

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

Development of Noodle Product Protein Fortification with Watermeal

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.)

อภิรดา พรปັນณวิชญ์^{1*} และ สุพรรณนิการ์ กล่อมจจอหอ¹

Apirada Phonpannawit^{1*} and Supannika Klomjoho¹

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹ Faculty of Agriculture technology, Chiangmai Rajabhat University

บทคัดย่อ

ไข่น้ำเป็นแหล่งอาหารทางเลือกจากพืชท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่อาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 7 สิ่งทดลองตามลำดับดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1) ชุดควบคุม 2) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 3) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 4) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 5) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 6) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 7) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด จากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำพบว่าการใช้ไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งส่งผลให้ค่า L^* , a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณน้ำอิสระ 0.60–0.62 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีโปรตีนร้อยละ 3.90 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดมีโปรตีนร้อยละ 4.06–4.14 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 4.47–4.98 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ในด้านคุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 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 ดังนั้นการเสริมไข่น้ำในเส้นก๋วยเตี๋ยวสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ เป็นอาหารสุขภาพที่ช่วยป้องกันการเกิดภาวะขาดโปรตีนและพลังงานสำหรับบุคคลในวัยต่างๆได้ และ ส่งเสริมด้านความมั่นคงทางอาหารในชุมชน

คำสำคัญ: ไข่น้ำ, ก๋วยเตี๋ยว, โปรตีน

Abstract

Watermeal is an alternative food source from local plants with high nutritional value. The objective of this research is to develop protein-fortified noodle products from watermeal to increase the nutritional value of carbohydrate foods. This study consisted of 7 experiments, respectively, as follows: experiment 1) control sample 2) fortified with fresh watermeal 5% of total starch weight 3) fortified with fresh watermeal 10% of total starch weight 4) fortified with fresh watermeal 15% of total starch weight 5) fortified with dried watermeal 5% of total starch weight 6) fortified with dried watermeal 10% of total starch weight 7) fortified with dried watermeal 15% of the

* Corresponding author: apirada_rin@cmru.ac.th

Received: 24 กันยายน 2567

Revised: 13 พฤศจิกายน 2567

Accepted: 25 พฤศจิกายน 2567

total starch weight. The results of the study found that noodle products supplement with fresh and dehydrated watermeal resulted in a statistically significant difference in the color values L^* a^* and b^* at the 95% confidence level. There were no significant difference of water activity content between the control sample and the noodles fortified with fresh watermeal and dried watermeal at the 95% confidence level. The amount of water activity in all samples were 0.60 to 0.62. Noodles supplemented with fresh and dried watermeal have a higher protein content than the control. The control sample has 3.90% protein. Fresh watermeal-fortified noodles have 4.06-4.14% protein. Dried watermeal-fortified noodles have 4.47-4.98% protein. The result shows that 15% fresh watermeal-fortified noodles had a texture value that was not significantly different from the control sample but had a protein content that was significantly higher than the control. Noodles supplemented with 15% dried watermeal had the following nutrition values given per 100 grams of sample: energy 182.49 kcal, 4.38 grams of protein, 26.93 grams of carbohydrates, 7.25 grams of fat, 2.29 grams of fiber and 0.81 grams of ash, respectively. Therefore, fortified with watermeal in noodles can increase the nutritional value of the product. It is a healthy food that prevents protein energy malnutrition of various ages and promotes food security in the community.

