



การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina*) Product Development of Noodle with *Chara corallina*

นพรัตน์ มะเห^{1*} ดลฤดี พิชัยรัตน์¹ และ อุไรวรรณ วัฒนกุล¹

Nopparat Mahae^{1*}, Donrudee Pichairat¹ and Uraiwan Wattanakul¹

¹สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

¹Program in Food Industry, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang, 92150, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nopparat.rmutsv@gmail.com

Received: 13 June 2022 | Revised: 16 November 2022 | Accepted: 21 November 2022

บทคัดย่อ

สาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina*) เป็นสาหร่ายที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสาหร่ายน้ำจืดทั่วไป ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่สาหร่ายก้ามกุ้ง โดยมีการศึกษาสูตรพื้นฐานของบะหมี่ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์บะหมี่ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผลการทดลองพบว่า สูตรพื้นฐานที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ 200 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม น้ำเปล่า 25 กรัม และน้ำปูนใส 15 กรัม อัตราส่วนสาหร่ายต่อน้ำ ปริมาณคาร์กัมและปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์บะหมี่คือ 1:0 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) 0.2 กรัม/แป้ง 100 กรัม และ 0.05 กรัม/แป้ง 100 กรัม ตามลำดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งซึ่งทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เท่ากับ 0.48 ค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 65.24 ค่าสีเขียว ($-a^*$) เท่ากับ -0.03 ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 31.07 ปริมาณความชื้น ไข่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.27 1.03 13.79 1.46 0.16 และ 77.46 ตามลำดับ ค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์บะหมี่เท่ากับ 378.11 กิโลแคลอรี คุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส (วัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส) พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าความต้านทานต่อการดึงขาด 25.82 กรัม ค่าการคืนตัว 19.31 มิลลิเมตร ค่าความแข็ง 4,035.65 กรัม ค่าการยืดเกาะที่ผิวหน้า 37.31 กรัม.วินาที ค่าความแน่นเนื้อ 362.12 กรัม และค่าพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือน 2,208.14 กรัม.วินาที ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 6.15×10^2 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม MPN *Escherichia coli* ต่อกรัม น้อยกว่า 3.0 และไม่พบ *Salmonella* spp. ดังนั้นผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าสาหร่ายในท้องถิ่นและสร้างรายได้จากวัตถุดิบในชุมชนต่อไป

ABSTRACT

Chara corallina is an algae with relatively high chlorophyll content compared to other freshwater algae. Therefore, it is interesting to use it in food products. Then, the objective of this study was to develop

noodle product from *Chara corallina*. The study was performed on basic recipe of noodles, suitable factors for noodle production and quality of noodle product from *Chara corallina*. After the experiment, the results showed that the proper basic formula consisted of 200 grams of all-purpose wheat flour, 50 grams of chicken eggs, 25 grams of water and 15 grams of limewater. The optimum ratio of algae to water, amount of gua gum and amount of sodium bicarbonate used for noodle production were 1:0 (w /w), 0.2 grams /100 grams of flour and 0.05 grams/ 100 grams of flour, respectively. After the noodle products from *Chara corallina* was dried at 90 °C for 1 hour and 30 minutes, the quality of noodle product was analyzed. The result showed that dried noodle product had water activity (a_w) of 0.48, brightness value (L^*) was 65.24, green color values ($-a^*$) was -0.03 and the yellow color value (b^*) was 31.07. The content of moisture, ash, protein, fat, fiber and carbohydrates were 6.27%, 1.03%, 13.79%, 1.46%, 0.16% and 77.46% respectively, while the energy value of noodle was 378.11 kcal. When texture analysis was performed with Texture analyzer the result showed that tensile strength, springiness, hardness, adhesiveness, firmness and work of shear were 25.82 grams, 19.31 mm., 4,035.65 g, 37.31 g.Sec., 362.12 grams and 2,208.14 grams.Sec. respectively. For microbiological property, total variable count was 6.15×10^2 colonies per gram, yeast and mold content was less than 10 colonies per gram, MPN *Escherichia coli* per gram was less than 3.0 and *Salmonella* spp. was not found. Therefore, the noodle product from *Chara corallina* is an alternative way to produce products that add value to local algae and continue to generate income from raw materials in the community.

คำสำคัญ: สาหร่ายก้ามกุ้ง บะหมี่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

Keywords: *Chara corallina*, Noodle, Food Product Development

บทนำ

สาหร่ายเป็นพืชที่มีการบริโภคกันมากขึ้นในปัจจุบันในแง่ของอาหารเพื่อสุขภาพ ในระยะหลังจึงมีผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายออกมาในหลายรูปแบบ ทั้งสาหร่ายอัดเม็ด สาหร่ายแผ่น สาหร่ายปรุงรส หรือผลิตภัณฑ์ผสมสาหร่าย ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างของสาหร่าย เช่น องค์กรประกอบทางเคมีที่ประกอบไปด้วยโปรตีน เส้นใย เกลือแร่ และวิตามิน นอกจากนี้สาหร่ายยังมีคุณสมบัติทางยา ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการต้าน reactive oxygen species (ROS) ของสารสกัดจากสาหร่าย (Kuda et al., 2005; Qi et al., 2005; Wang et al., 2008; Monla et al., 2020) ซึ่ง ROS เป็นอนุมูลอิสระกลุ่มที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบและเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลายชนิดในคน เช่น เส้นเลือดเลี้ยงหัวใจอุดตัน มะเร็ง ข้อต่ออักเสบ โรคเบาหวาน โรคเกี่ยวกับการอักเสบ และโรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น

สาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina*) เป็นสาหร่ายที่อยู่ในกลุ่มของสาหร่ายไฟ (Charophytes) (ยูวดี, 2556 อ้างโดย วรณิณี และคณะ, 2563) มีการบริโภคในบางจังหวัดของภาคใต้ โดยนำมารับประทานสดเหมือนผักพื้นบ้านทั่วไป ชาวบ้านทั่วไปมีความเชื่อว่าสาหร่ายชนิดนี้ช่วยรักษาโรคเบาหวาน และโรคกระเพาะอาหารได้ นอกจากนี้ความเชื่อของชาวบ้านทั่วไปเกี่ยวกับสรรพคุณทางยาของสาหร่าย *Chara corallina* แล้ว ยังมีรายงานการวิจัยจากต่างประเทศที่แสดงถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย *Chara corallina* โดย Khaliq-uz-Zaman et al. (1998) รายงานว่าสารสกัดเมทานอลของสาหร่ายชนิดนี้ประกอบด้วยกรดไขมัน 23 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (63.5%) และยังมี sterol จำนวน 4 ชนิด เมื่อนำสารสกัดจากเมทานอล สารสกัดจากเอทานอลและ sterol ที่แยกได้มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิด จาก

การศึกษาของ วรณิณี และคณะ (2563) พบว่าสาหร่ายชนิดนี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อศึกษาด้วยการวัดความสามารถในการยับยั้งอนุมูล DPPH ความสามารถในการยับยั้งอนุมูล ABTS และความสามารถในการดักจับโลหะไอออน โดยพบว่าสารประกอบฟีนอลิกรวม และสารแทนนินรวม มีส่วนสำคัญในการยับยั้งอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ อุไรวรรณ และคณะ (2564) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนในสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corollina*) ที่ผ่านการไฮโดรไลเซท พบว่าคุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสาหร่ายก้ามกุ้งที่ผ่านการไฮโดรไลซ์มีแนวโน้มให้ปริมาณสูงกว่าสาหร่ายผงแห้ง โดยเฉพาะปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน พบว่าในสาหร่ายที่ผ่านการไฮโดรไลซ์มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนกว่าในสาหร่ายผงแห้ง และมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน ปริมาณกรดอะมิโนรวมในโปรตีนไฮโดรไลเซทเท่ากับ 61,768 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สูงกว่าปริมาณกรดอะมิโนรวมในสาหร่ายผงแห้ง (34,427 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ด้วยคุณสมบัติที่ดีดังกล่าวของสาหร่ายก้ามกุ้งจึงมีความน่าสนใจในการนำมาใช้ทางอาหาร

สาหร่ายก้ามกุ้งยังมีความน่าสนใจในแง่ของความปลอดภัยในการบริโภค เนื่องจากมีรายงานว่ามักพบสาหร่าย

กลุ่มนี้ (กลุ่ม Characean algae) ในน้ำที่สะอาด (Singh et al., 2013) รวมทั้งข้อมูลเบื้องต้นของทีมงานวิจัยที่พบว่าสาหร่ายก้ามกุ้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าสาหร่ายน้ำจืดชนิดอื่น และสามารถเลี้ยงสาหร่ายก้ามกุ้งได้ง่ายในโรงเรือน (วรณิณี และเพ็ญศรี, 2558) สาหร่ายชนิดนี้จึงมีความน่าสนใจในการนำมาเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้ผลิตภัณฑ์อาหาร โดยนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บะหมี่สาหร่ายก้ามกุ้ง เนื่องจากสีเขียวของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นจุดเด่นของสาหร่ายก้ามกุ้งจะนำมาใช้ในการผลิตบะหมี่ที่มีลักษณะคล้ายบะหมี่หยก ดังนั้นข้อดีดังกล่าวคือการนำสารสีจากธรรมชาติมาใช้ในอาหารทดแทนสีสังเคราะห์ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐาน และปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง และศึกษาคุณภาพของบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการศึกษาจะทำการถ่ายทอดกระบวนการผลิตสู่ชุมชนที่เป็นแหล่งของสาหร่ายก้ามกุ้งเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนเนื่องจากใช้วัตถุดิบในชุมชน สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานบะหมี่ที่เหมาะสม

คัดเลือกสูตรพื้นฐานบะหมี่ จาก 3 สูตร ที่ศึกษาดังตารางที่ 1 เพื่อใช้ผลิตเป็นบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

ตารางที่ 1 สูตรของบะหมี่ที่ใช้ในการศึกษาสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	สูตรบะหมี่		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ร้อยละ)	57.02	68.97	20.69
แป้งขนมปัง (ร้อยละ)	0.00	0.00	34.48
แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	0.00	0.00	6.90
โซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ)	0.18	0.00	0.00
ไข่ไก่ (ร้อยละ)	30.01	17.24	25.86
น้ำเปล่า (ร้อยละ)	8.44	8.62	0.00
เกลือป่น (ร้อยละ)	0.60	0.00	0.00
น้ำมันพืช (ร้อยละ)	3.75	0.00	0.00
น้ำปูนใส (ร้อยละ)	0.00	5.17	12.07

วิธีการทำ

1. ผสมแป้งต่างๆ กับโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วจึงร่อนแป้งรวมกัน 2-3 ครั้ง นำแป้งไปใส่ในอ่างผสม

