

Research Article

# ผลของการเสริมไข่น้ำฝางต่อคุณภาพของบะหมี่สด

## Effects of Watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) powder supplement to the quality of fresh noodles

สุธีรา เข้มทอง<sup>1\*</sup>, ภัทรพร ยูชาติ<sup>1</sup>, จิราวรรณ อุ๋นเมตตาอารี<sup>1</sup>, ลัดดาวรรณ แยมทองกลาง<sup>1</sup>, กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง<sup>1</sup> และ บุปผชาติ ต่อนบุญสูง<sup>2</sup>

Suteera Khemthong<sup>1\*</sup>, Pattharaporn Yuthachit<sup>1</sup>, Jirawan Oonmettaaree<sup>1</sup>, Laddawan Yamthonglang<sup>1</sup>, Kittisak Mungphuklang<sup>1</sup>, and Buppachat Toboosung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

<sup>2</sup>สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

<sup>1</sup>Food Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand

<sup>2</sup>Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand

\*E-mail: suteera.k@nrnu.ac.th

Received: 20/02/2021; Revised: 06/06/2021; Accepted: 07/07/2021

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไข่น้ำฝางที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่ โดยตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และทดสอบอายุการเก็บรักษา ในการวิจัยนี้ได้ผลิต ไข่น้ำฝาง (PWM) โดยนำไข่น้ำฝางมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ส่วนผสมของบะหมี่สดใช้แป้งสาลี น้ำ เกลือ โซเดียมคาร์บอเนต และไข่ไก่ โดยมีการเติมไข่น้ำฝางทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้ง พบว่าคุณภาพทางกายภาพค่าความสว่าง (L\*) ความเป็นสีแดง-เขียว (a\*) และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b\*) มีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณไข่น้ำฝาง ซึ่งสังเกตได้ว่าบะหมี่มีสีเขียวเข้มขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณไข่น้ำฝางทำให้บะหมี่มีความแข็งเพิ่มขึ้น ค่าความยากง่ายในการเคี้ยว แรงดึง และความหยุ่นลดลง อย่างไรก็ตามบะหมี่ที่มีปริมาณไข่น้ำฝางร้อยละ 2.5 มีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับบะหมี่สูตรพื้นฐาน (ร้อยละ 0 โดยน้ำหนักแป้ง) แต่มีคุณภาพทางเคมีและ

คุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่า บะหมี่ผสมไข่ น้ำฝอง ร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแห้ง มีปริมาณ โปรตีน ร้อยละ 15.51 เส้นใยอาหาร ร้อยละ 4.22 สารประกอบฟีนอล 0.07 g gallic/100 g (โดยน้ำหนักแห้ง) และคลอโรฟิลล์ 5.42 mg/kg (โดยน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ บะหมี่สูตรพื้นฐาน (ร้อยละ 0 โดยน้ำหนักแห้ง) ที่มีปริมาณ โปรตีน ร้อยละ 14.73 เส้นใยอาหาร ร้อยละ 4.13 สารประกอบฟีนอล 0.01 g gallic/100 g (โดยน้ำหนักแห้ง) และไม่พบคลอโรฟิลล์ โดยพบว่าคุณภาพทางเคมีของบะหมี่ผสมไข่ น้ำฝอง ร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแห้ง สูงกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐาน บะหมี่ทั้ง 2 สูตรสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $6 \pm 2$  องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 6 วัน โดยค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และปริมาณจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน บะหมี่สด (มพช.732/2552) ดังนั้นในงานวิจัยนี้พบว่า การผสมไข่ น้ำฝอง ปริมาณ ร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแห้ง ทำให้บะหมี่มีคุณภาพทางกายภาพ และอายุการเก็บรักษาเหมือนกับบะหมี่สูตรพื้นฐาน แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า

**คำสำคัญ:** บะหมี่, ไข่ น้ำฝอง, อายุการเก็บรักษา

### Abstract

The objective of this research was to study the optimum quantity of powdered watermeal (PWM) which was mixed into noodle products. The noodle products were tested for their physicochemical properties as well as their shelf life. In this research, PWM was produced by drying fresh watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) in hot air oven at 50 °C for 5 hours, then it was grinded and filtered using an 80-mesh sieve. The ingredients of the fresh noodles were wheat flour, water, salt, sodium carbonate, and eggs. PWM was added in different amounts of 0, 2.5, 5, 7.5, and 10% by weight the wheat flour. It was found that the physical property of lightness ( $L^*$ ) values, redness – greenness ( $a^*$ ) values and yellowness – blueness ( $b^*$ ) values decreased with increasing amounts of PWM, which was evidenced by the increasing green color of the noodles. It was noted that as increasing amounts of PWM were used, hardness of the noodle increased and their chewiness, tensile strength and elasticity decreased. However, with a PWM content of 2.5% the noodles demonstrated similar physical property to that of original noodles (with 0% PWM) whilst showing better chemical property and nutritional value. The addition of PWM at 2.5% resulted in the noodles containing 15.51% of protein, 4.22% of fiber, 0.07g of gallic /100g DW of phenol compound and 5.42 mg of chlorophyll /kg DW which is higher than the original noodles (with 0% PWM) which contained 14.73% of protein, 4.13% of fiber, 0.01g gallic /100g DW of phenol compound and no traces of chlorophyll. It was observed that the chemical quality of noodles with PWM at 2.5% were better than that of original noodles (with 0% PWM). The two noodle products were able to be stored at  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  for 6 days as evidenced by their color values, texture profile and microbial quantity which adhered to Thai community product standard: egg noodles (TCPS:732/2552). Therefore, this research found that the mixing of PWM at 2.5% resulted in the same physical property and shelf life as original noodles but resulted in a higher nutritional value.