Keywords: Watermeal, Noodles, Protein

1. บทนำ

อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตนั้นเป็นอาหารหลักที่คนไทยนิยมบริโภคซึ่งอยู่ในรูปแบบต่างๆเช่น ข้าว ขนมปัง เส้นขนมจีน เส้นก๋วยเตี๋ยว เป็นต้น อาหารกลุ่มนี้เป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายแต่อาหารกลุ่มนี้จะมีสารอาหารกลุ่มโปรตีนที่เป็นสารอาหารเพื่อใช้สร้างกล้ามเนื้อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายน้อย ซึ่งในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและสนใจอาหารสุขภาพเพิ่มมากขึ้น เช่น อาหารโปรตีนสูง อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง และจากข้อมูลด้านการตลาดสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่ผู้บริโภคชาวไทยมีแนวโน้มต้องการเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ข้าวและผลิตภัณฑ์จากแป้งจำพวกเส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยสูงสุดระหว่างร้อยละ 10.4 และ 10.2 ต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สุนิษฐา เศรษฐีธร, 2561) จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถตอบสนองตามแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภค โดยในปัจจุบันอาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือกจากพืชนั้นว่าเป็นอาหารที่มีแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคสูงเพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มหันมาบริโภคอาหารที่มีแหล่งที่มาจากธรรมชาติ เพื่อประโยชน์ในเชิงสุขภาพและยังเกิดจากการตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งกระบวนการผลิตเนื้อแบบปศุสัตว์นั้นก่อให้เกิดก๊าซมีเทน เพิ่มก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากให้แก่โลก นอกจากนี้การรับประทานในกลุ่มโปรตีนทางเลือกจากพืชยังช่วยในเรื่องการป้องกันโรค เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น (ธิติสรร พึ่งกัน, 2563)

ไข่น้ำหรือฝ้าเป็นพืชมีดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลกมีชื่อสามัญว่า Watermeal ชื่อวิทยาศาสตร์ *Wolffia globosa* ในเมืองไทยไข่น้ำสกุล *Wolffia* พบ 2 ชนิด คือ *Wolffia arrhizal* (Linn) Wimm. และ *Wolffia globosa* (Linn) Wimm. อยู่ในวงศ์เดียวกับแห่น้ำจืด ไข่น้ำจัดเป็นพืชชั้นสูงใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลกอยู่ในวงศ์ Lemnaceae เป็นพืชลอยน้ำที่มีขนาดเล็กมองเห็นเป็นเม็ดสีเขียวกลมหรือเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร ไม่มีราก ลอยอยู่บนผิวน้ำ อาจเกิดเดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่ ดอกมีขนาดเล็ก ออกดอกเป็นช่อ ประกอบด้วยดอกตัวผู้ 1 ดอก ดอกตัวเมีย 1 ดอก สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหนอ พบมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ไข่น้ำเป็นอาหารท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการไข่น้ำจากการเลี้ยงมีโปรตีนร้อยละ 48 ไขมันร้อยละ 9 เยื่อใยร้อยละ 14 มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ทรีโอนีน วาลีน เมไทโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน เบนิลอะลานีน โลซีน ทรีโอนีน ทริฟโตเฟน อาร์จินีน และฮีสทีดีน (อมลณัฐ ฉัตรตระกูล และคณะ, 2555) ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ เช่น ใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับมนุษย์ ใช้เพิ่มคุณค่าทางอาหาร และไข่น้ำยังเป็น

แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและรงควัตถุหลายชนิดโดยในไข่น้ำมีสารสีในปริมาณที่สูงพบปริมาณคลอโรฟิลล์ 30.17 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม นอกจากนี้ยังมีสารเบต้าแคโรทีน 64.16 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด 1,000 กรัม และมีการศึกษาพบว่าในไข่น้ำมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในไข่น้ำสดเท่ากับ 21.14 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อกรัม ไข่น้ำแห้งเท่ากับ 13.02 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อกรัม และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็งเท่ากับ 14.50 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS ในไข่น้ำสด IC_{50} เท่ากับ 4.39 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไข่น้ำแห้ง IC_{50} เท่ากับ 6.50 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง IC_{50} เท่ากับ 5.82 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (อุมพร นิยะนุช, 2553) นอกจากนี้ยังมีการนำไข่น้ำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ผลลัพธ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 25.80 โปรตีนร้อยละ 9.87 ไขมันร้อยละ 2.98 เถ้าร้อยละ 0.53 เส้นใยร้อยละ 2.02 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 58.80 โดยน้ำหนัก และเมื่ออบแห้งขนมปังเสริมไข่น้ำที่ 70 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 9.88 และค่า aw 0.49 (กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์, 2564)