2. ตอกไข่ใส่ลงไปในแป้ง ใส่เกลือ แล้วนวดผสมให้เข้ากัน (เติมน้ำมันสำหรับสูตรที่ 1 และเติมน้ำปูนใสที่ละน้อยจนหมด ในสูตรที่ 2 และ 3)

3. นวดแป้งจนกระทั่งเข้ากันดี เนื้อเนียน มีความเหนียว และไม่ติดมือ (ประมาณ 10 นาที) นำพลาสติกใสคลุมพักแป้งไว้ 15 นาที

4. นำแป้งที่ได้มาตัดเป็นก้อน ก้อนละ 300 กรัม นำไปรีดให้เป็นแผ่นบางๆ ด้วยเครื่องรีดและตัดเส้น โดยรีดให้มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้วตัดเป็นเส้นความกว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร นำเส้นบะหมี่ที่ได้ไปลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที นำมาจุ่มในน้ำเย็น เป็นเวลา 25 วินาที จากนั้นตักเส้นบะหมี่พักไว้ให้สะเด็ดน้ำ เพื่อใช้ทดสอบชิม

นำบะหมี่สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมาคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ ความเหนียว และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

2. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำสำหรับที่เหมาะสมเพื่อใช้ผลิตบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

เตรียมน้ำสาหร่าย โดยใช้อัตราส่วนของสาหร่ายก้ามกุ้งต่อน้ำ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ที่นำมาใช้ในการสกัด 3 อัตราส่วนคือ 1:0 1:0.5 และ 1:1 ปั่นด้วยเครื่องปั่น และแยกน้ำด้วยผ้าขาวบางสองชั้น นำน้ำสาหร่ายที่เตรียมได้มาใช้ในการผลิตบะหมี่สาหร่าย ตามสูตรที่เหมาะสมที่คัดเลือกจากข้อ 1 โดยใช้ น้ำสาหร่ายทดแทนน้ำเปล่า เตรียมบะหมี่ตามสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 1 เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic

Scale) และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ ความเหนียว และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ RCBD และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

3. การศึกษาปริมาณกัวร์กัมที่เหมาะสมกับบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

เตรียมบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ตามวิธีการที่เหมาะสมจากข้อที่ 2 ศึกษาปริมาณของกัวร์กัมที่ระดับ 0 0.2 และ 0.4 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม คัดเลือกปริมาณกัวร์กัมที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเหนียวนุ่ม และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

4. การศึกษาปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมกับบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

เตรียมบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ตามวิธีการที่เหมาะสมจากข้อที่ 3 ศึกษาปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0 0.05 และ 0.1 คัดเลือกปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสม โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเหนียวนุ่ม และ ความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

5. การศึกษาคุณภาพของบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้งอบแห้ง

นำบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งที่ได้จากการศึกษาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่มิดชิดแล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้คือ

5.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพ

- องค์ประกอบหลักได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ เยื่อใย (crude fiber) ตามวิธีการของ AOAC (2000)

- คาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ (กองโภชนาการ, 2544)

- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = $100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า})$

- ปริมาณพลังงาน (energy) ใน 100 กรัม ตัวอย่าง โดยวิธีการคำนวณ (กองโภชนาการ, 2544) โปรตีน ปริมาณ 1 กรัม ให้พลังงานจำนวน 4 กิโลแคลอรี ไขมัน ปริมาณ 1 กรัม ให้พลังงานจำนวน 9 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตปริมาณ 1 กรัม ให้พลังงานจำนวน 4 กิโลแคลอรี นำพลังงานที่ได้จากการคำนวณของสารอาหารทั้ง 3 ชนิดมารวมกันจะเป็นพลังงานทั้งหมด

- ค่าแอกทิวิตี (Water Activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่าแอกทิวิตี (Aqualab series 3, Decagon Devices, Inc., USA)

5.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count) ตามวิธีการของ American Public Health Association (1996)

- ยีสต์และรา ตามวิธีการของ AOAC International (1992)

- *E. coli* ตามวิธีการของ BAM (2002)

- *Salmonella* spp. ตามวิธีการของ International Organization for Standardization (2002)

5.3 คุณภาพทางเนื้อสัมผัส

วัดคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของบะหมี่อบแห้ง ที่ผ่านการลวกให้สุก (เตรียมตัวอย่างโดยนำเส้นบะหมี่มาลวก ในน้ำเดือด 30 วินาที (ลวกครั้งละ 1 ก้อน) ตักเส้นบะหมี่ขึ้น

แล้วแช่ในน้ำเย็น 1 นาที ตักบะหมี่ขึ้นจากน้ำเย็น ทั้งให้ สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที นำเส้นบะหมี่ใส่กล่องพลาสติก ปิดฝา แล้วนำออกมาวัดค่าที่ละเอียด (วัดคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) 25 kg load cell วัดคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength) และ ค่าการคืนตัว (Springiness) วัดด้วย เครื่องวัดคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส 5 kg Load cell ใช้ อุปกรณ์วัดแรงดึง Noodle Tensile Rig ดึงตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่ละเอียดใช้ความเร็ว 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะการดึง 100 มิลลิเมตร

- ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (Adhesiveness) วัดด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส 5 kg Load cell ใช้หัวตรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร กดตัวอย่างด้วยความเร็ว 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงบนเส้นบะหมี่ 2 เส้น วางขนานกัน ด้วยระยะกด 75% ของความหนาเส้น

- วัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่าพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือน (Work of shear) วัดด้วย เครื่องวัดคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส 25 kg Load cell ใช้ ไบมีดทำจากพลาสติก (Pasta Quality Rig) ตัดลงบน ตัวอย่างเส้นบะหมี่จำนวน 5 เส้นที่วางขนานกัน ตัดลงบน ตัวอย่างด้วยความเร็ว 0.17 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะการตัด 4.5 มิลลิเมตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานบะหมี่ที่เหมาะสม

การศึกษาสูตรพื้นฐานบะหมี่ที่เหมาะสมเพื่อผลิตบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง โดยมีสูตรต่างๆ ที่นำมาศึกษาจำนวน 3 สูตร ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบหมีสูตรต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
สี	7.87±0.51 ^a	7.50±0.57 ^b	7.40±0.50 ^b
กลิ่น	7.53±0.51 ^a	7.47±0.51 ^a	7.47±0.51 ^a
รสชาติ	7.53±0.51 ^a	7.57±0.50 ^a	7.53±0.51 ^a
ความแน่นเนื้อ	7.37±0.49 ^b	8.47±0.57 ^a	7.50±0.51 ^b
ความเหนียว	7.50±0.57 ^b	8.43±0.50 ^a	7.30±0.47 ^b
ความชอบรวม	7.23±0.43 ^b	8.67±0.48 ^a	7.43±0.50 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเบหมีเพื่อผลิตเบหมีจากสาหร่ายก้ามกุ้ง เมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ ความเหนียว และความชอบรวม พบว่าคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบหมีสูตรที่ 2 ด้านความแน่นเนื้อ ความเหนียว และความชอบรวม มีคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์เบหมีสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ($p < 0.05$) ยกเว้นด้านกลิ่น และรสชาติที่ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร ($p > 0.05$) และด้านสี ผลิตภัณฑ์เบหมีสูตรที่ 1 จะได้รับคะแนนความชอบมากกว่าผลิตภัณฑ์เบหมีสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ($p < 0.05$) การศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตเบหมีจะให้ความสำคัญกับคุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อ และความเหนียวเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญในการรับประทานเบหมี ดังนั้นสูตรพื้นฐานในการผลิตเบหมีที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย แป้งสาลี อเนกประสงค์ร้อยละ 68.97 ไข่ไก่ร้อยละ 17.24 น้ำเปล่าร้อยละ 8.62 และน้ำปูนใสร้อยละ 5.17 จากการศึกษาของสมศักดิ์ และคณะ (2556) ซึ่งศึกษาการผลิตและการยอมรับเบหมีกะเพรา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของเบหมีในการทำเบหมีกะเพรา พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดใน

การผลิตประกอบด้วย แป้งสาลี 190 กรัม ไข่แดง 32 กรัม เกลือป่น 5 กรัม ผงฟู 0.6 กรัม และน้ำ 70 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด นอกจากนั้นจากการศึกษาของ สุธีรา และคณะ (2564) ซึ่งศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำ ผงต่อคุณภาพเบหมีสด โดยสูตรพื้นฐานของเบหมีสดที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำ เกลือ โซเดียม-ไบคาร์บอเนต และไข่ไก่ ร้อยละ 0 2.5 5 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้ง โดยสูตรของเบหมีจากการศึกษาครั้งนี้และงานวิจัยทั้งสองจะมีส่วนผสมในการผลิตเบหมีที่เป็นองค์ประกอบหลักไม่แตกต่างกัน คือ มีแป้งสาลี ไข่ และน้ำ แต่จะแตกต่างกันที่สูตรพื้นฐาน จากการศึกษาของสมศักดิ์ และคณะ (2556) ใช้ผงฟู การศึกษาของสุธีรา และคณะ (2564) ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต แต่การศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำปูนใส ซึ่งก็ให้คุณลักษณะที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับ

2. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำสาหร่ายที่เหมาะสมเพื่อใช้ผลิตเบหมีเสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

ศึกษาการผลิตเบหมีจากสาหร่ายก้ามกุ้ง โดยใช้น้ำสาหร่ายซึ่งมีอัตราส่วนของสาหร่ายและน้ำที่ใช้ในการสกัด 3 อัตราส่วนคือ อัตราส่วนสาหร่ายต่อน้ำ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เท่ากับ 1:0 1:0.5 และ 1:1 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ที่อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำต่างๆ กัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	สาหร่าย:น้ำ = 1:0	สาหร่าย:น้ำ = 1:0.5	สาหร่าย:น้ำ = 1:1
สี	8.63±0.49 ^a	7.60±0.50 ^b	7.17±0.461 ^c
กลิ่น	8.10±0.31 ^a	7.50±0.51 ^b	7.17±0.65 ^c
รสชาติ	7.97±0.56 ^a	7.70a±0.47 ^{ab}	7.53±0.57 ^b
ความแน่นเนื้อ	7.87±0.35 ^a	7.67±0.55 ^a	7.60±0.56 ^a
ความเหนียว	8.00±0.37 ^a	7.73±0.45 ^b	7.60±0.50 ^b
ความชอบรวม	8.50±0.57 ^a	7.60±0.50 ^b	7.37±0.49 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาอัตราส่วนของสาหร่ายและน้ำที่ใช้ในการสกัดที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ ความเหนียว และความชอบรวม พบว่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เท่ากับ 1:0 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0.5 และ 1:1 ($p < 0.05$) ด้านรสชาติผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0 ได้รับคะแนนความชอบไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0.5 แต่ต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:1 ($p < 0.05$) ด้านความแน่นเนื้อผลิตภัณฑ์บะหมี่ทั้ง 3 ชุดการทดลองได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ด้านความเหนียวและความชอบรวมผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0.5 และ 1:1 ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาหลายๆ ปัจจัยและเน้นด้านความเหนียวและความแน่นเนื้อ อัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์บะหมี่คืออัตราส่วนสาหร่ายต่อ น้ำ เท่ากับ 1:0 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จากการศึกษาของ สมศักดิ์ และคณะ (2556) ซึ่งศึกษาการผลิตและการยอมรับบะหมี่กะเพรา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณ

น้ำกะเพราที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่กะเพรา โดยศึกษาอัตราส่วนน้ำกะเพราต่อ น้ำ เท่ากับ 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 พบว่าอัตราส่วนของน้ำกะเพราต่อ น้ำ เท่ากับ 100:0 ได้รับคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด

การนำสาหร่ายก้ามกุ้งมาใส่ในผลิตภัณฑ์บะหมี่เพื่อให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่มีสีเขียวคล้ายบะหมี่หยก โดยสีเขียวที่ได้จากน้ำสาหร่ายจะทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ในอาหารเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค นอกจากนี้สาหร่ายก้ามกุ้งยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูง ซึ่งสีเขียวจากคลอโรฟิลล์มีการนำมาใช้เป็นสีธรรมชาติมาเป็นเวลานานแล้ว (Shahid et al., 2013) ด้วยความตระหนักในการใช้สารแต่งสีจากธรรมชาติ จึงทำให้ความต้องการคลอโรฟิลล์มีเพิ่มขึ้น (Hung et al., 2014; Sigurdson et al., 2017) ในด้านสุขภาพคลอโรฟิลล์และคลอโรฟิลลิน (chlorophyllin) มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ (Tumolo and Lanfer-Marquez, 2012; Ghidouche et al., 2013) คลอโรฟิลล์มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบที่ป้องกันโรคเรื้อรัง เช่น มะเร็ง (McQuistan et al., 2012; Subramoniam et al., 2012; Jokopriyambodo et al., 2014) ดังนั้นคลอโรฟิลล์ในผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งจะเป็นทางเลือกในการผลิตผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น

3. การศึกษาปริมาณกัวร์กัมที่เหมาะสมกับบะหมี่เสริม สำหรับก้ามกุ้ง

ศึกษาผลของปริมาณกัวร์กัมต่อคุณภาพของบะหมี่

จากสาหร่ายก้ามกุ้ง โดยศึกษาปริมาณของกัวร์กัมที่ระดับ 0
0.2 และ 0.4 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม ผลการทดลองแสดงดัง
ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ที่ปริมาณกัวร์กัม
ต่างๆ กัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	กัวร์กัม 0 g/แป้ง 100 g	กัวร์กัม 0.2 g/แป้ง 100 g	กัวร์กัม 0.4 g/แป้ง 100 g
สี	8.07±0.58 ^a	8.07±0.58 ^a	8.07±0.58 ^a
กลิ่น	7.67±0.55 ^a	7.67±0.55 ^a	7.67±0.55 ^a
รสชาติ	7.87±0.51 ^a	7.87±0.51 ^a	7.87±0.51 ^a
ความเหนียวนุ่ม	7.20±0.41 ^b	8.20±0.41 ^a	7.17±0.53 ^b
ความชอบรวม	7.57±0.50 ^b	8.40±0.50 ^a	7.57±0.57 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณของกัวร์กัมที่เหมาะสมใน
การผลิตบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผลการทดลองแสดงดัง
ตารางที่ 4 ซึ่งพบว่า เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางประสาท
สัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติ ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทั้ง 3 ชุดการ
ทดลองได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้านความเหนียวนุ่ม และ
ความชอบรวม ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่ใช้กัวร์กัม 0.2 กรัม/แป้ง
100 กรัม ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่
ใช้กัวร์กัม 0.0 และ 0.4 กรัม/แป้ง 100 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการทดลองผลิตภัณฑ์บะหมี่ทั้ง 3 ชุด
การทดลองซึ่งมีระดับปริมาณกัวร์กัมที่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์
บะหมี่ที่เติมกัวร์กัมที่ระดับ 0.2 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม ได้รับ
คะแนนความชอบมากที่สุดเพราะเส้นของบะหมี่มีความ
เหนียวในระดับที่เหมาะสม แต่ในปริมาณของกัวร์กัมที่ระดับ
0.4 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม เส้นบะหมี่จะเหนียวมากขึ้นและ
ค่อนข้างแข็ง จากการศึกษาของ กรรณิการ์ และคณะ (2558)
ซึ่งศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากแป้ง
ข้าวด้วยกัวร์กัม พบว่าการเพิ่มปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0 1
2 และ 3 ของน้ำหนักแป้งทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
จากแป้งข้าวที่เตรียมจากแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 100 โปรตีนถั่ว
เหลืองสกัดร้อยละ 10 และน้ำร้อยละ 90 ของน้ำหนักแป้ง

มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุกและมีปริมาณของแข็งที่
สูญเสียระหว่างการต้มลดลง มีค่าความแข็งและค่าความ
ต้านทานต่อการดึงขาดเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และโครงสร้าง
ภายในของเส้นบะหมี่จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่
หนาแน่นขึ้น ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากแป้งข้าว
ผสมกัวร์กัมร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้ง มีคะแนนการยอมรับ
โดยรวมสูงสุดและใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มสุกสั้นที่สุด
(3 นาที) นอกจากนั้นจากการศึกษาของ Srikaeo et al.
(2018) พบว่ากัวร์กัมช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส (texture) ของ
ผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนหมักอบแห้ง วัตถุดิบในอาหาร
หลายชนิดที่มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่
เช่น กัมจากธรรมชาติ (natural gum) (Charlesa et al.,
2007) เอนไซม์ (Wu and Corke, 2005) เวย์โปรตีน
ไอโซเลท (whey protein isolate :WPI) เคซีน (casein)
ไคโตแซน (chitosan) และ พรีเจลาติโนซ์ สตาร์ท
(pregelatinized starch) (Chillo et al., 2009)

4. การศึกษาปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมกับ บะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง

ศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อคุณภาพของ
บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง โดยศึกษาปริมาณโซเดียม-
ไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0 0.05 และ 0.1 ผลการ
ทดลองแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ที่มีปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตต่างๆ กัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	NaHCO ₃ 0 g/แป้ง 100 g	NaHCO ₃ 0.05 g/แป้ง 100 g	NaHCO ₃ 0.1 g/แป้ง 100 g
สี	8.67±0.48 ^a	8.67±0.48 ^a	8.67±0.48 ^a
กลิ่น	8.17±0.38 ^a	8.17±0.38 ^a	8.17±0.38 ^a
รสชาติ	8.20±0.41 ^a	8.20±0.41 ^a	8.17±0.46 ^a
ความเหนียวนุ่ม	7.70±0.47 ^b	8.50±0.51 ^a	7.53±0.51 ^b
ความชอบรวม	8.10±0.40 ^b	8.73±0.45 ^a	7.97±0.49 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าเมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติ ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตทั้งสามระดับ ได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนด้านความเหนียวนุ่มและความชอบรวม ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.05 กรัม/แป้ง 100 กรัม ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.00 และ 0.10 กรัม/แป้ง 100 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การผลิตบะหมี่จะให้ความสำคัญกับคุณลักษณะด้านความเหนียวนุ่มเป็นสำคัญ ดังนั้นบะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.05 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม จึงมีความเหมาะสมที่สุด ในการทดลองผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับ 0.05 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม ได้รับคะแนนความชอบด้านความเหนียวนุ่ม และความชอบรวมมากที่สุดเพราะเส้นของบะหมี่จะเหนียวนุ่มในปริมาณที่พอเหมาะ แต่ที่ระดับของโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.1 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม เส้นบะหมี่จะมีความนุ่มมากเกินไป และมีความหนึบลดลง จากการศึกษาของ Wang et al. (2021) ซึ่งศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate: NaHCO₃) ต่อคุณภาพของ Kongxin noodles เพื่อปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ให้มีคุณภาพดีขึ้น

โดยศึกษาที่ระดับ 0 ถึง 4 กรัม/แป้ง 1 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตลงในบะหมี่จะทำให้ระยะเวลาในการทำให้สุก (optimal cooking time) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังทำให้แนวโน้มของความยืดหยุ่น (elasticity) ความแน่นเนื้อ (firmness) และค่าการตอบสนองการเคี้ยว (chewiness) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่อาจเกิดจากโซเดียมไบคาร์บอเนตช่วยส่งเสริมการเกิดเจลของแป้ง (starch gelatinization) และการเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลของกลูเตน (gluten cross-linking) อย่างไรก็ตาม การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับ 4 กรัม/แป้ง 1 กิโลกรัม จะเพิ่มการสูญเสียเนื่องจากการทำให้สุก (cooking loss) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งอาจเป็นเพราะโครงสร้างกลูเตนที่เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลกันมากเกินไปทำให้จำกัดการพองตัวของแป้ง โดยพบว่าระดับที่เหมาะสมต่อการทำให้สุกและเนื้อสัมผัสของบะหมี่อยู่ที่ระดับ 3 กรัม / แป้ง 1 กิโลกรัม

5. การศึกษาคุณภาพของบะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้งอบแห้ง

ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งจากสูตรสุดท้ายซึ่งประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ 200 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม น้ำสาหร่าย (อัตราส่วนสาหร่ายต่อน้ำ 1:0) 25 กรัม น้ำปูนใส 15 กรัม โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.1 กรัม และกัวร์กัม 0.4 กรัม โดยตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ คุณภาพจุลินทรีย์ และคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีกายภาพ คุณภาพจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ และคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง

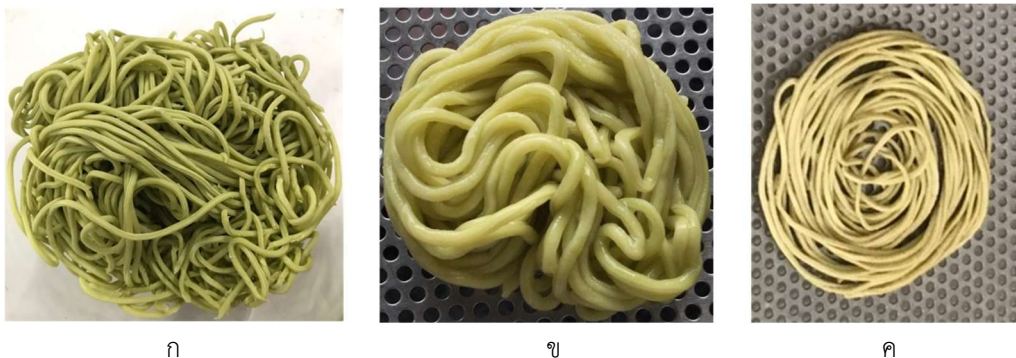
คุณภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางเคมีกายภาพ	
- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)	0.48±0.01
- ค่าสี L*	65.24±0.01
a*	-0.03±0.01
b*	31.07±0.01
- ความชื้น (ร้อยละ)	6.270±0.08
- เถ้า (ร้อยละ)	1.03±0.01
- โปรตีน (ร้อยละ)	13.79±0.29
- ไขมัน (ร้อยละ)	1.46±0.02
- กากใย (ร้อยละ)	0.16±0.00
- คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	77.46±0.34
- พลังงาน (Kcal)	378.11±0.02
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	6.15×10^2
- ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	< 10
- MPN <i>Escherichia coli</i> ต่อกรัม	< 3.0
- <i>Salmonella</i> spp. ต่อ 25 กรัม	ไม่พบ
คุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส	
- ค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (กรัม)	25.82±2.85
- ค่าการคืนตัว (มิลลิเมตร)	19.31±5.22
- ค่าความแข็ง (กรัม)	4,035.65±426.42
- ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (กรัม.วินาที)	37.31±10.30
- ค่าความแน่นเนื้อ (กรัม)	362.12±23.87
- ค่าพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือน (กรัม.วินาที)	2,208.14±173.37

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เท่ากับ 0.48 ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 65.24 ค่าสีเขียว (-a*) เท่ากับ -0.03 ค่าสีเหลือง (+b*) เท่ากับ 31.07 นั่นคือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเขียวอมเหลือง และมีลักษณะสีค่อนข้างมาทางสว่าง ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน กากใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 6.27 1.03 13.79 1.46 0.16 และ 77.46 ตามลำดับ ค่าพลังงาน เท่ากับ 378.11 กิโลแคลอรี คุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส มีค่า

ความต้านทานต่อการดึงขาด 25.82 กรัม ค่าการคืนตัว 19.31 มิลลิเมตร ค่าความแข็ง 4,035.65 กรัม ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า 37.31 กรัม.วินาที ค่าความแน่นเนื้อ 362.12 กรัม และค่าพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือน 2,208.14 กรัม.วินาที สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 6.15×10^2 CFU/g ปริมาณยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3.0 ต่อกรัม และไม่พบ *Salmonella* spp. ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้งที่กำหนดไว้

คือ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 CFU/g ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 CFU/g และปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548ก) ส่วนบะหมี่สดกำหนด *Salmonella* spp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548ข) จากการศึกษาของ กุลรัตน์ (2550) ซึ่งศึกษาการผลิตบะหมี่สดผสมผักหวานบ้าน เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่สดที่ผสมผักหวานบ้านร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่ามีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 52.12 04 7.41 105 37.89 และ 187 ตามลำดับ มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 175.49 ไมโครกรัม และพลังงาน 189.01 กิโลแคลอรี และพบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ใน

เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สำหรับคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส จากการศึกษาของ Lü et al. (2014) ได้ศึกษาคุณภาพของบะหมี่ที่ผลิตจากสูตรซึ่งประกอบด้วย แป้ง 200 กรัม น้ำ 60 กรัม จากนั้นเติมละลายเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1 โซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ละลายในน้ำ แล้วนำไปต้มในแป้งผสมแป้งเป็นเวลา 15 นาที แล้ววางทิ้งไว้ในถุงพลาสติกเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำมารีดและตัดเป็นเส้น ขนาดของเส้นที่มีความหนา 1.1 มิลลิเมตร จะมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสคือ Chewiness/g Firmness/g และ Extensibility/g เท่ากับ 318 167 และ 16.7 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่สด (ก) บะหมี่ลวก (ข) และบะหมี่ที่ผ่านการอบแห้ง (ค) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมสาหร่ายก้ามกุ้ง: บะหมี่สด (ก) บะหมี่ลวก (ข) และบะหมี่ที่ผ่านการอบแห้ง (ค)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้งในครั้งนี้ พบว่าจากสูตรพื้นฐานและอัตราส่วนของน้ำสาหร่ายที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษา เมื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการเติมกัวร์กัม และโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่าจะช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่จากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การใช้น้ำสาหร่ายในผลิตภัณฑ์บะหมี่นอกจากช่วยเสริมคุณค่าที่มีในสาหร่ายให้กับผลิตภัณฑ์บะหมี่แล้ว ยังเป็นการช่วยลดการใช้สีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์บะหมี่ และเป็นการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสาหร่ายในท้องถิ่น และเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับทุนอุดหนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กุลยะณี, กุลยา ลีมรุ่งเรืองรัตน์ และ อโนชา สุขสมบูรณ์. (2558). การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากแป้งข้าวด้วยกัวร์กัม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46(ฉบับพิเศษ 3): 357-360.
- กุลรัตน์ จิรัฐติยางกูร. (2550). การยอมรับของผู้บริโภคต่อบะหมี่สดผสมผักหวานบ้าน. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 134 หน้า.

