนการวัดที่น่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ รวมทั้งเป็นวิธีมาตรฐานที่ยอมรับ เช่น การวัดค่าสีของอาหาร โดยใช้เครื่อง Colorimeter, Spectrophotometer และ Munsell book การวัดคุณสมบัติเนื้อสัมผัสอาหารด้วยเครื่อง Texturometer, Puncturometer การวัดค่าความเป็นกรดต่างโดยใช้ pH meter, pH paper และวิธี titration การวัดปริมาณน้ำในอาหารโดยใช้วิธี Hot air oven, Moisture balance และ Infrared การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของอาหาร เพราะว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค และยังสัมพันธ์กับการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการเสื่อมเสียทางเคมีและทางจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม ค่าคุณภาพทางกายภาพของอาหารอาจไม่สามารถยืนยันได้ชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ๆ ไม่เหมาะสมต่อการบริโภคหรือมีความเสี่ยงอันตราย เพราะว่าทั่วไปค่าลักษณะคุณภาพของอาหารมักไม่มีเกณฑ์ข้อกำหนดแน่นอนที่ระบุว่าอาหารนั้นๆ หมดอายุ

2. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพของอาหารทางด้านประสาทสัมผัสแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การทดสอบความพอใจหรือการยอมรับ (preference/acceptance test) เป็นการทดสอบความพอใจของผู้ทดสอบชิม การทดสอบความแตกต่าง (discriminatory tests) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง และการทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test) เป็นการวัดลักษณะคุณภาพของตัวอย่าง การวัดคุณภาพ

ทางประสาทสัมผัส (hedonic test) ใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารระหว่างการเก็บรักษา

ในการประเมินคุณภาพอาหารตามความชอบของผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบ เป็นการให้การรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และการสัมผัส การทดสอบจะทำในห้องปฏิบัติการทางด้านประสาทสัมผัสที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ พื้นที่ทดสอบชิมที่แบ่งเป็นสัดส่วน พื้นที่เตรียมตัวอย่าง และแสงสว่างและอุณหภูมิที่เหมาะสม ผู้ทดสอบจะได้รับเสิร์ฟตัวอย่างอาหารในบูททดสอบพร้อมคำชี้แจงในการทดสอบตัวอย่างอาหาร จากนั้นผู้ทดสอบจะทำการชิมตัวอย่างอาหารตามลำดับการเสิร์ฟ และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะด้านความชอบรวม สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส ให้ตรงกับความรู้สึก ทุกครั้งที่เปลี่ยนตัวอย่างทดสอบชิมหรือชิมตัวอย่างใหม่จะได้รับคำแนะนำให้กลืนปากด้วยน้ำดื่มทุกครั้ง

การทดสอบระดับความชอบของผู้บริโภคสามารถวัดได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้สเกลความพอใจ (hedonic scale) สเกลรอยยิ้ม (smiley scale) สเกลพอดี (just about right scale) ทั่วไปการใช้สเกลความพอใจเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เพราะสามารถแสดงความรู้สึกชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์และแปลผลได้ง่ายและสะดวก สเกลความพอใจที่นิยมใช้ เช่น 9-point hedonic scale (9 หมายถึงชอบมากที่สุด, 5 หมายถึงไม่สามารถระบุได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 0 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) 7-point hedonic scale (7 หมายถึง ชอบมาก, 4 หมายถึงไม่สามารถระบุได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 0 หมายถึง ไม่ชอบมาก) 5-point hedonic scale (5 หมายถึงชอบมาก, 3 หมายถึงไม่สามารถระบุได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 0 หมายถึง ไม่ชอบมาก)

การประเมินความชอบทางด้านประสาทสัมผัส จะใช้ผู้ทดสอบชิมที่มากพอสมควร โดยการทดสอบแบบ hedonic test จะใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนอย่างน้อย 30 คน ขณะที่การทดสอบแบบ descriptive test จะใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนอย่างน้อย 10 คน ในกรณีที่ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนและหรือมีความชำนาญด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทำการทดสอบสามารถใช้ผู้ทดสอบจำนวน 5 - 10 คน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการทดสอบด้วย แม้ว่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านประสาทสัมผัสจะมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกายภาพและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ แต่ก็ไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจน ดังนั้นการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มักใช้ร่วมกับผลวิเคราะห์คุณภาพอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ เพื่อประกอบการพิจารณาการเสื่อมเสียและการไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

3. คุณภาพทางเคมี

เป็นการวิเคราะห์คุณภาพทางคุณค่าโภชนาการ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต สารสำคัญที่เป็นประโยชน์ ต่อสุขภาพ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ สารพิษหรือสารที่ความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ เช่น อะฟลาทอกซิน โลหะหนัก และไขมันทรานส์ รวมทั้งสารที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเสื่อมเสียของอาหาร เช่น สารเพอร์ออกไซด์ คาร์บอนิล และสารไทโอบาร์บิทูริก ข้อดีของการวัดค่าคุณภาพทางเคมีของอาหาร คือ สามารถใช้พิจารณาเป็นเกณฑ์ยอมรับ

หรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการระบุค่าการยอมรับหรือค่ามาตรฐานที่แน่นอน โดยอาจอ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข สำนักคณะกรรมการอาหารและยาของอาหารแต่ละประเภท ในบางครั้งพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของอาหารยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ แต่ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและประสาทสัมผัสและไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ดังนั้นทั่วไปการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร มักเลือกใช้การวิเคราะห์คุณภาพหลายวิธีร่วมกัน

4. คุณภาพทางจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้โดยเกิดการปนเปื้อนและเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหาร แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่ทำให้คุณภาพอาหารเปลี่ยนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับ การเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์อาจเป็นอันตรายต่อการบริโภค หากเป็นการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้นคุณภาพด้านจุลินทรีย์จึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการประเมินอายุการเก็บรักษา ซึ่งบ่งบอกว่าอาหารมีความปลอดภัยต่อการบริโภค การติดตามคุณภาพทางจุลินทรีย์ส่วนมากจะเป็นการวัดจำนวนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เช่น คลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ซาลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichiacoli*) วิบริโอ พาราฮีโมไลติคัส (*Vibrio parahaemolyticus*) เนื่องจากทำให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วย ปวดหัว คลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง และท้องเสีย หรือมีอันตรายรุนแรงถึงแก่ชีวิต กรณีบริโภคอาหารปนเปื้อนสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น ดังนั้นอาหารทุกชนิดต้องมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์ตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข โดยอ้างอิงให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 พ.ศ. 2563 เรื่องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ตลอดจนการวัดจำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ยีสต์และรา และหรือโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการแปรรูปหรือระหว่างการผลิต ซึ่งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ตามประเภทอาหาร

การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร (พรรัตน์ สิ้นชัยพาณิชย์ และคณะ, 2565)

1. สมการคิวเทน (Q_{10})

อาศัยหลักการ คือ อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเร่งอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้โมเลกุลมีพลังงานจลน์สูงขึ้นและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมีมีอัตราเร็วสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มักจะส่งผลให้อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นถึง 2-3 เท่า เพราะว่าอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราค่าคงที่ (k) เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยากับอุณหภูมิ ดังสมการ

$$k = k_0 \exp \left[-\frac{Ea}{RT} \right]$$

- k = ค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (reaction rate constant)
 k_0 = ค่าของ pre-exponential factor
 Ea = พลังงานกระตุ้น หรือพลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy, J/mol)
 R = ค่าคงที่ของแก๊สในอุดมคติ (ideal gas constant = 8.314 J/mol K)
 T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (absolute temperature, K)

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับค่าคงที่อัตรา (k) ยังสามารถคำนวณได้ในรูปของค่า Q_{10} ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของค่าคงที่อัตรา ณ อุณหภูมิที่มีความแตกต่างกัน 10 องศาเซลเซียส ดังสมการที่ 2

$$Q_{10} = \frac{k_2(T+10^\circ\text{C})}{k_1(T)}$$

$$\log Q_{10} = \frac{E_A}{2.303R} \left[\frac{10}{T_1(T_1+10)} \right]$$

$$Q_{10} \left(\frac{\Delta}{10} \right) = \frac{\text{time}(\text{prediction})}{\text{time}(\text{accelerated condition})}$$

- Q_{10} = อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิต่างกัน 10 °C
 E_A = พลังงานกระตุ้น หรือพลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy, kJ/mol)
 R = ค่าคงที่ของแก๊สในอุดมคติ (ideal gas constant = 8.314 J/mol K)
 T = อุณหภูมิสัมบูรณ์
 Δ = ความแตกต่างของ T_1 และ T_2 (=10)

ตัวอย่างการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้สมการ Q_{10} สำหรับชาขงผสมใบหม่อนและผลหม่อน ใช้สภาวะเร่งอุณหภูมิที่ 45 และ 55 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษา กำหนดค่า TBARS ต่ำกว่า 1.6 mg MDA/kg เป็นเกณฑ์ยอมรับผลิตภัณฑ์ พบว่าตัวอย่างจะมีอายุการเก็บนาน 111 และ 52 วัน ตามลำดับ เมื่อแทนค่าในสมการที่ 2 จะได้ค่า Q_{10} เท่ากับ 2.134 ซึ่งสามารถนำค่า Q_{10} ที่ได้มาใช้ประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากสมการที่ 4 ซึ่งจะมีอายุการเก็บรักษานาน 2,304 วัน โดยประมาณ

2. ปฏิกิริยาจลนพลศาสตร์ (kinetic reaction)

การเสื่อมเสียของอาหารจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเสื่อมเสียโดยขึ้นกับชนิดอาหารและปฏิกิริยาเคมี ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

$$dc/dt = \pm kc^n$$

เป็น - เมื่อพารามิเตอร์ที่ทดสอบมีการเสื่อมสลาย/ลดลง
 + เมื่อพารามิเตอร์ที่ทดสอบเพิ่มขึ้นตามเวลา เช่น การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ หรือค่า peroxide value

ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (zero-order reaction) อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น และการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นไม่มีผลต่อการเพิ่มอัตราเร็วของปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (first-order reaction) อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพียงหนึ่งชนิด ดังนั้นค่าคงที่อัตรา (rate constant) จึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวทำปฏิกิริยาและอุณหภูมิ

ปฏิกิริยาอันดับสอง (second-order reaction) อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นแบ่งเป็นสองกรณี คือ ขึ้นกับกำลังสองของสารตั้งต้นเพียงตัวเดียวหรือขึ้นกับสารตั้งต้นสองตัวแต่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากัน

การหาอันดับของปฏิกิริยาทำได้โดยการพล็อตกราฟเส้นตรงของปฏิกิริยาอันดับ 0 1 และ 2 เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารที่เวลาเริ่มต้น $[C]_0$ หรือความเข้มข้นของสารที่เวลาใดๆ $[C]$ ที่เกิดขึ้น กับระยะเวลาการเก็บรักษา (t) และอุณหภูมิ (T) ที่แตกต่างกันที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ จะได้ค่าความชันของกราฟเท่ากับค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยา (k) แล้วจึงคำนวณหาค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared, R^2) ซึ่งควรมีค่าเข้าใกล้ 1 เพื่อใช้พิจารณาเลือกอันดับปฏิกิริยา หลังจากได้ค่า k ของปฏิกิริยา ให้พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln k$ ของทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา (แกน y) กับส่วนกลับของอุณหภูมิสัมบูรณ์เคลวิน ($1/T$) (แกน x) ซึ่งจะได้กราฟความสัมพันธ์เส้นตรงอาร์เรเนียส (Arrhenius)

$$\ln k = -\frac{Ea}{RT} + \ln k_0$$

เมื่อ	k	=	ค่าคงที่อัตรา (rate constant) ที่อุณหภูมิกำหนด
	Ea	=	พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (J/mol)
	R	=	ค่าคงที่ของแก๊สมีค่าเท่ากับ 8.314 J/mol K
	T	=	อุณหภูมิสัมบูรณ์เคลวิน (K)

กราฟความสัมพันธ์เส้นตรงอาร์เรเนียสจะได้ค่าความชันของกราฟ ($\text{slope} = -E_a/R$) เท่ากับ พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (J/mol) หาค่าด้วยค่าคงที่ของแก๊สในอุดมคติ (8.314 J/mol K) สำหรับค่า k ให้ลากเส้นกราฟไปตัดแกน y ($\ln k$) เพื่อหาค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) ที่อุณหภูมินั้นๆ

ในการประเมินอายุการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาอื่นๆ นอกเหนือจากสถานะ ทำการศึกษา ให้แทนค่า E_a และ ค่า k_0 และ T ลงในสมการที่ (5) เพื่อคำนวณหาค่าคงที่ของอัตราเร็ว การเกิดปฏิกิริยา (k) หลังจากนั้น นำค่า k ไปแทนในสมการของอันดับปฏิกิริยา (อันดับ 0 1 หรือ 2) ที่ถูก เลือกใช้ในการทำนาย ก็จะได้ค่าอายุการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ (t) ที่อุณหภูมิดังกล่าว จากนั้นใช้สมการของ อันดับปฏิกิริยาที่เลือก และแทนค่า C_0 ความเข้มข้นเริ่มต้น และค่า C ความเข้มข้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ณ เวลาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ หรืออาจเป็นค่ายอมรับสูงสุดหรือต่ำสุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสีย และไม่ปลอดภัยสำหรับบริโภค โดยค่าดังกล่าวควรสอดคล้องกับพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ข้อกำหนดคุณภาพของบริษัผู้ผลิตหรือลูกค้า หรือมาตรฐานโคเดกซ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้แห้งโดยการ ทอดน้ำมันหรือวิธีอื่น สามารถปรุงเพื่อรับประทานได้ในเวลาไม่เกิน 5 นาที ทั้งนี้ไม่ ครอบคลุมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีเครื่องปรุงเป็นอาหารสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ที่ผ่าน การฆ่าเชื้อ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เส้นบะหมี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเส้น ทำจากแป้งสาลีและอาจผสมแป้งชนิดอื่น และส่วนประกอบอื่นด้วยก็ได้
- 2.2 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยเส้นบะหมี่ที่ทำให้สุกหรือสุก บ้างแล้ว เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต่าง ๆ และน้ำมันปรุงรสในอัตราส่วนที่เหมาะสม บรรจุในซองขนาดเล็ก แล้วบรรจุในภาชนะเดียวกัน บรรจุรับประทานได้โดยใช้เวลาไม่ เกิน 5 นาที
- 2.3 เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส หมายถึง วัตถุที่ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่น รส เช่น ซุปแห้งหรือ โปรตีนเข้มข้น เกลือ พริกไทย พริกป่น กระเทียม

3. ประเภท

- 3.1 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท
- 3.1.1 ประเภทที่ 1 เส้นบะหมี่ที่ทำให้แห้งโดยการทอดในน้ำมัน
- 3.1.2 ประเภทที่ 2 เส้นบะหมี่ที่ทำให้แห้งโดยวิธีอื่น ๆ

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 4.1 ลักษณะทั่วไปของเส้นบะหมี่ก่อนเติมหรือต้มในน้ำเดือด
- 4.1.1 มีสีที่สม่ำเสมอและใกล้เคียงกันทุกภาชนะบรรจุ ไม่ไหม้เกรียม ไม่มีกลิ่นหืน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 4.1.2 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุเดียวกันที่ชักตัวอย่างจากโรงงาน มีเส้นหักไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักสุทธิ
- 4.2 ลักษณะและกลิ่นรสของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เมื่อเติมหรือต้มในน้ำเดือดตามวิธีที่กำหนดไว้ที่ฉลาก ซึ่งต้องไม่เกิน 5 นาที แล้วเส้นต้องอ่อนนุ่ม เหนียว และเมื่อเติมเครื่องปรุงแล้ว บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบของเครื่องปรุงชนิดนั้น ๆ และไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 7.2 แล้ว ต้องมีคะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจทุกคน ไม่น้อยกว่า 2.8 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- 4.3 คุณลักษณะทางเคมีของเส้นบะหมี่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณลักษณะทางเคมีของเส้นบะหมี่

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีตรวจสอบ
		ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	
1	ความชื้น ร้อยละ ไม่เกิน	8	12	AOAC (2000) 926.07
2	ไขมัน ร้อยละ ไม่เกิน	20	ไม่กำหนด	AOAC (2000) 925.12
3	ค่าของกรดของน้ำมัน	1.8	ไม่กำหนด	IUPAC (1979) 6 th ed.
	มิลลิกรัมของโพแทสเซียม			Method II.D.1
	ไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน			
	1 กรัม ไม่เกิน			

5. วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ ดังนี้

5.1 วัตถุกันหืน

5.1.1 บิวทิลไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole) ไม่เกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักของน้ำมัน

5.1.2 บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene) ไม่เกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักของน้ำมัน

5.1.3 โพรพิลแกลเลต (propyl gallate) ไม่เกินร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนักของน้ำมัน

5.1.4 เทอร์เชียรีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tert-butylhydroquinone) ไม่เกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักของน้ำมัน

5.1.5 โทโคฟีรอล (tocopherol) ไม่เกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักของน้ำมัน

ในกรณีที่ใช้วัตถุกันหืนตามที่กำหนดไว้ข้างต้นรวมกันมากกว่าหนึ่งอย่าง ปริมาณวัตถุกันหืนทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักของน้ำมัน แต่ทั้งนี้ปริมาณโพรพิลแกลเลตต้องเป็นไปตามที่กำหนด

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 983.15

5.2 วัตถุที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหารดังต่อไปนี้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือรวมกันให้ใช้ได้ปริมาณที่

เหมาะสม

5.2.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต (monosodium L-glutamate)

5.2.2 ไดโซเดียมอินโนซิเนต (disodium inosinate)

5.2.3 ไดโซเดียมกวินิเลต (disodium guanylate)

5.3 วัตถุปรับปรุงคุณภาพเส้นบะหมี่ดังต่อไปนี้ให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสม

5.3.1 โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxy methylcellulose)

5.3.2 โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (sodium hydrogen carbonate)

5.3.3 กัม

5.4 สีผสมอาหาร

ห้ามใช้สีทุกชนิดเว้นแต่สีผสมอาหารที่ได้จากธรรมชาติ

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม Pearson's Chemical Analysis of food, 9th edition 1991 หน้า 102 ถึงหน้า 109

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะในการทำบะหมี่สำเร็จรูป ให้เป็นไปตาม มอก. 34

6.2 บะหมี่สำเร็จรูป ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมอื่นใดที่เห็นได้ชัดเจน เมื่อตรวจพินิจ

6.3 จุลินทรีย์ที่อาจมีในบะหมี่สำเร็จรูป ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

- 6.3.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่างไม่เกิน 1.0×10^3
- 6.3.2 ราโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่างไม่เกิน 10
- 6.3.3 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ใน 0.01 กรัมของตัวอย่าง ไม่ต้องตรวจ
- 6.3.4 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธี MPN ต่อกรัมของตัวอย่าง น้อยกว่า 3
- 6.3.5 สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ใน 0.01 กรัมของตัวอย่าง ต้องไม่พบ
- 6.3.6 ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ใน 25 กรัมของตัวอย่าง ไม่ต้องตรวจ

7. การทดสอบและการวิเคราะห์

7.1 ปริมาณเส้นหัก

ให้แยกเส้นที่หักหลุดออกจากก้อนบะหมี่ของแต่ละภาชนะบรรจุ ชั่ง แล้วคำนวณเป็นร้อยละของ น้ำหนักสุทธิ

7.2 ลักษณะเนื้อและกลิ่นรสของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

7.2.1 นำเส้นบะหมี่แต่ละห่อมาเติมน้ำเดือดหรือต้มในน้ำเดือดตามปริมาณและเวลาที่ระบุไว้ที่ฉลากตรวจสอบลักษณะเนื้อของเส้นบะหมี่ก่อนเติมเครื่องปรุงแล้ว ตรวจสอบกลิ่นรสของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

7.2.2 วิธีตรวจสอบ

7.2.2.1 คณะผู้ตรวจสอบประกอบด้วยผู้มีความชำนาญในการตรวจบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

7.2.2.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนให้เป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 7.2.2.2)

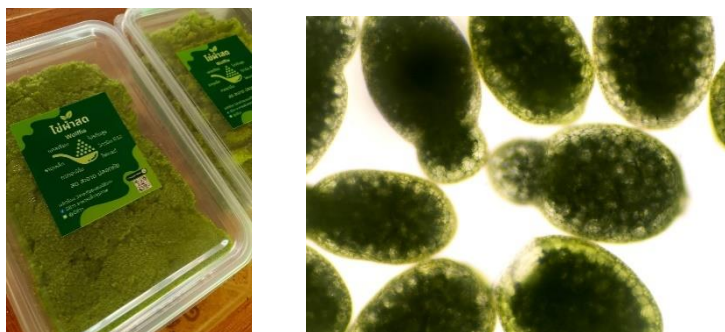
สมบัติที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้
ลักษณะเนื้อของเส้นบะหมี่	เส้นเหนียวนุ่ม มีความยืดหยุ่นดีมาก	4
	เส้นนุ่ม มีความยืดหยุ่นดี	3
	เส้นค่อนข้างนุ่มเกินไป	2
	เส้นไม่สุก ค่อนข้างกระด้าง	1
กลิ่นรสของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	มีกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ไม่มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์	4
	มีกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ดี ไม่มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์	3
	มีกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ไม่มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์	2
	มีกลิ่นหืน กลิ่นอับ หรือกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	1

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563

ข้อมูลของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

วิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 516 หมู่ 1 ตำบลเวียงชัย อำเภอยะรัง จังหวัดเชียงราย ก่อตั้งขึ้นโดยนางสาวสุกัญญา อ่อนศรี นายกนก พุศรี และนายกริชา อนันต์ ซึ่งมีความชื่นชอบในการรับประทานไข่น้ำ โดยปกติมักซื้อไข่น้ำที่วางจำหน่ายตามตลาดชุมชนมาประกอบอาหารเพื่อรับประทานในครัวเรือน แต่ในบางปีที่สภาพอากาศและสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยก็พบว่าหาซื้อไข่น้ำได้ยาก และคิดว่าต่อไปใน 5 – 10 ปีข้างหน้า แหล่งน้ำธรรมชาติจะยังมีไข่น้ำเจริญเติบโตเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคหรือไม่ นอกจากนี้ยังเกิดความไม่มั่นใจในคุณภาพของไข่น้ำว่าจะสะอาดและปลอดภัยสำหรับการนำมารับประทานหรือไม่ ทั้ง 3 ท่านจึงได้ศึกษาข้อมูลการเลี้ยงไข่น้ำ รวมทั้งไปเยี่ยมชมฟาร์มเลี้ยงไข่น้ำหลายแห่งเพื่อเป็นแนวทางในการเลี้ยง ปัจจุบันทั้ง 3 ท่านได้จัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและได้ทำการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในบ่อดินที่ปูด้วยพลาสติก จำนวน 5 บ่อ ซึ่งประกอบด้วย บ่อขนาด 2 x 3 เมตร จำนวน 1 บ่อ, บ่อขนาด 3 x 3 เมตร จำนวน 1 บ่อ และบ่อขนาด 1 x 3 เมตร จำนวน 2 บ่อ ไข่น้ำมีการเจริญเติบโตดีและมีความต้องการของตลาดมากขึ้น ทางกลุ่มจึงเพิ่มจำนวนบ่อ โดยสร้างบ่อซีเมนต์ ขนาด 1.25 x 3.75 เมตร จำนวน 8 บ่อ โดยผลผลิตที่ได้จะจำหน่ายแบบสด (ภาพที่ 3) ที่หน้าร้าน และจำหน่ายแบบออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจไข่น้ำมากขึ้นและต้องการผลิตภัณฑ์ไข่น้ำในรูปแบบที่หลากหลายขึ้น แต่ทางกลุ่มวิสาหกิจพบปัญหาว่าเรื่องของอายุการเก็บรักษาของไข่น้ำค่อนข้างสั้นเนื่องจากไข่น้ำมีองค์ประกอบของน้ำในเซลล์สูงถึงร้อยละ 97 จึงทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่ายหากเก็บรักษาไม่ดี กลุ่มวิสาหกิจจึงเข้ามาปรึกษาคณะทีมวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาแนวทางในการพัฒนาไข่น้ำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและ

ได้ข้อสรุปตรงกันว่าสนใจในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ เพื่อลดการสูญเสียไข่น้ำสดในช่วงที่ได้ผลผลิตปริมาณมากและเพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ชื่นชอบบริโภคไข่น้ำอีกด้วย



ภาพที่ 3 ไข่น้ำสดที่จำหน่ายที่หน้าร้านและช่องทางออนไลน์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์ (2551) ได้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ สายพันธุ์จากธรรมชาติในถัง ทดลอง ตั้งไว้ในอาคารเปิด มีปริมาณแสงเฉลี่ย 7,000 - 9,000 ลักซ์ พบว่าไข่น้ำให้ผลผลิตดีและต่อเนื่องเมื่อเลี้ยง ในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ควบคุมความเป็นกรด ต่าง อยู่ในช่วง 5-6 ตลอดเวลาการเลี้ยง เมื่อทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำครั้งเดียว เปรียบเทียบกับเก็บเกี่ยวที่ 50% ของผิวหน้าน้ำ สะสมในทุก 6 วัน ในช่วงการเลี้ยง 30 วัน พบว่าได้ผล ผลิตไม่แตกต่างกันโดยน้ำหนักเฉลี่ย 2 กิโลกรัม/น้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร สำหรับปริมาณเบต้าแคโรทีน ในไข่น้ำจากการเลี้ยง 24 วัน ใน 1 กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง ประมาณ 600 กรัม หรือ 100,000 ไมโครกรัม Retinol Equivalent (RE) และมีปริมาณโปรตีน 35 %

Ruekaewma *et al.* (2015) ศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงไข่น้ำชนิด *Wolffia globosa* L. (Lemnaceae) เพื่อเป็นอาหารของมนุษย์ พบว่าไข่น้ำจากการเลี้ยงมีโปรตีนร้อยละ 48 ไขมันร้อยละ 9 โยอาหารร้อยละ 14 มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ทรีโอนีน (threonine) วาลีน (valine) เมไทโอนีน (methionine) ไอโซลูซีน (isoleucine) ลูซีน (leucine) เบนzilอะลานีน (phenylalanine) ลัยซีน (lysine) ทรีโอนีน (threonine) ทรีพโตเฟน (tryptophane) อาร์จินีน (Arginine) และฮิสทีดีน (Histidine)

Appenroth *et al.* (2017) ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชวงศ์แหน (Lemnaceae) สำหรับเป็นอาหารของมนุษย์ พบว่าไข่น้ำและพืชน้ำอื่น ๆ ในวงศ์ Lemnaceae มีปริมาณโปรตีน ไขมัน แป้ง กรดอะมิโน และกรดไขมัน มีค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกับคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) โดยเฉพาะ *W. hyalina* และ *W. microscopica* เหมาะแก่การใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์

เกริกชัย ชีวะปฏิยุทธ์ (2552) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ปริมาณ สารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์ ของไข่น้ำที่อบที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่ามีความแตกต่าง

กัน ($P < 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของเตาอบลมร้อนสูงขึ้นทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

ภานุมาศ ทองคำ (2562) ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กเสริมโซเดียมไออน้ำแข็ง โดยในการศึกษาใช้โซเดียมไออน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที มาใช้เป็นส่วนผสมของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสูตรพื้นฐานที่ 2 (แป้งข้าวเจ้า 13% แป้งข้าวกล้อง 6% แป้งมันสำปะหลัง 13% ผงโซเดียม 1% น้ำสะอาด 67%) ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด และจากการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ จากการใช้แบบสอบถามออนไลน์พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 80 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์

กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์ (2564) พัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมโซเดียมไออน้ำแข็ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโซเดียมไออน้ำแข็งที่เหมาะสมต่อการเสริมในบะหมี่สด ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งบะหมี่โซเดียมไออน้ำแข็ง และคุณภาพหลังการต้ม ในการศึกษาใช้โซเดียมไออน้ำแข็งด้วยกระโถนเคลือบด้วยไฟอ่อนถึงไฟปานกลางประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที และนำโซเดียมไออน้ำแข็งดังกล่าวเติมในบะหมี่ที่มีปริมาณ 0 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักต่อแป้งสาลี (แป้งสาลี 120 กรัม โซเดียมไออน้ำแข็ง 1 ฟอง เกลือ 3 กรัม น้ำ 1 กรัม) จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าบะหมี่เสริมโซเดียมไออน้ำจืดร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และบะหมี่สูตรดังกล่าวมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐาน โดยมีความชื้น โปรตีน ไขมัน แคลอรี และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 25.80, 9.87, 2.98, 0.53, 2.02 และ 58.80 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่โซเดียมไออน้ำแข็ง คือ 70 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง โดยบะหมี่แห้งที่ได้มีค่าความชื้นร้อยละ 9.88 และค่า a_w เท่ากับ 0.49 และมีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก 4.53 นาที

สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2564) ศึกษาปริมาณโซเดียมไออน้ำแข็งที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่ โดยในการศึกษานำโซเดียมไออน้ำแข็งมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช นำโซเดียมไออน้ำแข็งที่ได้ไปเป็นส่วนผสมในการทำบะหมี่ โดยเติมโซเดียมไออน้ำแข็งทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้ง (สูตรฐาน แป้งสาลี 180 กรัม น้ำ 40 กรัม เกลือ 3 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต 4 กรัม และโซเดียมไออน้ำแข็ง 1 ฟอง) พบว่าคุณภาพทางกายภาพค่าความสว่าง (L^*) ความเป็นสีแดง - เขียว (a^*) และความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน (b^*) มีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณโซเดียมไออน้ำแข็ง บะหมี่ที่มีปริมาณโซเดียมไออน้ำจืดร้อยละ 2.5 มีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับบะหมี่สูตรพื้นฐาน แต่มีคุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่า โดยบะหมี่ผสมโซเดียมไออน้ำจืดร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแป้ง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 15.51 เส้นใยอาหารร้อยละ 4.22 สารประกอบฟีนอล 0.07 gallic/100g (โดยน้ำหนักแห้ง) และคลอโรฟิลล์ 5.42mg/kg (โดยน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่บะหมี่สูตรพื้นฐาน (ร้อยละ 0 โดยน้ำหนักแป้ง) มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 14.73 เส้นใยอาหารร้อยละ 4.13 สารประกอบฟีนอล 0.01g gallic/100g (โดยน้ำหนักแห้ง) บะหมี่ทั้ง 2 สูตรสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 6 วัน โดยค่าสีลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มผช.732/2552)