จากประโยชน์ของไข่น้ำดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมด้านความมั่นคงทางอาหาร ลดการขาดแคลนอาหารกลุ่มโปรตีน และเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบท้องถิ่นอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้ไข่น้ำเป็นวัตถุดิบเสริมโปรตีนในอาหาร และศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมไข่น้ำ

วัตถุดิบไข่น้ำที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในเขตภาคเหนือที่ผ่านการวิเคราะห์สารตกค้างด้วยชุดทดสอบซึ่งวัตถุดิบจะต้องไม่มีสารตกค้าง ทำความสะอาดไข่น้ำสดโดยแช่ในน้ำผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต 5 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร นาน 15 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2 ครั้ง จึงจะนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนไข่น้ำอบแห้งนั้นได้จากการอบแห้งไข่น้ำสดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้จะทำการคั้นตัวโดยนำไข่น้ำอบแห้งมาแช่น้ำอุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นกรองเอาน้ำออกและนำเฉพาะไข่น้ำมาใช้ วัตถุดิบไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งมีคุณภาพดังนี้ ไข่น้ำสดมีค่าความชื้นร้อยละ 90.33 ปริมาณน้ำอิสระ 0.98 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.50 ส่วนไข่น้ำอบแห้งมีค่าความชื้นร้อยละ 10.66 ปริมาณน้ำอิสระ 0.37 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.43

3.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีน ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 7 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 ในกระบวนการผลิตมีสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยว (ชุดควบคุม) ดังนี้ แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 18 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 13 น้ำสะอาดร้อยละ 66 และน้ำมันพืชร้อยละ 3 กระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ตารางที่ 1 สิ่งทดลองในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

สิ่งทดลอง	ไข่น้ำสด	ไข่น้ำอบแห้ง	น้ำสะอาด	แป้งข้าวเจ้า	แป้งมันสำปะหลัง	น้ำมันพืช
1 (ชุดควบคุม)	-	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
2	ร้อยละ 5 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
3	ร้อยละ 10 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
4	ร้อยละ 15 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
5	-	ร้อยละ 5 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
6	-	ร้อยละ 10 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
7	-	ร้อยละ 15 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

คุณภาพด้านกายภาพวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ในระบบ CIE Konica Minolta รุ่น CR-400 ประเมินค่าสีในระบบ CIE เป็นค่า L* ค่าความสว่าง (lightness) a* ค่าความเป็นสีแดง (redness) และ b* ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ และประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA.XT plus ด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) ใช้หัววัดทรงกระบอก (cylinder probe) เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) โดยประเมินค่า hardness, adhesiveness, springiness และ cohesiveness กำหนดพารามิเตอร์ในการวัดดังนี้ pre-test speed เท่ากับ 4 mm/sec, test speed เท่ากับ 1 mm/sec, post-test speed เท่ากับ 1 mm/sec (อิชิฮา เนตรบุตร และคณะ, 2560) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ

ด้านคุณภาพทางเคมีวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ ปริมาณความชื้น โดยใช้ตัวอย่าง 3 กรัม เกลี่ยใส่ในถ้วยโลหะที่ผ่านการอบแห้ง และทราบน้ำหนักมาก่อนแล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในถาดความชื้น ชั่งน้ำหนักและอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0020 กรัม คำนวณหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2020) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ปริมาณน้ำอิสระ วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ปริมาณโปรตีน ใช้ตัวอย่างให้น้ำหนัก 3 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนเติมสารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต และโพแทสเซียมซัลเฟต 5 กรัม เติมกรดซัลฟิวริกปริมาตร 20 มิลลิลิตร ย่อยเป็นเวลา 30 นาที จนได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ทำการกลั่นแอมโมเนียโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ได้ของเหลวปริมาตร 125 มิลลิลิตร จากนั้นไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง คำนวณหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2020) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.4 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการศึกษาสูตรแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สุดท้ายดังนี้ ค่าพลังงาน ปริมาณโปรตีน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใย (AOAC, 2020) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีที่ได้รับการรับรองมาตรฐานตาม ISO/IEC 17025