**Keywords:** noodle, Watermeal powder, shelf life

## บทนำ

บะหมี่จัดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมบริโภคในประเทศไทยมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยอาจจัดได้ว่าเป็นอาหารหลักอีกประเภทหนึ่งที่สามารถบริโภคแทนข้าวได้ มีความสะดวกและรวดเร็วในการเตรียม ราคาไม่แพง สามารถดัดแปลงเป็นอาหารอื่น ๆ ได้หลายประเภท จึงทำให้อุตสาหกรรมการผลิตบะหมี่เพื่อจำหน่าย ทั้งในและต่างประเทศเกิดขึ้นมากมาย บะหมี่ที่จำหน่ายในปัจจุบันตามท้องตลาด สารอาหารส่วนใหญ่ของบะหมี่เมื่อบริโภคแล้วจะพบเฉพาะคาร์โบไฮเดรต หากมีการนำส่วนประกอบอื่นที่มีคุณค่าทางอาหารมาทดแทนในส่วนผสมจะสามารถช่วยให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์สูงขึ้น ดังจะเห็นจากงานวิจัยการพัฒนาบะหมี่สดโดยการเติมผงแก่นตะวัน (Malai et al., 2013) การทดแทนเนื้อตาลหงในผลิตภัณฑ์บะหมี่สด (Tanasombun et al., 2014) การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่แป้งข้าวกล้องสำเร็จรูปเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากผักเชียงดา (Cham & Muenchaisri, 2018) การพัฒนาบะหมี่สดเสริมผักเหียง (Palasuwan et al., 2019) การปรับปรุงคุณภาพก๋วยเตี๋ยวด้วยเห็ดและมันเปรียบเทียบกับบะหมี่ท้องถิ่น (Parvin et al., 2020) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งไรซ์เบอร์รี่ (Sirichokworrakita et al., 2015) เป็นต้น

ไข่น้ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. อยู่ในวงศ์ Lemnaceae สกุล *Wolffia* นอกจากนี้ไข่น้ำยังมีชื่อท้องถิ่นซึ่งแตกต่างกันไป เช่น ผำ (ภาคเหนือ) ไข่น้ำ (ภาคกลาง) และไข่น้ำ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ไข่น้ำเป็นพืชน้ำที่มีต้นเล็กที่สุดในโลก ไม่มีราก มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือยาวรี สีเขียวเป็นมันมีขนาดเส้นศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 มิลลิเมตร การเลี้ยงไข่น้ำมีหลายรูปแบบ ทั้งเลี้ยงในแหล่งน้ำธรรมชาติ ในบ่อดิน และในถังไฟเบอร์กลาส ซึ่งการได้รับแสง ค่า pH ของน้ำ และการใส่ปุ๋ย ที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำที่ต่างกัน โดยพบว่าการเพาะเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส ที่มีแสงเฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง โดยความเข้มแสงที่ประมาณ 5,000 - 10,000 ลักซ์ ค่า pH ของน้ำเฉลี่ย 5.5 - 6.5 และใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์สูตร 16-16-16 พบว่าในระยะเวลา 6 วัน ได้ผลผลิตทั้งหมด 150 - 165 กรัมต่อตารางเมตร และให้ผลผลิตสูงขึ้นเรื่อย ๆ หากดูแล ควบคุมสภาวะต่าง ๆ เมื่อใช้เวลา 30 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 1.5 - 2 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งผลผลิต ราคาขึ้นกับฤดูกาล และวิธีการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ในฤดูฝนไข่น้ำมีราคา 10 - 20 บาทต่อกิโลกรัม (Somboon, 2015) มีรายงานการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของไข่น้ำโดยนักวิทยาศาสตร์พบว่า ไข่น้ำมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 35.06 ไขมันร้อยละ 0.91 เยื่อใยร้อยละ 12.78 มีคาร์โบไฮเดรต 996.9 และเบต้าแคโรทีน 360 mg/kg (โดยนักวิทยาศาสตร์) (Somboon, 2015) ซึ่งการใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น การใช้ไข่น้ำเสริมในอาหารเลี้ยงเป็ดต่อสมรรถนะการผลิตและการสร้างสีในไข่เป็ด (Rattanawut et al., 2017) การศึกษาผลของสูตรอาหารผสมไข่น้ำและอัตราความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลากระแหที่เลี้ยงในกระชัง (Munkit, 2018) และการศึกษาการใช้ไข่น้ำแทนกากถั่วเหลืองต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น (Suppadit et al., 2012) เป็นต้น การนำไข่น้ำไปทำอาหารส่วนมากเป็นอาหารพื้นบ้านเพื่อบริโภคในครัวเรือนตามชนบท ซึ่งการนำไข่น้ำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ยังมีน้อย และไม่หลากหลาย เนื่องจากความเชื่อมั่นด้านความสะอาดของแหล่งน้ำ เพราะจะต้องใช้แหล่งน้ำในการเพาะเลี้ยง และผู้บริโภคยังไม่ทราบถึงคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำที่มี

สารต้านอนุมูลอิสระที่สูงด้วย ดังนั้นจึงมีงานการวิจัยที่ใช้ใช้น้ำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น การผลิตโยเกิร์ตเสริมใช้น้ำ (Chaikulsareewath & Amsem 2007) การใช้น้ำเสริมคุณภาพในมัทฟีน ซ็อก โกแลต (Boonwittaya et al., 2016) และนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากวอลฟ์เพีย กลอ โบซ่า (ใช้น้ำ) (Cheerapatiyut et al., 2009) เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำใช้น้ำ ซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหารจำพวกโปรตีน และเบต้าแคโรทีน ผสมกับแป้งสาลีในพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่ โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ค่าความแข็ง ค่าความยากง่ายในการเคี้ยว แรงดึง ความหนืด และปริมาณจุลินทรีย์เพื่อหาอายุการเก็บรักษาของบะหมี่เสริมใช้น้ำ การเสริมใช้น้ำผงในผลิตภัณฑ์บะหมี่จึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับใช้น้ำ ก่อให้เกิดการนำใช้น้ำมาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. การเตรียมใช้น้ำผง

ใช้น้ำสดที่นำมาศึกษามาจากตลาดแม่กิมเฮง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยสังเกตลักษณะของใช้น้ำควรมีสีเขียวสด มีความมันวาว ไม่มีกลิ่นเหม็นของโคลน และมีอายุไม่เกิน 2 วันหลังการเก็บเกี่ยว นำใช้น้ำมาล้างด้วยน้ำสะอาด โดยใช้อัตราส่วนใช้น้ำ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ใช้การล้างแบบน้ำไหล จากนั้นนำใช้น้ำมาแช่ในน้ำคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm นาน 5 นาที (อัตราส่วน ใช้น้ำ : คลอรีน เท่ากับ 1 : 2 โดยน้ำหนัก) ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที นำมาจุ่มในน้ำเย็นเป็นเวลาประมาณ 25 วินาที ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำใช้น้ำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (Cheerapatiyut et al., 2009) นาน 5 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นร้อยละ  $6 \pm 2$  บดใช้น้ำแห้งให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นผสม ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดให้สนิท ตรวจสอบคุณภาพของใช้น้ำผง