อภิรดา พรปัญญาวิชัย และ สุพรรณิการ์ กลุ่มจ่อหอ (2567) ได้พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากโซเดียมไออน้ำแข็ง พบว่าการใช้โซเดียมไออน้ำแข็งและโซเดียมไออน้ำแข็งส่งผลให้ค่าสี L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้ง และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้งอบแห้งมีค่า a_w ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า a_w 0.60–0.62 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งและโซ่แป้งอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีโปรตีนร้อยละ 3.90 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งมีโปรตีนร้อยละ 4.06–4.14 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 4.47–4.98 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ในด้านคุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 ให้คุณค่าทางโภชนาการต่อตัวอย่าง 100 กรัม ดังนี้ ค่าพลังงาน 182.49 กิโลแคลอรี โปรตีน 4.38 กรัม คาร์โบไฮเดรต 26.93 กรัม ไขมัน 7.25 กรัม เส้นใย 2.29 กรัม และเถ้า 0.81 กรัม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้มีขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

เครื่องมือในการวิจัย

1. วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แป้งสาลี
- 2) แป้งถั่วลูกไก่
- 3) ไข่ไก่
- 4) ไข่น้ำ (ผง)
- 5) Carboxymethylcellulose (CMC)
- 6) Xanthan gum
- 7) เกลือ

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) กล้องจุลทรรศน์
- 2) สไลด์และแผ่นปิดสไลด์
- 3) ตู้บลมร้อน
- 4) เครื่องรีดเส้นบะหมี่
- 5) เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w)
- 6) เครื่องวัดค่าความชื้น
- 7) เครื่องวัดค่าสี
- 8) ถูเมทัลโลท
- 9) เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส
- 10) เวอร์เนียคาลิปเปอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การตรวจสอบคุณภาพของไข่น้ำ

เก็บข้อมูลเกี่ยวกับไข่น้ำได้แก่ ลักษณะบ่อ ปริมาณการเก็บเกี่ยวต่อรอบการเลี้ยง ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่น้ำ วิธีการเก็บรักษาไข่น้ำสักระหว่างรอจำหน่าย ที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย

1.1 การทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ และด้านชีวภาพ

1.1.1 นำตัวอย่างไข่น้ำมาสังเกตการปนเปื้อนของเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ไข่ไม่ ก้อนหิน กรวด และเส้นผม เป็นต้น สังเกตสี และกลิ่นไข่น้ำ เพื่อประเมินความสมบูรณ์ของเซลล์ในเบื้องต้น

1.1.2 สุ่มนำตัวอย่างไข่น้ำมาวัดขนาดเซลล์ ตรวจสอบการปนเปื้อนด้านจุลินทรีย์ เช่น โพรโทซัว และสาหร่าย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงพร้อมถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

1.2 การทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำสด

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน (วิธี AOAC (2019) 991.20) คาร์โบไฮเดรต (วิธีวิเคราะห์ Nutrition Labeling, 1993) ไขมัน (วิธี AOAC (2019) 948.45) ไยอาหาร (วิธี AOAC (2019) 748.10) ความชื้น (วิธี AOAC (2019) 925.10 และ 950.46) และเถ้า (วิธี AOAC (2019) 923.03 และ 920.153)

1.3 ตรวจวัดปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักตามมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 ได้แก่ ปริมาณแคดเมียมที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณตะกั่ว ที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทดสอบด้วยวิธี In-house method TE-CH-260 in connection with: AOAC (2016) 2013.06 และ AOAC (2016) 999.10

1.4 การหาร้อยละผลผลิตของไข่น้ำ

นำไข่น้ำสดปริมาณ 50 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาร้อยละผลผลิต (% yield) ดังสูตร

$$\text{ร้อยละผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไข่น้ำอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่น้ำสด (กรัม)}} \times 100$$

2. การเตรียมวัตถุดิบไชน้ำเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์บะหมี่

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วัตถุดิบไชน้ำที่แตกต่างกัน โดยในวัตถุดิบแต่ละรูปแบบมีการเตรียมตัวอย่างดังนี้

2.1 ไชน้ำล้างสะอาดที่ผ่านกระบวนการสับน้ำเพื่อลดความชื้นในวัตถุดิบ นำวัตถุดิบไชน้ำสดจำนวน 1 กิโลกรัม มาผ่านกระบวนการสับน้ำทั้งด้วยเครื่องสไลด์น้ำผักขนาด 5 ลิตร โดยใช้เวลาในการสับน้ำ 2 นาที

2.2 ไชน้ำอบแห้ง นำไชน้ำที่ผ่านกระบวนการสับน้ำแล้ว มาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการทำไชน้ำอบแห้ง โดยชั่งน้ำหนักไชน้ำสดแต่ละ 1,000 กรัม นำไชน้ำที่ได้เกลี่ยบนถาด สแตนเลสและนำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และทำการเกลี่ยไชน้ำกลับด้านให้กระจายตัวทุก ๆ 8 ชั่วโมง อบจนไชน้ำมีน้ำหนักคงที่ และวัดค่าความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 12 ทำการเก็บวัตถุดิบไชน้ำอบแห้งในถุงออลูมิเนียมฟอยล์พร้อมซองกันชื้นซิลิกาเจล เพื่อรอการใช้งาน (ภาณุมาศ ทองคำ, 2562)

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไชน้ำรูปแบบต่างๆ

(ดัดแปลงจาก กุลพร พุทธิมี และวริศชนัน์ นิลนนท์, 2564 และ สุธีรา เข้มทอง และคณะ 2564)

การเสริมไชน้ำอบแห้งและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สด

จากการทดลองเสริมไชน้ำอบแห้งและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สดในปริมาณต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1-3: เติมน้ำอบแห้งในปริมาณ 1%, 3% และ 5% ตามลำดับ สูตรที่ 4-5 เติมน้ำอบแห้ง 5% พร้อมกับไชน้ำอบแห้ง 3% และ 5% ตามลำดับ แสดงในตาราง 5

ตารางที่ 5 ส่วนผสมและปริมาณของบะหมี่จากไชน้ำแห้ง

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
แป้งสาลี	65	65	60.5	60	60
แป้งถั่วลูกไก่	0	0	0	5	5
ไข่	5	5	5	5	5
เกลือ	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
น้ำ	26.5	24.5	27	24.5	22.5
ไชน้ำอบแห้ง	1	3	5	3	5
Carboxymethylcellulose (cmc)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Xanthan gum	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100	100	100

ทำการร่อนแป้งสาลีและไข่น้ำอบแห้งบดผง เกลือ xanthan gum และ cmc เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่มีเนื้อสัมผัสละเอียดและกระจายตัวดี เติมน้ำและไข่ไก่ลงในส่วนผสมที่ร่อนแล้ว จากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทำการนวดแป้งจนจับตัวเป็นก้อนเล็ก ๆ แล้วใช้นวดมือเพิ่มเติมเพื่อให้เนื้อแป้งเนียนและเข้ากันดี คลุมก้อนแป้งด้วยผ้าขาวบางที่ชุบน้ำหมาด ๆ แล้วพักไว้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้แป้งดูดซับความชื้นและเกิดการพัฒนากลูเตน นำก้อนแป้งมาคลุกกับแป้งนวลเล็กน้อย เพื่อลดการติดมือและติดอุปกรณ์ ใช้เครื่องทำบะหมี่รีดแป้งให้เป็นแผ่นที่มีความหนาสม่ำเสมอ พักแผ่นแป้งไว้ 15 นาที ก่อนนำไปตัดเส้น นำแผ่นแป้งที่พักไว้มาผ่านเครื่องตัดเส้น เพื่อให้ได้เส้นบะหมี่ขนาดที่ต้องการ โรยแป้งนวลลงบนเส้นบะหมี่ที่ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นติดกัน

การเสริมไข่น้ำสดและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สด

จากการศึกษาการเสริมไข่น้ำสดและแป้งถั่วลูกไก่ลงในผลิตภัณฑ์บะหมี่สด ที่ปริมาณต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทั้งหมด 3 สูตรได้แก่ สูตรที่ 6 และ 7 มีการเติมไข่น้ำสด ปริมาณร้อยละ 15 และ 20 ส่วนสูตรที่ 8 มีการเติมไข่น้ำสดร้อยละ 15 และแป้งถั่วลูกไกร้อยละ 2 ดังตาราง 6

ตารางที่ 6 ส่วนผสมและปริมาณของบะหมี่จากไข่น้ำสด

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
แป้งสาลี	65	65	63
แป้งถั่วลูกไก่	0	0	2
ไข่	5	5	5
เกลือ	1.5	1.5	1.5
น้ำ	12.5	7.5	12.5
ไข่น้ำสด	15	20	15
Carboxymethylcellulose (cmc)	0.5	0.5	0.5
Xanthan gum	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100

ทำการร่อนแป้ง เกลือ Xanthan gum และ CMC ตามอัตราส่วนที่กำหนดใน ตารางที่ 3.2 ให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไข่น้ำสดไปปั่นกับน้ำให้ละเอียด แล้วเติมลงไปในส่วนผสมที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน เมื่อส่วนผสมเริ่มเข้ากันดี จะทำการเติมไข่ แล้วทำการนวดแป้งจนแป้งเริ่มจับตัวเป็นก้อนเล็ก ๆ จากนั้นใช้นวดมือเพิ่มเติมเพื่อให้เนื้อแป้งมีความเนียนและยืดหยุ่น หลังจากนวดจนได้เนื้อแป้งที่เหมาะสม นำผ้าขาวบางชุบน้ำหมาด ๆ คลุมแป้งไว้ 30 นาที เพื่อให้แป้งเกิดการดูดซับความชื้นและ

พัฒนาโครงสร้างที่ดี จากนั้นนำแป้งที่พักไว้ไปคลุกกับแป้งนวลก่อนรีดเป็นแผ่นด้วยเครื่องทำบะหมี่ เมื่อรีดแป้งเป็นแผ่นเสร็จแล้ว พักแป้งไว้ 15 นาที ก่อนนำไปตัดเส้นด้วยเครื่องตัดเส้น จากนั้นโรยแป้งนวลลงบนเส้นบะหมี่เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นติดกัน

4. การวิเคราะห์คุณภาพบะหมี่สดหลังการลวก (Cooking quality) (สุทธิณี สีสังข์ และคณะ, 2563)

4.1 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) (AACC,1999)

นำตัวอย่างบะหมี่สดที่เตรียมได้ 25 กรัม มาจุ่มลงในน้ำเพื่อล้างแป้งนวล แล้วต้มในน้ำเดือด ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร บนเตาที่กระจายความร้อนสม่ำเสมอ ระหว่างการต้มคนเส้นบะหมี่ให้กระจายตัว และจับเวลาในการต้ม เมื่อครบทุกๆ 30 วินาที นำบะหมี่บางส่วนมาบีบด้วยแผ่นกระจกใส 2 แผ่น สังเกตลักษณะแกนกลางของเส้นบะหมี่ จุดสีขาวบริเวณแกนกลางจะหายไป กำหนดให้เป็นเวลาในการต้มที่เหมาะสม

4.2 น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield)

นำตัวอย่างบะหมี่สดที่เตรียมได้ 25 กรัม มาจุ่มลงในน้ำเพื่อล้างแป้งนวล แล้วต้มในน้ำเดือด ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ตรงตามเวลา Cooking time ต่อจากนั้นนำบะหมี่มาล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วนำมาวางบนกระชอนให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที ชั่งน้ำหนักของบะหมี่ที่ได้เพื่อคำนวณ Cooking yield ดังสมการ

$$\text{Cooking yield (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของบะหมี่หลังต้ม (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}} \times 100$$

4.3 การตรวจวัดคุณลักษณะด้านสีของบะหมี่

นำเส้นบะหมี่หลังลวกไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี บันทึกค่าเฉลี่ย $L^*a^*b^*$ โดยแกน L^* แทนค่าความสว่าง สำหรับแกน a^* แทนค่าความเข้มของสีแดง (+a) หรือสีเขียว (-a) และแกน b^* แทนค่าความเข้มของสีเหลือง (+b) หรือน้ำเงิน (-b)

5. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่เสริมโซเดียม

นำบะหมี่สดเสริมโซเดียมมาแบ่งเป็นก้อน ก้อนละ 40 กรัม นำไปต้มเพื่อเจลาตินไนซ์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที จากนั้นนำบะหมี่ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ชั่วโมง ใน tray dryer บันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักบะหมี่ และปริมาณความชื้นของตัวอย่างระหว่างกระบวนการอบแห้ง รวมไปถึงค่า a_w เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมบะหมี่สำเร็จรูปค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 และค่า a_w ไม่เกิน 0.6

วิธีการวัดค่าความชื้น

อบภาชนะสำหรับหาค่าความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำภาชนะใส่ในโถดูดความชื้น แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก และทำซ้ำจนน้ำหนักภาชนะคงที่ จากนั้นทำการชั่งตัวอย่างบะหมี่โดยหักบะหมี่ให้เป็นท่อนเล็ก ๆ ให้ได้ปริมาณ 5 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นและนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไปใส่โถดูดความชื้น จนอุณหภูมิลดลงจึงนำไปชั่งน้ำหนัก อบซ้ำจนได้ผลต่างของอุณหภูมิที่ไม่เปลี่ยนแปลง และนำไปคำนวณหาความชื้นโดยใช้สมการ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักก่อนและหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (g)}} \times 100$$

5. การศึกษาคุณสมบัติของบะหมี่อบแห้ง

จากผลการศึกษาการทำเส้นบะหมี่สดทั้งหมด 8 สูตรประกอบไปด้วยบะหมี่จากไข่น้ำอบแห้ง จำนวน 5 สูตร (สูตรที่ 1-5) และเส้นบะหมี่จากไข่น้ำสด จำนวน 3 สูตร (สูตรที่ 6-8) จากการเปรียบเทียบ สี กลิ่น ความนุ่ม และลักษณะบะหมี่หลังลวก ผู้วิจัยได้ทำการเลือกบะหมี่มาจำนวน 4 สูตร (ภาพที่ 4.8) ได้แก่

W1	สูตรที่ 3 ไข่น้ำอบแห้ง 5%
W2	สูตรที่ 4 ไข่น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%
W3	สูตรที่ 6 ไข่น้ำสด 15%
W4	สูตรที่ 8 ไข่น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%

โดยนำบะหมี่ทั้ง 4 สูตรที่คัดเลือกมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (ตามเวลาที่เหมาะสมในข้อ 3) จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติแรงดึงของเส้นบะหมี่ คุณสมบัติการคืนรูปของเส้นบะหมี่ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการต้ม (cooking time), น้ำหนักที่ได้หลังต้ม (cooking yield), ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม (cooking loss) สีของบะหมี่แห้งและบะหมี่หลังลวก

6. การทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเส้นบะหมี่คืนรูปแล้ว (ดัดแปลงจาก ภาณุมาศทองคำ 2562)

6.1 เตรียมตัวอย่างโดยต้มเส้นบะหมี่ตามเวลา cooking time และรอให้เส้นนิ่ม ก่อนการทดสอบชิมเติมน้ำผสมผงปรุงรสลงในถ้วยชิมเพื่อให้ผู้บริโภครู้สึกตัวอย่างทำการทดสอบชิมพร้อมกรอกแบบสอบถาม ให้คะแนนความชอบตามรหัสที่ติดข้างถ้วยชิม

6.2 ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic score ระดับคะแนน 1-9 (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความนุ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

7. การศึกษาอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่แห้ง

7.1 เตรียมบะหมี่ไข่น้ำสูตรที่เลือกทำการศึกษา ลวกบะหมี่ในน้ำเดือดนาน 2 นาที สะเด็ดน้ำให้หมาด จากนั้นชั่งบะหมี่เป็นก้อน ก้อนละ 40 กรัม ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง

7.2 เมื่อตัวอย่างเย็นตัวลง บรรจุตัวอย่างแต่ละก้อนลงในถุงโพรลีนโพรพิลีน (Cast Polypropylene, CPP) เกรดอาหาร ขนาด กว้าง x ยาว x หนา 8.5 x 14 x 2 เซนติเมตร ความหนา 100 ไมครอน และซีลปิดถุงด้วยเครื่องซีลร้อน

7.3 นำตัวอย่างบะหมี่ที่บรรจุเรียบร้อยแล้วเก็บรักษาที่สภาวะเร่งอุณหภูมิโดยไม่ได้รับแสง ที่อุณหภูมิ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

7.4 ทุกๆ สัปดาห์ นำตัวอย่างมาบะหมี่มาบดให้เป็นชิ้นขนาดเล็กๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Humidity)

7.5 นำตัวอย่างบะหมี่ส่วนหนึ่งมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นเป็นระยะเวลา 5-10 วินาที และนำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าตามระบบสี CIE $L^*a^*b^*$ และปริมาณน้ำอิสระในตัวอย่าง (a_w)

7.6 นำค่าข้อมูลที่ได้มาประเมินอายุการเก็บรักษาจากปฏิกิริยาพลศาสตร์ (Kinetic reaction) ร่วมกับการใช้สมการของอาร์เรเนียส (Arrhenius equation)

8. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้ง ได้แก่ ปริมาณโปรตีน (วิธี AOAC (2019) 991.20) คาร์โบไฮเดรต (วิธีวิเคราะห์ Nutrition Labeling, 1993) ไขมัน (วิธี AOAC (2019) 948.45) ไยอาหาร (วิธี AOAC (2019) 748.10) ความชื้น (วิธี AOAC (2019) 925.10 และ 950.46) และเถ้า (วิธี AOAC (2019) 923.03 และ 920.153) และการศึกษาคุณภาพด้านเคมีและด้านจุลชีววิทยาของเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากไข่น้ำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป มอก. 271-2548 ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด Staphylococcus aureus, Escherichia coli และรา

9. ออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน

ทำการออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ และทำการคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

งานวิจัยได้ทำการศึกษาคุณภาพของไข่น้ำจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ในด้านกายภาพ ด้านจุลินทรีย์ คุณค่าทางโภชนาการ การปนเปื้อนโลหะหนักตามมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ทำการพัฒนาสูตรบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไข่น้ำ และศึกษาการพัฒนาทำบะหมี่ไข่น้ำแบบแห้ง วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้ง การศึกษาคุณภาพด้านเคมีและด้านจุลชีววิทยาของเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป มอก. 271-2548 รวมไปถึงการออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน โดยมีผลการทดลองดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพของไข่น้ำ

การทดสอบคุณภาพของไข่น้ำด้านกายภาพ

จากการนำตัวอย่างไข่น้ำที่ผ่านการสะบัดน้ำแล้วจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมาสังเกตสี ตมกลืน และการปนเปื้อนของเศษวัสดุต่าง ๆ เช่น ใบไม้ ก้อนหิน กรวด และอื่น ๆ โดยสุ่มตัวอย่างไข่น้ำสดจากบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุไข่น้ำปริมาณ 1 กิโลกรัม ออกมาประมาณ 100 กรัม จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำไข่น้ำมากระจายบนกระดาษขาวแล้วใช้ไม้บรรทัดเกลี่ยให้กระจายแบบสม่ำเสมอ (ภาพ 4) มีรายละเอียดลักษณะต่าง ๆ ดังนี้



ก



ข

ภาพที่ 4 ไข่น้ำสดจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

ก. ไข่น้ำสดจากบรรจุภัณฑ์ปริมาณ 1 กิโลกรัม ข. กระจายตัวอย่างไข่น้ำบนกระดาษสีขาว

กลั่น

จากการที่ทีมวิจัยทดสอบกลั่นของไข่น้ำด้วยการสุดตม พบว่าไข่น้ำมีกลิ่นตามธรรมชาติหรือกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งไม่มีความเหม็นคาว และไม่มีกลิ่นอันไม่พึงประสงค์หรือไม่มีกลิ่นที่น่ารังเกียจ

รูปร่างและสี

จากการสังเกตรูปร่างของไข่น้ำด้วยตาเปล่าและส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ พบว่าไข่น้ำมีลักษณะเป็นเม็ดหรือก้อนกลม รี ขนาดเล็ก มีลักษณะอวบน้ำ สีของไข่น้ำส่วนใหญ่มีลักษณะสีเขียวสด สีเขียวอ่อน และบางบริเวณมีสีเหลืองซีดปะปนกัน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะรูปร่างและสีของไข่น้ำ

การปนเปื้อนของเศษวัสดุต่าง ๆ

จากการสังเกตการปนเปื้อนเศษวัสดุต่าง ๆ ที่มากับไข่น้ำด้วยตาเปล่าไม่พบการปนเปื้อนของเศษวัสดุใด ๆ จากนั้นทีมวิจัยจึงสุ่มตัวอย่างไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอทำให้พบการปนเปื้อนของแมลงขนาดเล็ก เศษพลาสติก เส้นด้าย และเศษใบไม้เล็กน้อย (ภาพ 6)



ภาพที่ 6 การปนเปื้อนของเศษวัสดุต่าง ๆ มากับไข่น้ำ

การทดสอบคุณภาพของไข่น้ำด้านชีวภาพ

การทดสอบคุณภาพของไข่น้ำด้านชีวภาพที่มวิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน 1) เก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงไข่น้ำจากบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำ 2) สุ่มตัวอย่างไข่น้ำสดจากบรรจุภัณฑ์ปริมาณ 1 กิโลกรัม มาตรวจสอบการปนเปื้อนด้านจุลินทรีย์ เช่น โปรโตซัว และสาหร่าย และสู่มวัดขนาดเซลล์ของไข่น้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงแสดงผลการทดสอบดังนี้

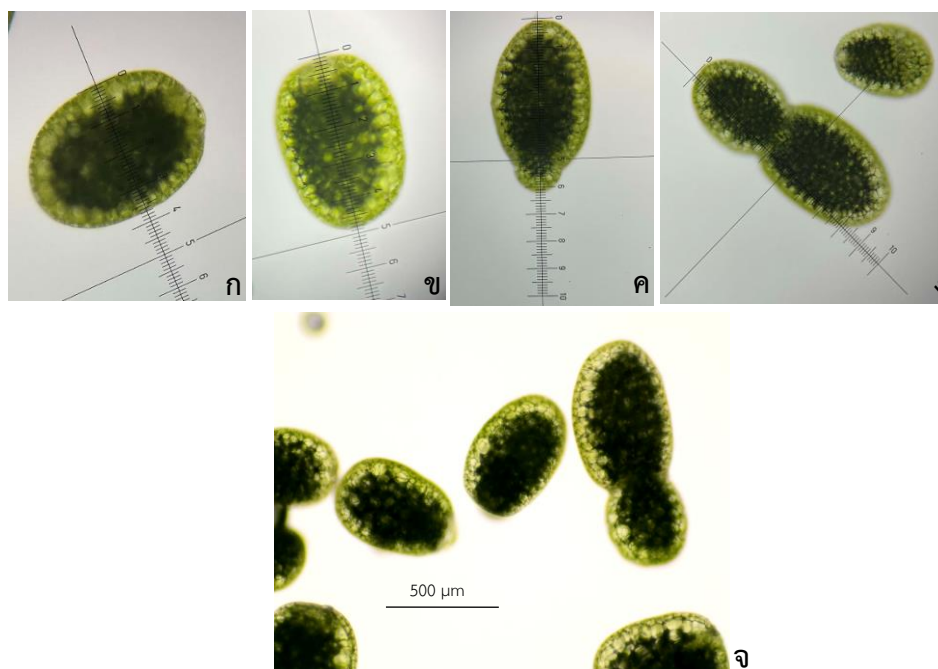
จากการสุ่มนำตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงไข่น้ำมาตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์พบว่า น้ำในบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำมีการเจริญของสาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* sp. และ *Closterium* sp. สาหร่ายในกลุ่มยูกลีนาอีดีสกุล *Euglena* sp. และ *Phacus* sp. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* sp. และ *Phormidium* sp. นอกจากนี้ยังพบโปรโตซัวปะปนกับน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไข่น้ำอีกด้วย ซึ่งโปรโตซัวและสาหร่ายสกุลที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสกุลที่สามารถเจริญได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติหรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีแสงสว่างเพียงพอ และมีสารอาหารเหมาะสม

เมื่อสุ่มนำตัวอย่างไข่น้ำสดจากบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุไข่น้ำปริมาณ 1 กิโลกรัม ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและสะบัดน้ำแล้วมาทำสไลด์สด (wet mount slide) แล้วนำมาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งตรวจไม่พบสาหร่าย *Chlorella* sp., *Closterium* sp. *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp. และโปรโตซัวอาจเป็นไปได้ว่าการล้างทำความสะอาดไข่น้ำหลายครั้งช่วยให้ล้างเซลล์สาหร่ายดังกล่าวออกไปด้วย

จากการสุ่มสังเกตลักษณะเซลล์และวัดขนาดเซลล์ของไข่น้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจำนวน 10 ครั้ง พบว่าเซลล์ของไข่น้ำมีรูปร่างรี สีเขียวสด เซลล์อยู่แบบเดี่ยวๆ และบางเซลล์กำลังแตกหน่อ (ภาพที่ 4.4) เมื่อพิจารณาเรื่องขนาดเซลล์พบว่าเซลล์ของไข่น้ำมีขนาดใกล้เคียงกัน คือ เซลล์มีความกว้างอยู่ระหว่าง 350 – 390 ไมโครเมตร และความยาวอยู่ระหว่าง 480 – 620 ไมโครเมตร (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ขนาดเซลล์ของไข่น้ำ

เซลล์	ขนาดของเซลล์	
	กว้าง (ไมโครเมตร)	ยาว (ไมโครเมตร)
1	350	500
2	360	480
3	370	550
4	390	610
5	350	550
6	380	580
7	360	490
8	340	480
9	370	490
10	360	620
เฉลี่ย	363 ± 14.2	535 ± 51.6



ภาพที่ 7 ลักษณะเซลล์และการวัดขนาดเซลล์ของไข่น้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์

- ก. การวัดขนาดความกว้างของเซลล์ ข.การวัดขนาดความยาวของเซลล์
ค. - ง. เซลล์ของไข่น้ำกำลังแตกหน่อ จ. ขนาดเซลล์ของไข่น้ำ

การทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำทั้งในรูปแบบสดและอบแห้ง พบว่าองค์ประกอบทางโภชนาการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้ง 2 รูปแบบ โดยไข่น้ำสด 100 กรัมให้พลังงาน 12.20 kcal มีความชื้นค่อนข้างสูงถึง 96.43 กรัม มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.33 กรัม มีปริมาณไขมันเท่ากับ 0.32 กรัม คาร์โบไฮเดรต <0.01 กรัม และมีเส้นใยเท่ากับ 1.14 กรัม สำหรับไข่น้ำอบแห้ง 100 กรัม พบว่ามีความชื้นเหลือเพียง 8.91 มีคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 49.94 กรัม มีเส้นใยอาหารสูงถึง 20.92 กรัม และให้พลังงาน 328.10 kcal มีปริมาณเถ้า 13.54 กรัม ไขมัน 3.58 กรัม และมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 24.03 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์สุขภาพ

สารอาหาร	ปริมาณ (ต่อ 100 g)	
	ไข่น้ำสด	ไข่น้ำอบแห้ง
เถ้า (Ash)	1.04 g	13.54 g
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	<0.01	49.94 g
เส้นใยอาหาร (Dietary fiber)	1.14 g	20.92 g
พลังงาน (Energy)	12.20 kcal	328.10 kcal
ไขมัน (Fat)	0.32 g	3.58 g
ความชื้น (Moisture)	96.43 g	8.91 g
โปรตีน (Protein)	2.33 g	24.03 g

การตรวจวัดปริมาณการปนเปื้อนโลหะ

จากการนำไข่ผำสดของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์สุขภาพไปตรวจสอบการปนเปื้อนโลหะหนัก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 โดยใช้ประเภทของอาหารคือ “ผักใบ” ซึ่งปริมาณแคดเมียมที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณตะกั่ว ที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างไข่ผำสด มีปริมาณแคดเมียมเพียง 0.028 mg/kcal ส่วนตะกั่วไม่พบ สำหรับไข่น้ำอบแห้งพบแคดเมียม และตะกั่วเท่ากับ 0.15 และ 0.16 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 แสดงว่า ไข่น้ำจากวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค

ตารางที่ 9 ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างไชน้ำสดของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์สุขภาพ

โลหะหนักที่ทำการตรวจสอบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	
	ไชน้ำสด	ไชน้ำอบแห้ง
แคดเมียม (Cd)	0.028	0.15
ตะกั่ว (Pb)	Not Detected	0.16

การเตรียมวัตถุดิบไชน้ำเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์บะหมี่

จากการศึกษาร้อยละผลผลิตของไชน้ำ โดยนำไชน้ำสดปริมาณ 50 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาร้อยละผลผลิต (% yield) พบว่าไชน้ำสดที่ทำการสับดน้ำจนหมด จำนวน 100 กรัม หลังจากอบแห้ง จะเหลือปริมาณไชน้ำเพียง 5.01 กรัม หรือถ้าใช้ไชน้ำสด 1 กิโลกรัม จะได้ไชน้ำอบแห้งเพียง 50.1 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ร้อยละผลผลิตของไชน้ำหลังจากอบแห้ง

ครั้งที่	ไชน้ำสด (กรัม)	ไชน้ำอบแห้ง (กรัม)	% yield
1	50	2.54	5.08
2	50	2.44	4.88
3	50	2.51	5.02
4	50	2.51	5.02
5	50	2.53	5.06
ค่าเฉลี่ย		5.01 ± 0.078	

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของผัารูปแบบต่าง ๆ

การเสริมไชน้ำอบแห้งและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สด

จากการทดลองเสริมไชน้ำอบแห้งและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สดในปริมาณต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1-3: เติมน้ำอบแห้งในปริมาณ 1%, 3% และ 5% ตามลำดับ สูตรที่ 4-5: เติมน้ำอบแห้ง 5% พร้อมกับไชน้ำที่ 3% และ 5% ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4.5 หลังจากทำการลวกเส้นบะหมี่ พบว่า สูตรที่ 1-3 เส้นบะหมี่มีความยืดหยุ่นดี โดยสูตรที่ 1 มีสีค่อนข้างอ่อนและไม่มีการกลืนของไชน้ำ ขณะที่สูตรที่ 2-3 มีการกลืนไชน้ำชัดเจนขึ้น และไม่พบกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เส้นยังคงความนุ่มและยืดหยุ่น สำหรับสูตรที่ 4 (ไชน้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%) พบว่าเส้นมีลักษณะนุ่ม ยืดหยุ่น และมีการกลืนของไชน้ำและแป้งถั่วลูกไก่ ส่วนสูตรที่ 5 (ไชน้ำอบแห้ง 5% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%) พบว่าความยืดหยุ่น