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนพร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลผลิตตามวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่น้ำโดยผันแปรปริมาณไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้ง วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านค่าสี ค่าเนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณโปรตีน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

สิ่งทดลอง	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*
1. ชุดควบคุม	64.41±0.60e	-0.49±0.02d	0.74±0.06a
2. เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 5	53.59±0.33c	-3.76±0.01a	10.71±0.14de
3. เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 10	49.94±1.37b	-3.89±0.13a	10.12±1.60d
4. เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 15	44.70±0.44a	-3.56±0.30a	12.63±1.65e
5. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 5	60.30±2.43d	-1.47±0.16c	3.38±0.86b
6. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10	58.58±0.25d	-1.90±0.01b	4.25±0.16b
7. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15	50.71±0.38b	-2.15±0.29b	7.09±0.66c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมคือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้เสริมไข่น้ำมีค่าสี L* 64.41 ค่า a* -0.49 ค่า b* 0.74 ตามลำดับ เมื่อเสริมไข่น้ำในเส้นก๋วยเตี๋ยวพบว่าค่าสี L* มีแนวโน้มลดลง โดยค่า L* บ่งบอกถึงความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งมีค่าสี L* แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าสี +a* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง ค่าสี -a* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว ค่า a* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการเสริมไข่น้ำทำให้เส้นก๋วยเต๋วยมีค่าสี a* ลดลงจากชุดควบคุม เพราะค่า a* มีค่าลดลงจึงแสดงผลทำให้สีเขียวเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏคือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำจะมีสีเขียวมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม และค่าสี +b* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง ค่าสี -b* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน การเสริมไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งส่งผลให้ค่าสี b* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการเสริมไข่น้ำทำให้ค่าสี b* ของเส้นก๋วยเต๋วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมจึงแสดงผลให้ผลิตภัณฑ์ที่เสริมไข่น้ำมีสีเหลืองมากกว่าชุดควบคุม

ตารางที่ 3 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

สิ่งทดลอง	Hardness (kg/s) ns	Adhesiveness (g.s) ns	Cohesiveness ns	Springiness
1. ชุดควบคุม	16.61±3.28	-0.02±0.01	0.75±0.02	1.12±0.04a
2. เสริมไข่ขาวร้อยละ 5	18.12±4.72	-0.01±0.01	0.72±0.02	1.31±0.07b
3. เสริมไข่ขาวร้อยละ 10	19.52±3.16	-0.02±0.01	0.79±0.03	1.20±0.04ab
4. เสริมไข่ขาวร้อยละ 15	19.65±2.47	-0.01±0.01	0.80±0.06	1.20±0.06ab
5. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 5	20.52±4.13	-0.02±0.01	0.73±0.04	1.15±0.02a
6. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 10	25.83±9.90	-0.02±0.01	0.80±0.01	1.28±0.06b
7. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 15	25.83±5.32	-0.01±0.01	0.77±0.02	1.29±0.05b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ขาวและไข่ขาวอบแห้งมีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ไม่แตกต่างกับเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความแข็งของเส้นก๋วยเตี๋ยว 16.12 – 25.83 กิโลกรัมต่อวินาที เมื่อเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่เสริมไข่ขาวกับชุดควบคุม พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ขาวมีแนวโน้มจะมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของไข่ขาวมากขึ้น ในด้านค่าการยึดติด (adhesiveness) ที่แสดงถึงการยึดติดของอาหารกับวัตถุดิบเช่น อาหารติดหม้อกวน ฟัน เพดาน ริมฝีปากระหว่างการรับประทาน ค่าการยึดติดมีผลเช่นเดียวกับค่าความแข็งคือเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ขาว และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ขาวอบแห้งมีการยึดติดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการยึดติดของเส้นก๋วยเตี๋ยว -0.01 ถึง -0.02 กิโลกรัมต่อวินาที เช่นเดียวกับค่าการเกาะติด (cohesiveness) ซึ่งแสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหารหรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหารที่พบว่าค่าการเกาะติดของเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ขาว และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ขาวอบแห้งมีการเกาะติดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการเกาะติดของเส้นก๋วยเตี๋ยว 0.72 – 0.80 ส่วนค่าความยืดหยุ่นของอาหาร (springiness) นั้นพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีค่าความยืดหยุ่นแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ขาวร้อยละ 5 และเสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 10 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความยืดหยุ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ขาวจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าชุดควบคุม