### 2. การผลิตบะหมี่ผสมใช้น้ำผง

ส่วนผสมของบะหมี่ใช้แป้งสาลี 180 กรัม น้ำ 40 กรัม เกลือ 3 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต 4 กรัม ไข่ไก่ 1 ฟอง และมีการเติมใช้น้ำผงทดแทนแป้งสาลี 5 สูตร ในปริมาณร้อยละ 0.25 5 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี วิธีการทำบะหมี่เมื่อเตรียมส่วนผสมครบแล้วตามสูตรต่าง ๆ ร่อนใช้น้ำผงกับแป้งสาลีลงในอ่างผสม ละลายเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตในน้ำ คนให้เข้ากัน นำส่วนผสมทั้งหมดลงในเครื่องนวดแป้ง (Kitchen aid) รุ่น Model 5KPM5 Made in U.S.A นวดเป็นเวลา 10 นาที พักได้ไว้ 20 นาที นำเข้าเครื่องรีดเส้นบะหมี่ แบบตั้งโต๊ะ มือหมุน (Pasta maker) รุ่น Sakura ให้เป็นแผ่นมีความหนาประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นให้มีขนาดความกว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ม้วนบะหมี่ให้เป็นก้อน เรียงใส่ถาดสแตนเลสหุ้มด้วยฟิล์ม

ยึดห่ออาหารเพื่อไม่ให้เส้นบะหมี่สัมผัสกับอากาศ นำบะหมี่ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพในด้านสี องค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

### 3. การตรวจสอบคุณภาพ

การวัดค่าสี  $L^*$   $a^*$   $b^*$  ( $L^*$  คือ ค่าความสว่าง  $a^*$  คือ ค่าความเป็นสีแดง - เขียว  $b^*$  คือ ค่าความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter รุ่น Miniscan EZ วัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab dewpoint water activity meter,  $a_w$ ) ด้วยเครื่องวัด  $a_w$  ยี่ห้อ Decagon รุ่น Aqualab Lite ความชื้นวัดตามวิธี AOAC (2000)

การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหารและปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธี AOAC (2000) ปริมาณเบต้าแคโรทีน (Nagata & Yamashita, 1992) และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Singleton & Rossi, 1965)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyser รุ่น TA.XT.Plus โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Texture Profile Analysis ใช้หัววัดแบบ Cylinder Probe ขนาด 35 mm (P/36R) วัดแรงกด (Compression) ค่าที่วัดได้คือ ค่าความแข็ง (Hardness) และความง่ายต่อการเคี้ยว (Chewiness) วัดค่าความต้านทานแรงดึง (Tension test) ใช้หัววัด spaghetti tensile rig (A/SPR) ค่าที่วัดได้คือ แรงดึง (Tensile strength) และความยืดหยุ่น (Elasticity)

การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และการสูญเสียระหว่างการหุงต้ม (Cooking loss) ตามวิธี AACC (2000)

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการนำข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพมาหาความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ver. 17

คัดเลือกปริมาณไข่น้ำผงที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่ โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ บะหมี่ที่ได้ต้องมีความเหนียว นุ่ม เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มผช.732/2552) พิจารณาจากค่าลักษณะเนื้อสัมผัสประกอบด้วย ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) ค่าแรงดึง (Tensile Strength) ค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) ค่าสี และการสูญเสียระหว่างการหุงต้ม (Cooking loss)

### 4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบะหมี่ผสมไข่น้ำ

ศึกษาอายุการเก็บรักษาทำโดยม้วนบะหมี่เป็นก้อนกลมน้ำหนัก 50 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ปิดผนึก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ  $6 \pm 2$  องศาเซลเซียส ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้เก็บได้นานขึ้น (Rachtanapun & Tangnonthaphat, 2011) ทำการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 3 วัน โดยมีการตรวจสอบค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Paired Samples T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) ของวันที่ 0 กับแต่ละระยะเวลาที่เก็บรักษาบะหมี่สด และตรวจสอบทางจุลินทรีย์ 3 ชนิด คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน  $1 \times 10^2$  โคโลนีต่อกรัม

ของตัวอย่าง และ *Escherichia coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัมของตัวอย่าง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มพช.732/2552) ด้วยวิธี APHA (2001) โดยการเก็บรักษาจะสิ้นสุดเมื่อบะหมี่มีปริมาณจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. คุณภาพของใข้หน้าผง

ใข้หน้าผง (ความชื้นร้อยละ 94.86) มีสีเขียวอ่อน เมื่อนำไปทำแห้งใข้หน้ามีปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้ (Yield) คิดเป็นร้อยละ 5 ใข้หน้าเปลี่ยนเป็นสีเขียวมะกอก ดังแสดงในรูปที่ 1 เนื่องจากในใข้หน้ามีคลอโรฟิลล์ ซึ่งคลอโรฟิลล์ไม่คงตัวต่อความร้อน เมื่อได้รับความร้อนทำให้โครงสร้างของคลอโรฟิลล์เกิดกระบวนการฟิโอฟิติน (Phyophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ด้วยไฮโดรเจน ทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนไปเป็นอนุพันธ์ฟิโอฟิติน (Pheophytin) ทำให้สีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเขียวมเหลือง (Supanpayak et al., 2020) และเมื่อนำไปวัดค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  มีค่าเท่ากับ 30.96 -4.25 และ 19.44 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของใข้หน้าผงประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 6.65 เถ้าร้อยละ 20.47 โปรตีนร้อยละ 23.82 ไขมันร้อยละ 3.73 เส้นใยอาหารร้อยละ 9.76 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45.33 (โดยน้ำหนักแห้ง) แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งแตกต่างกับในงานวิจัยและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากวอลฟิเพีย กลอโบซ่า (ใข้หน้า) ที่อบแห้งใข้หน้าด้วยเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 6.26 มีโปรตีนร้อยละ 18.89 ไขมันร้อยละ 0.83 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 56.68 เส้นใยอาหารร้อยละ 14.57 และเถ้าร้อยละ 17.60 (โดยน้ำหนักแห้ง) (Cheerapatyut et al., 2009) ทั้งนี้องค์ประกอบต่าง ๆ ของใข้หน้า ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโต เช่น ปริมาณฝน แสงสว่าง อุณหภูมิของน้ำ ความเค็มของน้ำ ซึ่งมีผลต่อกลไกการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุล (Ruen-ngam, 2017 ; Rowchai & Somboon, 2007)

นอกจากนี้ใข้หน้าผงยังมีรงควัตถุในกลุ่มคลอโรฟิลล์ เบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลในปริมาณสูง โดยพบว่าใข้หน้าผงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 50.86 mg/kg (โดยน้ำหนักแห้ง) เบต้าแคโรทีนเท่ากับ 1.35 g/100 g (โดยน้ำหนักแห้ง) และสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 1.23 g gallic/ 100 g (โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งคลอโรฟิลล์มีปริมาณสูงกว่าบรอกโคลี และผักกาดหอม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.14 และ 11.98 mg/g (โดยน้ำหนักแห้ง) (Izaki et al., 1986) ปริมาณสารประกอบฟีนอลมีค่าสูงกว่ามะรุม ขิง มะขาม ตะไคร้ และมะนาว ซึ่งมีค่า 0.74 1.04 0.83 0.68 และ 0.42 g gallic/ 100 g (โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (Halee & Rattanapun, 2017) ดังนั้นใข้หน้าผงจึงเป็นแหล่งของสารต้านออกซิเดชันและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏของสีใข่น้ำ ก. ใข่น้ำสด และ ข. ใข่น้ำผง