และความนุ่มของเส้นลดลง และพบกลิ่นเหม็นเขียวซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 เพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 8 ลักษณะของเส้นบะหมี่สดผสมไข่น้ำอบแห้ง

- ก. สูตรที่ 1 ไข่น้ำอบแห้ง 1%
- ข. สูตรที่ 2 ไข่น้ำอบแห้ง 3%
- ค. สูตรที่ 3 ไข่น้ำอบแห้ง 5%
- ง. สูตรที่ 4 ไข่น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%
- จ. สูตรที่ 5 ไข่น้ำอบแห้ง 5% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%

การศึกษาผลของเวลาต้มและน้ำหนักหลังการต้มของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำอบแห้งโดยระยะเวลาที่ใช้ในการต้มและปริมาณน้ำที่เส้นสามารถดูดซึมได้ล้วนมีผลต่อคุณภาพของเส้นที่ได้ จากการทดลองพบว่า บะหมี่ในแต่ละสูตรใช้เวลาในการต้มระหว่าง 4.0 – 4.3 นาที โดยสูตรที่ 1, 2 และ 4 ใช้เวลาต้ม 4.3 นาที ขณะที่สูตรที่ 3 และ 5 ใช้เวลาต้ม 4.0 นาที สำหรับน้ำหนักที่ได้หลังต้ม (cooking yield) มีค่าใกล้เคียงกันโดยอยู่ระหว่าง 195.58 – 208.66 % ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) และน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) ของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำอบแห้ง

สูตรบะหมี่	cooking time (min)	cooking yield		
		ก่อนต้ม (g)	หลังต้ม (g)	Yield (%)
สูตร 1	4.3	25.41	53.02	208.66
สูตร 2	4.3	25.22	52.18	206.90
สูตร 3	4.0	25.37	49.62	195.58
สูตร 4	4.3	25.24	50.41	199.72
สูตร 5	4.0	25.00	50.74	202.96

ในการตรวจวัดสีของบะหมี่เส้นสดเสริมผงไข่น้ำ โดยใช้ระบบสี CIE L*a*b* หรือ CIELAB เป็นเกณฑ์จำแนกที่มีแกน L* แทนค่าความสว่าง มีค่ามาตรฐานตั้งแต่ 0 ถึง 100 ซึ่งค่า L* > 50 บ่งบอกถึงความสว่างของตัวอย่าง ในขณะที่ค่า L* < 50 บ่งบอกถึงความมืด ผลการศึกษาพบว่าบะหมี่ทั้ง 5 สูตร มีค่า L* < 50 แสดงให้เห็นว่าสีของตัวอย่างอยู่ในโทนมืด และมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับแกน a* แทนค่าโทนสีของสีแดง (+a) หรือสีเขียว (-a) ผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตร มีค่า a* อยู่ในช่วงระหว่าง -1.96 ± 0.15 ถึง -4.86 ± 0.28 แสดงให้เห็นว่าบะหมี่ทั้ง 5 สูตรมีสีอยู่ในโทนสีเขียว โดยบะหมี่สูตรที่ 3 มีสีเขียวเข้มมากที่สุด ส่วนสูตรที่ 1 มีสีเขียวอ่อนมากที่สุด สำหรับแกน b* แทนค่าโทนสีของสีเหลือง (+b) หรือน้ำเงิน (-b) ผลการทดสอบพบว่า บะหมี่ทั้ง 5 สูตร มีค่า b* อยู่ในช่วงระหว่าง 1.06 ± 0.81 ถึง 9.25 ± 1.16 โดยมีค่าโทนสีสูงสุดอยู่ที่บะหมี่สูตรที่ 3 เท่ากับ 9.25 ± 1.16 ดังแสดงในตาราง 12

ตารางที่ 12 คุณลักษณะด้านสีของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำอบแห้ง

สูตรบะหมี่	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
สูตร 1	33.26 ± 3.56	-1.96 ± 0.15	1.06 ± 0.81
สูตร 2	33.42 ± 5.25	-3.31 ± 0.23	4.28 ± 0.05
สูตร 3	32.20 ± 1.17	-4.86 ± 0.28	9.25 ± 1.16
สูตร 4	30.55 ± 3.54	-2.76 ± 0.61	4.74 ± 2.07
สูตร 5	34.83 ± 2.49	-3.39 ± 0.21	4.77 ± 1.83

การเสริมไข่น้ำสดและแป้งถั่วลูกไก่ในบะหมี่สด

จากการศึกษาการเสริมไข่น้ำสดและแป้งถั่วลูกไก่ลงในผลิตภัณฑ์บะหมี่สด ที่ปริมาณต่าง ๆ ได้ ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทั้งหมด 3 สูตรได้แก่ สูตรที่ 6 และ 7 มีการเติมไข่น้ำสด ปริมาณร้อยละ 15 และ 20 ส่วนสูตรที่ 8 มีการเติมไข่น้ำสดร้อยละ 15 และแป้งถั่วลูกไกร้อยละ 2 ดังตาราง 3.2 ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมไข่น้ำสดที่ร้อยละ 15 ลักษณะของเส้นมีความนุ่ม ยืดหยุ่น และรสชาติที่ดี ไม่มี

กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ในทางตรงกันข้ามบะหมี่สดเสริมไข่น้ำร้อยละ 20 เส้นหลังรีดมีความเปราะ ไม่เป็นเส้นยาว เส้นหลังต้มไม่มีความยืดหยุ่น และบวม ส่วนบะหมี่ไข่น้ำที่มีการเสริมไข่น้ำ 15 % และถั่วลูกไก่ 2% พบว่า เส้นมีความยืดหยุ่น นุ่ม และมีกลิ่นของถั่วลูกไก่เพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ลักษณะของเส้นบะหมี่สดผสมไข่น้ำสด

- ก. สูตรที่ 6 ไข่น้ำสด 15%
- ข. สูตรที่ 7 ไข่น้ำสด 20%
- ค. สูตรที่ 8 ไข่น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%

จากการเปรียบเทียบระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (cooking time) ของบะหมี่ทั้ง 3 สูตร พบว่ามีระยะเวลาที่แตกต่างกันคือ สูตรที่ 6 ใช้ระยะเวลาในการต้มเพียง 3.3 นาที สูตรที่ 8 ใช้ระยะเวลาในการต้ม คือ 4.3 นาที ส่วนสูตรที่ 7 ต้องใช้ระยะเวลาในการต้มถึง 6 นาที ส่วนน้ำหนักที่ได้หลังต้ม (cooking yield) อยู่ระหว่าง 194.94– 252.71% ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time) และน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) ของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำสด

สูตรบะหมี่	cooking time (min)	cooking yield		
		ก่อนต้ม (g)	หลังต้ม (g)	yield
สูตร 6	3.3	25.32	49.36	194.94
สูตร 7	6.0	25.02	63.23	252.71
สูตร 8	4.3	25.94	51.85	199.88

ในการตรวจวัดสีของบะหมี่เส้นสดเสริมผงไข่น้ำ ผลการศึกษาพบว่าบะหมี่ทั้ง 3 สูตรมีค่า $L^* < 50$ แสดงให้เห็นว่าสีของตัวอย่างอยู่ในโทนมืด และมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 32.60 ± 9.44

ถึง 37.52 ± 4.10 สำหรับแกน a^* แทนค่าโทนสีของสีแดง (+a) หรือสีเขียว (-a) ผลการทดสอบพบว่า ผลลัพธ์ทั้ง 3 สูตร มีค่า a^* อยู่ในช่วงระหว่าง -3.50 ± 0.10 ถึง -4.72 ± 0.29 แสดงให้เห็นว่าบะหมี่ทั้ง 3 สูตรมีสีอยู่ในโทนสีเขียว โดยบะหมี่ สูตรที่ 7 มีสีเขียวเข้มมากที่สุด ส่วนสูตรที่ 8 มีสีเขียวอ่อนมากที่สุด สำหรับแกน b^* แทนค่าโทนสีของสีเหลือง (+b) หรือน้ำเงิน (-b) ผลการทดสอบพบว่า บะหมี่ทั้ง 3 สูตร มีค่า b^* อยู่ในช่วงระหว่าง 3.36 ± 1.92 ถึง 6.78 ± 1.10 โดยมีค่าโทนสีสูงสุดอยู่ที่บะหมี่สูตรที่ 6 เท่ากับ 6.78 ± 1.10 ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คุณลักษณะด้านสีของบะหมี่เส้นสดผสมไข่น้ำสด

สูตรบะหมี่	ค่าความสว่าง (L^*)	ค่าสีแดง (a^*)	ค่าสีเหลือง (b^*)
สูตร 6	32.60 ± 9.44	-4.50 ± 0.76	6.78 ± 1.10
สูตร 7	33.10 ± 3.48	-4.72 ± 0.29	5.40 ± 0.34
สูตร 8	37.52 ± 4.10	-3.50 ± 0.10	3.36 ± 1.92

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่เสริมไข่น้ำ

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่ โดยนำบะหมี่สดไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในตู้อบแห้ง (tray dryer) เป็นระยะเวลา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ชั่วโมง แล้วนำบะหมี่ที่อบแห้งตามระยะเวลาต่าง ๆ ไปวิเคราะห์คุณภาพปริมาณ ความชื้น และค่า a_w โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 และค่า a_w ไม่เกิน 0.6

ผลการศึกษาพบว่า บะหมี่ที่ทำการอบแห้งเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงนั้นเส้นยังคงเปียกชื้น เหมือนเดิม และเนื่องจากเส้นยังคงเปียกชื้นมากเกินไปจึงไม่ได้ทำการวัดความชื้นและค่า a_w และบะหมี่ที่อบแห้งเป็นเวลา 4 ชั่วโมงนั้นบริเวณผิวหน้าของก้อนบะหมี่ค่อนข้างแห้งสนิท แต่ภายในก้อนยังคงมีความชื้นอยู่ เมื่อวัดค่าความชื้น ได้เท่ากับ 15.73 ± 7.32 % และมีค่า a_w เท่ากับ 0.855 ± 0.146 ส่วนบะหมี่ที่อบแห้งเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 6 ชั่วโมงเป็นต้นไป เส้นบะหมี่แห้งทั้งผิวหน้าและบริเวณด้านในโดยมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.325 - 0.366 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.6 และมีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 3.79 - 4.78 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 12% ดังแสดงในภาพที่ 10 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบบะหมี่ไข่น้ำต้องใช้ระยะเวลาต่ำกว่า 6 ชั่วโมง จึงจะผ่านค่ามาตรฐานกำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 10 ลักษณะของบะหมี่ที่ผ่านการอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 2 ชั่วโมง (ก) 4 ชั่วโมง (ข) 6 ชั่วโมง (ค) 8 ชั่วโมง (ง) 10 ชั่วโมง (จ) และ 12 ชั่วโมง (ฉ)

ตารางที่ 15 ค่า a_w และความชื้นของบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาที่ทำการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่า a_w	ความชื้น (%)
4	0.855 ± 0.146	15.73 ± 7.32
6	0.353 ± 0.016	4.06 ± 0.18
8	0.333 ± 0.017	3.79 ± 0.20
10	0.325 ± 0.011	3.83 ± 0.29
12	0.366 ± 0.014	4.78 ± 0.51

การอบแห้งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิตบะหมี่แห้ง เนื่องจากช่วยลดปริมาณน้ำในเส้นบะหมี่ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นและมีความสะดวกในการขนส่ง จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อน้ำหนักของบะหมี่ โดยเมื่อระยะเวลาอบแห้งเพิ่มขึ้น น้ำหนักของบะหมี่แห้งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญดังแสดงในตาราง 4.10 ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการอบแห้ง ที่เวลา 4 ชั่วโมง บะหมี่สดมีน้ำหนักเฉลี่ย 40.80 กรัม และเมื่อนำไปอบแห้ง น้ำหนักลดลงเหลือ 27.31 กรัม แสดงให้เห็นว่ามีการสูญเสียน้ำจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มระยะเวลาอบแห้งเป็น 6 ชั่วโมง น้ำหนักบะหมี่แห้งลดลงเหลือ 24.36 กรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสูญเสียน้ำยังคงดำเนินต่อไป เมื่อเพิ่มระยะเวลา

อบแห้งเป็น 8 ชั่วโมง น้ำหนักของบะหมี่แห้งลดลงต่อเนื่องอยู่ที่ 23.03 กรัม และเมื่อถึง 10 ชั่วโมง น้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 23.75 กรัม ซึ่งอาจเป็นผลจากการดูดซับความชื้นกลับมาบางส่วนหรือการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเส้นบะหมี่เอง อย่างไรก็ตาม เมื่ออบแห้งต่อไปจนถึง 12 ชั่วโมง น้ำหนักของบะหมี่แห้งลดลงต่ำสุดที่ 22.49 กรัม แสดงให้เห็นว่าการระเหยของน้ำยังคงเกิดขึ้นอยู่ แม้ว่าจะช้าลงกว่าช่วงแรกของกระบวนการอบ

ตารางที่ 16 น้ำหนักของบะหมี่หลังจากอบแห้งที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาที่ทำการอบแห้ง (ชั่วโมง)	น้ำหนักบะหมี่สด (กรัม)	น้ำหนักบะหมี่แห้ง (กรัม)
4	40.80 ± 0.092	27.31 ± 3.37
6	40.66 ± 0.205	24.36 ± 1.75
8	40.61 ± 0.240	23.03 ± 0.51
10	40.61 ± 0.192	23.75 ± 0.78
12	40.62 ± 0.147	22.49 ± 2.18

การศึกษาคุณสมบัติของบะหมี่อบแห้ง

จากผลการศึกษาการทำเส้นบะหมี่สดทั้งหมด 8 สูตรประกอบไปด้วยบะหมี่จากไข่น้ำอบแห้ง จำนวน 5 สูตร (สูตรที่ 1-5) และเส้นบะหมี่จากไข่น้ำสด จำนวน 3 สูตร (สูตรที่ 6-8) จากการเปรียบเทียบ สี กลิ่น ความนุ่ม และลักษณะบะหมี่หลังลวก ผู้วิจัยได้ทำการเลือกบะหมี่มาจำนวน 4 สูตร (ภาพที่ 4.8) ได้แก่

W1	สูตรที่ 3 ไข่น้ำอบแห้ง 5%
W2	สูตรที่ 4 ไข่น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%
W3	สูตรที่ 6 ไข่น้ำสด 15%
W4	สูตรที่ 8 ไข่น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%

โดยนำบะหมี่ทั้ง 4 สูตรที่คัดเลือกมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติแรงดึงของเส้นบะหมี่ คุณสมบัติการคืนรูปของเส้นบะหมี่ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการต้ม (cooking time), น้ำหนักที่ได้หลังต้ม (cooking yield), ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม (cooking loss) สีของบะหมี่แห้งและบะหมี่หลังลวก



ภาพที่ 11 ลักษณะของบะหมี่อบแห้งทั้ง 4 สูตร

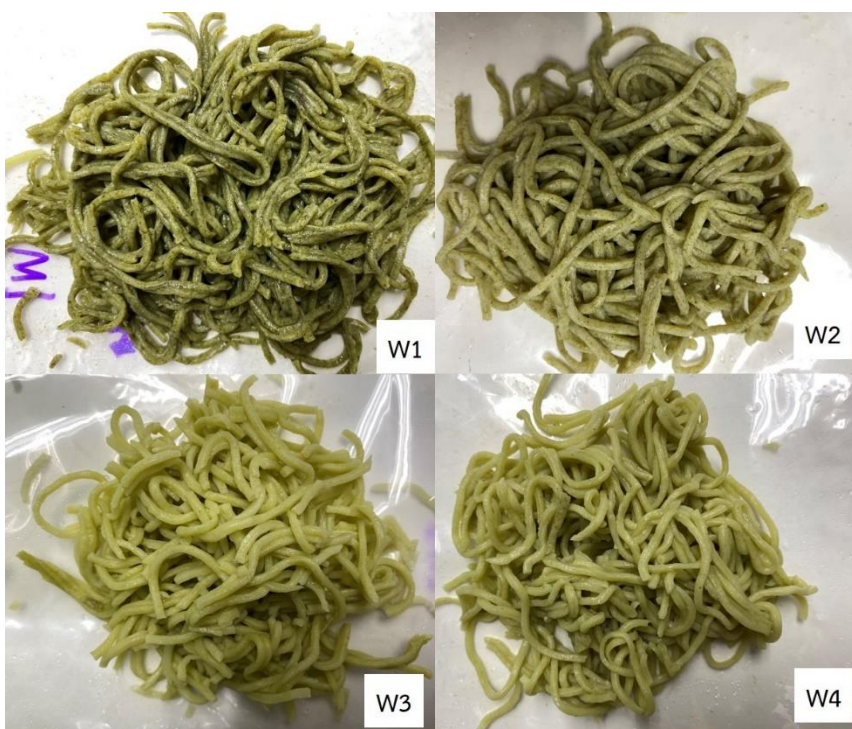
W1	สูตรที่ 3 ใช้น้ำอบแห้ง 5%
W2	สูตรที่ 4 ใช้น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%
W3	สูตรที่ 6 ใช้น้ำสด 15%
W4	สูตรที่ 8 ใช้น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%

คุณภาพการปรุงและเนื้อสัมผัสของบะหมี่

จากการศึกษาคุณภาพการปรุงของบะหมี่ทั้ง 4 สูตร พบว่า ทุกสูตรมีเวลาการลวกที่ 8 นาที อย่างไรก็ตาม สูตร W3 มีค่าการเพิ่มน้ำหนักหลังการลวก (Cooking yield) ต่ำที่สุดที่ 305.95% เมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ ที่มีค่าตั้งแต่ 338.47% - 343.48% ซึ่งอาจเป็นผลจากปริมาณใช้น้ำสดที่ใช้ ทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่า สำหรับค่าการสูญเสียระหว่างการปรุง (Cooking loss) สูตร W3 มีค่า 5.49% ซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นเล็กน้อย โดยสูตร W4 มีค่าน้อยที่สุดที่ 5.16% แสดงให้เห็นว่าการเติมแป้งถั่วลูกไก่อาจช่วยลดการสูญเสียระหว่างการปรุง สำหรับแรงดึงขาดของบะหมี่ซึ่งสะท้อนถึงความเหนียวของเส้น พบว่า สูตรที่ W1 มีค่ามากที่สุดที่ 10.0 กรัม ขณะที่สูตร W3 มีค่า 10.3 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับสูตรที่ W4 การใช้ใช้น้ำสดช่วยให้เส้นมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ทำให้เส้นเหนียวนุ่มมากขึ้น สำหรับปริมาณโปรตีนในบะหมี่อบแห้งพบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 14.64 - 16.47 mg/100g ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 คุณภาพการปรุงและเนื้อสัมผัสของบะหมี่

สูตรบะหมี่	Cooking time (min)	Cooking yield (%)	Cooking loss (%)	แรงดึงขาด (g)	ปริมาณโปรตีน (mg/100g)
W1	8	339.43 ± 20.92	5.30 ± 0.26	10.0 ± 1.00	16.47
W2	8	338.47 ± 22.78	5.23 ± 0.73	11.0 ± 1.73	14.72
W3	8	305.95 ± 5.28	5.49 ± 0.72	10.3 ± 1.82	14.64
W4	8	343.48 ± 1.33	5.16 ± 0.53	10.3 ± 1.82	14.87



ภาพที่ 12 ลักษณะของบะหมี่อบแห้งหลังจากลวกเป็นระยะเวลา 8 นาที

- W1 สูตรที่ 3 ใช้น้ำอบแห้ง 5%
- W2 สูตรที่ 4 ใช้น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%
- W3 สูตรที่ 6 ใช้น้ำสด 15%
- W4 สูตรที่ 8 ใช้น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%

การวิเคราะห์ค่าสีของเบหมีแห้งและหลังลวก

จากการวิเคราะห์ค่าสีในเบหมีไข่น้ำอบแห้งจำนวน 4 สูตรที่แตกต่างกัน พบว่าเบหมีอบแห้งมีค่า L^* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสว่างอยู่ระหว่าง 23.63 – 52.73 และมีค่าหลังลวกเท่ากับ 34.80 – 54.33 โดยเบหมีสูตร W1 และ W2 สูตรที่มีการเติมน้ำอบแห้ง มีสีที่ค่อนข้างเข้ม ในขณะที่สูตร W3 และ W4 ซึ่งเป็นสูตรที่มีการเติมน้ำสด มีค่าความสว่างสูงกว่า

สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง -2.33 ถึง -7.73 ในเบหมีแห้ง และมีค่าระหว่าง -3.85 ถึง -5.49 ในเบหมีหลังลวก ซึ่งจะเห็นได้ว่าสูตร W1 และ W2 สูตรที่มีการเติมน้ำอบแห้ง มีสีออกไปในโทนสีแดงมากกว่า ในขณะที่สูตร W3 และ W4 แสดงถึงสีออกเหลืองตามธรรมชาติของไข่น้ำสด

ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) บ่งบอกถึงความเหลืองของเบหมี พบว่ามีค่าระหว่าง 15.02 – 25.45 ในเบหมีอบแห้ง และมีค่าเท่ากับ 6.40 – 9.15 ในเบหมีหลังลวก โดยเบหมีสูตร W3 และ W4 มีค่า b มากกว่า แสดงให้เห็นว่าทั้งสองสูตรมีสีออกไปในโทนสีเหลืองมากกว่าสูตร W1 และ W2 เมื่อทำการลวกแล้วจะเห็นได้ว่า ค่า b มีค่าลดลงแสดงให้เห็นว่าสีของเบหมีอาจเปลี่ยนแปลงระหว่างการปรุง

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ค่าสีของเบหมีอบแห้งและเบหมีหลังลวก

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะเบหมี	L^*	a^*	b^*
W1	เบหมีแห้ง	25.33 ± 6.19	-2.33 ± 0.36	16.49 ± 5.02
	เบหมีหลังลวก	34.80 ± 8.22	-3.85 ± 1.82	9.87 ± 4.49
W2	เบหมีแห้ง	23.63 ± 3.57	-2.52 ± 0.28	15.02 ± 2.89
	เบหมีหลังลวก	38.76 ± 8.40	-4.27 ± 0.86	9.15 ± 0.93
W3	เบหมีแห้ง	52.73 ± 2.57	-7.73 ± 0.41	25.45 ± 0.62
	เบหมีหลังลวก	48.33 ± 14.47	-5.17 ± 1.11	7.53 ± 2.27
W4	เบหมีแห้ง	44.30 ± 11.91	-6.26 ± 0.46	22.06 ± 0.65
	เบหมีหลังลวก	54.23 ± 2.67	-5.49 ± 0.85	6.40 ± 2.44

การทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเส้นเบหมีคั้นรูปแล้ว

ผลการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบหมีไข่น้ำอบแห้ง จำนวน 4 สูตรได้แก่ สูตรที่ 1 ไข่น้ำอบแห้ง 5%, สูตรที่ 2 ไข่น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%, สูตรที่ 3 ไข่น้ำสด 15% และ สูตรที่ 4 ไข่น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2% โดยใช้วิธี 9-Point hedonic scale ซึ่งเป็นการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม) และความชอบรวม โดยใช้ระดับคะแนนความชอบในแต่ละด้านตั้งแต่ 1 ถึง 9

ผลพบว่าบะหมี่อบแห้งสูตรที่ 3 ได้รับความพึงพอใจสูงที่สุดในทุก ๆ ด้าน ยกเว้นในด้านลักษณะที่ปรากฏ โดยมีค่าคะแนนความชอบระหว่าง 6.63 ± 1.40 - 6.90 ± 1.58 นอกจากนี้ในด้านคะแนนความชอบโดยรวมพบว่า บะหมี่สูตรที่ 3 มีค่าคะแนนสูงที่สุดเท่ากับ 7.30 ± 1.15 รองลงมาคือ สูตรที่ 1, 2 และ 4 โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.17 ± 1.93 , 7.00 ± 1.41 และ 6.71 ± 1.46 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ 4 สูตร โดยใช้วิธี 9-Point hedonic scale

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยความชอบ			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ลักษณะปรากฏ	6.73 ± 1.98	6.73 ± 1.64	6.63 ± 1.40	6.17 ± 1.60
สี	6.53 ± 2.06	6.53 ± 1.85	6.67 ± 1.49	6.33 ± 1.71
กลิ่น	5.87 ± 2.16	6.10 ± 2.16	6.57 ± 1.33	6.50 ± 1.66
รสชาติ	6.70 ± 1.88	6.00 ± 1.98	6.77 ± 1.41	5.80 ± 1.73
เนื้อสัมผัส	6.77 ± 1.89	6.83 ± 1.83	6.90 ± 1.58	6.73 ± 1.86
ความชอบรวม	7.17 ± 1.93	7.00 ± 1.41	7.30 ± 1.15	6.71 ± 1.46

การศึกษาอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่แห้ง

การประเมินอายุการเก็บรักษาจากค่าคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่แห้ง ได้เลือกทำการศึกษาในบะหมี่แห้งสูตร 3 (มีส่วนผสมไข่น้ำสด 15%) ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ โดยในการศึกษาอายุการเก็บรักษาทำการศึกษาใช้การวิเคราะห์อัตราการเสื่อมสภาพคุณภาพที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ โดยค่าที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วย ค่าสี ความชื้น และน้ำอิสระ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4.14)

ค่าความสว่าง (L^*)

จากการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งพบว่าในระหว่างการเก็บรักษา ค่า L^* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยตัวอย่างที่ทดสอบที่ทุกอุณหภูมิมีค่าความสว่างในวันที่ 14 น้อยกว่า 45 อย่างไรก็ตามค่าความสว่างได้มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 21 และ 28 ของการทดสอบ

ค่าความเป็นสีแดง (a^*)

ค่าความเป็นสีแดงของบะหมี่ก่อนทำการทดสอบมีค่าเท่ากับ -5.36 ± 0.68 และในระหว่างทดสอบค่า a^* ของบะหมี่แห้งที่ทุกๆ อุณหภูมิมีค่าติดลบน้อยลง และมีค่าติดลบน้อยที่สุดในวันที่ 14 ของการทดสอบโดยมีค่า -3.58 ± 0.95 , -2.29 ± 0.27 , -1.83 ± 0.28 ตามลำดับ โดยบะหมี่ที่ทำการ

ทดสอบที่อุณหภูมิ 55 °C มีค่า a^* ตีกลับน้อยลงมากที่สุด หลังจากนั้นในวันที่ 21 และ 28 ของการทดสอบ ค่า a^* มีค่าตีกลับเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)

ค่า b^* ของบะหมี่ก่อนการทดสอบมีค่าเท่ากับ 22.32 ± 2.51 และในระหว่างการทดสอบ ค่า b^* ของชุดทดสอบที่อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C มีค่าลดลงต่อเนื่องและมีค่าต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 14 และมีค่า b^* เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 21 และ 28 ซึ่งแนวโน้มของค่าสีในแต่ละสัปดาห์ที่ทำการทดสอบ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกับค่า L^* และ a^*

ตารางที่ 20 ผลวิเคราะห์สีระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ระหว่างการทดสอบการเก็บรักษา

อุณหภูมิ	ค่า	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
		0	7	14	21	28
35 °C	L^*	63.23 ± 7.05	50.29 ± 5.81	44.47 ± 5.15	39.19 ± 2.61	48.69 ± 5.05
	a^*	-5.36 ± 0.68	-4.42 ± 0.23	-3.58 ± 0.95	-3.60 ± 0.96	-3.80 ± 0.95
	b^*	22.32 ± 2.51	22.32 ± 2.51	14.86 ± 3.57	16.94 ± 2.42	18.01 ± 2.13
	Chroma	22.95 ± 2.59	18.55 ± 1.65	12.85 ± 0.24	17.32 ± 2.57	18.41 ± 0.81
	Hue angle	103.12 ± 0.28	104.56 ± 1.13	103.55 ± 0.28	101.89 ± 1.45	101.89 ± 0.82
45 °C	L^*	63.23 ± 7.05	54.29 ± 4.09	38.94 ± 4.21	43.58 ± 11.88	48.09 ± 3.64
	a^*	-5.36 ± 0.68	-4.27 ± 0.67	-2.29 ± 0.27	-2.84 ± 0.97	-2.87 ± 0.14
	b^*	22.32 ± 2.51	22.32 ± 2.51	13.37 ± 0.37	17.41 ± 1.20	15.68 ± 1.45
	Chroma	22.95 ± 2.59	20.03 ± 0.33	13.56 ± 0.33	17.66 ± 1.15	15.95 ± 1.44
	Hue angle	103.12 ± 0.28	102.45 ± 2.08	99.71 ± 1.42	99.36 ± 3.70	100.50 ± 0.76
55 °C	L^*	63.23 ± 7.05	50.31 ± 5.26	33.66 ± 1.51	41.30 ± 2.64	48.10 ± 5.21
	a^*	-5.36 ± 0.68	-3.12 ± 0.73	-1.83 ± 0.28	-2.44 ± 0.46	-2.94 ± 0.81
	b^*	22.32 ± 2.51	22.32 ± 2.51	14.87 ± 0.22	16.20 ± 0.30	17.99 ± 2.47
	Chroma	22.95 ± 2.59	17.95 ± 2.76	14.98 ± 0.19	16.39 ± 0.31	18.23 ± 2.55
	Hue angle	103.12 ± 0.28	99.93 ± 0.80	97.05 ± 0.05	98.55 ± 0.01	99.26 ± 0.00



ภาพที่ 13 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง ก่อนการทดสอบการเก็บรักษาในสภาวะเร่งอุณหภูมิ



วันที่ 7

ภาพที่ 14 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 7 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ



วันที่ 14

ภาพที่ 15 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 14 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ



วันที่ 21

ภาพที่ 16 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 21 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ



วันที่ 28

ภาพที่ 17 ลักษณะสีของบะหมี่อบแห้ง วันที่ 28 ที่อุณหภูมิ 35 °C, 45 °C และ 55 °C ตามลำดับ

เนื่องจากการพิจารณาค่าสีเพียงด้านใดด้านหนึ่งไม่สามารถบ่งบอกถึงสภาวะการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพบะหมี่แช่น้ำอบแห้งได้อย่างชัดเจน จึงได้วิเคราะห์ค่า Chroma (C^*) และ ค่า Hue angle (h°) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเข้มของสี และเฉดสีของบะหมี่ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยการหาค่าสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\text{Chroma } (C^*) = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