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำอิสระ ns	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)
1. ชุดควบคุม	0.61±0.01	57.89±2.29c	3.90±0.03a
2. เสริมไข่ขาวร้อยละ 5	0.60±0.01	50.77±2.96ab	4.07±0.04b
3. เสริมไข่ขาวร้อยละ 10	0.62±0.01	59.53±2.34c	4.06±0.04b
4. เสริมไข่ขาวร้อยละ 15	0.61±0.01	54.46±1.59bc	4.14±0.01b
5. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 5	0.60±0.01	48.11±2.68a	4.47±0.04c
6. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 10	0.61±0.01	55.22±1.61bc	4.78±0.03d
7. เสริมไข่ขาวอบแห้งร้อยละ 15	0.62±0.01	56.32±2.86c	4.98±0.05e

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้ง และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้งอบแห้งมีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.60–0.62 เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้งมีความชื้นร้อยละ 50.77–59.53 ส่วนเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโซ่แป้งอบแห้งมีค่าความชื้นร้อยละ 48.11–56.32 เส้นก๋วยเตี๋ยวในงานวิจัยนี้เป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสดซึ่งโดยทั่วไปก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจะมีค่าความชื้นร้อยละ 62–64 ดังนั้นจึงไม่สามารถเก็บได้ไม่นานเพราะเป็นอาหารที่ปริมาณความชื้นปานกลาง และมีค่าปริมาณน้ำอิสระมากกว่า 0.60 จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญเติบโตและทำให้อาหารเสื่อมเสียได้

คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้านปริมาณโปรตีน พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้ง และโซ่แป้งอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีโปรตีนร้อยละ 3.90 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งมีโปรตีนร้อยละ 4.06–4.14 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 4.47–4.98 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งมีโปรตีนสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

จากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากโซ่แป้ง พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง การยึดติด การเกาะติดอาหารไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรควบคุม แต่การเสริมโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 เป็นสิ่งทดลองที่มีปริมาณโปรตีนในเส้นก๋วยเตี๋ยวสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งยังมีค่าเนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่นสูงกว่าชุดควบคุม ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการสูงสุดคือเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 เพื่อนำมาศึกษาต่อในด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโซ่แป้งอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด

คุณภาพ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	182.49
โปรตีน (กรัม/100กรัม)	4.38
คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100กรัม)	26.93
ไขมัน (กรัม/100กรัม)	7.25
เส้นใย (กรัม/100กรัม)	2.29
เถ้า (กรัม/100กรัม)	0.81
ความชื้น (กรัม/100กรัม)	62.63



ภาพที่ 2 ผลผลิตพันธุ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด

เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ให้คุณค่าทางโภชนาการต่อตัวอย่าง 100 กรัม ดังนี้ ให้พลังงาน 182.49 กิโลแคลอรี โปรตีน 4.38 กรัม คาร์โบไฮเดรต 26.93 กรัม ไขมัน 7.25 กรัม เส้นใย 2.29 กรัม และเถ้า 0.81 กรัม จากข้อมูลของสำนักโภชนาการ กรมอนามัย (2561) ผลผลิตพันธุ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ 100 กรัม ให้พลังงาน 135 กิโลแคลอรี โปรตีน 2.50 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.50 กรัม ไขมัน 0.80 กรัม เส้นใย 0 กรัม และเถ้า 0.10 กรัม จะเห็นได้ว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโปรตีนจากไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด มีค่าพลังงาน โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า สูงกว่า ดังนั้นการเสริมไข่น้ำสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้ทั้งยังสามารถเพิ่มปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ได้อีกด้วย