ตารางที่ 1 สีและองค์ประกอบทางเคมีของใข่น้ำผง

องค์ประกอบ	ปริมาณ
<b>ด้านสี</b>	
L*	30.96±0.10
a*	-4.25±0.22
b*	19.44±0.15
<b>ด้านเคมี</b>	
ความชื้น (ร้อยละ)	6.65±0.62
เถ้า (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	20.47±0.47
โปรตีน (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	23.82±0.74
ไขมัน (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	3.73±0.46
เส้นใยอาหาร (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	9.76 ±0.68
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	45.33±0.82
เบต้าแคโรทีน (mg/100 g โดยน้ำหนักแห้ง)	1.35±0.04
ฟีนอล (g gallic/100 g โดยน้ำหนักแห้ง)	1.23±0.01
คลอโรฟิลล์ (mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง)	50.86±0.00

values (Means ± SD) N = 3

## 2. ผลการศึกษาปริมาณไขมันผงที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่

### 2.1 ค่าสีของบะหมี่ผสมไขมันผง

ผลการศึกษาค่าสีบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ที่มีการเติมปริมาณไขมันผงในปริมาณร้อยละ 0 2.5 5 7.5 และ 10 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าเมื่อเติมปริมาณไขมันผงมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L\*) ค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว (a\*) ค่าความเป็นสีเหลือง - สีน้ำเงิน (b\*) ของบะหมี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 2 โดยก่อนลวกบะหมี่มีค่า L\* มีค่าเท่ากับ 55.27 40.22 37.97 35.55 และ 26.79 ตามลำดับ ค่า a\* มีค่าเท่ากับ 3.72 0.07 -0.60 -0.70 และ -0.80 ตามลำดับ และค่า b\* มีค่าเท่ากับ 25.00 14.14 13.19 10.91 และ 9.77 ตามลำดับ ซึ่งค่า L\* a\* และ b\* ลดลง เนื่องจากไขมันผงมีสีเขียวมะกอกเมื่อเพิ่มปริมาณที่มากขึ้นส่งผลทำให้บะหมี่มีความสว่างลดลง (ค่า L\* ลดลง) มีสีเขียวเข้มมากขึ้น (ค่า a\* ลดลง) มีสีเหลืองลดลง (ค่า b\* ลดลง) ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 2 ของบะหมี่ก่อนลวก

เมื่อนำบะหมี่ทุกสูตรไปลวกทำให้เส้นบะหมี่ใส มีความสว่างมากขึ้นพิจารณาจากค่า L\* ที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 61.18 44.12 43.88 36.71 และ 27.47 และสอดคล้องกับรูปที่ 2 ของบะหมี่หลังการลวก ซึ่งเกิดจากการพองตัวของเม็ดสตาร์ชในสถานะที่มีน้ำมาก โดยจะพองตัวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่าการเกิดเจลาตินในเซชัน (Gelatinization) ของแป้งสาลี อีกทั้งการลวกทำโดยมีความร้อนจึงไปทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ในไขมันละลายไปกับน้ำที่ใช้ลวก (Chinnasarn & Krasaechol, 2020) และความร้อนยังทำให้โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ในไขมันเกิดกระบวนการฟีโอฟิตินในเซชัน (Pheophytinization) ทำให้บะหมี่มีสีเขียวอมเหลือง (Phongramun et al., 2011) ดังนั้นความร้อนทำให้สีของบะหมี่มีค่า L\* ที่เพิ่มขึ้น บะหมี่มีความใสมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่ก่อนลวก ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า a\* และค่า b\* ที่แสดงค่าไปในทิศทางความเป็นสีเขียว และความเป็นสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าสีของบะหมี่ที่ผสมไขมันผงในปริมาณต่าง ๆ ก่อนลวกและหลังลวก

ปริมาณ ไขมันผง (ร้อยละน้ำหนักแป้ง)	L*		a*		b*	
	ก่อนลวก	หลังลวก*	ก่อนลวก	หลังลวก*	ก่อนลวก	หลังลวก*
สูตรพื้นฐาน (0)	55.27 <sup>a</sup> ±0.60	61.18 <sup>a</sup> ±0.34	3.72 <sup>a</sup> ±0.07	1.03 <sup>a</sup> ±0.12	25.00 <sup>a</sup> ±0.69	24.24 <sup>a</sup> ±0.52
2.5	40.22 <sup>b</sup> ±1.23	44.12 <sup>b</sup> ±0.57	0.07 <sup>b</sup> ±0.07	-1.44 <sup>b</sup> ±0.16	14.14 <sup>b</sup> ±0.32	24.36 <sup>a</sup> ±0.32
5	37.97 <sup>c</sup> ±0.81	43.88 <sup>b</sup> ±0.34	-0.60 <sup>c</sup> ±0.03	-1.64 <sup>b</sup> ±0.35	13.19 <sup>c</sup> ±1.05	18.28 <sup>b</sup> ±0.53
7.5	35.55 <sup>d</sup> ±0.28	36.71 <sup>c</sup> ±0.60	-0.70 <sup>c</sup> ±0.04	-1.99 <sup>c</sup> ±0.06	10.91 <sup>d</sup> ±0.57	17.26 <sup>b</sup> ±0.45
10	26.79 <sup>e</sup> ±0.66	27.47 <sup>d</sup> ±0.45	-0.80 <sup>d</sup> ±0.04	-2.25 <sup>c</sup> ±0.11	9.77 <sup>d</sup> ±1.13	11.73 <sup>c</sup> ±0.15

หมายเหตุ : <sup>abcde</sup> ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกัน ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณไขมันผง (p≥0.05),

\* ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติของบะหมี่ก่อนและหลังการลวก (p≥0.05), values (Means ± SD) N = 3



บะหมี่ก่อนลวก



บะหมี่หลังลวก



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

**รูปที่ 2** ลักษณะของบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรตก่อนลวกและหลังลวก โดยผสมโซเดียมไซเตรตปริมาณร้อยละ ก. 0 ข. 2.5 ค. 5 ง. 7.5 และ จ. 10 ของน้ำหนักแป้ง