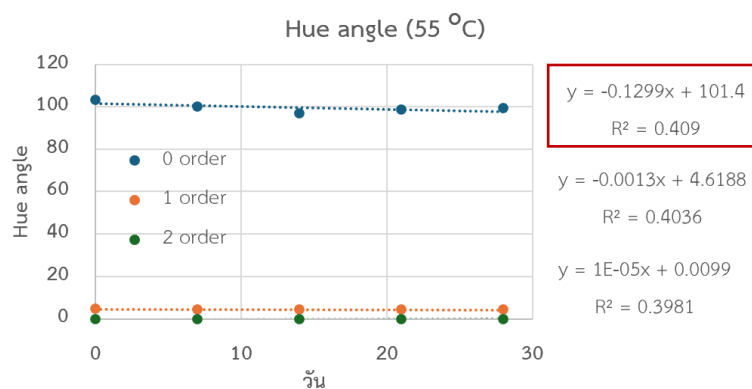
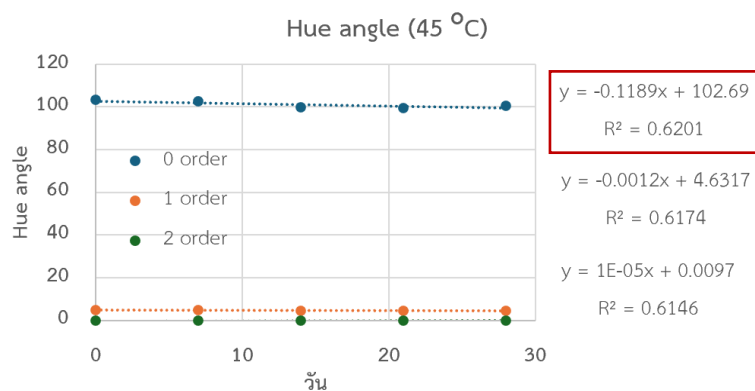
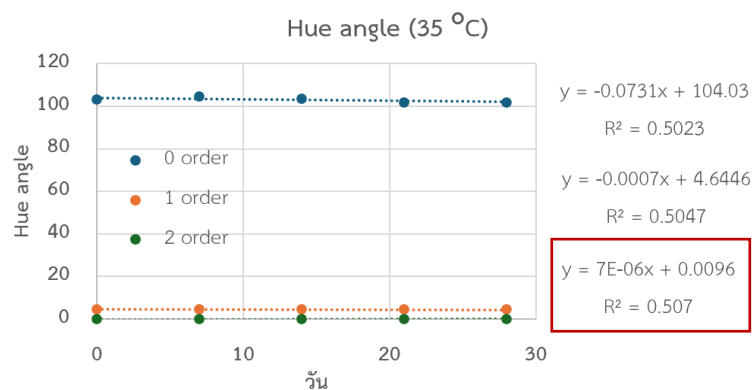
โดยหากตัวอย่างมีสีสด ค่า C ก็จะมีค่าสูง เช่น มีค่าเท่ากับ 30 สีสดปานกลาง มีค่า 0 สีเทา

$$\text{Hue angle } (h^\circ) = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

โดยค่า h° ที่ให้เฉดสีเขียวจะมีค่าในช่วงประมาณ 90 -140 องศา โดย หากค่า h° มีค่าประมาณ 90 องศา จะให้ค่าเฉดสีเขียวเหลือง และหากมีค่าเพิ่มขึ้นไปถึงประมาณ 120 องศา ให้สีเขียวกลาง ซึ่งผลค่า h° แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดสอบ บะหมี่แช่น้ำอบแห้งมีค่า h° เท่ากับ 103.12 ± 0.28 ซึ่งให้ลักษณะเฉดสีเป็นสีเขียวสด (ภาพที่ 4.10) ทั้งนี้การลดลงของค่า h° 3-5 องศา เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าที่สื่อให้เห็นว่าเฉดสีของบะหมี่เปลี่ยนจากโทนเขียวไปเป็นโทนเขียวอมเหลือง ซึ่งกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์อาจมีความเสื่อมสภาพด้านสีจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากในการศึกษานี้ไม่ได้มีการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้บริโภคในระหว่างการทดสอบการเก็บรักษา จึงกำหนดให้ค่า h° ที่มีน้อยกว่า 98 (ค่า Hue angle น้อยกว่า 98-100) คือมีค่าเท่ากับ 97.05 ± 0.05 ของบะหมี่ชุดทดสอบในวันที่ 14 ที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นค่าวิกฤติของการเปลี่ยนแปลงและเป็นจุดยุติ (ตารางที่ 4.14 และ ภาพที่ 4.12)

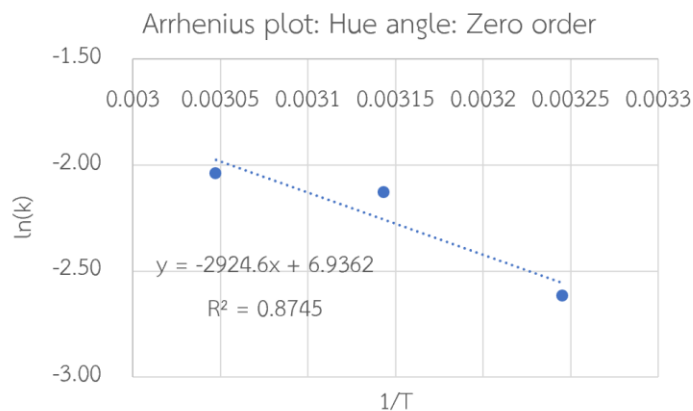
เมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาอันดับการเกิดปฏิกิริยา โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่า h° , $\ln(h^\circ)$ และ $1/h^\circ$ ต่อระยะเวลาการเก็บ เพื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) แล้วเลือกอันดับปฏิกิริยาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient determination) หรือค่า R^2 ที่มีค่ามากที่สุด (ภาพที่ 4.16) พบว่าค่า R^2 ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.4036 – 0.6201 โดยที่อุณหภูมิ 45 และ 55 °C อันดับปฏิกิริยาที่ 0 มีค่ามากที่สุด จึงเลือกใช้ค่าความชันของปฏิกิริยาอันดับดังกล่าวในการสร้างกราฟ Arrhenius ในลำดับถัดไป

Zero-order kinetics:	Hue angle	=	$C_0 - kt$
First-order kinetics:	$\ln(\text{Hue angle})$	=	$\ln(C_0) - kt$
Second-order kinetics:	$1/\text{Hue angle}$	=	$1/C_0 + kt$



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า Hue angle ต่อระยะเวลาการเก็บ

ทั้งนี้ได้มีการพิจารณาความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น ระหว่างปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ค่า L^* , a^* และ b^* ต่อระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว แต่พบว่าค่า R^2 ที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่า R^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่า h° (ภาคผนวก) และจากกราฟ Arrhenius plot ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.8745 ซึ่งความน่าเชื่อถือของสมการและกราฟนี้มีความน่าเชื่อถือในระดับปานกลางในการประเมินอายุการเก็บรักษาของบะหมี่ (ภาพที่ 4.17)



ภาพที่ 19 กราฟ Arrhenius จากค่าความชันของปฏิกิริยาอันดับที่ 0 (Hue angle)

จากกราฟ Arrhenius plot ได้สมการคือ

$$\ln(k) = -2924.6 \times (1/T) + 6.9362$$

จากสมการข้างต้น หากประเมินอายุการเก็บรักษาบะหมี่ที่อุณหภูมิห้อง (25 °C, 298.15 °K) โดยมีค่า h° เริ่มต้นเท่ากับ 103.12 และค่า h° ที่จุดวิกฤตเท่ากับ 97.05 จะสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

คำนวณค่า 1/T ที่ 25 °C

$$1/T = 1/298.15 = 0.003354 \text{ K}^{-1}$$

สมการ Zero order kinetics

$$H^\circ = C_0 - kt$$

$$T = (C_0 - C)/k$$

คำนวณค่า ln(k) และค่า k ที่ 25 °C

$$\ln(k) = (-2924.6 \times 0.003354) + 6.9362$$

$$\ln(k) = 2.873$$

$$k = e^{-2.873} = 0.056529085$$

การคำนวณค่าอายุการเก็บรักษา

$$T = (103.12 - 97.05) / 0.056529085$$

$$T = 107.39 \text{ วัน}$$

จากการวิเคราะห์เชิงจลนพลศาสตร์โดยใช้โมเดล Arrhenius พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ไข่น้ำแห้งสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 107.39 วัน ก่อนที่ค่า h° จะลดลงถึงค่าจุดวิกฤติที่กำหนดไว้ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีนัยสำคัญทางประสาทสัมผัสหรือความยอมรับของผู้บริโภค

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น (R^2) ของสมการจากกราฟ Arrhenius plot มีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงถึงความไม่สอดคล้องเชิงเส้นที่ชัดเจนของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่อัตรา (k) กับ อุณหภูมิ ดังนั้นจึงควรมีการเก็บข้อมูลทดสอบในสภาวะเร่งอุณหภูมิเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบ ในระยะเวลาที่ยาวนานกว่าเดิม เช่น การทดสอบต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 5-14 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มจำนวน ข้อมูลและก่อให้เกิดความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ และความน่าเชื่อถือของการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ได้ดียิ่งขึ้น

การประเมินอายุการเก็บรักษาจากค่าคุณภาพด้านความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w)

ก่อนการเริ่มต้นการทดสอบการเก็บรักษา พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 ± 0.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของปริมาณน้ำอิสระของอาหารแห้ง คือไม่ควรเกิน 0.60 ตาม แนวทางความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง อย่างไรก็ตาม ในระหว่างการทดสอบการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 °C ค่าปริมาณน้ำอิสระได้ลดลงอย่างต่อเนื่อง และมีค่า เหลือเพียง 0.18 ในวันที่ 28 ของการทดสอบ ในขณะที่ตัวอย่างทดสอบในสภาวะอุณหภูมิ 35 และ 45 °C มีค่าน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.28 – 0.34 ตลอดระยะเวลาการทดสอบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระดับอุณหภูมิสูงมี ผลต่อการเร่งการระเหยของความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.15)

ค่าความชื้น (Humidity, Moisture content, MC)

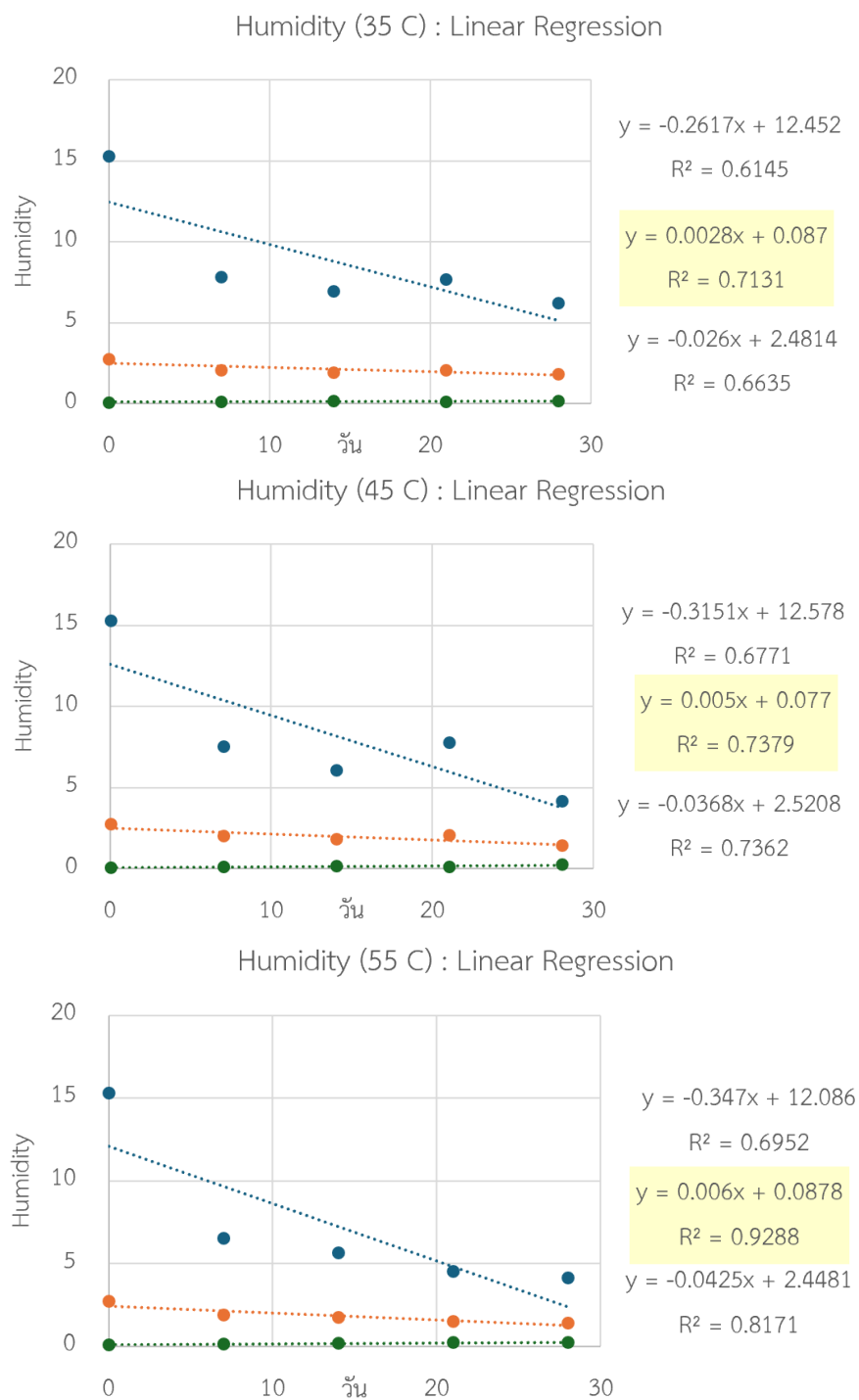
ค่าความชื้นของตัวอย่างบะหมี่ก่อนการทดสอบมีค่า 15.30 ± 0.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีค่าความชื้นไม่เกิน 12% อย่างไรก็ตามในสัปดาห์แรก (วันที่ 7) ของการทดสอบ ค่าความชื้น ของตัวอย่างที่ทำการทดสอบในทั้ง 3 สภาวะอุณหภูมิมียังคงเหลือเพียง 6.53 – 7.84 % และก่อน บะหมี่แฉนวนของความชื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่องและมีความชื้นเหลือเพียง 6.21 ± 0.28 , 4.15 ± 0.07 , และ 4.15 ± 0.19 จากการทดสอบเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45, และ 55 °C ตามลำดับ แฉนวนค่า ความชื้นที่ลดลงนี้แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงส่งผลให้เกิดการสูญเสียความชื้นในผลิตภัณฑ์ มากขึ้นที่มีสาเหตุจากการเร่งกระบวนการระเหยของน้ำ (ตารางที่ 21) ทั้งนี้การให้ความสำคัญต่อการ ควบคุมความชื้นหลังการผลิตให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนการทดสอบเป็นแนวทางที่ดีในการลดความ เสี่ยงของการเสื่อมคุณภาพในช่วงต้นของการเก็บรักษา และการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทจะเป็น ประโยชน์ในการรักษาความชื้นให้คงที่ได้ในระยะยาว

ตารางที่ 21 ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้นของบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งระหว่างการทดสอบการเก็บรักษา

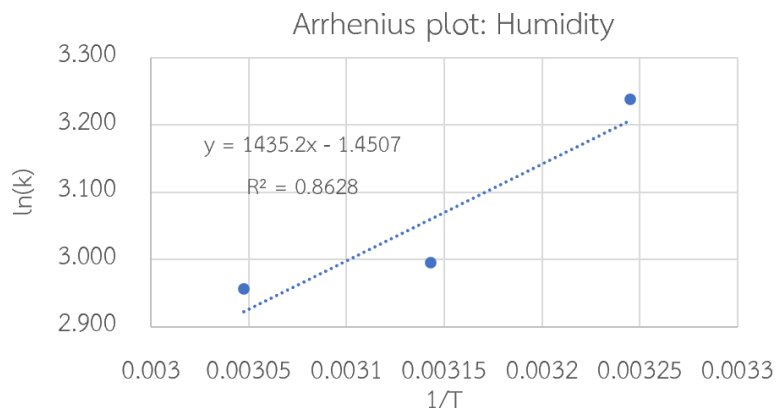
		ระยะเวลา (สัปดาห์)				
		0	7	14	21	28
35 °C	Aw	0.71 ± 0.01	0.40 ± 0.16	0.28 ± 0.08	0.43 ± 0.08	0.34 ± 0.02
	ความชื้น	15.30 ± 0.05	7.84 ± 2.51	6.91 ± 0.71	7.68 ± 1.66	6.21 ± 0.28
45 °C	Aw	0.71 ± 0.01	0.32 ± 0.08	0.44 ± 0.28	0.48 ± 0.00	0.37 ± 0.76
	ความชื้น	15.30 ± 0.05	7.54 ± 1.39	6.08 ± 0.03	7.77 ± 0.01	4.15 ± 0.07
55 °C	Aw	0.71 ± 0.01	0.28 ± 0.06	0.21 ± 0.05	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.00
	ความชื้น	15.30 ± 0.05	6.53 ± 1.51	5.63 ± 0.88	4.54 ± 0.21	4.15 ± 0.19

เมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า H ของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาอันดับการเกิดปฏิกิริยา โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่า MC, $\ln(\text{MC})$ และ $1/\text{MC}$ ต่อระยะเวลาการเก็บ เพื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) แล้วเลือกอันดับปฏิกิริยาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient determination) หรือค่า R^2 ที่มีค่ามากที่สุด (ภาพที่ 20) พบค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.6145 – 0.9288 โดยค่า R^2 ของปฏิกิริยาอันดับที่ 1 มีค่าสูงที่สุดจึงเลือกใช้ค่าความชื้นของปฏิกิริยาอันดับดังกล่าวในการสร้างกราฟ Arrhenius ในลำดับถัดไป

$$\begin{array}{llll}
 \text{Zero-order kinetics:} & \text{MC} & = & C_0 - kt \\
 \text{First-order kinetics:} & \ln(\text{MC}) & = & \ln(C_0) - kt \\
 \text{Second-order kinetics:} & 1/\text{MC} & = & 1/C_0 + kt
 \end{array}$$



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าความชื้น ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพที่ 21 กราฟ Arrhenius จากค่าความชันของปฏิกิริยาอันดับที่ 1 (ความชื้น)

จากกราฟ Arrhenius plot ได้สมการคือ

$$\ln(k) = 1435.2 \times (1/T) - 1.4507$$

จากสมการข้างต้น หากประเมินอายุการเก็บรักษาบะหมี่ที่อุณหภูมิห้อง (25 °C, 298.15 °K) โดยมีค่าความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 15.30 และค่าความชื้นที่จุดวิกฤตเท่ากับ 5.5% (ค่าความชื้นที่คาดว่าจะส่งผลให้เส้นบะหมี่แห้งแตกเปราะง่ายและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค) จะสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

คำนวณค่า 1/T ที่ 25 °C

$$1/T = 1/298.15 = 0.003354 \text{ K}^{-1}$$

สมการ Zero order kinetics

$$H^\circ = C_0 - kt$$

$$T = (C_0 - C)/k$$

คำนวณค่า ln(k) และค่า k ที่ 25 °C

$$\ln(k) = (1435.2 \times 0.003354) - 1.4507$$

$$\ln(k) = 3.3603$$

$$k = e^{3.3603} = 28.8 \text{ \% / วัน}$$

การคำนวณค่าอายุการเก็บรักษา

$$T = (15.30 - 5.5) / 28.8$$

$$T = 0.34 \text{ วัน}$$

ทั้งนี้การที่ค่าความชื้นในช่วงต้นมีค่าสูงถึง 15.30 และมีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของการเก็บรักษา (จาก 15.30 เหลือเพียง 6-7% ในสัปดาห์แรกของการทดสอบ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวโดยการคำนวณแบบเชิงเส้นและนำค่าคงที่อัตราเร็วมาวิเคราะห์ Arrhenius plot อาจไม่สะท้อนกลไกที่แท้จริงของการเสื่อมเสียของบะหมี่ หรือกล่าวได้ว่าจากข้อมูลที่ได้อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาประเมินอายุการเก็บรักษาด้วยการวิเคราะห์รูปแบบดังกล่าว

การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ

ในการศึกษานี้ได้นำผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด ไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร พลังงาน ไขมัน ความชื้น และเถ้า พบว่าเส้นบะหมี่อบแห้งมีความชื้นเท่ากับ 10.75% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่สำเร็จรูป มอก. 271-2548 ซึ่งเส้นบะหมี่จะต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 สำหรับบะหมี่ไข่น้ำอบแห้งนี้เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3 มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อการบริโภค โดยให้พลังงาน 361.42 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม และมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 13.58 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 27% ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai RDI) นอกจากนี้ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 73.04 กรัม (24% Thai RDI) และใยอาหาร 4.81 กรัม (19% Thai RDI) ไขมันในผลิตภัณฑ์มีปริมาณต่ำเพียง 1.66 กรัมต่อ 100 กรัม (3% Thai RDI) ตารางที่ 22

ตารางที่ 22 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3

สารอาหาร	ปริมาณ (ต่อ 100 g)	%Thai RDI*
โปรตีน (Protein)	13.58 g	27
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	73.04 g	24
เส้นใยอาหาร (Dietary fiber)	4.81 g	19
พลังงาน (Energy)	361.42 kcal	18
ไขมัน (Fat)	1.66 g	3
ความชื้น (Moisture)	10.75 g	-
เถ้า (Ash)	0.97 g	-

*% ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3 พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค โดยมีปริมาณ *Escherichia coli* ต่ำกว่า 3.0 MPN/g ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ปริมาณเชื้อราและ *Staphylococcus aureus* อยู่ในระดับต่ำกว่า 10 CFU/g ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยตามมาตรฐานอาหารสำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่ามีค่า 6.4×10^4 CFU/g ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3

จุลินทรีย์	ปริมาณ
<i>Escherichia coli</i>	<3.0 MPN/g
เชื้อรา	<10 CFU/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 CFU/g
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	6.4×10^4 CFU/g

การออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน
ทำการออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ต้นแบบดังนี้



ภาพที่ 22 โลโก้และฉลากผลิตภัณฑ์บะหมี่ไข่ผำแห้ง

ในการออกแบบโลโก้และฉลากบรรจุภัณฑ์ มีการใช้โทนสีของฉลากเป็นสีเขียวธรรมชาติ สื่อถึงความสดชื่น สุขภาพดี และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ โดยมีการออกแบบฉลากอย่างชัดเจน โดยในส่วนภาพผลิตภัณฑ์แสดงเส้นบะหมี่สีเขียว มีไข่ต้มยางมะตูมและเบคอน พร้อมด้วยมีผักสดตกแต่ง เสริมความน่ากิน ชื่อสินค้า “บะหมี่ไข่ผำ” เด่นชัด ซึ่งเป็นอีกชื่อหนึ่งของบะหมี่ไข่ผำ แต่มีความโดดเด่นและเป็นที่รู้จักมากกว่า ในฉลากแสดงข้อมูลทางโภชนาการ ส่วนประกอบสำคัญ วิธีการปรุง และข้อมูลผู้ผลิตที่ประกอบไปด้วยที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ พร้อม QR code สำหรับการติดต่อ สำหรับโลโก้ของผลิตภัณฑ์จะใช้โลโก้ของวิสาหกิจชุมชนมีชีวาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยมีอักษรชื่อแบรนด์ “MEECHEEVA” และข้อความสนับสนุน “HEART-HEALTH-HOME-HUG”

ตารางที่ 24 ราคาต้นทุนด้านวัตถุดิบของการทำบะหมี่สด 1 กิโลกรัม

ส่วนผสม	ราคาต่อ 1 กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ 1 กิโลกรัม (กรัม)	คิดเป็นเงิน (บาท)
แป้งสาลี	35	650	22.75
ไข่	100	50	5
ไข่น้ำ	240	150	36
cmc	262	5	1.31
Xanthan gum	480	5	2.4
เกลือ	16	15	0.24
รวม			67.70

จากตารางที่ 24 จากการศึกษาต้นทุนการผลิตบะหมี่ไข่ น้ำ พบว่าต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการทำบะหมี่สด 1 กิโลกรัม เท่ากับ 67.70 บาท ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ แป้งสาลี ไข่ ไข่น้ำ และสารช่วยเสริมโครงสร้าง เช่น CMC และ Xanthan gum โดยสัดส่วนวัตถุดิบที่ใช้มากที่สุดคือแป้งสาลี ซึ่งมีราคาต่ำสุดต่อหน่วย ในขณะที่ไข่ น้ำมีราคาต่อกิโลกรัมสูงที่สุดและมีผลทำให้ต้นทุนรวมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 25 ราคาต้นทุนรวมการผลิต

ต้นทุน	ราคา/กิโลกรัม
ค่าวัตถุดิบบะหมี่สด 1 กิโลกรัม	67.70
ค่าแรง	20
ค่าไฟฟ้า	19
รวม	106.70

จากตารางที่ 25 เมื่อรวม ค่าแรง ในการผลิต (ประมาณ 20 บาทสำหรับ 30 นาทีการทำงาน) และ ค่าไฟฟ้า ที่ใช้ในการอบแห้ง (19 บาทสำหรับการอบ 6 ชั่วโมงด้วยตู้อบ tray dryer กำลังไฟ 800 วัตต์) จะทำให้ ต้นทุนการผลิตทั้งหมด สำหรับบะหมี่สด 1 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นเป็น 106.70 บาท จากกระบวนการผลิต พบว่า บะหมี่สด 1 กิโลกรัมหลังอบแห้งสามารถผลิตเป็นบะหมี่ก้อนขนาด 25 กรัมได้ 25 ก้อน ซึ่งสามารถบรรจุเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาด 100 กรัมได้ 6.25 ถุง ส่งผลให้ต้นทุนวัตถุดิบรวมการผลิตต่อถุง (100 กรัม) เท่ากับ 17.07 บาท

ตารางที่ 26 ราคาต้นทุนบรรจุภัณฑ์

รายการ	ราคา	ราคาต่อหน่วย	ราคาต่อ 1 ชุดขาย (100 กรัม)
ถุงซีลกลาง เนื้อขุน พับข้าง 8.5x14 cm 100 ชิ้น	59	0.59	2.36 (ใช้ 4 ชิ้นต่อชุด)
ซองสารกันชื้น ซิลิกา 100 ชิ้น	47	0.47	1.88 (ใช้ 4 ซองต่อชุด)
สติ๊กเกอร์ หน้า-หลัง 8x8 cm 1000 ดวง	1650	1.65	3.3 (ใช้ 2 ดวงต่อชุด)
ค้ำกล่องกระดาษคราฟท์ 10 ชิ้น 8x11x13 เซนติเมตร	85	8.5	8.5
ถุงซิปปิ้ง ขยายข้างมีหูหิ้ว 10x20+6 cm	97	1.94	1.94
รูปแบบกล่องกระดาษคราฟท์ (เหมาะเป็นของฝาก)			16.04
รูปแบบถุงซิปปิ้ง (เหมาะซื้อกินทั่วไป)			9.48

ในด้านของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุบะหมี่ในการศึกษานี้ ได้เลือกใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด Cast polypropylene หรือ CPP ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นคือ ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอกได้ดี และทนความร้อนได้ดี โดยการบรรจุซองสารกันชื้นซิลิกา 1 ชิ้น ต่อบะหมี่อบแห้ง 1 ก้อน

ตารางที่ 26 แสดงรายละเอียด ราคาต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ ที่ใช้ในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ บะหมี่ โดยแบ่งรายการต้นทุนเป็นองค์ประกอบย่อย เช่น ถุงบรรจุ สารกันชื้น สติ๊กเกอร์ และกล่องหรือถุงหิ้ว พร้อมทั้งคำนวณ ราคาต่อหน่วย และ ราคาต่อชุดขาย (ขนาด 100 กรัม) โดยแบ่งบรรจุภัณฑ์ออกเป็น 2 รูปแบบคือ รูปแบบกล่องกระดาษคราฟท์ เหมาะสำหรับการจัดจำหน่ายแบบของฝาก หรือเป็นของขวัญ ต้นทุนรวมต่อชุด: 16.04 บาท และอีกรูปแบบหนึ่งคือ รูปแบบถุงซิปปิ้ง (เหมาะสำหรับการบริโภคทั่วไป หรือขายปลีกในร้านสะดวกซื้อ ต้นทุนรวมต่อชุด 9.48 บาท

ตารางที่ 27 ราคาต้นทุนบะหมี่แช่น้ำขนาด 1 ถุง ปริมาณ 100 กรัม

ต้นทุน	ราคา/ถุง	ต้นทุนรวมบรรจุภัณฑ์
ราคาต้นทุนวัตถุดิบรวมการผลิต	17.07	-
รูปแบบกล่องกระดาษคราฟท์ (เหมาะเป็นของฝาก)	14	31.07
รูปแบบถุงซิปปิ้ง (เหมาะซื้อกินทั่วไป)	9.48	26.55

จากตารางที่ 27 เมื่อรวมต้นทุน บรรจุภัณฑ์และฉลาก หากใช้บรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 1 รูปแบบกล่องกระดาษคราฟท์ จะมีราคาต้นทุนเท่ากับ 31.07 บาท และบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 รูปแบบถุงซิปล็อก ตั้ง จะมีราคาต้นทุนเท่ากับ 26.55 บาท