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเสริมไข่น้ำในเส้นก๋วยเตี๋ยวมีผลต่อค่าสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีเข้มขึ้นมีความสว่างลดลง การเสริมไข่น้ำในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อค่าสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยจะมีสีเข้มมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำในปริมาณน้อย ค่า a^* และ b^* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเสริมไข่น้ำส่งผลให้สีของผลผลิตพันธุ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีแนวโน้มไปทางสีเขียวเพิ่มขึ้น เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสดจะมีความเป็นสีเขียวมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้ง และการเสริมไข่น้ำส่งผลให้ค่า b^* เพิ่มขึ้นโดยผลผลิตพันธุ์มีแนวโน้มมีสีเหลืองมากกว่าชุดควบคุม ผลการวิจัยที่ได้ในด้านค่าสี L^* และ a^* สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) ที่เสริมไข่น้ำผงในบะหมี่โดยเมื่อเติมปริมาณไข่น้ำผงมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง L^* และค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว a^* ของบะหมี่ลดลงผลผลิตพันธุ์มีสีเขียวเพิ่มขึ้น แต่ค่า b^* นั้นมีแนวโน้มลดลง

ในด้านคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้านค่าความแข็ง ค่าการยึดติด ค่าการเกาะติด และค่าการยืดหยุ่นนั้น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวคือการเกิดเจลลาตินในเซชันและรีโทรเกรเดชัน นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส น้ำ เกลือ น้ำตาล ไขมัน และอุณหภูมิ เป็นต้น ในกระบวนการเจลลาตินในเซชันเมื่อเม็ดสตาร์ชแตกออกทำให้โมเลกุลของอะไมโลสอิสระหลุดออกมาจากโครงสร้างเกิดการเรียงโมเลกุลใหม่ของอะไมโลสอิสระอีกครั้งและเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการเรียงโมเลกุลใหม่ที่แข็งแรงขึ้นเรียกว่า กระบวนการรีโทรเกรเดชัน โดยอะไมโลเพคตินที่มีสายโซ่ที่สั้นมีแนวโน้มเกิดรีโทรเกรเดชันได้มาก ปริมาณสัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินจะไปเพิ่มอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชัน ซึ่งการเกิดรีโทรเกรเดชันเนื่องจาก

อะไมโลเพคตินนั้นสามารถผันกลับไปมาได้ถ้าหากมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลของสตาร์ชอีกครั้ง (Bao et al., 2004, pp. 6010-6016) รวมถึงการเสริมไขมันในเส้นก๋วยเตี๋ยวก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสเช่นกัน เนื่องจากไขมันมีเส้นใยอาหารและโปรตีนเป็นส่วนประกอบเมื่อเสริมไขมันในปริมาณสูงขึ้นไปทำให้โครงสร้างเจลในแป้งลดลงค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวจึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น และโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเม็ดแป้ง ถ้าปริมาณโปรตีนสูงจะทำให้การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งลดน้อย ต้องใช้พลังงานมากในการทำให้อาหารสุกซึ่งอาจส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว (ศจี สุวรรณศรี และคณะ, 2548)

ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไขมันสด และไขมันอบแห้งจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไขมันอบแห้งมีโปรตีนสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไขมันสด การเสริมไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลพร พุทธิ และวริศชนม์ นิลนนท์ (2564) ที่ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันอบแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันผงร้อยละ 10 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่สูตรพื้นฐาน และสอดคล้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยใช้ไขมันอบแห้งด้วยวิธีพรีชดราย พบว่าเมื่อเสริมไขมันในปริมาณที่มากขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น โดยขนมสูตรที่เสริมไขมันร้อยละ 40 มีปริมาณโปรตีน 13.93 กรัมต่อ100กรัม (On-Nom et al., 2023, pp. 2647) ดังนั้นการเสริมไขมันในผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มโปรตีนและทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นได้ เนื่องจากไขมันเป็นแหล่งของสารอาหารโดยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไขมันในน้ำหนัก100 กรัม พบว่าไขมันให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.60 กรัม ไขมัน 0.10 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.50 กรัม เถ้า 0.70 กรัม และแคลเซียม 59 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2561) มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ทรีโอนีน วาลีน เมไทโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน เบนิลอะลานีน ไลซีน ทรีโอนีน ทริโตนิน อาร์จินีน และฮีสทีดีน (Ruekaewma et al., 2015, pp. 575-580) ไขมันจึงเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและการเสริมไขมันในผลิตภัณฑ์จึงสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหารได้ อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารต่างๆในไขมันอาจมีความแตกต่างกันได้ขึ้นกับแหล่งที่มาวิธีการเพาะเลี้ยง เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ในการวิจัยเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวประเภทก๋วยเตี๋ยวเส้นสดดังนั้นจึงควรนำเทคโนโลยีอื่นๆมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต การใช้เทคโนโลยีเฮอริคัล เป็นต้น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไขมันสำเร็จได้โดยการได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณปี 2566

7. เอกสารอ้างอิง

กุลพร พุทธิ และวริศชนม์ นิลนนท์. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันอบแห้ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 16(2), 57-69.

ฉัตรพร พึ่งกัน. (2563). The Power of Flavor อาหารในยุค 2023. ใน การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, *TAT Review* (น.2).

<https://tatreviewmagazine.com/article/the-power-of-flavor/>.

สุธีรา เข้มทอง, ภัทราพร ยูธาชิต, จิราวรรณ อุ๋นเมตตาอารี, ลัดดาวรรณ แยมทองกลาง, กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง, และบุษพาติ ต่อนบุญสูง (2565). ผลของการเสริมไขมันผงต่อคุณภาพของบะหมี่สด. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 20(2), 183-200.

สุนิษฐา เศรษฐีธร. (2561). ตลาดอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในประเทศไทย. ใน สถาบันอาหาร, *รายงานตลาดอาหารในประเทศไทย* (น.4). https://fic.nfi.or.th/upload/market_overview/Rep_Health%20and%20wellness_12.10.61.pdf

- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (1 กันยายน 2561). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ*. Thai Nutrition Search. <https://thaifcd.anamai.moph.go.th/nss/search.php>.
- ศจี สุวรรณศรี, รัตนา สนั่นเมือง, สุพัตรา สุวรรณธาดา และสอวาง ไชยรินทร์. (2548). *การผลิตกล้วยเดี่ยวเส้นสดจากข้าวหัก* (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อมลณัฐ ฉัตรกุล, ศันสนีย์ อุตมอ่าง, วิลาสินี ตีปัญญา และกฤษฎิ์พันธ์ พรรณรัตน์ชัย. (2555). *เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำแข็งพาณิชย์* (รายงานผลการวิจัย). คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- อุมาพร นิยะนุช. (2553). *การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ* [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อธิชา เนตรบุตร, เอกราช เกตวัลท์ และเอกพันธ์ แก้วมณีชัย. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมโคเอนไซม์คิวเทน*. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 5(2), 71-81.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17 th ed). AOAC International. Maryland, USA.
- Bao J.S., Kong X.L., Xie J.K., and Xu L.J. (2004) Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture. *J Agric Food Chem*, 52(19), 6010-6016.
- On-Nom, N., Promdang, P., Inthachat, W., Kanoongon, P., Sahasakul, Y., Chupeerach, C., Suttisansanee, U. and Temviriyankul, P. (2023). Wolffia globosa-Based Nutritious Snack Formulation with High Protein and Dietary Fiber Contents. *Foods*, 12(14), 2647. <https://doi.org/10.3390/foods12142647>
- Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. and Powtongsook, S. (2015). Culture system for *Wolffia globosa* L. (Zemnaceae) for hygiene human food. *Songklanakarin journal of science and technology*, 37(5), 575 – 580. <https://www.researchgate.net/publication/284897053>