### 2.2 ค่าน้ำอิสระ ( $a_w$ ) และความชื้นของบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรต

นำบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรตทั้ง 4 สูตร คือ ร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10.0 (โดยน้ำหนักแป้ง) ที่ยังไม่ผ่านการลวกมาวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) และปริมาณความชื้น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าค่า  $a_w$  ลดลงจาก 0.89 ถึง 0.75 และค่าปริมาณความชื้นลดลงจากร้อยละ 28.43 ถึง 20.98 โดยน้ำหนักสด ซึ่งการเติมโซเดียมไซเตรตในส่งผลทำให้ค่า  $a_w$  และความชื้นของบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรตทั้ง 4 สูตร คือ ร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10.0 (โดยน้ำหนักแป้ง) และลดลงจากบะหมี่สูตรพื้นฐาน เนื่องจากโซเดียมไซเตรตมีลักษณะเป็นของแข็งเมื่อผสมรวมกับส่วนผสมในการทำบะหมี่ ทำให้โซเดียมไซเตรตดูดน้ำในบะหมี่ ส่งผลทำให้ค่า  $a_w$  และปริมาณความชื้นของบะหมี่ลดลงเมื่อเติมโซเดียมไซเตรตมากขึ้น สอดคล้องกับการเติมผักโขมลงในบะหมี่แห้ง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผักโขมมากขึ้น ปริมาณความชื้นของบะหมี่จะลดลง (Phongramun et al., 2011)

### 2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรต

ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรตแสดงดังตารางที่ 4 พบว่าการเติมโซเดียมไซเตรตส่งผลทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) ของบะหมี่สูตรพื้นฐานมีค่า 0.13 N ส่วนบะหมี่ผสมโซเดียมไซเตรตทั้ง 4 สูตร คือ ร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10.0 (โดยน้ำหนักแป้ง) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.14 0.15 0.17 และ 0.22 N ตามลำดับ เนื่องจากโซเดียมไซเตรตที่เติมเข้าไปในส่วนผสมจะไปดูดน้ำ ทำให้กลูเตนในแป้งสาลีมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอในการเกิดโคอิลิเจน (Tanasombun et al., 2014; Palasuwan et al., 2019)

จึงทำให้โครงสร้างของบะหมี่ไม่แข็งแรง และทำให้เส้นบะหมี่แข็ง สอดคล้องกับลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความขากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) จะมีค่าลดลงจาก 0.05 N ถึง 0.01 N เมื่อปริมาณไขมันผงในผลิตภัณฑ์บะหมี่เพิ่มขึ้น และสัมพันธ์กับค่าของปริมาณความชื้นที่ลดลงด้วย สำหรับการทดสอบแรงดึง (Tensile strength) และความหยุ่น (Elasticity) ของบะหมี่ผสมไขมันผงทั้ง 4 สูตร มีค่าลดลง และต่ำกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐาน เนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยในไขมันผงจะเข้าไปขัดขวางการเชื่อมโครงสร้างของโปรตีนและสตาร์ช ของโดทำให้โครงสร้างของโดไม่แข็งแรง เมื่อนำมารีดเป็นแผ่น และตัดเป็นเส้นจึงทำให้บะหมี่ร่วน และขาดง่าย (Tanasombun et al., 2014; Palasuwan et al., 2019) การเติมไขมันผงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า การเติมไขมันผงร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักแป้ง จะทำให้บะหมี่มีลักษณะลักษณะเหนียวนุ่ม ไม่แข็ง มีลักษณะเนื้อสัมผัสในทุกด้านที่ทดสอบดีกว่าการใช้ไขมันผงในปริมาณอื่น ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มผช.732/2552)

ตารางที่ 3 ค่า  $a_w$  และความชื้นของบะหมี่ที่ผสมไขมันผงในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณไขมันผง (ร้อยละน้ำหนักแป้ง)	ค่า $a_w$	ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักสด)
สูตรพื้นฐาน(0)	0.89 <sup>a</sup> ±0.00	28.43 <sup>a</sup> ±0.14
2.5	0.81 <sup>b</sup> ±0.00	26.67 <sup>b</sup> ±0.76
5	0.79 <sup>b</sup> ±0.00	25.88 <sup>b</sup> ±0.41
7.5	0.77 <sup>c</sup> ±0.00	23.15 <sup>c</sup> ±0.74
10	0.75 <sup>d</sup> ±0.00	20.98 <sup>d</sup> ±0.89

หมายเหตุ : <sup>abc...</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) , values (Means ± SD) N = 3

ตารางที่ 4 ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ผสมไขมันผงในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณไขมันผง (ร้อยละน้ำหนักแป้ง)	ความแข็ง (N)	ความขากง่าย ในการเคี้ยว (N)	แรงดึง (N)	ความยืดหยุ่น (Pa)
สูตรพื้นฐาน (0)	0.13 <sup>c</sup> ±0.00	0.05 <sup>a</sup> ±0.00	17.24 <sup>a</sup> ±0.17	-14.22 <sup>a</sup> ±0.30
2.5	0.14 <sup>d</sup> ±0.05	0.03 <sup>b</sup> ±0.00	16.42 <sup>b</sup> ±0.10	-15.38 <sup>b</sup> ±0.41
5	0.15 <sup>c</sup> ±0.05	0.02 <sup>b</sup> ±0.00	14.36 <sup>c</sup> ±0.39	-18.64 <sup>c</sup> ±0.59
7.5	0.17 <sup>b</sup> ±0.05	0.01 <sup>c</sup> ±0.00	11.40 <sup>d</sup> ±0.38	-21.77 <sup>d</sup> ±0.35
10	0.22 <sup>a</sup> ±0.11	0.01 <sup>c</sup> ±0.00	8.70 <sup>c</sup> ±0.25	-25.11 <sup>c</sup> ±0.89

หมายเหตุ : <sup>abc...</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) , values (Means ± SD) N = 3