ภาพที่ 23 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เบหมิไข่ดำ

ก. บรรจุภัณฑ์เบหมิอบแห้ง 1 ก้อนในถุง CPP ข. บรรจุภัณฑ์เบหมีรูปแบบกล่องกระดาษคราฟท์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยได้ทำการศึกษาคุณภาพของไช้จากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมวลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ในด้านกายภาพ ด้านจุลินทรีย์ คุณค่าทางโภชนาการ การปนเปื้อนโลหะหนักตามมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ทำการพัฒนาสูตรบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไช้ และศึกษาการพัฒนาทำบะหมี่ไช้แบบแห้ง วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้ง การศึกษาคุณภาพด้านเคมีและด้านจุลชีววิทยาของเส้นบะหมี่แห้งจากไช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่สำเร็จรูป มอก. 271-2548 รวมไปถึงการออกแบบโลโก้และบรรจุภัณฑ์ และคำนวณต้นทุน โดยมีสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าไช้หรือไผ่ จากวิสาหกิจชุมชนมีชีวมวลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ มีคุณภาพดี สะอาด ปลอดภัย การปนเปื้อนของโลหะหนักของทั้งไช้สดและไช้อบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันต่ำ โดยไช้สดมีไขมัน 0.32% และไช้อบแห้ง 3.58% มีโปรตีนสูง โดยไช้สดมีโปรตีน 2.33% และไช้แห้งมีโปรตีน 24.03% และมีใยอาหารสูง ไช้สดมีใยอาหาร 1.14% และไช้แห้งมี 20.92% เหมาะแก่การพัฒนาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากการศึกษานี้ได้มีการพัฒนาสูตรเส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของไช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะโปรตีน ด้วยการเติมแป้งถั่วลูกไก่ร่วมกับไช้ทั้งในรูปแบบสดและอบแห้ง รวมทั้ง 8 สูตร แบ่งเป็นสูตรที่ใช้ไช้อบแห้ง 5 สูตร และไช้สด 3 สูตร การทดสอบพบว่า สูตรที่ใช้ไช้อบแห้งเพียงอย่างเดียว (สูตรที่ 1-3) ให้เส้นที่นุ่ม ยืดหยุ่นดี และมีกลิ่นไช้เด่นชัด ส่วนสูตรที่เติมไช้อบแห้งร่วมกับแป้งถั่วลูกไก่ (สูตร 4-5) พบว่าสูตรที่ 4 ให้ผลดีที่สุด ขณะที่สูตรที่ 5 เส้นแข็งและมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ในกลุ่มสูตรที่ใช้ไช้สด สูตรที่ 6 (ไช้สด 15%) ให้คุณภาพดีทั้งเนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ แต่การเพิ่มไช้สดเป็น 20% (สูตร 7) ทำให้เส้นเปราะและเสียโครงสร้าง ส่วนสูตรที่ 8 ซึ่งเติมไช้สดร่วมกับแป้งถั่วลูกไก่ ให้เส้นที่ยืดหยุ่นดี กลิ่นถั่วไม่เด่น เหมาะกับผู้บริโภคทั่วไป ลักษณะสีของเส้นหลังลวกในทุกสูตรอยู่ในโทนเขียว เหลือง และมีความสว่างลดลง จากการวิเคราะห์โดยรวม พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาต่อคือ สูตรที่ 3, 4, 6 และ 8 เนื่องจากให้ผลลัพธ์ที่ดีทั้งในด้านความยืดหยุ่น กลิ่น และรสชาติของเส้นบะหมี่หลังผ่านการลวก

จากการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งพบว่า การอบแห้งเพียง 2-4 ชั่วโมงยังไม่เพียงพอในการลดความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะที่ 4 ชั่วโมง แม้ผิวภายนอกจะแห้ง แต่ค่าความชื้นเฉลี่ยยังสูงถึง 15.73% และค่า a_w 0.855 ซึ่งยังเกินค่ามาตรฐาน ขณะที่การอบตั้งแต่ 6 ชั่วโมงขึ้นไปส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงมาอยู่ในช่วง 3.79-4.78% และค่า a_w ลดลงอยู่ในช่วง 0.325-0.366 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับการเก็บรักษาระยะยาว

จากนั้นได้ทำการคัดเลือกบะหมี่ทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ W1 (ใช้น้ำอบแห้ง 5%), W2 (ใช้น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%), W3 (ใช้น้ำสด 15%) และ W4 (ใช้น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%) มาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง แล้วนำมาศึกษาคุณภาพของบะหมี่และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 30 คน พบว่า สูตร W3 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาบะหมี่คุณภาพสูง เนื่องจากให้สีและรสชาติที่ดี มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มตรงความต้องการของผู้บริโภค มีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกับสูตรอื่น ๆ และได้รับการยอมรับจากการทดสอบประสาทสัมผัสในระดับสูงสุดทั้งในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นเมื่อนำบะหมี่สูตร W3 ไปศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์และคุณค่าทางโภชนาการพบว่า การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ได้แก่ *Escherichia coli* เชื้อรา *Staphylococcus aureus* และจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3.0 MPN/g เชื้อรา มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *S. aureus* มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 6.4×10^4 โคโลนีต่อกรัม เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่ พบว่า *E. coli* เชื้อรา และ *S. aureus* มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ในด้านการประเมินคุณค่าทางโภชนาการพบว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้านโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค ทั้งในแง่ของพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร โดยมี โปรตีนสูง 13.58% (27% Thai RDI) มีไขมันต่ำเท่ากับ 1.66% นอกจากนี้ยังมีใยอาหารสูง 4.81% มีความชื้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 10.75% และยังมีคาร์โบไฮเดรต (73.04%) และให้พลังงาน (361.42 kcal) ในปริมาณที่เหมาะสม

ในการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ 2 ด้านได้แก่ ด้านสี และด้านที่สอง คือด้านความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ พบว่าจากการวิเคราะห์เชิงจลนพลศาสตร์โดยใช้โมเดล Arrhenius พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ใช้น้ำแห้งสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 107.39 วัน ส่วนการประเมินคุณภาพในด้านความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ พบว่าข้อมูลที่ได้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาประเมินอายุการเก็บรักษาด้วยการวิเคราะห์รูปแบบดังกล่าว

จากการศึกษาด้านบรรจุภัณฑ์และต้นทุนการผลิตในครั้งนี้ พบว่าได้เลือกใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด Cast Polypropylene (CPP) พร้อมซองกันชื้น สำหรับบรรจุบะหมี่ 1 ก้อน โดยต้นทุนวัตถุดิบรวมถึงค่าผลิตต่อถุง (น้ำหนักสุทธิ 100 กรัม) คิดเป็น 17.07 บาท โดยใน 1 ชุดบรรจุภัณฑ์จะประกอบด้วยบะหมี่จำนวน 4 ก้อน รวมปริมาณสุทธิ 100 กรัม รูปแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับจำหน่ายมี 2 แบบ ได้แก่ กล่องกระดาษคราฟท์ เหมาะสำหรับการจัดจำหน่ายเป็นของฝากหรือของขวัญ โดยมีต้นทุนรวมต่อชุดเท่ากับ 16.04 บาท และถุงซิปลิ้นตั้ง เหมาะสำหรับการบริโภคทั่วไปหรือจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ โดยมีต้นทุนรวมต่อชุดเท่ากับ 9.48 บาท

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อนำตัวอย่างเส้นน้ำที่จากวิสาหกิจชุมชนชีวผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมาศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อวัสดุต่าง ๆ เช่น ใบไม้ ก้อนหิน กรวด และอื่น ๆ ด้วยตาเปล่าไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อวัสดุใด ๆ แต่เมื่อสุมตัวอย่างไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอพบการปนเปื้อนของแมลงขนาดเล็ก เศษพลาสติก เส้นด้าย และเศษใบไม้เล็กน้อย ซึ่งเศษพลาสติก เส้นด้ายอาจมาจากสแลนที่คลุมบ่อเพาะเลี้ยง ส่วนเศษใบไม้น่าจะเกิดจากลมพัดพามาจากต้นไม้บริเวณข้างบ่อ เนื่องจากเส้นน้ำเป็นพืชที่มี

การเจริญได้ดีเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีแสงรำไร ผู้เพาะเลี้ยงไข่น้ำจึงมีการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงใกล้ต้นไม้ใหญ่ หรือใช้สแลนพลาสติก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทิน สมบูรณ์ (2558) ที่กล่าวว่า ไข่น้ำที่เจริญใน แหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่มีต้นไม้น้ำขนาดใหญ่ปกคลุม เช่น ต้นก้ามปู มะม่วง และมะขามเทศ ใบไม้ ที่หล่นตกสะสมในพื้นที่บ่อเมื่อย่อยสลายเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์สะสมในพื้นที่บ่อเป็นแหล่ง ของธาตุอาหารสำหรับไข่น้ำ และต้นไม้น้ำใหญ่เหล่านี้ยังเป็นร่มเงาช่วยลดความเข้มแสงไม่ให้มากเกินไป ซึ่งไข่น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีและมีสีเขียวเข้มเมื่ออยู่ในที่ร่มแสงรำไรโดยสามารถแตกหน่อขยายพันธุ์ แพร่กระจายได้ดีกว่าบ่อที่อยู่กลางแจ้ง การพบว่ามีแมลงขนาดเล็กปนเปื้อนอยู่ในบ่อเพาะเลี้ยงน้ำจะ เกิดจากสภาพแวดล้อมโดยรอบและวิธีการจัดการบ่อเพาะเลี้ยง เช่น การใช้สแลนคลุมบ่อแบบโปร่ง หรือไม่ได้ปิดสนิทแมลงอาจบินเข้าไปได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทิน สมบูรณ์ (2558) ที่กล่าว ว่า มักพบแมลงขนาดเล็ก ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดหรือหนอนแดงสร้างรังในบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ซึ่งหนอนแดง เป็นอาหารสำหรับลูกปลาไม่เป็นอันตรายหรือพาหะนำเชื้อโรคแต่อย่างใด แต่ผู้เลี้ยงควรเปลี่ยนถ่าย เป็นประจำเพื่อกำจัดหนอนแดงออกจากบ่อเพาะเลี้ยง

จากการทดสอบกลิ่นของไข่น้ำด้วยการสูดดม พบว่าไข่น้ำมีกลิ่นตามธรรมชาติหรือกลิ่น เฉพาะตัว ซึ่งไม่มีความเหม็นคาว และไม่มีการกลิ่นอันไม่พึงประสงค์หรือไม่มีการกลิ่นที่น่ารังเกียจ ซึ่งกลิ่นของ ไข่น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะเฉพาะแบบพืชน้ำหรือสาหร่ายสด ไม่มีกลิ่นเหม็นหรือคาว หากมีกลิ่น เน่าหรือกลิ่นเหม็นเปรี้ยว อาจบ่งบอกถึงการเน่าเสียของไข่น้ำจากการเก็บรักษาที่ไม่ดีหรือปนเปื้อน จุลินทรีย์ (สุขุม เรา้ใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550) เมื่อสังเกตรูปร่างของไข่น้ำด้วยตาเปล่าและส่อง ภายใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์แบบสเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบพบว่าไข่น้ำมีลักษณะเป็น เม็ดหรือก้อนกลม รี ขนาดเล็ก มีลักษณะอวบน้ำ สีของไข่น้ำส่วนใหญ่มีลักษณะสีเขียวสด และสีเขียว อ่อนปนกัน โดยเซลล์มีความกว้างอยู่ระหว่าง 350 – 390 ไมโครเมตร (0.350 - 0.390 มิลลิเมตร) และความยาวอยู่ระหว่าง 480 – 620 (0.480 - 0.620 มิลลิเมตร) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ประมาณ 0.6 มิลลิเมตร ทลัสอาจเกิดเดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่ สอดคล้องกับ วนิดา ปานอุทัย (2563) ที่รายงานไว้ว่า ลักษณะสัณฐานวิทยาของไข่น้ำมีลักษณะเป็นแผ่นเรียกว่า ทลัส (thallus) โดยทลัสมี ลักษณะทรงกลม หรือรูปไข่สีเขียว พองนูนทั้งด้านบนและด้านล่าง ไม่มีราก ทลัสจะมีขนาดอยู่ในช่วง 0.1 มิลลิเมตรถึง 2 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร มีดอกเป็น ขอบขนาดเล็กมากและจะเกิดอยู่ในจุดตรงขอบทลัส จากการตรวจหาการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น สาหร่ายและโพรทิสต์ในน้ำจากบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำพบว่าน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำมีการเจริญ ของสาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* sp. และ *Closterium* sp. สาหร่ายในกลุ่มยูกลีนาอีดีสกุล *Euglena* sp. และ *Phacus* sp. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* sp. และ *Phormidium* sp. นอกจากนี้ยังพบโพรทิสต์ปะปนกับน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไข่น้ำอีกด้วย ซึ่ง โพรทิสต์และสาหร่ายสกุล ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสกุลที่สามารถเจริญได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มี แสงสว่างเพียงพอ และมีสารอาหารเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทิน สมบูรณ์ (2558) ที่ กล่าวว่า ในระหว่างการเพาะเลี้ยงไข่น้ำเมื่อบ่อเพาะเลี้ยงได้รับแสงมากเกินไปจะมีการเจริญของ สาหร่ายสีเขียวบางชนิด โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวชนิด *Ulothrix aequalis* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบตาม พรณน้ำในตู้เลี้ยงปลาสวยงามทั่วไปโดยจะเกาะติดกับทลัสไข่น้ำ (attached algae) มีผลทำ ให้ทลัสของไข่น้ำไม่สามารถแตกหน่อขยายพันธุ์ได้ทำให้ผลผลิตลดลง แก้ไขโดยการปรับค่า pH ของ

น้ำเลี้ยงให้อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียว การปนเปื้อนของสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำมีปริมาณและชนิดของสาหร่ายที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งของน้ำที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยง และสาหร่ายอาจจะติดมากับหัวเชื้อของไข่น้ำได้อีกด้วย ดังนั้นการเลือกแหล่งน้ำ และหัวเชื้อไข่น้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ควรเลือกใช้น้ำที่สะอาด เช่น น้ำประปาหรือน้ำบาดาลที่สะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมและสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ที่อาจมากับน้ำจากแหล่งธรรมชาติ เช่น น้ำประปา และแหล่งหัวเชื้อไข่น้ำที่สะอาดและปลอดภัยเพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีการปนเปื้อนจากสารเคมีหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาจเป็นอันตราย (สุขุม เรา้ใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550 สุทิน; สมบูรณ์, 2558) โดยงานวิจัยนี้พบว่ามีทั้งสาหร่ายสีเขียว ยูกลีนา และสาหร่ายกลุ่ม ไชยาโนแบคทีเรีย ซึ่งเป็นกลุ่มที่เจริญได้แหล่งน้ำทั่วไปที่มีสารอาหารปานกลางถึงสูง (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549) ซึ่งในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำผู้ประกอบการได้ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์สูตร 16-16-16 เพื่อเป็นธาตุอาหารให้กับไข่น้ำและยังเป็นอาหารสำหรับสาหร่ายอีกด้วย โดยสาหร่ายมีการใช้ในเตรทไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยในการเจริญเติบโต อีกทั้งผู้ประกอบการมีการพรางแสงด้วยสแลน ซึ่งสารอาหารและความเข้มแสงอาจมีความเหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายทำให้สาหร่ายดังกล่าวเจริญเติบโตได้ หากต้องการกำจัดสาหร่ายออกจากบ่อควรล้างทำความสะอาดบ่อเป็นประจำ เมื่อสูมน้ำตัวอย่างไข่น้ำสดจากบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุไข่น้ำปริมาณ 1 กิโลกรัม ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและสับน้ำแล้วมาทำสไลด์สด (wet mount slide) แล้วนำมาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งตรวจไม่พบสาหร่าย *Chlorella* sp., *Closterium* sp. *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp. และโพรโทซัวอาจเป็นไปได้ว่าการล้างทำความสะอาดไข่น้ำหลายครั้งช่วยให้ล้างเซลล์สาหร่ายดังกล่าวออกไปด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำไข่น้ำมาบริโภคหรือจำหน่ายควรมีการล้างทำความสะอาดให้ดี หรือควรปรุงสุกก่อนนำมารับประทาน จากการตรวจสอบการปนเปื้อนโลหะหนักในไข่น้ำสดและแห้ง พบว่า ตัวอย่างไข่น้ำสด มีปริมาณแคดเมียมเพียง 0.028 mg/kcal ส่วนตะกั่วไม่พบ สำหรับไข่น้ำอบแห้งพบแคดเมียม และตะกั่วเท่ากับ 0.15 และ 0.16 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 อย่างไรก็ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ อาหารประเภทคือ “ผักใบ” ซึ่งปริมาณแคดเมียมที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณตะกั่ว ที่กำหนดให้ค่าไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งตัวไข่น้ำเองยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานรองรับ

ในด้านคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำนั้น ได้ทำการตรวจสอบปริมาณสารอาหาร ได้แก่ แล็กคาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร พลังงาน ไขมัน ความชื้น และโปรตีน พบว่า ไข่น้ำเป็นพืชอาหารที่ไขมันต่ำ โดยไข่น้ำสดมีไขมันเท่ากับ 0.32% และไข่น้ำอบแห้งมีไขมันเพียง 3.58% นอกจากนี้ยังพบว่ามีใยอาหารในปริมาณค่อนข้างสูง คือ 1.14 และ 20.92% ในไข่น้ำสดและแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ไข่น้ำยังเป็นพืชอาหารที่มีรายงานว่า มีโปรตีนสูง โดยในไข่น้ำสดมีโปรตีน 2.33 % และในไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนเท่ากับ 24.03 % สอดคล้องกับรายงานของ กุลพร พุทธิมณี และวิเศษนัม นิลนนท์ (2563) ที่รายงานว่า ในไข่น้ำแห้งบดผงมี ไขมัน 2.55%, ใยอาหาร 18.19% และมีโปรตีน 11.22% และในการศึกษาของ เตื่อนใจ ศิราหะกุล และคณะ (2551) พบว่า ผำผงมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.10 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.69 และปริมาณเส้นใยร้อยละ 22.1 และจากการศึกษาของ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) พบว่า ไข่น้ำบดผงมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 23.82% ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า ใช้น้ำอบแห้งของวิสาหกิจชุมชนมีชีวผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ มีปริมาณสารอาหารที่เป็นประโยชน์ที่ค่อนข้างสูง และแตกต่างจากใช้น้ำจากแหล่งอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อม การเพาะเลี้ยง และฤดูกาล

ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของใช้น้ำ โดยทำการเลือกใช้น้ำสดและใช้น้ำอบแห้ง โดยทำการเสริมแป้งถั่วลูกไก่ลงไปเพื่อมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มปริมาณโปรตีน ได้บะหมี่เส้นสดจำนวน 8 สูตร ประกอบไปด้วยสูตรที่มีการเติมน้ำอบแห้งจำนวน 5 สูตร และสูตรที่มีการเติมน้ำสดจำนวน 3 สูตร ในแต่ละสูตรจะประกอบไปด้วย แป้งสาลี ไข่ไก่ เกลือ cmc และ xanthan gum โดยองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปในแต่ละสูตรคือ ปริมาณใช้น้ำ และแป้งถั่วลูกไก่ ผลของการเสริมใช้น้ำอบแห้งและแป้งถั่วลูกไก่ สูตรที่เติมน้ำอบแห้งเพียงอย่างเดียว (สูตรที่ 1-3) พบว่าเส้นบะหมี่มีความ นุ่ม ยืดหยุ่นดี และมีกลิ่นใช้น้ำที่เด่นชัดขึ้นตามปริมาณใช้น้ำที่เพิ่ม โดยไม่มีลักษณะไม่พึงประสงค์ ส่วนสูตรที่เติมน้ำอบแห้งร่วมกับแป้งถั่วลูกไก่ (สูตรที่ 4-5) พบว่าสูตรที่ 4 (ใช้น้ำ 3% + แป้งถั่ว 5%) มีคุณลักษณะของเส้นดี ทั้งความนุ่ม ยืดหยุ่น และกลิ่นไม่รุนแรง ในขณะที่สูตรที่ 5 (ใช้น้ำ 5% + แป้งถั่ว 5%) มีลักษณะด้อยลง โดยเส้นแข็งขึ้น และมีกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งอาจมาจากปริมาณใช้น้ำที่มากเกินไปกับแป้งถั่วลูกไก่ สูตรที่เสริมใช้น้ำสด 15% (สูตร 6) ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแง่ของเนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ เส้นมีความนุ่มและยืดหยุ่นดี สูตรที่มีการเติมน้ำสด 20% (สูตร 7) ทำให้เส้น เปราะ และไม่ยืดหยุ่น อาจเพราะปริมาณความชื้นและโปรตีนที่สูงเกินไป ทำให้โครงสร้างเส้นเปลี่ยนไป การเติมแป้งถั่วลูกไกร่วมกับใช้น้ำสด (สูตร 8) ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นได้ดี กลิ่นถั่วไม่เด่นมาก เหมาะสำหรับผู้บริโภคทั่วไป สำหรับคุณลักษณะด้านสีหลังลวกพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยทุกสูตรมีค่าความสว่างในโทนมืด ค่า a^* ทุกสูตรเป็นค่าลบ แสดงว่า เส้นอยู่ในโทนเขียว ค่า b^* สะท้อนโทนเหลือง ซึ่งเป็นผลมาจากการเติมน้ำลงไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) และ อภิรดา พรปັນณวิญญ์ และ สุพรรณิการ์ กล่อมจ่อหอ (2567) ที่พบว่าการเติมน้ำลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ หรือเส้นก๋วยเตี๋ยวจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มไปทางสีเขียวเพิ่มมากขึ้น และมีความสว่างลดลง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณภาพของเส้นหลังลวกทั้งในด้านความยืดหยุ่น กลิ่น รสชาติ ดังนั้น สูตรที่ 3, 4, 6 และ 8 จึงถูกเลือกสำหรับการศึกษาต่อ เพราะมีสมบัติที่เหมาะสมที่สุด ในส่วนของการเสริมใช้น้ำสดและแป้งถั่วลูกไก่

การอบแห้งเป็นกระบวนการสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ในการศึกษาครั้งนี้ได้หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งบะหมี่เสริมใช้น้ำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชื้นและค่า a_w อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (ความชื้น $\leq 12\%$, $a_w \leq 0.6$) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าบะหมี่ที่อบแห้ง เพียง 2 ชั่วโมง ยังคงมีลักษณะเปียกชื้นมาก จนไม่สามารถวัดค่าความชื้นและ a_w ได้ แสดงให้เห็นว่าเวลา 2 ชั่วโมงยังไม่เพียงพอในการลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ ที่เวลา 4 ชั่วโมง แม้ผิวภายนอกจะแห้ง แต่ภายในยังคงชื้นสูง มีความชื้นเฉลี่ย 15.73% และ a_w สูงถึง 0.855 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่เวลา 6 ชั่วโมงขึ้นไป ค่า a_w และความชื้นลดลง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม a_w อยู่ในช่วง 0.325-0.366 ความชื้นอยู่ในช่วง 3.79-4.78% ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การอบแห้งอย่างน้อย 6 ชั่วโมงขึ้นไป เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่แห้งที่ปลอดภัยและมีอายุการเก็บรักษานาน ในด้านของน้ำหนักของบะหมี่แห้ง พบว่าลดลงตามระยะเวลาอบ ซึ่งสะท้อนการสูญเสีย น้ำ ยกตัวอย่างเช่นจาก 40.80 กรัม (สด) เหลือเพียง 27.31 กรัม (4 ชม.)

และลดเหลือ 22.49 กรัม ที่เวลา 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตที่เวลา 10 ชั่วโมง น้ำหนักกลับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (จาก 23.03 → 23.75 กรัม) ซึ่งอาจเกิดจากการดูดความชื้นกลับมาบางส่วนจากอากาศ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเนื้อสัมผัสของเส้น ทำให้เกิดการคงตัวของน้ำในบางระดับ ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมด ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบะหมี่เสริมไข่น้ำคืออย่างน้อย 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 มีค่าความชื้นต่ำกว่า 12% มีน้ำหนักลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงการสูญเสียน้ำที่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม การอบแห้งนานเกินไป เช่น 12 ชั่วโมง แม้จะยังลดน้ำหนักได้ แต่อาจส่งผลต่อเนื้อสัมผัส สี กลิ่น หรือพลังงานที่ใช้โดยไม่จำเป็น จึงควรพิจารณาระยะเวลาที่ คุ่มค่าที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์และคุณภาพ โดยช่วงเวลา 6–8 ชั่วโมง อาจเป็นจุดที่สมดุลที่สุด

จากนั้นได้ทำการคัดเลือกบะหมี่ทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ W1 (ไข่น้ำอบแห้ง 5%), W2 (ไข่น้ำอบแห้ง 3% + แป้งถั่วลูกไก่ 5%), W3 (ไข่น้ำสด 15%) และ W4 (ไข่น้ำสด 15% + แป้งถั่วลูกไก่ 2%) มาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติแรงดึงของเส้นบะหมี่ คุณสมบัติการคั้นรูปของเส้นบะหมี่ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการต้ม (cooking time), น้ำหนักที่ได้หลังต้ม (cooking yield), ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม (cooking loss) สีของบะหมี่แห้งและบะหมี่หลังลวก เพื่อประเมินคุณภาพเบื้องต้น แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 4 สูตรไปทดสอบประสาทสัมผัสผ่านการชิมโดยผู้ชิมจำนวน 30 คน พบว่าทุกสูตรมีเวลาในการต้มเท่ากันคือ 8 นาที ซึ่งหมายความว่าส่วนประกอบที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร ไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้อาหารสุก สำหรับค่า cooking yield และ cooking loss ของบะหมี่ทั้ง 4 สูตร มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยสูตร W4 (ไข่น้ำสด + แป้งถั่วลูกไก่) ให้ค่า cooking yield สูงที่สุด และค่าการสูญเสียที่น้อยที่สุด ส่วนสูตร W3 ที่มีการเติมไข่น้ำสดอย่างเดียวมีค่า % cooking yield และมี cooking loss มากที่สุด แสดงว่าการเติมแป้งถั่วลูกไก่ ช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำของเส้นบะหมี่ และช่วยลดการสูญเสียระหว่างการต้ม ไม่ว่าจะเป็นใช้ร่วมกับไข่น้ำสดหรือไข่น้ำอบแห้ง ในขณะที่ไข่น้ำสดล้วน (W3) อาจไม่มีโครงสร้างเสริมจากแป้ง อาจมีโครงสร้างโปรตีนที่หลวมกว่า จึงดูดน้ำได้น้อยกว่า และทำให้สูญเสียของแข็งมากขึ้น คุณสมบัติแรงดึงขาด (Tensile Strength) สะท้อนถึง ความเหนียวและความแข็งแรงของเส้นบะหมี่ สูตร W2 ซึ่งมี แป้งถั่วลูกไก่ 5% ให้ค่าแรงดึงขาดสูงที่สุด อาจเกิดจากปริมาณโปรตีนและโครงสร้างของแป้งที่ช่วยเสริมความเหนียวของเส้น W3 และ W4 มีค่าใกล้เคียงกัน บ่งชี้ว่าไข่น้ำสดสามารถช่วยให้เส้นเหนียวนุ่มได้ดี W1 (ไข่น้ำอบแห้งล้วน) มีค่าแรงดึงต่ำสุด อาจเป็นเพราะโปรตีนจากไข่น้ำอบแห้งเปลี่ยนสภาพจากความร้อน จึงสร้างโครงสร้างที่อ่อนกว่า

สำหรับปริมาณโปรตีนในบะหมี่อบแห้งพบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 14.64 – 16.47 mg/100g โดยสูตร W1 ให้ค่าปริมาณโปรตีนสูงสุด ซึ่งน่าจะเป็นผลจากไข่น้ำอบแห้งเข้มข้น 5% ส่วนสูตร W2, W3 และ W4 นั้น มีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการเสริมไข่น้ำในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้เส้นบะหมี่มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลพร พุทธิมี และ วริศชนม์ นิลนนท์ (2564) ที่ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไข่น้ำอบแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไข่น้ำผงร้อยละ 10 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่สูตรพื้นฐาน นอกจากนี้จากงานวิจัยของ อภิรดา พรปิ่นณวิชัย และ สุพรรณิการ์ กล่อมจ่อหอ (2567) ยังพบว่า ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำ อบแห้งมี

โปรตีนสูงกว่าเส้นกวยเตียวยเสริมไข่น้ำสด การเสริมไข่น้ำในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้เส้นกวยเตียวยมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น โดยเส้นกวยเตียวยเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 มีปริมาณโปรตีน 4.98% และจากรายงานของ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) พบว่าบะหมี่ที่เสริมไข่น้ำฝักร้อยละ 2.50 ของน้ำหนักแป้ง มีปริมาณโปรตีน 15.51% ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเสริมไข่น้ำในผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มโปรตีนและทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นได้

จากการศึกษาคุณสมบัติของบะหมี่หลังลวก พบว่าค่าสีของเส้นบะหมี่สูตรที่ใช้ไข่น้ำสด (W3 และ W4) มีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่าสูตรที่ใช้ไข่น้ำอบแห้ง (W1 และ W2) ทั้งในสภาพแห้งและหลังลวก ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติของไข่น้ำสดที่ยังคงความชุ่มชื้นและสีธรรมชาติของไข่น้ำได้ดีกว่าไข่น้ำอบแห้งที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วอาจทำให้สีเข้มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีระหว่างการอบแห้ง ในด้านความเป็นสีแดง (a^*) พบว่า สูตรที่ใช้ไข่น้ำอบแห้ง (W1 และ W2) มีค่าสีแดงสูงกว่า เมื่อเทียบกับสูตรที่ใช้ไข่น้ำสด (W3 และ W4) ที่มีแนวโน้มเป็นโทนเหลืองมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของไข่น้ำสดที่มีเม็ดสีแคโรทีนอยด์ที่คงอยู่ดี ส่งผลให้เส้นบะหมี่มีโทนสีเหลืองธรรมชาติมากกว่าไข่น้ำอบแห้ง ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ยืนยันผลเช่นเดียวกัน โดยสูตร W3 และ W4 มีค่า b^* สูงกว่าสูตร W1 และ W2 แสดงถึงความเหลืองที่มากกว่า นอกจากนี้หลังการลวก พบว่าค่า b^* ลดลงในทุกสูตร สะท้อนให้เห็นว่าสีของเส้นบะหมี่เปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านกระบวนการทำให้สุก อาจเกิดจากการสลายตัวของเม็ดสีในน้ำร้อน สำหรับคุณสมบัติด้านการทนแรงดึง ซึ่งหมายถึงความเหนียวนุ่มของเส้นบะหมี่นั้น พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากบะหมี่ทั้ง 4 สูตร มีการเติมไข่น้ำเข้าไปในปริมาณมาก สอดคล้องกับการศึกษาของสุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) ที่พบว่าเมื่อปริมาณไข่น้ำในผลิตภัณฑ์บะหมี่เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าการทนแรงดึงของเส้นบะหมี่ลดลง และต่ำกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐาน เนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยในไข่น้ำจะไปขัดขวางการเชื่อมโครงสร้างของโปรตีนและสตาร์ชของโด ทำให้โครงสร้างของโดไม่แข็งแรง (Palasuwan *et al.*, 2019) จึงทำให้เส้นแตกหักได้ง่าย

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มผู้บริโภค พบว่าบะหมี่สูตร W3 (ไข่น้ำสด 15%) ได้รับความชื่นชอบสูงสุดในทุกด้าน ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏ ซึ่งอาจเกิดจากแม่เส้นบะหมี่จะมีสีสันทสวยงามและรสชาติที่ดี แต่รูปลักษณะโดยรวมอาจยังไม่สมบูรณ์แบบในสายตาผู้บริโภคบางราย อย่างไรก็ตาม ความชอบในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียวนุ่ม) และความชอบโดยรวมถือว่าโดดเด่นที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น ทั้งนี้การเติมแป้งถั่วลูกไก่ในสูตร W2 และ W4 ส่งผลต่อคุณลักษณะบางประการ โดยทำให้เส้นบะหมี่มีเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนไป และส่งผลต่อสีที่เข้มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่สามารถเพิ่มความชื่นชอบในภาพรวมได้มากเท่าสูตรที่ใช้ไข่น้ำสดอย่างเดียว (W3) ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า การใช้ไข่น้ำสดในปริมาณ 15% เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาบะหมี่ที่มีคุณภาพทางสี เนื้อสัมผัส และรสชาติที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้ดีที่สุด