## 2.4 การดูดซับน้ำและการสูญเสียระหว่างการหุงต้มของบะหมี่ผสมไข่น้ำผง

การดูดซับน้ำ (Water absorption) และการสูญเสียระหว่างการหุงต้ม (Cooking loss) ของบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10 ของน้ำหนักแป้ง แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าการดูดซับน้ำของบะหมี่ลดลงจากร้อยละ 94.14 91.11 86.66 81.11 และ 67.77 ตามลำดับ การดูดซับน้ำลดลงจะส่งผลให้เส้นบะหมี่แข็ง และเส้นไม่พองตัว ซึ่งลักษณะความนุ่มของบะหมี่นั้นเกิดจากการที่บะหมี่ดูดซับน้ำเข้าไปในขณะต้มหรือลวก สำหรับการสูญเสียระหว่างการหุงต้มของบะหมี่ผสมไข่น้ำผง พบว่าการเพิ่มปริมาณไข่น้ำผงส่งผลต่อการสูญเสียระหว่างการหุงต้มของบะหมี่ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 2.68 2.95 3.98 8.16 และ 13.55 ตามลำดับ เนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยในไข่น้ำผงที่เติมลงไปบนเส้นบะหมี่จะไปขัดขวางการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (Disulfide bond) ของโปรตีนกับสตาร์ชในบะหมี่ ทำให้บะหมี่ไม่แข็งแรง ซึ่งมีผลให้เม็ดสตาร์ชเกิดการแตกออกในระหว่างการลวกและยังส่งผลให้อะไมโลสหลุดออกจากเม็ดสตาร์ชอยู่ในน้ำระหว่างการลวกมากขึ้น (Phongramun et al., 2011) ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียของแข็งในระหว่างการต้มสูงกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐานที่ไม่มีการเติมไข่น้ำผง

ตารางที่ 5 การดูดซับน้ำ (Water absorption) และการสูญเสียจากการทำให้สุก (Cooking loss) ของบะหมี่ผสมไข่น้ำผง

ปริมาณไข่น้ำผง (ร้อยละน้ำหนักแป้ง)	การดูดซับน้ำ (ร้อยละ)	การสูญเสียระหว่างการหุงต้ม (ร้อยละ)
สูตรพื้นฐาน (0)	94.14 <sup>a</sup> ±1.92	2.68 <sup>d</sup> ±0.51
2.5	91.11 <sup>ab</sup> ±1.92	2.95 <sup>d</sup> ±0.06
5	86.66 <sup>b</sup> ±3.33	3.98 <sup>e</sup> ±0.89
7.5	81.11 <sup>c</sup> ±1.92	8.16 <sup>b</sup> ±1.58
10	67.77 <sup>d</sup> ±3.85	13.55 <sup>a</sup> ±0.05

หมายเหตุ : <sup>abc...</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ), values (Means ± SD) N = 3

จากการศึกษาปริมาณไข่น้ำผงที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่ เมื่อเปรียบเทียบค่าสี ค่า  $a_w$  ความชื้น คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส การดูดซับน้ำ และการสูญเสียระหว่างการหุงต้ม พบว่าการผสมไข่น้ำผงในปริมาณร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้ง บะหมี่ที่ได้จะมีค่าการดูดซับน้ำสูงที่สุด เมื่อเทียบกับบะหมี่ที่มีการเติมไข่น้ำผงร้อยละ 5 7.5 และ 10 ของน้ำหนักแป้ง ส่งผลให้บะหมี่มีค่าแรงดึง และความยืดหยุ่นสูงซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของเส้นบะหมี่ นอกจากนี้บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 ยังมีค่าการสูญเสียระหว่างการหุงต้มต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเลือกบะหมี่ที่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทดสอบอายุการเก็บรักษาต่อไป

## 2.5 องค์ประกอบทางเคมีของบะหมี่ผสมไข่น้ำผง

นำบะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้ง ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับบะหมี่สูตรพื้นฐาน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าเมื่อเติมไข่น้ำผงลงในบะหมี่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของบะหมี่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารต้านออกซิเดชันที่เป็นปริมาณโปรตีนและปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 15.51 ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง และ 0.170 mg/100 g โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณฟีนอลมีค่า 0.07 g gallic/100g โดยน้ำหนักแห้ง และคลอโรฟิลล์มีค่า 5.42 mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณฟีนอลและคลอโรฟิลล์พบน้อยมากและไม่พบเลยในบะหมี่สูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตโยเกิร์ตเสริมไข่น้ำร้อยละ 1 ทำให้มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.24 ซึ่งสูงกว่าโยเกิร์ตสูตรมาตรฐาน มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.97 (Chaikulsaareewath & Amsem, 2007) และผลของการเสริมไข่น้ำร้อยละ 20 ในซ็อกโกแลตชิพมัทฟิน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 7.64 อีกทั้งยังมีปริมาณวิตามินเอ ( $\beta$ -carotene) สูงถึง 133.56 ไมโครกรัม/100 กรัม (Boonwittaya, 2016) ดังนั้นการผสมไข่น้ำผงในผลิตภัณฑ์บะหมี่จึงมีผลทำให้บะหมี่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของบะหมี่สูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผง

องค์ประกอบทางเคมี	บะหมี่สูตรพื้นฐาน	บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5
ความชื้น (ร้อยละ)*	28.43±0.14	26.67±0.76
เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)*	4.08±0.96	4.22±0.76
โปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)*	14.73±0.62	15.51±0.05
ไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)*	4.50±0.26	6.76±0.77
เส้นใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)*	4.13±0.82	4.22±0.43
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)*	54.99±0.65	57.55±0.43
เบต้าแคโรทีน (mg/100 g โดยน้ำหนักแห้ง)*	0.029±0.00	0.170±0.05
ฟีนอล (g gallic/100g โดยน้ำหนักแห้ง)*	0.01±0.00	0.07±0.00
คลอโรฟิลล์ (mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง)*	0.00±0.00	5.42±0.00

หมายเหตุ : \* ในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ), values (Means  $\pm$  SD) N = 3

## 3. การทดสอบอายุการเก็บรักษาของบะหมี่ผสมไข่น้ำผง

นำบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ผสมไข่น้ำผงในปริมาณร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ ลักษณะสี และเนื้อสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาให้ผลดังนี้

### 3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ของบะหมี่ระหว่างการเก็บรักษา

นำบะหมี่สดสูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแห้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6±2 องศาเซลเซียส ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ 3 ชนิด คือปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน  $1 \times 10^2$  โคโลนีต่อกรัมของ และ *Escherichia coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัมของตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มผช.732/2552) โดยการเก็บรักษาจะสิ้นสุดเมื่อบะหมี่มีปริมาณจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ผลแสดงดังตารางที่ 7 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบะหมี่สูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากใน ส่วนประกอบของบะหมี่มีแหล่งอาหารของจุลินทรีย์คือ ไข่ไก่ ประกอบกับมีความชื้นสูงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน จึงพบเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ดังนั้นอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมคือระยะเวลา 6 วัน ซึ่งบะหมี่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกินค่ามาตรฐาน ส่วน ราและยีสต์ในบะหมี่ทั้ง 2 สูตร พบในปริมาณที่น้อยมาก คือ <10 และไม่พบ *Escherichia coli*

ตารางที่ 7 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ผสมไข่น้ำผงระหว่างการเก็บรักษา

จุลินทรีย์ชนิด	ตัวอย่าง	ปริมาณจุลินทรีย์			
		0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	บะหมี่พื้นฐาน	$3.0 \times 10$	$3.0 \times 10^2$	$5.6 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$
	บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5	$3.7 \times 10$	$3.6 \times 10^2$	$7.0 \times 10^3$	$1.1 \times 10^4$
ราและยีสต์ (CFU/g)	บะหมี่พื้นฐาน	<10	<10	<10	<10
	บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5	<10	<10	<10	<10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	บะหมี่พื้นฐาน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

### 3.2 สีของบะหมี่ระหว่างการเก็บรักษา

นำบะหมี่สดสูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผงในปริมาณร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแห้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6±2 องศาเซลเซียส นำมาวัดค่าสีทุก ๆ 3 วัน เป็นเวลา 6 วัน แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี L\* ของบะหมี่สูตรพื้นฐาน และบะหมี่ผสมไข่น้ำผงมีค่าลดลง โดยค่าสี L\* ของบะหมี่สูตรพื้นฐาน ลดลงจาก 57.23 เป็น 47.53 และบะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5 มีค่าลดลงจาก 47.78 เป็น 45.24 ตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยบะหมี่ทั้ง 2 สูตรจะมีสีคล้ำมากขึ้น ส่วนค่า a\* และค่า b\* ของบะหมี่ทั้ง 2 สูตร ก็มีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่งผลทำให้บะหมี่ทั้งสองสูตรมีสีอมน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) ของเอนไซม์ที่พบในแป้งสาลี (Leucha et al, 2017)

ตารางที่ 8 ค่าสี่ของบะหมี่สูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผงระหว่างการเก็บรักษา

ชนิดบะหมี่	ค่าสี่	เวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	3	6
บะหมี่สูตรพื้นฐาน	L*	57.23±0.57	47.53±0.00*	46.87±0.00*
	a*	4.20±0.01	4.17±0.11 <sup>ns</sup>	4.12±0.01 <sup>ns</sup>
	b*	26.39±0.01	26.36±0.21 <sup>ns</sup>	26.33±0.00 <sup>ns</sup>
บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5	L*	47.78±0.04	45.24±0.14*	40.78±0.04*
	a*	1.88±0.22	1.85±0.03 <sup>ns</sup>	1.80±0.20 <sup>ns</sup>
	b*	14.69±0.10	14.67±0.01 <sup>ns</sup>	14.64±0.05 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ : <sup>ns</sup>\* ในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

\* ในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ), values (Means ± SD) N = 3

ตารางที่ 9 ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่สูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผงระหว่างการเก็บรักษา

ชนิดบะหมี่	ลักษณะเนื้อสัมผัส	เวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	3*	6*
บะหมี่สูตรพื้นฐาน	ความแข็ง (N)	0.23±0.01	0.20±0.00	0.18±0.01
	ความขากง่ายในการเคี้ยว (N)	0.12±0.01	0.10±0.01	0.08±0.01
	แรงดึง (N)	18.29±0.03	12.33±0.05	8.14±0.04
	ความยืดหยุ่น (Pa)	-11.63±0.06	-17.48±0.11	-29.16±0.04
บะหมี่ผสมไข่น้ำผงร้อยละ 2.5	ความแข็ง (N)	0.28±0.01	0.25±0.00	0.21±0.02
	ความขากง่ายในการเคี้ยว (N)	0.07±0.00	0.05±0.02	0.03±0.01
	แรงดึง (N)	17.62±0.02	11.02±0.03	6.93±0.02
	ความยืดหยุ่น (Pa)	-19.03±0.03	-24.35±0.07	-30.04±0.03

หมายเหตุ : \* ในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบกับ 0 วัน ( $p \geq 0.05$ ), values (Means ± SD)

N = 3

### 3.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่สูตรพื้นฐานและบะหมี่ผสมไข่น้ำผงในปริมาณร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้ง โดยทำการตรวจสอบทุก ๆ 3 วัน เป็นเวลา 6 วัน แสดงดังตารางที่ 9 พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นค่าความแข็ง ความขากง่ายในการเคี้ยว แรงดึง และค่าความหยุ่น ของบะหมี่ทั้ง 2 สูตรมีค่าลดลง เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษา

เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเอนไซม์ในแป้งสาลี คือ อัลฟาอะไมเลส ( $\alpha$  - amylase) จะทำการย่อยสลายทำให้เสื่อมคุณภาพ ส่งผลให้บะหมี่มีความแข็งและความหยุ่นลดลง นอกจากนี้เอนไซม์โปรติเอส (Proteases) จะทำการย่อยสลายพันธะของไกลอะดิน (Gliadins) และกลูเตนิน (Glutenins) ทำให้ความเหนียวของบะหมี่ลดลง (Naivikul, 1997)

ดังนั้นการทดสอบอายุการเก็บรักษาของบะหมี่เป็นระยะเวลา 9 วัน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการบริโภค โดยพิจารณาจากปริมาณจุลินทรีย์ต้องไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบะหมี่สด (มพช.732/2552) พบว่าบะหมี่ทั้ง 2 สูตร สามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลา 6 วัน โดยค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทั้ง 2 สูตร มีคุณภาพลดลงแตกต่างไปจากบะหมี่ที่ผลิตใหม่