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตร W3 ได้แก่ *E. coli* เชื้อรา *S. aureus* และจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3.0 MPN/g เชื้อรา มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *S. aureus* มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 6.4×10^4 โคโลนีต่อกรัม เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่ พบว่า *E. coli* เชื้อรา และ *S. aureus* มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บะหมี่กำหนดว่า *E. coli* ต้องมีค่าไม่เกิน <3.0 MPN/g เชื้อราต้องมีค่าไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัม และ *S. aureus* ต้องไม่พบ ในขณะที่จุลินทรีย์ที่อื่นเช่น *E. coli* เชื้อรา *S. aureus* มีปริมาณการปนเปื้อนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อาจเนื่องมาจากเส้นบะหมี่เป็นเส้นแห้งที่ได้จากนํ้าบะหมี่สดไปต้มในนํ้าเดือดเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในตู้อบแห้ง (tray dryer) เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาและอุณหภูมิดังกล่าวทำให้ค่าความชื้น และค่า a_w เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมบะหมี่ถึงสำเร็จรูปที่กำหนดให้ค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 และค่า a_w ไม่เกิน 0.6 โดยความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์และนํ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำให้พบการปนเปื้อนต่ำ ซึ่ง *E. coli* สามารถปนเปื้อนมากับนํ้าที่ไม่สะอาดที่มีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลี้ยง และมือที่ไม่สะอาดโดยเฉพาะกรณีที่ไม่ได้ล้างมือหรือล้างมือไม่สะอาดหลังเข้าห้องนํ้า ซึ่ง *E. coli* มักพบในอุจจาระมนุษย์ (Jay et al., 2005) ในขณะที่เชื้อราสามารถเจริญได้ดีในผลิตภัณฑ์บะหมี่สดหรืออาหารแปรรูปที่มีความชื้นสูง ซึ่งสามารถปนเปื้อนได้จากหลายแหล่ง ได้แก่ **วัตถุดิบ** เช่น แป้งสาลี นํ้า เครื่องปรุงหรือส่วนผสมอื่น ๆ **อุปกรณ์และเครื่องจักรในการผลิต** เช่น การทำความสะอาดเศษแป้งหรือคราบอาหารที่ติดตามเครื่องตัดหรือเครื่องนวดที่ไม่สม่ำเสมอหรือไม่ทั่วถึง **สภาพแวดล้อมในสถานที่ผลิต** เช่น อากาศรอบบริเวณผลิตหรือบรรจุที่มีสปอร์ของเชื้อราอยู่ ฝุ่นละอองซึ่งอาจเป็นพาหะของสปอร์เชื้อราและบริเวณที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิอุ่นจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อรา **การจัดเก็บและขนส่ง** เช่น การแช่เย็นไม่เพียงพอหรือบะหมี่ที่ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินไป ภาชนะที่ใช้บรรจุไม่สะอาด หรือไม่ปิดสนิท **การสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน** เช่น มือที่ไม่สะอาด การพูด ไอ หรือจามลงไปในผลิตภัณฑ์โดยตรง เสื้อผ้า/ถุงมือที่มีเชื้อปนเปื้อน (Ghaffar, et al., 2009; Rosyid et al., 2011) และการปนเปื้อนของ *Staphylococcus aureus* ในอาหารมีแหล่งที่มาจากผู้ปฏิบัติงานหรือคนสัมผัสอาหารเป็นแหล่งหลักเนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้เป็นเชื้อประจำถิ่นของผิวหนัง จมูก และลำคอ ของมนุษย์ (Forsythe, 2010) โดยปกติแล้วบะหมี่สดจะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นสามารถเก็บได้ 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิตู้เย็นและเก็บได้ 3-7 วันที่อุณหภูมิปกติ เนื่องจากมีความชื้นสูง (กมลรัตน์ รักกิจศิริ, 2549) ถ้าเก็บในสภาพที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้ระยะการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของบะหมี่มีลักษณะของการเกิดเมือก เชื้อรา สี กลิ่น และรสชาติเปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นที่ยอมรับ จึงมีการพัฒนากระบวนการผลิตบะหมี่ เช่น การทำแห้ง (รุ่งนภา วิสิฐอุดการ, 2540) เป็นการลดปริมาณนํ้าในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา ยีสต์ แบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (Microbial spoilage) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หรือชะลอปฏิกิริยาต่าง ๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมี ซึ่งมีนํ้าเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage) การทำแห้งจึงทำให้อาหารปลอดภัย

ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเกินเกณฑ์โดยเกณฑ์มาตรฐานกำหนดว่าต้องมีค่าไม่เกิน 1.0×10^3 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมดในบะหมี่แห้งที่มีค่าเกินเกณฑ์อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การวางก้อนบะหมี่ไว้ในห้องก่อนที่จะบรรจุใส่ในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งอาจทำให้จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม เช่น จุลินทรีย์ที่ปนมากับฝุ่นละออง หรืออากาศบริเวณนั้นปนเปื้อนในก้อนบะหมี่ได้ รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้วางบะหมี่ หรือการใช้มือสัมผัสก็เป็นอีกปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ghaffar et al., (2009) ที่กล่าวว่า อาหารสามารถเกิด

การปนเปื้อนได้ง่ายจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดิน น้ำ อากาศ ฝุ่นละออง เครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร (food processing equipment) การตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count: TPC) ที่สูงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความไม่สะอาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทำความสะอาดอุปกรณ์ในผลิตที่ไม่ทั่วถึง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ที่กล่าวว่าผลิตภัณฑ์อาหารควรเก็บรักษาไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท สะอาด และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่เหมาะสมก่อนการบริโภคหรือจำหน่ายเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (Forsythe, 2010)

ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้านโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค ทั้งในแง่ของพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร เส้นบะหมี่แห้งดังกล่าวมี ความชื้น 10.75% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (มอก. 271-2548) ที่กำหนดให้มีความชื้นไม่เกิน 12% การมีความชื้นในระดับนี้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยลดความเสี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา ในแง่คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าเส้นบะหมี่แห้งจากไข่น้ำสูตรที่ 3 ให้พลังงาน 361.42 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม หรือประมาณ 18% ของความต้องการพลังงานต่อวันตาม Thai RDI ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการรับพลังงานจากแหล่งอาหารประเภทแป้งและโปรตีนที่น่าสนใจคือเส้นบะหมี่มีปริมาณ โปรตีนสูงถึง 13.58 กรัมต่อ 100 กรัม คิดเป็น 27% ของ Thai RDI ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่ทั่วไปในท้องตลาด แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำในสูตรมีส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจในอาหารที่มีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังมี ใยอาหาร 4.81 กรัมต่อ 100 กรัม หรือคิดเป็น 19% ของ Thai RDI ทำให้ผลิตภัณฑ์นี้มีศักยภาพในการส่งเสริมการขับถ่าย และช่วยลดความเสี่ยงของโรคในระบบทางเดินอาหาร ในส่วนของไขมัน พบว่ามีปริมาณเพียง 1.66 กรัมต่อ 100 กรัม หรือเพียง 3% ของ Thai RDI แสดงว่าผลิตภัณฑ์นี้มีไขมันต่ำ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณไขมันในอาหาร การศึกษานี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์มี ปริมาณเถ้า 0.97 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งสะท้อนถึงปริมาณแร่ธาตุในผลิตภัณฑ์ แม้ว่าจะไม่ได้รับบุษนิคของแร่ธาตุ แต่ก็สามารถบ่งบอกได้ถึงองค์ประกอบทางโภชนาการในภาพรวม

จากผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์บะหมี่ไข่น้ำแห้งกึ่งสำเร็จรูปในสภาวะเร่งอุณหภูมิและพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพด้านต่างๆ คือ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ค่าน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้น (Humidity) พบว่าค่าสีในทุกๆ พารามิเตอร์ (L^* , a^* , และ b^*) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชัดเจนมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 และมีแนวโน้มค่าเปลี่ยนแปลงย้อนกลับในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ของการทดสอบ ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจสามารถอธิบายได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่สีของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนในแป้งสาลีและโปรตีนจากไข่ขาว ซึ่งจากงานวิจัยบะหมี่เสริมไข่น้ำก่อนหน้านี้พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงช่วยควบคุมความชื้นและกิจกรรมของน้ำ (a_w) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ($a_w \leq 0.6$) ซึ่งอาจชะลอปฏิกิริยาดังกล่าวได้ (กุลพร พุทธิ และ วิธชนันนิสนนท์, 2564) แต่หากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมีความชื้นสูงดังที่พบในการศึกษานี้ที่มีความชื้นมากถึง 15.30 และมีค่า $a_w > 0.6$ ก็จะมีผลเร่งการเกิดปฏิกิริยา

ทางเคมีนี้ได้ (พร้อมลักษณะ สมบูรณ์ปัญญากุล, 2551) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความชื้นและสลายอย่างรวดเร็วของบะหมี่ในศึกษานี้ยังอาจอธิบายได้เช่นเดียวกับลักษณะจากการศึกษาของสุนัน ปานสาคร และคณะ (2561) ที่ศึกษาผลของการอบแห้งต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวกล้องหอมนิลหนึ่งร่วมกับแป้งข้าวผสม ที่พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีความชื้นสูง ส่งผลให้การถ่ายเทมวลน้ำจากภายในเส้นไปยังบริเวณผิวหน้าเกิดได้ง่าย และรวดเร็ว แต่เมื่อระยะเวลาอบแห้งนานมากขึ้นความชื้นภายในและบริเวณผิวของเส้นก็จะมีค่าลดลง นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงที่มีความผันผวนของค่าสี และการลดลงอย่างรวดเร็วของความชื้นระหว่างการทดสอบแล้ว ระยะเวลาทดสอบการเสื่อมเสียของบะหมี่ไข่น้ำกึ่งสำเร็จรูปในการศึกษานี้ที่มีระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์ หรือ 1 เดือน อาจจะเป็นระยะเวลาการทดสอบที่ค่อนข้างสั้น โดยการทดสอบอายุการเก็บรักษาลักษณะที่แห้งทั่วไประยะเวลา 2-3 เดือน (พร้อมลักษณะ สมบูรณ์ปัญญากุล, 2551) เพราะอาหารแห้งมีอัตราการเสื่อมสภาพช้ากว่าอาหารสด จึงทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ครอบคลุมพฤติกรรม การเสื่อมเสียในระยะยาว หากเป็นไปได้จึงควรมีการขยายระยะเวลาการทดสอบให้นานขึ้น เช่น ตัวอย่างการศึกษาการทดสอบการเก็บรักษาบะหมี่ปลากึ่งสำเร็จรูป ที่มีการทดสอบยาวนานถึงสัปดาห์ที่ 14 หรือ 3 เดือนครึ่ง ทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำโดยเฉพาะการประเมินค่าสีและความชื้นซึ่งสัมพันธ์กับคุณภาพประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (สุทธิณี สีสงษ์ และคณะ, 2563) จากข้อมูลค่าความสัมพันธ์ (R^2) ที่ต่ำ (0.8745 และ 0.8628) ในสมการ Arrhenius ของการศึกษานี้เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีความผันผวนสูง เนื่องจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมีความชื้นเกินมาตรฐาน (15.30%) ซึ่งส่งผลต่อความแม่นยำของการพยากรณ์ ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้โมเดลอื่น เช่น โมเดล Q_{10} ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาอาจมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากโมเดลดังกล่าวใช้การคำนวณจากอัตราการเสื่อมสภาพที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ช่วง ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพแบบไม่เชิงเส้น (พรรัตน์ สิ้นชัยพาณิชย์ และคณะ, 2565) ทั้งนี้การใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสร่วมด้วยก็จะช่วยเพิ่มความแม่นยำต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากขึ้น

ในด้านของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุบะหมี่ในการศึกษานี้ ได้เลือกใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด Cast polypropylene หรือ CPP ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นคือ ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอกได้ดี และทนความร้อนได้ดี (Guoping *et al.*, 2018; Wook & Jae, 2019) อย่างไรก็ตามระหว่างการทำทดสอบได้มีการสังเกตถึงคุณภาพของถุงที่มีจุดรั่วของบรรจุภัณฑ์ในบางส่วนทั้งในส่วนที่มีการปิดผนึกไม่สนิทจากผู้ผลิตและการปิดผนึกหลังจากการบรรจุบะหมี่แล้ว การคำนึงถึงขั้นตอนและอุณหภูมิที่ใช้ในการปิดผนึกอย่างแน่นหนาเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะช่วยป้องกันการดูดซับความชื้นกลับของผลิตภัณฑ์ ลดโอกาสการรั่วซึมและการเข้าของอากาศภายนอก ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความชื้น (Humidity) และ a_w มีเสถียรภาพมากขึ้น ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์รวมถึงยังเป็นการรักษาความกรอบของผลิตภัณฑ์ไว้ให้ดียิ่งขึ้น นอกเหนือของประเภทบรรจุภัณฑ์แล้วการเลือกใช้เทคโนโลยีในการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ร่วมด้วย เช่น การเติมแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen Flushing) ที่สามารถส่งผลเพิ่มอายุการเก็บรักษาข้าวแต๋นในถุง OPP/PP ได้เพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า (Maneesin, *et al.*, 2014) หรือ วัสดุดูดซับออกซิเจน (Oxygen Absorber) ที่ส่งผลลดแก๊สออกซิเจนในภาชนะปิดสนิทให้เหลือน้อยกว่า 0.01% เพื่อยับยั้งการ

เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Chuaythong and Rachtanapun, 2018) ซึ่งมีความเหมาะสมกับบะหมี่เสริมโปรตีนที่มีความไวต่อออกซิเจน ในด้านต้นทุนของการผลิต ฤงประเภท CPP มีต้นทุนวัสดุและกระบวนการผลิตที่สูงกว่าพลาสติกประเภท PE แต่ก็สามารถลดความเสี่ยงการสูญเสียผลิตภัณฑ์จากการมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น การเลือกใช้ชนิดบรรจุภัณฑ์ และเทคโนโลยีในการยืดอายุสินค้าที่เหมาะสม จึงควรคำนวณจุดคุ้มทุน (Break-even point) ระหว่างต้นทุนเพิ่มและผลตอบแทนจากการยืดอายุสินค้าด้วย สำหรับข้อเสนอแนะในการยืดอายุการเก็บรักษาบะหมี่ไข่น้ำแห้งก็สำเร็จรูปมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการยืดอายุดังนี้

1) กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมในการควบคุมความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ให้น้อยกว่า 12% และค่าน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวกับกระบวนการเสื่อมเสีย

2) การปรับปรุงกระบวนการบรรจุให้มีการปิดผนึกอย่างแน่นหนา เพื่อป้องกันการดูดความชื้น ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีการยืดอายุที่เหมาะสม เช่น Nitrogen flushing หรือการใช้ Oxygen absorber ร่วมด้วย

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตบะหมี่ไข่น้ำ พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบ สำหรับการทำบะหมี่สด 1 กิโลกรัม เท่ากับ 67.70 บาท โดยมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ ไข่ น้ำ และสารช่วยเสริมโครงสร้าง เช่น CMC และ Xanthan gum ทั้งนี้ แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณมากที่สุดและมีราคาต่อหน่วยต่ำสุด ขณะที่ไข่มีราคาสูงสุดต่อกิโลกรัม ส่งผลให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อรวม ค่าแรง ในการผลิต (ประมาณ 20 บาทสำหรับ 30 นาทีของการทำงาน) และ ค่าไฟฟ้า ที่ใช้ในการอบแห้ง (19 บาท สำหรับการอบ 6 ชั่วโมงด้วยตู้อบ tray dryer กำลังไฟ 800 วัตต์) ต้นทุนการผลิตบะหมี่สด 1 กิโลกรัมจะเพิ่มขึ้นเป็น 106.70 บาท จากกระบวนการผลิต พบว่า บะหมี่สด 1 กิโลกรัม เมื่อนำมาอบแห้งแล้วสามารถผลิตเป็นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปขนาด 25 กรัมได้ 25 ก้อน และสามารถบรรจุเป็นถุงขนาด 100 กรัมได้ประมาณ 6.25 ถุง ส่งผลให้ ต้นทุนวัตถุดิบรวมการผลิตต่อถุง เท่ากับ 17.07 บาท เมื่อรวมต้นทุน บรรจุภัณฑ์และฉลาก ประมาณ 10 บาทต่อถุง ทำให้ ต้นทุนการผลิตรวมต่อถุง (100 กรัม) เท่ากับ 27.07 บาท จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ต้นทุนหลักในการผลิตมาจากวัตถุดิบ โดยเฉพาะ ไข่ น้ำ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง นอกจากนี้ ค่าแรงและค่าไฟฟ้า แม้จะมีสัดส่วนรองลงมา แต่ก็ส่งผลต่อต้นทุนรวมพอสมควร อย่างไรก็ตาม หากมีการผลิตในปริมาณมากขึ้น จะสามารถช่วยลดต้นทุนค่าแรงและค่าไฟฟ้าต่อหน่วยได้ ทั้งนี้ ราคาวัตถุดิบไข่ น้ำที่ใช้ในการคำนวณเป็นราคาขายปลีกที่สูงถึง 240 บาท/กิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาของวิสาหกิจชุมชนเอง ดังนั้น ในเชิงปฏิบัติยังมีโอกาสปรับลดราคาวัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ สำหรับต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์ พบว่ามีสัดส่วนสูงถึงเกือบ 37% ของต้นทุนต่อถุง จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าในตลาด ราคาต้นทุนที่ได้ (27.07 บาทต่อ 100 กรัม) เป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำไปใช้ในการกำหนดราคาขาย เพื่อให้ได้กำไรที่เหมาะสม พร้อมทั้งสามารถครอบคลุมค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าโฆษณา และค่าการตลาดในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. ควรมีการทดสอบรับรู้ทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เพื่อประเมินความพึงพอใจจริง และเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงสูตรให้เหมาะสมกับตลาด
2. ควรศึกษาโภชนาการเปรียบเทียบระหว่างเส้นบะหมี่ทั่วไปกับเส้นบะหมี่ที่ผสมไข่น้ำ เพื่อเน้นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ในเชิงสุขภาพและโภชนาการ ซึ่งจะเป็นจุดขายที่ชัดเจนในการพัฒนาเชิงพาณิชย์
3. ควรมีการวิเคราะห์เชิงลึกถึงการอบแห้งต่อผลกระทบต่อโครงสร้างของเส้นบะหมี่ เช่น การแข็งตัวหรือการแตกร้าวของเส้นเมื่อผ่านกระบวนการต้ม
4. ควรมีการติดตามคุณภาพผลิตภัณฑ์ในระยะยาว (shelf life study)
5. ควรศึกษาความเหมาะสมด้านต้นทุน-ผลตอบแทนของการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์และเทคโนโลยี

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. (2563). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนจากดองนี้ (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563
- กมลรัตน์ รักกิจศิริ. (2549). การควบคุมคุณภาพจุลินทรีย์ในอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข. 2544. คุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของผำ. กรุงเทพฯ : กองโภชนาการ กรมอนามัย.
- กฤษณ์พันธ์ พรรณรัตน์ชัย. (2556). การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ. (รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์.
- กันยลีนี พันธุ์นิชดำรง. (2552). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และวิธีในการเพาะขยายพันธุ์. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- เกริกชัย ชีวะปฏิยุทธ์. (2552). นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ผงผักปรุงรสโรยข้าวเคลือบสูงจากไข่น้ำ (วูฟเฟีย กลอโบซ่า). วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาธุรกิจ เทคโนโลยี และการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมผ้าอบแห้ง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. จันทบุรี.
- กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์ (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมผ้าอบแห้ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระราชูปถัมภ์* 16(2), 58-67.
- ชินดวงใจ คงบาล. (2554). การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (ผำ). สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2567, จาก [http : //www.nesdoae.doe.go.th](http://www.nesdoae.doe.go.th).
- เดือนใจ ศิริพาหนะกุล โสภา ธงศิลา และธนศักดิ์ ธนุทอง. (2551). การใช้ประโยชน์จากผ้าในการ แปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร. รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. เลย.
- ภาณุมาศ ทองคำ (2562). *ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่น้ำแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- นิศาชล ฤกษ์แก้วมา. (2548). การศึกษาการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำเพื่อใช้เป็นอาหารปลา. (รายงาน วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. นครราชสีมา.
- พรรัตน์ สิ้นชัยพาณิชย์ นภัสสร เพ็ญสุระ อนันทิศา แสงสุริยวงษ์ และศศพินท์ ดิษนิล. (2565) การทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่งอุณหภูมิ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 27(3), 1930-1949.

- พร้อมลักษณะ สมบูรณ์ปัญญากุล. (2551). องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร. การประชุมวิชาการนักกำหนดอาหาร ประจำปี 2551, โรงแรมแอมบาสเตอร์. สืบค้นจาก <https://www.thaidietetics.org/wp-content/uploads/2017/09/FoodScience.pdf>
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2549). สหรัยวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ. (2540). *การประเมินอายุการเก็บของอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วนิดา ปานอุทัย. (2563). ผำ: พืชน้ำขนาดเล็กและแหล่งโปรตีนทางเลือกเพื่อสุขภาพ. *วารสารอาหาร*, 50(4), 28–36.
- วิลาสณี ดีปัญญา. (2544). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น Development of products water meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) leather. (รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์.
- คันสนีย์ อุดมอ่าง. (2555). การพัฒนาตำรับอาหารจากไข่น้ำเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์ระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์. รายงานผลการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.
- สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์. (2550). การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm) เพื่อเป็นอาหารมนุษย์. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 11(1), 116- 132.
- สุทธิณี สีสั่งข์ จารุวรรณ วิชัยพรหม และจันทร์เพ็ญ ชำมิน. (2563). การพัฒนาคุณภาพของบะหมี่ปลาถึงสำเร็จรูปจากปลานิล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2563. กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุทิน สมบูรณ์. (2558). การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ (ไข่น้ำ). *ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีที่ 60 ฉบับที่ 2 (ตุลาคม 2557 – มกราคม) 62 -74*.
- สุธีรา เข้มทอง ภัทรพร ยูชาติ จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี ลัดดาวรรณ แยมทองกลาง กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง และบุปผชาติ ต่อบุญสูง (2564). ผลของการเสริมไข่น้ำผดต่อคุณภาพของบะหมี่สด. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 20(2), 183-200.
- สุนัน ปานสาคร, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, อารียา ไชยพล, & อภิสิทธิ์ สุขประसार. (2561). ผลของการอบแห้งต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเส้นก๋วยเตี๋ยวผลิตจากแป้งข้าวกล้องหอมนิลร่วมกับแป้งข้าวผสม. *แก่นเกษตร*, 46(1), 117–128.
- สุมาลี ชุกกำแพง. (2556). ผลของปุ๋ย N-P-K EM และ IAA ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ในไข่น้ำ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 1 (9), 12.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. มอก.271-2548.
- อภิเดช แสงดี และคณะ. (2553). การจัดจำแนกชนิดของของไข่น้ำโดยการหาลำดับเบสของยีนในคลอโรพลาสต์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 29(3), 260 - 264.

- อภिरดา พรปิ่นณวิทย์ และ สุพรรณิการ์ กล่อมจ่อหอ. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจาก ไข่น้ำ. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม*, 34(2), 160-169.
- อะโน สุขเจริญ. (2542). การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm.) ที่เพาะเลี้ยงในชนิดอาหารและระดับความเข้มข้นแสงต่างกัน ในสภาพกลางแจ้ง. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.
- อัญชลี คำอินทร์. (2562). การเพาะเลี้ยงไข่น้ำโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. เชียงราย.
- อุมาพร นิยะนุช. (2553). การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- Appenroth, K-J., Sree, K.S., Bohm, V., Hammann, S., Vetter, W., Leiterer, M. and Jahreis, G. (2017). Nutritional value of duckweeds (Lemnaceae) as human food. *Food chemistry* 217, 266-273.
- AOAC. (2019). *Official method of analysis of AOAC international*, 21th edition. Gaithersburg, MD: USA.
- BAM. (2001). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count*. Food and Drug Administration, USA.
- Chuaythong, C., & Rachtanapun, C. (2018). Effect of packaging film and oxygen absorber on shelf life extension of Chinese pastry (kha-nom pia). *Italian Journal of Food Science*, 30(5SI), 51-58.
- Forsythe, S. J. (2010). *Microbiology of safe food* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Ghaffar, A., Ali, M. A., & Hussain, M. (2009). Microbiological quality of fresh noodles in relation to processing and storage. *Journal of Food Safety*, 29(4), 534–542. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2009.00242.x>.
- Guoping, J., Jiye, Q., & Xingwang, F. (2018). *CPP (cast polypropylene) thin film for packaging and preparation method of CPP thin film*.
- Innova Market Insights. (2023). *Top Ten Trends for 2023*. [online]. Available from: <https://www.innovamarketinsights.com/trends/top-ten-trends-for-2023-redefining-value-in-a-volatile-world/>. (27 March 2024).
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Springer.

- Maneesin, P., Wangchanachai, G., Seebuppha, C., & Sansupa, S. (2014). Effect of packing films on the quality and shelf life of “Khao Tan”. *The 16th Food Innovation Asia Conference*, 788–795.
- Palasuwan, S., Suwannarat, S., & Janchoo, N. (2019). Development of fresh alkaline noodle from Baegu (Liang). *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 14(1), 167-170. (in Thai)
- Rosyid, R., Isnansetyo, A., & Susana, I. W. R. (2011). Effect of pH on microbial growth in yellow alkaline noodles. *International Food Research Journal*, 18(3), 1001–1006.
- Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. and Powtongsook, S. 2015. Culture system for *Wolffia globosa* L. (Lemnaceae) for hygiene human food. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 37, 575 – 580.
- Szamrej, I. K., & Czerpak, R. (2004). The Effect of Sex Steroids and Corticosteroids on the Content of Soluble Proteins, Nucleic Acids and Reducing Sugars in *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.(Lemnaceae). *Polish Journal of Environmental Studies*, 13(5).
- Wook, S. D., & Jae, L. D. (2019). *CPP film and package comprising CPP film*.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	ผลการตรวจวิเคราะห์
ภาคผนวก ข	การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถอยเชิงเส้นของปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อการเก็บรักษา

ภาคผนวก ก
ผลการตรวจวิเคราะห์

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis) และการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในไข่น้ำสด



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขาเชียงใหม่ : 164/85 หมู่ที่ 3 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch: 164/85 Moo 3, Donkhow, Mae Rim, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5319 6133 Fax : (66) 0 5389 6052, (66) 0 5389 6131 ต่อ 205
http://www.centralabthai.com




Accreditation No. 337248



Central Lab
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

วันที่ออกรายงาน 27 สิงหาคม 2567

เลขที่รายงาน TRCM67/17885

หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 ม.9 ต.บ้านข่อย อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย 57100

รายละเอียดตัวอย่าง ผำสด

(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง CM67/07624-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : ผำสด

ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค) ปิดสนิท, จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนักปริมาณรวม : 407 กรัม

อุณหภูมิขณะรับ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 09 สิงหาคม 2567

วันที่ทดสอบ 09 สิงหาคม 2567 - 26 สิงหาคม 2567

รายงานผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ash	1.04	g/100g	-	AOAC (2019) 920.153
Carbohydrate	<0.01	g/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Dietary fiber (total)	1.14	g/100g	-	AOAC (2019) 985.29
Energy	12.20	kcal/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Fat	0.32	g/100g	-	AOAC (2019) 948.15
Moisture	96.43	g/100g	-	AOAC (2019) 950.46(B)
Protein	2.33	g/100g	-	AOAC (2019) 991.20
Cadmium (Cd)	0.028	mg/kg	-	In-house method TE-CH-260 in connection with : - AOAC (2019), 2013.06 - AOAC (2019), 999.10
Lead (Pb)	Not Detected	mg/kg	0.010	In-house method TE-CH-260 in connection with : - AOAC (2019), 2013.06 - AOAC (2019), 999.10

หมายเหตุ : ผลการวิเคราะห์ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

(ผู้ลงนามรายงาน)  (นางสาวอรรพพร หวังรัมย์)

ผู้รับมอบอำนาจ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

CERTIFIED

~End of Report~

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบจะไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะกิจบางส่วน โดยไม่ได้มีความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ขอสงวนไว้ก่อน



2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis) และการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในไข่น้ำอบแห้ง



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ 3 คลองแก้ว อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch: 164/86 Moo 3, Donkiew, Maeim, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6052, (66) 0 5389 6131 ต่อ 705
http://www.centralabthai.com



Central Lab
One Stop & Fair Service

วันที่ออกรายงาน 27 พฤศจิกายน 2567
เลขที่รายงาน TRCM67/23358-1
หน้า 01/01
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านตู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
รายละเอียดตัวอย่าง ผ้ามุ้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)
รหัสตัวอย่าง CM67/10435-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : ผ้ามุ้ง
ภาชนะบรรจุ : ขวดแก้ว ปิดสนิท, จำนวน : 6 ขวด, น้ำหนัก/ปริมาตร : 235 กรัม/ขวด
อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 06 พฤศจิกายน 2567
วันที่ทดสอบ 06 พฤศจิกายน 2567 - 27 พฤศจิกายน 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ash	13.54	g/100g	-	AOAC (2019) 920.153
Carbohydrate	49.94	g/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Dietary fiber (total)	20.92	g/100g	-	AOAC (2019) 985.29
Energy	328.10	kcal/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Fat	3.58	g/100g	-	AOAC (2019) 948.15
Moisture	8.91	g/100g	-	AOAC (2019) 950.46(B)
Protein	24.03	g/100g	-	AOAC (2019) 991.20
Cadmium (Cd)	0.15	mg/kg	-	In-house method TE-CH-260 in connection with : - AOAC (2019), 2013.06 - AOAC (2019), 999.10
Lead (Pb)	0.16	mg/kg	-	In-house method TE-CH-260 in connection with : - AOAC (2019), 2013.06 - AOAC (2019), 999.10

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

(นางสาวศิริวรรณ พิณน้อย)
ผู้อำนวยการงาน

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่
CERTIFIED

—End of Report—

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบจะไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำครั้งเดียว

FM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)P1/1-CM



3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในบะหมี่ไข่น้ำอวบแห้งสูตร W1, W2, W3 และ W4



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ 3 ต.ดอยแม่บัว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย

Chiangmai Branch: 164/86 Moo 3, Doi Mae Bua, Mae Rim, Chiangmai 50180 Thailand.

Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6052, (66) 0 5389 6131 ต่อ 705

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 107948

One Stop & Fair Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 19 ธันวาคม 2567

เลขที่รายงาน TRCM67/26133

หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านคู้ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

รายละเอียดตัวอย่าง บะหมี่ข้าวอบแห้ง W1

(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง CM67/12339-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : บะหมี่ข้าวอบแห้ง

ลักษณะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค) ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนักปริมาตร : 99 กรัม

อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 17 ธันวาคม 2567

วันที่ทดสอบ 17 ธันวาคม 2567 - 19 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Protein	16.47	g/100g	-	AOAC (2015) 99120

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

~End of Report~



(นางณณดา อสงวนงาม)

ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำสำเนา

FM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)P1/1-CM





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาเชียงใหม่ : 164/85 หมู่ที่ 3 คลองแม่แก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch: 164/85 Moo 3, Donkaew, Maeim, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6152, (66) 0 5389 6131 ต่อ 705
http://www.centralthai.com



Accreditation No. 107948

Central Lab
One Stop Lab Service

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 19 ธันวาคม 2567

เลขที่รายงาน TRCM67/26134

หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านคู้ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

รายละเอียดตัวอย่าง บริษัทค้าขายแห่ง W2

(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง CM67/12339-002

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : บริษัทค้าขายแห่ง

ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค) ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนักปริมาตร : 106 กรัม

อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 17 ธันวาคม 2567

วันที่ทดสอบ 17 ธันวาคม 2567 - 19 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Protein	14.72	g/100g	-	AOAC (2015) 99120

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

~End of Report~



(นางณณญา สว่างงาม)

ผู้อำนวยการศูนย์

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

CERTIFIED

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพื่อบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)P1/1-CM





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ที่ 3 ต.ดอนแก้ว อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch: 164/86 Moo 3, Donkaew, Maeim, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6052, (66) 0 5389 6131 ต่อ 705
http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 107546

Central Lab
One Stop & Fair Service

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 19 ธันวาคม 2567
เลขที่รายงาน TRCM67/26135
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านลู้ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
รายละเอียดตัวอย่าง บะหมี่ผัดอบแห้ง W3
(ข้อมูลจากลูกค้า)
รหัสตัวอย่าง CM67/12339-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : บะหมี่ผัดอบแห้ง
ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค) ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 105 กรัม
อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 17 ธันวาคม 2567
วันที่ทดสอบ 17 ธันวาคม 2567 - 19 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Protein	14.64	g/100g	-	AOAC (2016) 991.20

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

~End of Report~


(นางณณา สงวนงาม)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่
CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R05(18/01.64)PI/I-CM





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาเชียงใหม่ : 164/85 หมู่ที่ 3 ต.ดอยแม่ท้อ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch: 164/85 Moo 3, Dokaew, Maeon, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6052, (66) 0 5389 6131 โทร 705
http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 107946

One Stop & Fair Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 19 ธันวาคม 2567

เลขที่รายงาน TRCM67/26136

หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
(ข้อมูลจากลูกค้า) 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

รายละเอียดตัวอย่าง บะหมี่ผัดอบแห้ง W4

(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง CM67/12339-004

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : บะหมี่ผัดอบแห้ง

ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงZip) ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนักปริมาตร : 101 กรัม

อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 17 ธันวาคม 2567

วันที่ทดสอบ 17 ธันวาคม 2567 - 19 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Protein	14.87	g/100g	-	AOAC (2015) 991.20

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความชำนาญตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

-End of Report-


(นางกนกพร สว่างงาม)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่
CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

PM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)PI/1-CM



4. ผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งสูตร W3



รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 18 มีนาคม 2568
เลขที่รายงาน TRCM68/05682
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า (ข้อมูลจากลูกค้า) ผศ.ดร.ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

รายละเอียดตัวอย่าง (ข้อมูลจากลูกค้า) เส้นบะหมี่แห้งผสมไข่ดำ

รหัสตัวอย่าง CM68/02802-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : เส้นบะหมี่แห้งผสมไข่ดำ
ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 4 ถุง, น้ำหนักปริมาณ : 26 กรัม/ถุง
อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 11 มีนาคม 2568
วันที่ทดสอบ 11 มีนาคม 2568 - 18 มีนาคม 2568

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
<i>Escherichia coli</i>	< 3.0	MPN/g	-	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Molds *	< 10	CFU/g	-	In house method based on FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10	CFU/g	-	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
Total Plate Count	6.4×10^4	CFU/g	-	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

* : รายการทดสอบที่ไม่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

~End of Report~



รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกใช้สำหรับเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ องค์กรที่เกี่ยวข้อง

FM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)P1/I-CM



5. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งสูตร W3



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
 สาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ที่ 3 ต.คลองแก้ว อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ 80180 ประเทศไทย
 Chiangmai Branch: 164/86 Moo 3, Daikongw, Maerin, Chiangmai 80180 Thailand.
 Tel : (66) 0 5389 6131, (66) 0 5389 6133 Fax : (66) 0 5389 6082, (66) 0 5389 6131 ต่อ 705
 http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 107948

Central Lab
 One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน : 25 กุมภาพันธ์ 2568

เลขที่รายงาน : TRCM68/03862

หน้า : 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า
(ข้อมูลจากลูกค้า)

รายละเอียดตัวอย่าง
(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง : CM68/01482-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง

วันที่รับตัวอย่าง : 05 กุมภาพันธ์ 2568

วันที่ทดสอบ : 06 กุมภาพันธ์ 2568 - 24 กุมภาพันธ์ 2568

ศศ.ดร. วิภาวรรณ นัน โท

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

บะหมี่ไข่เนื้อแห้ง

ประเภทตัวอย่าง : บะหมี่ไข่เนื้อแห้ง

ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 6 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 27 กรัม/ถุง

อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ash	0.97	g/100g	-	AOAC (2019) 920.153
Carbohydrate	73.04	g/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Dietary fiber (total)	4.81	g/100g	-	AOAC (2019) 985.29
Energy	361.42	kcal/100g	-	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993), Chapter 6 Proximate and Mineral Analysis
Fat	1.66	g/100g	-	AOAC (2013) 948.15
Moisture	10.75	g/100g	-	AOAC (2013) 950.46(B)
Protein	13.58	g/100g	-	AOAC (2013) 991.20

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

-End of Report-



(นางเกณิกา สว่างงาม)

ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R05(18/01/64)P1/I-CM



ภาคผนวก ข

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

วิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวางแผนการทดลองด้วยการสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยในการทดสอบผลของตัวอย่างในกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน โดยไม่มีความสัมพันธ์หรือควบคุมร่วมกันในการทดลอง

คุณภาพประสาทสัมผัส การประเมินความชอบของเส้นบะหมี่สุก โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้วิธี 9-point Hedonic Scale โดยทดสอบความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม) และความชอบรวม โดยใช้ระดับคะแนนความชอบในแต่ละด้านตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดยระดับคะแนนมีความหมายดังนี้

ระดับ 1 ไม่ชอบมากที่สุด	ระดับ 4 ไม่ชอบเล็กน้อย	ระดับ 7 ชอบปานกลาง
ระดับ 2 ไม่ชอบมาก	ระดับ 5 เฉยๆ	ระดับ 8 ชอบมาก
ระดับ 3 ไม่ชอบปานกลาง	ระดับ 6 ชอบเล็กน้อย	ระดับ 9 ชอบมากที่สุด

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความถี่ และร้อยละในการให้คะแนนสำหรับบะหมี่แต่ละสูตร รวมถึงการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความชอบของบะหมี่แต่ละสูตรโดยสถิติทดสอบเอฟ Analysis of Variance: ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแต่ละสูตรโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

1. ข้อมูลโดยทั่วไปของอาสาสมัคร

เพศ อาสาสมัครประกอบด้วย เพศชายร้อยละ 36.67 และเพศหญิงร้อยละ 63.33

อายุ อาสาสมัครร้อยละ 36.67 มีอายุในช่วง 21-25 ปี และ มากกว่า 30 ปี และร้อยละ 26.67 มีอายุในช่วง 26-30 ปี

ระดับการศึกษา อาสาสมัครร้อยละ 77.33 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 13.33 ระดับการศึกษาปริญญาโท ร้อยละ 6.67 ระดับการศึกษาปริญญาเอก ร้อยละ 3.33 ระดับการศึกษาอื่นๆ และไม่ระบุระดับการศึกษาร้อยละ 3.33

อาชีพ อาสาสมัครร้อยละ 63.33 ประกอบอาชีพอื่นๆ ร้อยละ 23.33 เป็นพนักงานของรัฐ ร้อยละ 3.33 เป็นพนักงานเอกชน ร้อยละ 10 ไม่ระบุอาชีพ

รายได้ต่อเดือน อาสาสมัครร้อยละ 50 มีรายได้น้อยกว่า 15,000 บาท ร้อยละ 33.33 รายได้อยู่ในช่วง 15,000 – 45,000 บาท ร้อยละ 6.67 รายได้มากกว่า 45,000 บาท และ ร้อยละ 10 ไม่ระบุช่วงรายได้

2. ข้อมูลความถี่ในการให้คะแนนความชอบของบะหมี่แต่ละสูตร

ตารางที่ 28 แสดงความถี่ในการให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ต่อบะหมี่สูตร 1 โดยส่วนอาสาสมัครส่วนมาก (ร้อยละ 23.33 – 29.17) ให้คะแนนความชอบต่อลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม ในระดับ 9 (ชอบมากที่สุด) โดยบะหมี่สูตรนี้ได้รับความชอบน้อยในด้านกลิ่น โดยมีอาสาสมัครที่ให้คะแนนระดับ 1-4 (ไม่ชอบ) รวมแล้วร้อยละ 26.67 และเป็นบะหมี่ที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 28 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 1 (W1)

ลักษณะ	ร้อยละคะแนนความชอบ (N=30)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ลักษณะปรากฏ	3.33	0	0	10.00	13.33	13.33	20.00	16.67	23.33
สี	0	0	6.67	16.67	13.33	6.67	20.00	10.00	26.67
กลิ่น	3.33	3.33	6.67	13.33	16.67	16.67	13.33	13.33	13.33
รสชาติ	0	3.33	0	6.67	20.00	16.67	13.33	16.67	23.33
เนื้อสัมผัส	0	0	6.67	10.00	10.00	13.33	10.00	33.33	16.67
โดยรวม	4.17	0	0	4.17	4.17	16.67	20.83	20.83	29.17

ตารางที่ 29 แสดงความถี่ในการให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ต่อบะหมี่สูตร 2 ซึ่งอาสาสมัครส่วนมาก (ร้อยละ 20 – 36.67) ให้คะแนนความชอบต่อทุกลักษณะประเมน อยู่ในช่วง 7 – 8 คะแนนซึ่งหมายถึงชอบปานกลาง – มาก อย่างไรก็ตามบะหมี่สูตร 2 ยังเป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นน้อย โดยมีคะแนนความชอบในระดับ 1-4 (ไม่ชอบ) รวมแล้วร้อยละ 26.67 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเฉลี่ยเพียง 5.87 (อันดับรองสุดท้าย)

ตารางที่ 29 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 2 (W2)

ลักษณะ	ร้อยละคะแนนความชอบ (N=30)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ลักษณะปรากฏ	0	0	6.67	6.67	3.33	16.67	36.67	16.67	13.33
สี	3.33	0	3.33	6.67	13.33	10.00	26.67	30.00	6.67
กลิ่น	3.33	3.33	3.33	16.67	10.00	13.33	20.00	16.67	13.33
รสชาติ	3.33	0	3.33	20.00	16.67	6.67	26.67	13.33	10.00
เนื้อสัมผัส	0	3.45	0	10.34	10.34	10.34	20.69	27.59	17.24
โดยรวม	0	0	0	4.17	12.50	20.83	16.67	33.33	12.50

ตารางที่ 30 แสดงความถี่ในการให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ต่อบะหมี่สูตร 3 ซึ่งอาสาสมัครส่วนมาก (ร้อยละ 26.67 – 36.67) ให้คะแนนความชอบต่อทุกลักษณะประเมิน อยู่ในช่วง 7 คะแนนซึ่งหมายถึงชอบปานกลาง บะหมี่สูตร 3 เป็นบะหมี่สูตรเดียวใน 4 สูตรที่ได้รับความชอบโดยรวม มากกว่าระดับ 5 ขึ้นไป (เฉยๆ)

ตารางที่ 30 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 3 (W3)

ลักษณะ	ร้อยละคะแนนความชอบ (N=30)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ลักษณะปรากฏ	0	0	3.33	0	16.67	26.67	26.67	16.67	10.00
สี	0	0	0	6.67	16.67	23.33	26.67	10.00	16.67
กลิ่น	0	0	0	3.33	23.33	16.67	36.67	10.00	10.00
รสชาติ	0	0	0	3.33	20.00	16.67	30.00	16.67	13.33
เนื้อสัมผัส	0	3.33	0	3.33	10.00	13.33	33.33	23.33	13.33
โดยรวม	0	0	0	0	4.35	21.74	30.43	26.09	17.39

ตารางที่ 31 แสดงความถี่ในการให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ต่อบะหมี่สูตร 4 ซึ่งอาสาสมัครส่วนมาก (ร้อยละ 23.33 – 26.67) ให้คะแนนความชอบต่อลักษณะปรากฏ และลักษณะสี ในช่วง 5-6 คะแนน และให้คะแนนด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ระดับ 7 คะแนน บะหมี่สูตร 4 เป็นบะหมี่สูตรที่มีค่าเฉลี่ยความชอบน้อยที่สุดในทุกลักษณะ ยกเว้นด้านกลิ่น (ตารางที่ ผข5)

ตารางที่ 31 ค่าร้อยละความชอบของบะหมี่ไข่น้ำสูตร 4 (W4)

ลักษณะ	ร้อยละคะแนนความชอบ (N=30)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ลักษณะปรากฏ	0	0	6.67	3.33	26.67	26.67	10.00	20.00	6.67
สี	0	0	3.33	10.00	23.33	20.00	13.33	16.67	13.33
กลิ่น	0	0	3.33	6.67	20.00	20.00	23.33	10.00	16.67
รสชาติ	3.33	0	6.67	10.00	23.33	10.00	33.33	13.33	0.00
เนื้อสัมผัส	0	3.33	6.67	6.67	0.00	13.33	33.33	23.33	13.33
โดยรวม	0	0	4.17	4.17	12.50	12.50	33.33	29.17	4.17

3. ข้อมูลคะแนนความชอบเฉลี่ย

จากผลค่าเฉลี่ยความชอบ แสดงพบว่าบะหมี่ 3 สูตรที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบมากกว่า 7 (ชอบปานกลาง) ได้แก่บะหมี่สูตร 3 สูตร 1 และสูตร 2 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบรวม 7.30 ± 1.15 , 7.17 ± 1.93 และ 7.00 ± 1.41 ตามลำดับ โดยบะหมี่สูตร 3 มีได้ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะในทุกๆ ด้าน ยกเว้นคุณลักษณะปรากฏ มากที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 ผลการทดสอบคุณภาพความพึงพอใจของผู้บริโภค

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยความชอบ			
	สูตร 1 (W1)	สูตร 2 (W2)	สูตร 3 (W3)	สูตร 4 (W4)
ลักษณะปรากฏ	6.73 ± 1.98	6.73 ± 1.64	6.63 ± 1.40	6.17 ± 1.60
สี	6.53 ± 2.06	6.53 ± 1.85	6.67 ± 1.49	6.33 ± 1.71
กลิ่น	5.87 ± 2.16	6.10 ± 2.16	6.57 ± 1.33	6.50 ± 1.66
รสชาติ	6.70 ± 1.88	6.00 ± 1.98	6.77 ± 1.41	5.80 ± 1.73
เนื้อสัมผัส	6.77 ± 1.89	6.83 ± 1.83	6.90 ± 1.58	6.73 ± 1.86
ความชอบรวม	7.17 ± 1.93	7.00 ± 1.41	7.30 ± 1.15	6.71 ± 1.46

4. ข้อเสนอแนะจากอาสาสมัคร

ข้อเสนอแนะโดยรวม ลองปรับเส้นบะหมี่ให้เหนียวกว่าเดิม

สูตร 1 กลิ่นเหม็นเขียวเกินไป / กลิ่นแรงและขม หากกินกับน้ำซุปล้วนแล้วอร่อย กลิ่นและรสขมหายไป / เวลาใส่กับน้ำซุปล้วนกลมกล่อม / คงเอกลักษณ์รสชาติผัดที่โดดเด่น ทั้งรสและกลิ่น มีเอกลักษณ์เฉพาะรู้ว่าเป็นบะหมี่ผัด

สูตร 2 มีกลิ่นแรงนิดนึง / มีความแข็งนิดหน่อยตอนกินเส้นเปล่า และกลิ่นค่อนข้างแรง แต่เมื่อกินพร้อมซุปรสชาติอร่อย / กลิ่นฉุนในระดับหนึ่ง / รสชาติเจือจางไม่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เหมือนกับเส้นทั่วไป

สูตร 3 รสชาติและเนื้อสัมผัสดี แต่กลิ่นอ่อนไป อยากให้กลิ่นชัดกว่านี้ / รสชาติเจือจาง ไม่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เหมือนกับเส้นทั่วไป

สูตร 4 มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย / รสชาติเจือจางไม่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เหมือนกับเส้นทั่วไป

5. สรุปผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสตะบะหมี่ไข่น้ำ

การประเมินความชอบต่อลักษณะตะบะหมี่ไข่น้ำทั้ง 4 สูตร เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ **สูตร 3 > สูตร 1 > สูตร 2 > สูตร 4** โดยผู้ทำการศึกษาคิดว่า ตะบะหมี่สูตร 1 และสูตร 3 มีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีเพียงพอแก่การนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ โดยอาจจะต้องมีการปรับปรุงคุณลักษณะบางประการเพิ่มเติม เช่น สูตร 3 ควรมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งอาจจะสามารถปรับปรุงได้โดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวก

รหัส.....

แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์บะหมี่สุก

โครงการวิจัย ผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชันเส้นบะหมี่แห้งกึ่งสำเร็จรูปโปรตีนสูงจากไข่ไก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	☐ ชาย	☐ หญิง		
อายุ	☐ 16-20 ปี	☐ 21-25 ปี	☐ 26-30 ปี	☐ มากกว่า 30 ปีขึ้นไป
ระดับการศึกษา	☐ ปริญญาตรี	☐ ปริญญาโท	☐ ปริญญาเอก	☐ อื่นๆ
อาชีพ	☐ ธุรกิจส่วนตัว	☐ พนักงานของรัฐ	☐ พนักงานเอกชน	☐ อื่นๆ
รายได้ต่อเดือน	☐ ต่ำกว่า 15,000 บาท	☐ 15,000-30,000	☐ 30,001-45,000	☐ มากกว่า 45,000 บาท

ตอนที่ 2 คำชี้แจง

ให้ท่านระบุตัวเลขแสดงระดับความพึงพอใจต่อเส้นบะหมี่สุก โดยให้ช่วงคะแนนความชอบ 1-9 ซึ่งมีความหมายดังนี้

ระดับ 1 ไม่ชอบมากที่สุด	ระดับ 4 ไม่ชอบเล็กน้อย	ระดับ 7 ชอบปานกลาง
ระดับ 2 ไม่ชอบมาก	ระดับ 5 เฉยๆ	ระดับ 8 ชอบมาก
ระดับ 3 ไม่ชอบปานกลาง	ระดับ 6 ชอบเล็กน้อย	ระดับ 9 ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	สูตร				
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบรวม					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

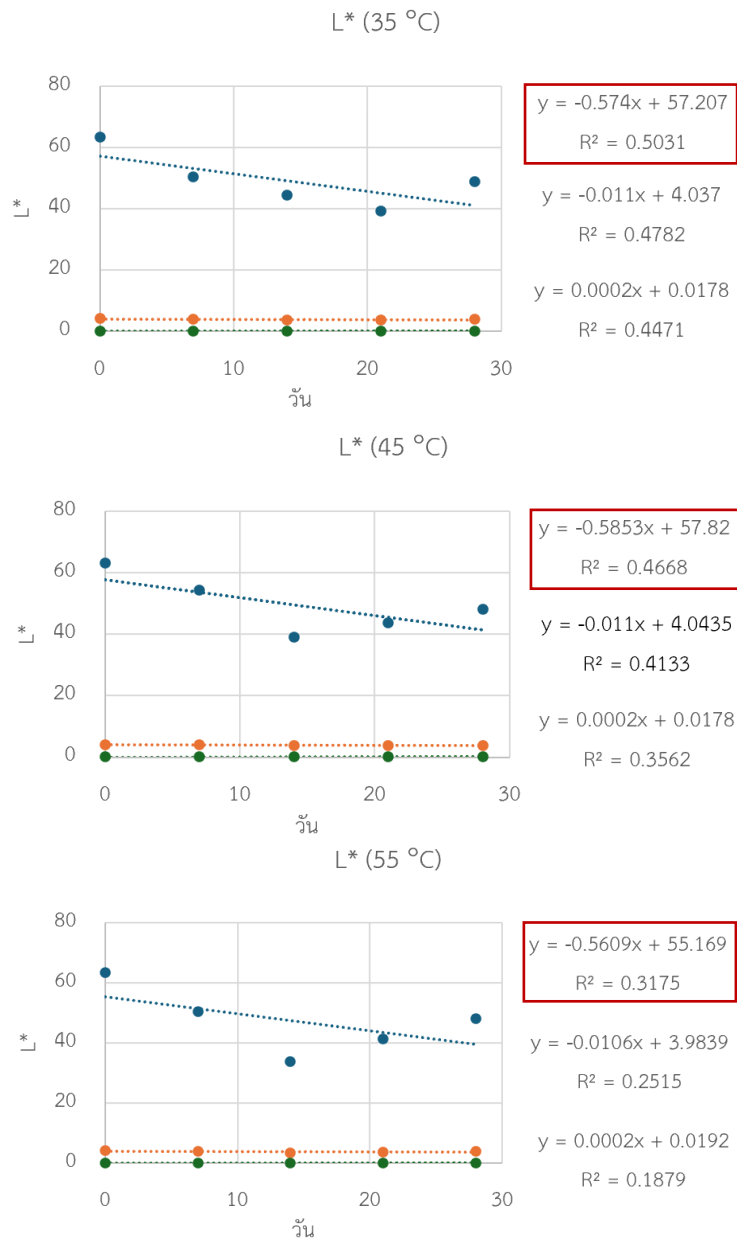
.....

.....

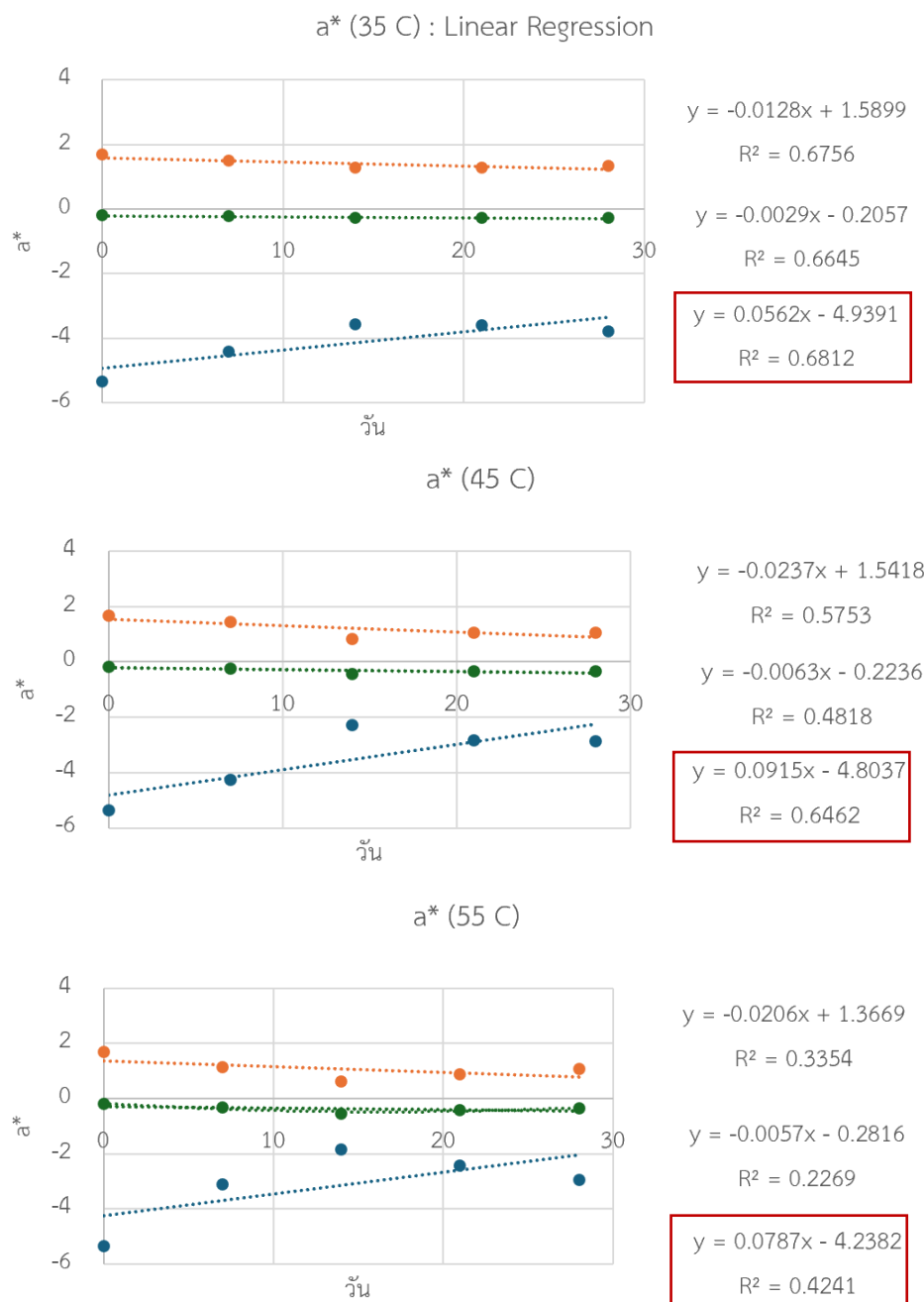
.....