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำฝางต่อคุณภาพของบะหมี่สด มีการเตรียมไข่น้ำฝางโดยนำไข่น้ำฝางมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช พบว่าไข่น้ำฝางมีค่าสี  $L^* a^* b^*$  เท่ากับ 30.96 -4.25 และ 19.44 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 94.86 เถ้าร้อยละ 20.47 โปรตีนร้อยละ 23.82 ไขมันร้อยละ 3.73 เส้นใยอาหารร้อยละ 9.76 เบต้าแคโรทีนเท่ากับ 1.35 mg/100 g โดยน้ำหนักแห้ง สารประกอบฟีนอลเท่ากับ 1.23 g gallic/100 g โดยน้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 50.86 mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อนำมาผสมในบะหมี่ปริมาณร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10 ของน้ำหนักแป้ง เปรียบเทียบกับบะหมี่สูตรพื้นฐาน พบว่าบะหมี่ที่มีปริมาณไข่น้ำฝางร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้ง มีองค์ประกอบทางกายภาพ คือ ค่าสี ค่า  $a_w$  ค่าความชื้น ความแข็ง ความยากง่ายต่อการเคี้ยว แรงดึง ความยืดหยุ่น การดูดซับน้ำและการสูญเสียจากการหุงต้มใกล้เคียงกับบะหมี่สูตรพื้นฐานมากที่สุด กล่าวคือ บะหมี่ที่ได้จะมีค่าการดูดซับน้ำสูงที่สุด เมื่อเทียบกับบะหมี่ที่มี การเติมไข่น้ำฝางร้อยละ 5 7.5 และ 10 ของน้ำหนักแป้ง ส่งผลให้บะหมี่มีค่าแรงดึง และความยืดหยุ่นสูงซึ่งเป็น คุณลักษณะที่ดีของเส้นบะหมี่ นอกจากนี้บะหมี่ผสมไข่น้ำฝางร้อยละ 2.5 ยังมีค่าการสูญเสียระหว่างการหุงต้มต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ ปริมาณ โปรตีนร้อยละ 15.51 เส้นใยอาหารร้อยละ 4.22 สารประกอบฟีนอล 0.07 g gallic/100 g โดยน้ำหนักแห้ง และคลอโรฟิลล์ 5.42 mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง มากกว่า บะหมี่สูตรพื้นฐาน บะหมี่ผสมไข่น้ำฝางร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักแป้งและบะหมี่สูตรพื้นฐานมีอายุการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ  $6\pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นบะหมี่ทั้งสองสูตรมีค่าสี  $L^*$  ค่าความแข็ง ความยากง่ายในการเคี้ยว แรงดึง และค่าความยืดหยุ่นลดลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบะหมี่เพิ่มขึ้น ราและยีสต์ พบในปริมาณที่น้อยมาก ไม่พบ *Escherichia coli* ดังนั้นการผสมไข่น้ำฝางลงไปในบะหมี่ ส่งผลให้บะหมี่มีคุณค่าทาง โภชนาการเพิ่มขึ้น จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับไข่น้ำฝางซึ่งเป็นพืชผลทางการเกษตรได้ด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือ สถานที่ และทุนวิจัย จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

## เอกสารอ้างอิง

- AACC. (2000). *Approved methods of the American association of cereal chemists* (10<sup>th</sup> ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17<sup>th</sup> ed.). The Association of official analytical chemists, Gaithersberg, Maryland, USA.
- APHA. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (4<sup>th</sup> ed.). American Public Health Association, Washington, USA.
- Boonwittaya, W., Tongcom, N., & Rittilert, P. (2016). Effects of added water meal added chocolate chip muffin quality. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 11(3), 41-53. (in Thai)
- Chaikulsareewath, A., & Amsem, P. (2007). Production of *Wolffia globosa* Hartog & Plas Yoghurt. *Journal of Food Technology, Siam University*, 3(1), 30-36. (in Thai)
- Cham, S., & Muenchaisri, K. (2018). Product development of dried instant rice noodle with antioxidant properties from chiangda [*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.]. *Agricultural Science Journal*, 49(1), 609-611. (in Thai)
- Cheerapatiyut, K., Kongpensook, V., Tantratian, S., & Chandrachai, A. (2009). *Product Innovation of Supplementary food from Wolffia globosa (Water meal)*. In *The 2nd Annual PSU Phuket Research Conference 2009, 18-20 November 2009*, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Phuket. (in Thai)
- Chinnasarn, S., & Krasaechol, N. (2020). Effect of pretreatment and drying conditions on quality of dried green caviar product. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 30(4), 668-677. (in Thai)
- Halee, A., & Rattanapun B. (2017). Study of Antioxidant Efficacies of 15 Local Herbs. *KMUTT Research and Development Journal*, 40(2), 283-293. (in Thai)
- Leucha, J., Radchakandee, W., Damnoensawat, C., Kijchavengkul, T., & Deetae, P. (2017). Optimization of fresh yellow alkaline noodle formulation for shelf life extension. *Journal of Food Technology, Siam University*, 13(1), 71-83. (in Thai)



- Malai, D., Chaichawalit, C., Janphen, S., & Mailaead, S. (2013). Development of fresh noodles by substitution of jerusalem artichoke powder. *Agricultural Science Journal*, 44(2) (Suppl.), 296-272. (in Thai)
- Munkit, J. (2018). Effects of water meal feed and stocking density on growth of tinfoil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*, 5(1), 1-13. (in Thai)
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Journal- Japanese Society of Food Science and Technology*, 39, 925-928.
- Naivikul, O. (1997). *Wheat: Science and Technology*. Bangkok, Thailand: Kasetsart University.
- 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)
- Parvin, R., Farzana, T., Mohajan, S., Rahman, H., & Rahman, S. S. (2020). Quality improvement of noodles with mushroom fortified and its comparison with local branded noodles. *NFS Journal*, 20, 37-42.
- Phongramun, N., Ponpai, S., & Limroongreungrat, K. (2011). Effect of Amaranth (*Amaranthus lividus* Linn.) leaves powder addition on dried alkaline noodle quality. *Agricultural Science Journal*, 44(2), 477-480. (in Thai)
- Rachtanapun, P., & Tangnonthaphat, T. (2011). Effects of Packaging types and storage temperatures on the shelf life of fresh rice noodles under vacuum conditions. *Chiang Mai Journal of Science*, 38(4), 579-589.
- Rattanawut, J., Danusorn Trirabieap, D., & Ketkaew, N. (2017). Effects of dietary water meal (*Wolffia* spp.) supplementation on production performance and egg yolk color of laying ducks. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 45(2), 249-254. (in Thai)
- Rowchai, S., & Somboon, S. (2007). Study on factors effecting growth of wolffia (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). *Thai Fisheries Gazette*, 60(5), 405-413. (in Thai)
- Ruen-ngam, D. (2017). Optimal condition for cultivation of scenedesmus armatus cultivation and antioxidant activity of its extract. *Journal of Food Technology, Siam University*, 12(1), 59-70. (in Thai)
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimeter of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Sirichokworrakita, S., Phetkhuta, J., & Khommoon, A. (2015). Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1006-1012.
- Somboon, S. (2015). Culture and use of wolffia (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). *Kasetsart Extension Journal*, 60 (2), 61-74. (in Thai)

- Supanpayak, J., Chalermchaiwat, P., & Limsuwan, T. (2020). Effect of drying condition on the quality of sea lettuce (*ulva rigida*) and its application in crispy snack. *KKU Science Journal*, 48(2), 227-235. (in Thai)
- Suppadit, T., Jaturasitha, S., Sunthorn N., & Pongsuk, P. (2012). Dietary *Wolffia arrhiza* meal as a substitute for soybean meal: its effects on the productive performance and egg quality of laying Japanese quails. *Tropical Animal Health and Production*, 44, 1479–1486.
- Tanasombun, P., Siripanwattana, C., Prasengchom, S., & Ngamsangiam, N. (2014). Replacement of palmyra plam powder in fresh noodle. *SDU Research Journal*, 7(1), 105-123. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2009). Thai community product standard: egg noodles (TCPS : 732/2552). Thai Industrial Standards Institute, Bangkok, Thailand.