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อการเก็บรักษา



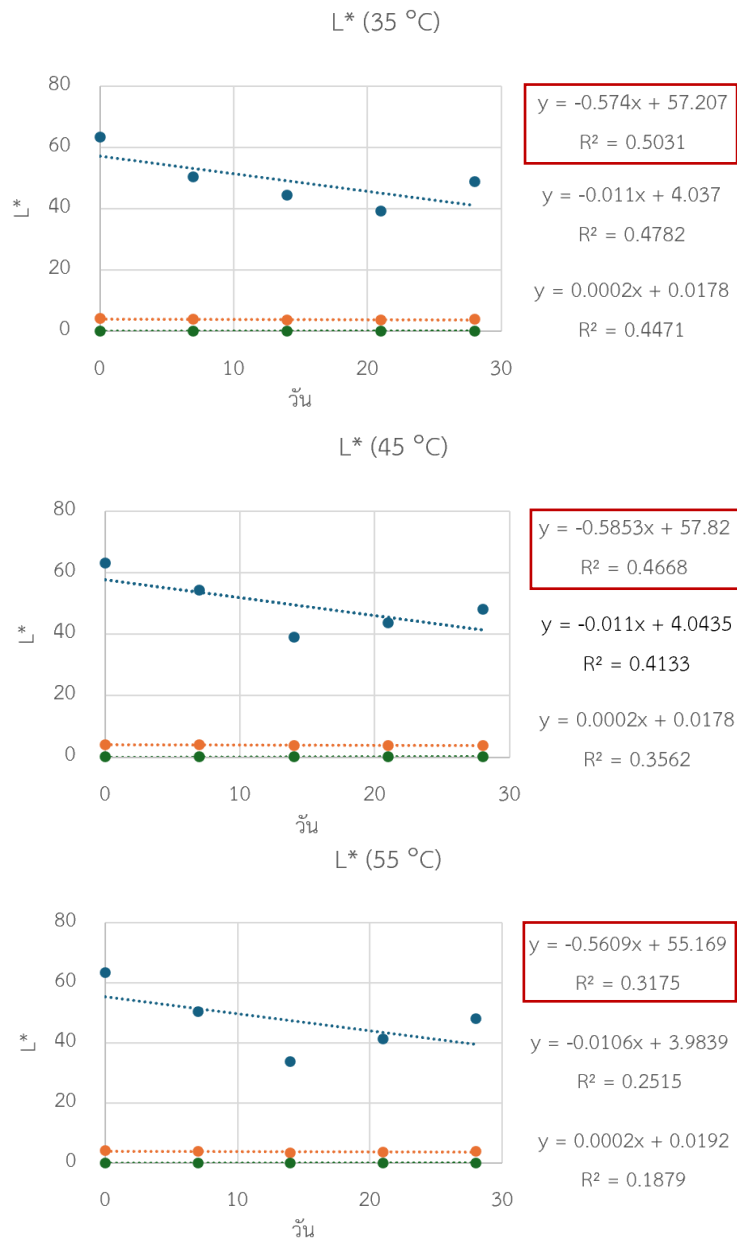
ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า L* ต่อระยะเวลาการเก็บ



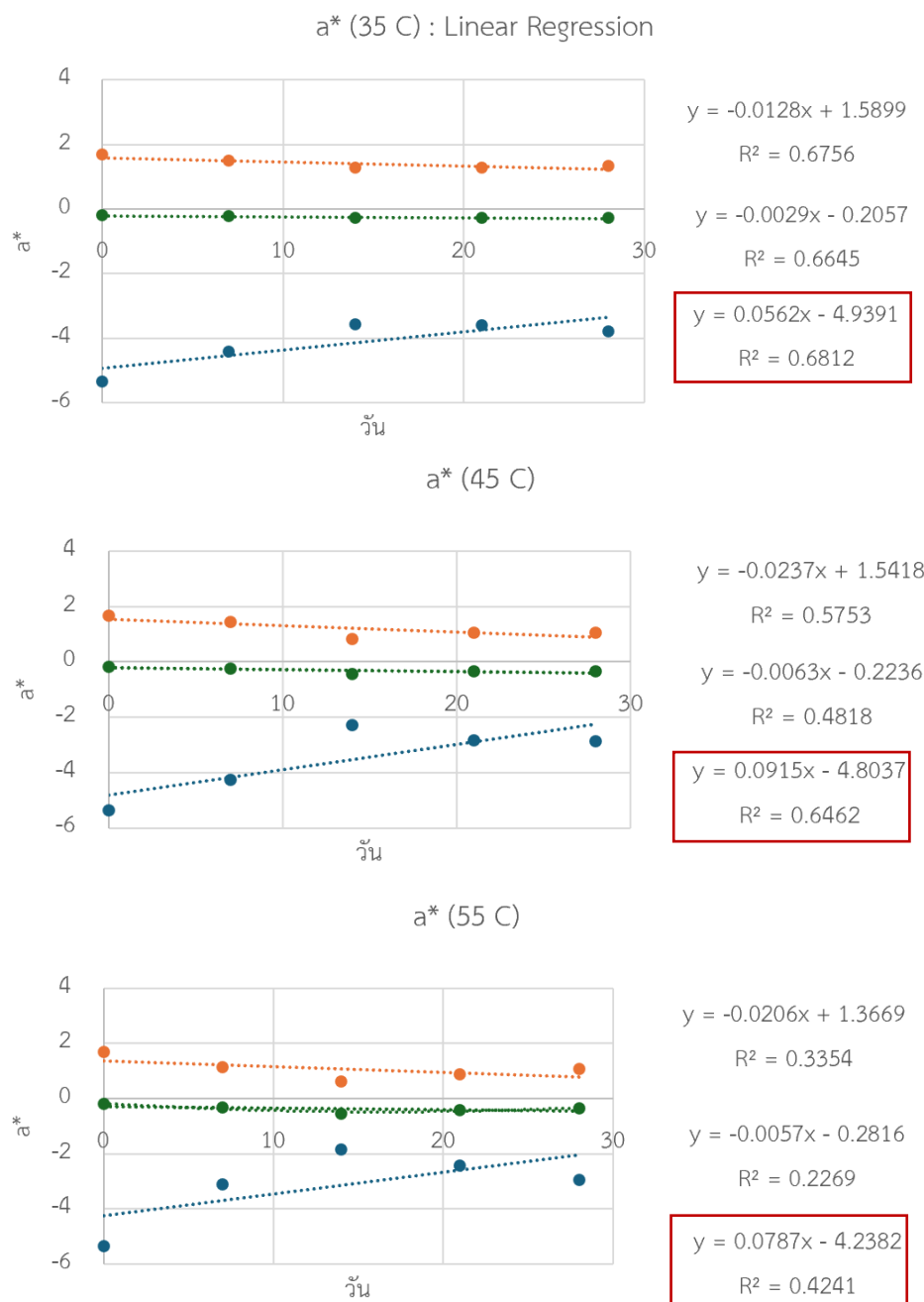
ภาพที่ 96 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า a^* ต่อระยะเวลาการเก็บ

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อการเก็บรักษา



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า L* ต่อระยะเวลาการเก็บ



ภาพที่ 96 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า a^* ต่อระยะเวลาการเก็บ

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวรรณ นันโท
Assist. Dr. Wipawan Nunto
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 1510600052609
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก: โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776012 โทรศัพท์มือถือ 092-4504156
โทรสาร 053-702758
E-mail: wipawan.puk@crru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา :
2557 วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (จุลชีววิทยาประยุกต์)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) เกียรตินิยมอันดับ 1 สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ :
 1. การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ
 2. สมุนไพร
 3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์
7. รางวัลที่ได้รับ
รางวัลการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีมาก กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกษตร และ
สิ่งแวดล้อม การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัย
แม่โจ้ 28 มีนาคม 2567

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ งานวิจัย

8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย และผู้ร่วมวิจัย

ปี	ชื่องานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
2558	การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค ผิวหนังบางชนิดและฤทธิ์ การต้าน อนุมูลอิสระของสารสกัดจาก สาหร่ายไก่อ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้าโครงการ
2558	การศึกษาความหลากหลายและการคัด แยกสาหร่ายขนาดเล็กที่สามารถผลิต น้ำมันชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำหนองบัว และ ทะเลสาบเชียงแสน จังหวัดเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ
2559	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาภูเขาของ หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงราย เพื่อการจัดการ อย่างยั่งยืน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ
2559	การสำรวจเก็บข้อมูลสาหร่ายเตาและไก่อ กับวิถีชีวิตชาวล้านนา	สถาบันความ หลากหลาย มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ
2561	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ในช่องปาก จาก กำปิต (<i>Zingiber rubens</i>) ที่ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อ โรคในช่องปาก	สำนักงานการวิจัย แห่งชาติ (วช.)	หัวหน้าโครงการ
2562	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด หยาบปอสา (<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.)	สำนักงานการวิจัย แห่งชาติ (วช.)	ผู้ร่วมโครงการ
2562	สัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของปอ สา (<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.)	สำนักงานการวิจัย แห่งชาติ (วช.)	ผู้ร่วมโครงการ
2563	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด หยาบสาหร่ายเตา (<i>Spirogyra</i> sp.)	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ

ปี	ชื่องานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
	บริเวณแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลบางแหล่ง ในอำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย		
2563	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำผึ้งใน จังหวัดเชียงรายและจังหวัดพะเยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้าโครงการ
2564	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ ต่อสภาวะโรคเบาหวานของผลิตภัณฑ์ ตะไคร้	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ
2564	การเตรียมตำรับนาโนอิมัลชันของสาร สกัดจากพืชวงศ์ขิงบางชนิดเพื่อยับยั้งการ เจริญ ของแบคทีเรียก่อโรค	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้าโครงการ
2564	การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าโกโก้ ของจังหวัดเชียงราย	สำนักงานการวิจัย แห่งชาติ (วช.)	หัวหน้าโครงการ
2565	การพัฒนาเครื่องต้มฟังก์ชันจากเปลือก เมล็ดโกโก้ เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดของเสีย จากการแปรรูปโกโก้	สำนักงานพัฒนาการ วิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)	ผู้ร่วมวิจัย
2568	การพัฒนาแอปโรบัสตาที่เป็นมิตรต่อสิ่ง แวดล้อมบนฐานวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อเสริมสร้าง เศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืนของกลุ่ม วิสาหกิจชุมชนพัฒนากาแฟนครเทิง	กองทุนส่งเสริมวิทยา ศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ป งบประมาณ 2568	ผู้ร่วมวิจัย

8.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

ผลงานตีพิมพ์/Proceeding

1. Pukumpuang, W. and Tragoolpua, Y. (2010). Inhibition of pathogenic bacteria causing skin disease by some medicinal plant extracts. Proceeding in the 22nd Annual meeting of the Thai society for biotechnology (TSB 2010 international conferences on biotechnology for health living).
2. Pukumpuang, W., Thongwai, N. and Tragoolpua, Y. (2012). Total phenolic contents, antibacterial and antioxidant activities of some Thai medicinal plant extracts. *Journal of medicinal plants research*. 6(35), 4953-4960.
3. Aupala, B., Kaewkod, T., Pukumpuang, W. and Tragoolpua, Y. (2012). Inhibitory of pathogenic enteric bacteria and anti-free radicals of vegetable extracts.

Proceeding in The 38th Congress on Science and Technology of Thailand (STT38).

4. **Pukumpuang, W.**, Chansakaow, S. and Tragoolpua. Y. (2014). Antioxidant phenolic compound content and phytochemical constituents of *Eclipta prostrata* (Linn.) Linn. *Chiang Mai Journal of Science*. 41(3): 568-576.
5. Buddhachat, K., Osathanunkul, M., **Pukumpuang, W.**, Pumiputavona, K., Nganvongpanitc, K., Ongchaid, S., Tragoolpua, Y., Wongkham, W., Sucharitakul, P. and Chomdej, S. 2015. Screening Thai plants for DNA protection, anti-collagenase and suppression of MMP-3 expression properties. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 5(6), 489-496.
6. Sirisa-ard, P., Bovonsombut, S., Kitipornchai, C., Natakarnkitkul, S., Tragoolpua, Y., **Pukumpuang, W.**, Klawpiyapamornkun, T. and Kiatkarun, S. (2015). Development of Kombucha: fermented tea beverage. *International Journal of Tea Science*. 11(1&2), 9-13.
7. ญัฏฐณิชา สิงห์ลี และ **วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. (2561). การผลิตสารสีของเชื้อรา *Monascus* spp. บนวัสดุทางการเกษตร. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติพืบลสงครามวิจัย ครั้งที่ 4. พิษณุโลก: 389 – 394.
8. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ ประเสริฐ ไวยะกา สุนทรีกรโอชาเลิศ และ **วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. (2560). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำประปาภูเขาหมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. วารสารกะสะลองคำ. 11 (3): 101 – 113.
9. Wanachewin, O., Chaiwongsa, R., Choocheep, K., Kongtawelert, P. and **Pukumpuang, W.** (2019). Biological activities of paper mulberry extract (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.). Proceeding in The 45th Congress on Science and Technology of Thailand. 7-9 October, 2019. Mae Fah luang University, Thailand.
10. **Pukumpuang, W.**, & Chaliewchalad, P. (2019) Anti-Cariogenic Activity, Cytotoxicity and Chemical Constituents of *Zingiber rubens* Roxb. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*. 12(3), 13-19.
11. **Pukumpuang, W.** and Seansrimon, J. (2020). Antioxidant Activity, Total Phenolic Content and Anti - Tyrosinase Activity of Thai Colored Rice Cultivar Extracts. *Journal of Food Health and Bioenvironmental*. 13, 1, 34 – 42.
12. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, กุหลาบ แซ่ก๊อ และ **วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. (2563). การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.) บริเวณแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลบาง

- แหล่งในอำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา. ชลบุรี. 136 – 142.
13. อติยา กันจันะ, มณฑกานต์ วุฒิการณ์ และ **วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. (2564). การยับยั้งอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมของน้ำผึ้งในจังหวัดเชียงราย. บทความสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ พะเยาครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา. 453-460.
 14. อรวรรณ วนะชีวิน ธัญสุตา สิทธิมงคล และ**วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. (2565). การศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของผลิตภัณฑ์ตะไคร้แปรรูปทางการค้า. บทความสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติพืบลสงครามวิจัย ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยพืบลสงคราม. พิษณุโลก. 86-93.
 15. **วิภาวรรณ นันโท** นงนัชชา อินตา และ ภาณุพงศ์ ต้ามูล. (2565). การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย การต้านอนุมูลอิสระ ฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดเอทานอลของขมิ้นชันและขมิ้นดำ. บทความสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม" ครั้งที่ 18. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 289-302.
 16. นงนุช ศรีเล็ก ปราณต์ เมฆอากาศ **วิภาวรรณ นันโท** พรหทัย พุทธรัง และสิทธิฤดี เหล็กพูล (2565). สหสัมพันธ์ที่เหมาะสม ในการประเมิน ค่าความร้อนสูงด้วยค่าการวิเคราะห์โดยประมาณของชีวมวลและถ่านชีวภาพจาก เปลือกโกโก้และชั่งข้าวโพด. *Industry Technology Lampang Rajabhat University*, 15(1), 13-25.
 17. Aphiwat Malar and **Wipawan Nunto**. (2023). Efficacy of *Mimosa pudica* L. and *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson. extracts on inhibition to *Fusarium* sp. The 14th National Science Research Conference. University of Payao. Payao. 579-586
 18. Kittiya Phinyo, Kuhlab Saeku, **Wipawan Pukumpuang**, Jeeraporn Pekkoh and Tippawan Prasertsin. (2024). Morphological and Molecular Characterization of *Spirogyra* Species from Water Bodies in Chiang Rai Province, Thailand: Insights into Bioactivity and Antioxidant Potential. *Sains Malaysiana*. 53(5), 1093-1104.

หนังสือ

- ประเสริฐ ไวยะกา ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และ**วิภาวรรณ ปุ้คำปวง**. 2560. สหรัยเตากับวิถีชีวิตล้านนา. สถาบันความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาท้องถิ่นและอาเซียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

ประวัติผู้ร่วมวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ-สกุล ดร.อรรวรรณ วนะชีวิน
Dr. Orawan Wanachewin
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 1500700009951
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมืองเชียงราย
จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776012 โทรศัพท์มือถือ 082-5451961
โทรสาร 053-702758
E-mail: orawan.wan@crru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา :

2549	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสัตววิทยา (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของสารสกัดสมุนไพรขึ้นต่อเซลล์เชื้อสายมะเร็งหลอดลมของคน Hep-2)
2558	ปริญญาเอก วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (วท.ด) สาขาวิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของเซซามินต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกและเซลล์ต้นกำเนิด)
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
 1. การพัฒนาของเซลล์กระดูกและกลไกการทำงานระดับเซลล์ ภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยง
 2. การแยกและการเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิดชนิดมีเซนไคม์ (Mesenchymal stem cells, MSCs)
 3. การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืช
การทดสอบความเป็นพิษของสารต่อเซลล์ (Cytotoxicity test)
การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของของเอนไซม์กลูโคซิเดส และอะไมเลส
 4. การศึกษาระดับชีวโมเลกุล:
 - a. การแสดงออกของโปรตีนโดยเทคนิค Western blotting
 - b. การแสดงออกของยีนโดยเทคนิค Real-time PCR

- c. การย้อมเซลล์โดยเทคนิค Immunostaining
- d. ALP activity, TRAP staining, Alizarin Red S staining

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย และผู้ร่วมวิจัย

ประสบการณ์การวิจัย/บริการวิชาการ

ปี	โครงการ/ งานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
2560	การศึกษาคูณสมบัติทางเคมี ชีวภาพ และสิ่งแวดล้อม ของแหล่งน้ำพุร้อน จำนวน 12 แห่งในเขตจังหวัดเชียงราย แพร่ และน่าน (โครงการพัฒนาส่งเสริมผลิตภัณฑ์จากน้ำพุร้อนและโคลนเพื่อนำไปใช้ในการบริการในธุรกิจสปาและโรงแรมในจังหวัดเชียงรายเป็นเมืองสุขภาพ)	งบประมาณจังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ
2561	การศึกษากุหลาบทางชีวภาพของสารสกัดหยาบปอสา	งบประมาณแผ่นดิน	หัวหน้าโครงการ
2564	การศึกษากุหลาบทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อสภาวะโรคเบาหวานของผลิตภัณฑ์ตะไคร้	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	หัวหน้าโครงการ
2564	โครงการการจัดทำฐานข้อมูลและการแปรรูปเพิ่มมูลค่าของโกโก้ เพื่อการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของจังหวัดเชียงราย	สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	ผู้ร่วมโครงการ
2565	การวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพบางประการของมะมุ่น (<i>Elaeocarpus stipularis</i> blume)	อพ.สธ.	หัวหน้าโครงการ
2565	โครงการการให้บริการคำปรึกษาด้านธุรกิจการเกษตรครบวงจร (คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย)	กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม	หัวหน้าโครงการ

ปี	โครงการ/ งานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
2566	โครงการการให้บริการคำปรึกษาด้านธุรกิจการเกษตรครบวงจร ปีที่ 2 (คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย)	กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม	ผู้ร่วมโครงการ

ผลงานวิจัย

1. **Wanachewin, O.**, Boonmaleerat, K., Pothacharoen, P., Reutrakul, V., & Kongtawelert, P. (2012). Sesamin stimulates osteoblast differentiation through p38 and ERK1/2 MAPK signaling pathways. *BMC complementary and alternative medicine*, 12, 71. doi: 10.1186/1472-6882-12-71
2. **Wanachewin, O.**, Klangjorhor, J., Pothacharoen, P., Phitak, T., Laohapoonrungsee, A., Pruksakorn, D., & Kongtawelert, P. (2015). The promoting effects of sesamin on osteoblast differentiation of human mesenchymal stem cells. *Journal of Functional Foods*, 14, 395-406.
3. Torihasi S, Ho M, Kawakubo Y, Komatsu K, Nagai M, Hirayama Y, Kawabata Y, Takenaka-Ninagawa N, **Wanachewin O**, Lisheng Z, and Kimata K., (2015). *Acute and Temporal Expression of Tumor Necrosis Factor (TNF)- α -stimulated Gene 6 Product, TSG6, in Mesenchymal Stem Cells Creates Microenvironments Required for Their Successful Transplantation into Muscle Tissue. Journal of Biological Chemistry. 290(37):22771-22781.*
4. Boonmaleerat, K., **Wanachewin, O.**, Phitak, T., Pothacharoen, P., & Kongtawelert, P. (2017). Fish Collagen Hydrolysates Modulate Cartilage Metabolism. *Cell biochemistry and biophysics*, 1-14.
5. **Wanachewin, O.**, Pothacharoen, P., Kongtawelert, P., & Phitak, T. (2017). Inhibitory effects of sesamin on human osteoclastogenesis. *Archives of pharmacal research*, 40(10), 1186-1196.
6. สุจินนา ปัญญาวิชา และ **อรรวรรณ วนะชีวิน** (2561).ฤทธิ์ของปูนแดงต่อการฟักและการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*). *งานประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนวังจันทน์), พิษณุโลก*
7. **Wanachewin, O.**, Chaiwongsa, R., Choocheep, K., Kongtawelert P., & Pukumpuang W. (2019) Biological activities of paper mulberry extract (*Broussonetia papyrifera* (L.)

- Vent.) The 45th Congress on Science and Technology of Thailand, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand
8. Kasekarn, W., Suksiriphattanapong, B., Chokeyaichitkool, T., **Wanachewin, O.**, Roytrakul, S., & Kongtawelert, P. (2020) Soluble Expression and Purification of Bioactive Recombinant Human Bone Morphogenetic Protein-2 from *Escherichia coli*.
 9. **อรรวรรณ วนะชีวิน**, ธัญสุดา สิทธิมงคล และวิภาวรรณ ปุ้คำปวง (2565). การศึกษาปริมาณฟีนอลิกกรวม และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของผลิตภัณฑ์ตะไคร้แปรรูปทางการค้า. *การประชุมวิชาการระดับชาติพืบลสงครามวิจัย ครั้งที่ 7*, มหาวิทยาลัยราชภัฏพืบลสงคราม (ส่วนวังจันทน์), พืชนโลก
 10. อนุสร บัญจิตร, กาญจนา แปงจิตต์ และ**อรรวรรณ วนะชีวิน** (2565). การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญจากพืชนผอง (Senna hirsuta (L.) H. S. Irwin & Barneby) ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์
 11. Keratibumrungpong T, Srisuthtayanont W, **Wanachewin O**, Klangjorhor J, Phitak T, Pothacharoen P, Shwe TH, Kongtawelert P. Sesamin Attenuates VEGFA-Induced Angiogenesis via Inhibition of Src and FAK Signaling in Chick Chorioallantoic Membrane Model and Human Endothelial EA.hy926 Cells. *Biomedicines*. 2023; 11(1):188. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11010188>

รางวัล

1. รางวัลการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีเด่น ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประชุมวิชาการระดับชาติพืบลสงครามวิจัย ครั้งที่ 4 (2561), มหาวิทยาลัยราชภัฏพืบลสงคราม (ส่วนวังจันทน์), พืชนโลก
2. รางวัลการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ชมเชย กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกษตร และสิ่งแวดล้อม การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 28 มีนาคม 2567

ประสบการณ์การฝึกอบรม

1. การอบรมเชิงปฏิบัติการ “การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางโดยใช้สีจากธรรมชาติ” ผ่าน ระบบประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Video Conference) โดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา วันที่ 16 สิงหาคม 2563
2. การอบรมเรื่อง “ASEAN teacher #UpskillwithAU” ผ่าน ระบบประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Video Conference) โดย Austrade ASEAN Education Team วันที่ 4 พฤศจิกายน 2564
3. การอบรมเชิงปฏิบัติการ “ความปลอดภัยทางชีวภาพ และการรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพ” โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ณ ห้องคำมอกหลวง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงจังหวัดเชียงราย วันที่ 24 – 26 พฤศจิกายน 2563
4. การอบรมเชิงปฏิบัติการ “หลักสูตรการเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยที่สอดคล้องกับการวิจัยและนวัตกรรมในมิติใหม่ รุ่นที่ 2 ครั้งที่ 1 ประจำปี 2564” ผ่าน ระบบประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Video Conference) โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ วันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ 2564
5. การอบรมเชิงปฏิบัติการ “หลักสูตรการเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยที่สอดคล้องกับการวิจัยและนวัตกรรมในมิติใหม่ รุ่นที่ 2 ครั้งที่ 2 ประจำปี 2564” ผ่าน ระบบประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Video Conference) โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ วันที่ 20 – 23 กรกฎาคม 2564
6. การอบรมเรื่อง “ความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี” ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ (6 พฤษภาคม – 4 สิงหาคม 2564)
7. การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “หลักพื้นฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์” (Human Subject Protection: HSP) โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย (21-22 พฤษภาคม 2565)
8. การอบรมเชิงปฏิบัติการ STI changemaker ครั้งที่ 1 (School of Changemakers) เพื่อการสนับสนุนเครือข่ายคลินิกเทคโนโลยี วันที่ 9 สิงหาคม 2564 ผ่าน ระบบประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Video Conference) (9.00 -12.00 น.)
9. กิจกรรมเสริมศักยภาพการบริหารอุทยานวิทยาศาสตร์ภูมิภาค มุ่งเป้าสร้าง Innovation Ecosystem โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ วันที่ 31 มีนาคม - 2 เมษายน 2565
10. การอบรม Train the trainer ภายใต้โครงการเส้นทางสู่นวัตกรรม (Mini R2M) อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ วันที่ 21-22 เมษายน 2565 (Research to Market : Research – Product – Service – Business Model Design ตรีชิต เมธารัตน์โชติ) & (ทรัพย์สินทางปัญญากับงานวิจัย IP VS research in university)
11. การอบรม “หลักสูตรด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ และการรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพ” โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยพะเยา วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

ประสบการณ์การทำงาน

กรกฎาคม 2559- ปัจจุบัน

อาจารย์ผู้สอน โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เชียงราย

พฤษภาคม 2564 - กุมภาพันธ์ 2566

รองผู้อำนวยการสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ประวัติผู้ร่วมวิจัยคนที่ 2

1. ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์
Assist. Dr. Tippawan Prasertsin
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 1471300010961
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมืองเชียงราย
จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776012 โทรศัพท์มือถือ 085-4594633
โทรสาร 053-702758
E-mail: tippawan_pra@hotmail.com, prasertsintippawan@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา :

2556	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (จุลชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2553	ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2551	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ :
 1. จุลชีววิทยา เช่น การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่สำคัญในผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำ อากาศ และสิ่งแวดล้อม การทดสอบฤทธิ์การต้านแบคทีเรีย การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์
 2. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เช่น วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ
 3. เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น วิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ งานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย และผู้ร่วมวิจัย

ปี	ชื่องานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
2558	การศึกษาความหลากหลายและการคัดแยก สำหรับขนาดเล็กที่สามารถผลิตน้ำมันชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำหนองบัว และทะเลสาบเชียง แสน จังหวัดเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้า โครงการ
2558	การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค ผิวหนังบางชนิดและฤทธิ์ การต้าน อนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่าย ไก่อ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วม โครงการ
2559	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาภูเขาของ หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัด เชียงราย เพื่อการจัดการอย่างยั่งยืน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้า โครงการ
2559	การสำรวจเก็บข้อมูลสาหร่ายเตาและไก่กบวิถี ชีวิตชาวล้านนา	สถาบันความ หลากหลาย มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วม โครงการ
2560	การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และ สถานการณ์คุณภาพน้ำกบบริเวณพื้นที่ปลูก ข้าวอำเภอเมืองเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้า โครงการ
2561	การศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับสาหร่ายยี่ดเกาะ เพื่อประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบ คุณภาพน้ำของแม่น้ำกก จังหวัดเชียงราย	สำนักงาน คณะกรรมการวิจัย แห่งชาติ	หัวหน้า โครงการ
2561	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการ ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำเพื่อ วางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วม โครงการ

ปี	ชื่องานวิจัย	แหล่งทุน	สถานะผู้วิจัย
2563	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบสำหรับเตา (<i>Spirogyra</i> sp.) บริเวณแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลบางแหล่งในอำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้า โครงการ
2564	การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบสำหรับไฟ บริเวณนาข้าวบางแหล่งในอำเภอเมืองเชียงราย และอำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	หัวหน้า โครงการ
2564	การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าโกโก้ของจังหวัดเชียงราย	สำนักงานการวิจัย แห่งชาติ (วช.)	ผู้ร่วม โครงการ
2565	การพัฒนาเครื่องตีผงกักขังจากเปลือกเมล็ดโกโก้ เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดของเสียจากการแปรรูปโกโก้	สำนักงานพัฒนาการ วิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)	ผู้ร่วมวิจัย
2566	การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	ผู้ร่วมวิจัย
2568	การพัฒนากาแฟโรบัสตาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมบนฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อเสริมสร้างเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพัฒนากาแฟนครเทิง	กองทุนส่งเสริมวิทยา ศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ป งบประมาณ 2568	ผู้ร่วมวิจัย

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

ผลงานตีพิมพ์/Proceeding

1. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, ประเสริฐ ไวยะกา, สุนทรี กรโอชาเลิศ และ วิภาวรรณ ปู่คำปวง. 2560. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำประปาภูเขาหมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *วารสารการวิจัยกาสะลองคำ*. ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 (ฉบับพิเศษ), หน้า 101-113.
2. Prasertsin T. and Peerapornpisal, Y. 2018. Distribution and isolation of microalgae for lipid production in selected freshwater reservoirs of northern Thailand. *Biodiversitas*. 19(1): 343-350.

3. **Prasertsin T.,** Yavichai S. and Pingmano C. 2018. Diversity of Phytoplankton and water quality in Mae Suai Reservoir during the rainy season. *Science and Technology RMUTT Journal*. 8(1): 184-199.
4. **ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์,** ประเสริฐ ไวยะกา และเอกชัย ญาณะ. 2561. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตามฤดูกาลของแม่น้ำกก จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. กาญจนบุรี. 272-281.
5. **ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์,** เกสร รุ่งดี และธีระพันธ์ มลิมาศย์. 2561. การประเมินคุณภาพดินและสถานการณ์คุณภาพน้ำและคุณภาพดินบางประการ บริเวณพื้นที่การเกษตร ตำบลริมกก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก. 209-217.
6. Suk-ueng, K., Chantima, K. and **Prasertsin. T.** 2019. Satellite Remote Sensing for Agricultural Mapping at Nang Lae Sub-district, Mueang Chiang Rai District, Chiang Rai Province. Proceedings of 5th EnvironmentAsia International Conference, 13-15 June 2019, The Empress Convention Center, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand.104-114.
7. Suk-ueng, K., Chantima, K. and **Prasertsin. T.** 2019. Soil and Water Quality Assessments for Agricultural Uses in Nang Lae Sub-district, Mueang District, Chiang Rai Province. Proceedings of 5th EnvironmentAsia International Conference, 13-15 June 2019, The Empress Convention Center, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand. 156-170.
8. Suk-ueng, K., Chantima, K. and Prasertsin, T. 2019. Spatial distribution of soil quality using geoinformatics in agricultural areas in Nang Lae Sub-district, Mueang District, Chiang Rai Province. *International Journal of Agricultural Technology*. 15(5): 779-790.
9. **ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์,** กุหลาบ แซ่ก๊อ และวิภาวรรณ ปุ้คำปวง. 2563. การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.) บริเวณแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลบางแหล่งในอำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา. ชลบุรี. 136 - 142.
10. กฤตวิญญ์ สุขอึ้ง, **ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์** และศิริวรรณ บุญนาวา. การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลทางกายภาพและเคมีบางประการในบานตาหลวง ตำบลตา อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. สงขลา. 148 - 155.

11. Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Phinyo, K. and Yana, E. 2021. The diversity and abundance of phytoplankton and benthic diatoms in varying environmental conditions in Kok River, Chiang Rai, Thailand as bio-indicators of water quality. *Biodiversitas*. 22(4): 1853-1862.
12. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, อรยา จันท์ตะเป็ง และ วิภาวรรณ ปู้คำปวง. 2564. **ฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบสาหร่ายไฟ บริเวณนาข้าวบางแหล่งในอำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย**. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ครั้งที่ 1. มหาสารคาม. 171 - 182.
13. ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ สีดา เณลิมวัฒน์วงศ์ วณิชชา ปัญญา และ กฤตวิทย์ สุขอึ้ง. 2565. **ศักยภาพของพอลิแซ็กคาไรด์ในการใช้เป็นพรีไบโอติกของสาหร่ายไก่อ ในแม่น้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย**. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 5 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพมหานคร. หน้า 467- 474.
14. มีโชค เหลี่ยมมา, วสันต์ มะโนเรือง, กฤษณ์พงศ์ ภาษิตวิไลธรรม และ ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์. 2566. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพลงก่ตอนพิชกับคุณภาพน้ำด้านกายภาพ และด้านเคมีบางประการในอ่างเก็บน้ำหนองหลวง อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย**. บทความวิจัยสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ณ โรงแรมดิเอมเมอรัลด์ กรุงเทพมหานคร. 23 – 24 มีนาคม 2566. หน้า 22 -32.
15. อังศณา ปรัชญาชมพู และทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์. 2566. **การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาในพริกปลาที่จำหน่ายในตลาดเทศบาล 1 อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 3(2):57-67.
16. Prasertsin, T., Suk-ueng, K. Chantima, K. and Panya, V. 2024. **Water quality affecting Kai growth in Thailand: Novel method using AARL- PC Score and inverse distance weighting interpolation**. *EnvironmentAsia Journal*. 17(1) : 55-68.
17. Kittiya Phinyo, Kuhlab Saeku, Wipawan Pukumpuang, Jeeraporn Pekkoh and Tippawan Prasertsin. (2024). **Morphological and Molecular Characterization of Spirogyra Species from Water Bodies in Chiang Rai Province, Thailand: Insights into Bioactivity and Antioxidant Potential**. *Sains Malaysiana*. 53(5), 1093-1104.

หนังสือ

ประเสริฐ ไวยะกา ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และวิภาวรรณ ปุ่คำปวง. 2560. สหราชอาณาจักรกับวิถีชีวิตล้านนา. สถาบันความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาท้องถิ่นและอาเซียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

- 7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด
- ชื่อข้อเสนอโครงการ การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
- แหล่งทุน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
- ผู้ร่วมวิจัย ทำวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ส่งรูปเล่มสมบูรณ์ และส่งเผยแพร่งานวิจัยแล้ว