- กองโภชนาการ. (2544). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. หน้า 7.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2556). สหรัยน้ำจืดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 434 หน้า อ้างโดย วรณิณี จันท์แก้ว และ เพ็ญศรี เพ็ญประไพ. (2558). การแพร่กระจายและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในพื้นที่ต้นน้ำเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารแก่นเกษตร 43(ฉบับพิเศษ 1): 215-223.
- วรณิณี จันท์แก้ว และ เพ็ญศรี เพ็ญประไพ. (2558). การแพร่กระจายและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในพื้นที่ต้นน้ำเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารแก่นเกษตร 43(ฉบับพิเศษ 1): 215-223.
- วรณิณี จันท์แก้ว, มนต์สรวง ยางทอง และจันทนา แสงแก้ว. (2563). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารพิษของสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corollina* Klein ex C.L. Willenow). วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 12(3): 296 – 314.
- สุธีรา เข้มทอง, ภัทราพร ยุธาชิต, จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี, ลัดดาวรรณ แยมทองกลาง, กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง และบุปผชาติ ต่อนบุญสูง. (2564). ผลของการเสริมโซนน้าผงต่อคุณภาพของบะหมี่สด. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 20(2): 183-200.
- สมศักดิ์ ศิริขันธ์, อนุกุล พลศิริ, วันดี ไทยพานิช และปาริชาติ บุญพิศา. (2556). การผลิตและการยอมรับบะหมี่กะเพรา. วารสารคหเศรษฐศาสตร์ 56(2): 35-41.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548ก). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเส้นหมี่แห้ง. มผช. 731/2548. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548ข). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเส้นบะหมี่สด. มผช. 732/2548. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และศุภลักษณ์ สุดขาว. (2564). คุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนในสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corollina*) ที่ผ่านการไฮโดรไลเซท. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 31 ประจำปี 2564, สงขลา.
- American Public Health Association (APHA). (1996). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. In: M.K. Speck, Ed., American Public Health Association, Washington DC., USA. Cited by Adu-Gyamfi, A. and Appiah, V. (2012). Enhancing the hygienic quality of some ghanaiian food products by gamma irradiation. Food and Nutrition Sciences 3: 219-223.
- AOAC International. (1992). FDA Bacteriology Analytical Manual 7th Edition AOAC International, Arlington, VA 22201-3301 USA, 227-234.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Gaithersburg, MD., USA: Association of Analytical Communities.
- BAM. (2002). Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In FDA bacteriological analytical manual (online). แหล่งข้อมูล: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.html> (November, 2013).
- Charlesa, A.L., Huang, T.C., Laia, P.Y., Chen, C.C., Leed, P.P. and Chang, Y.H. (2007). Study of wheat flour-cassava starch composite mix and the function of cassava mucilage in

- Chinese noodles. *Food Hydrocolloids* 21(3): 368-378.
- Chillo, S., Suriano, N., Lamacchia, C. and Del Nobile, M.A. (2009). Effects of additives on the rheological and mechanical properties of non- conventional fresh handmade tagliatelle. *Journal of Cereal Science* 49(2): 163-170.
- Ghidouche, S., Rey, B., Michel, M. and Galaffu, N.A. (2013). Rapid tool for the stability assessment of natural food colours. *Food Chemistry* 139(1-4): 978-985.
- Hung, S.M., Hsu, B.D. and Lee, S. (2014). Modelling of isothermal chlorophyll extraction from herbaceous plants. *Journal of Food Engineering* 128(2): 17-23.
- International Organization for Standardization (ISO). (2002). ISO 6579:2002 Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs - Horizontal Method for the Detection of *Salmonella* spp. Geneva, Switzerland: American National Standards Institute (ANSI). 34 p.
- Jokopriyambodo, W., Sudarsono. and Rohman, A. (2014). The Antiradical activity of insoluble water Suji (*Pleomele angustifolia* N. E. Brown) leaf extract and its application as natural colorant in bread product. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences* 2(2): 52-56.
- Khaliq-uz-Zaman, S. M. , Simin, S. , Mustafa, S. , Leghari, S. M. and Ahmad, V. U. (1998). Bioactive compounds in *Chara corallina* var. *Wallichii* (A. BR.) R. D. Wood (Charophyta). *Pakistan Journal of Botany* 30(1): 19-31.
- Kuda, T., Tsunekawa, M., Goto, H. and Araki, Y. (2005). Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *Journal of Food Composition and Analysis* 18(7): 625-633.
- Lü, Y.G., Jie, C., Li, X.Q., Ren, L., He, Y.Q. and Qu, L.B. (2014). Study on processing and quality improvement of frozen noodles. *LWT - Food Science and Technology* 59: 403-410.
- McQuistan, T.J., Simonich, M.T., Pratt, M.M., Pereira, C. B. , Hendricks, J. D. , Dashwood, R. H. , Williams, D.E. and Bailey, G. S. (2012). Cancer chemoprevention by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose-dose matrix biomarker and tumor study. *Food and Chemical Toxicology* 50(2): 341-352.
- Monla, R.A., Dassouki, Z., Kouzayha, A., Salma, Y., Gali-Muhtasib, H. and Mawlawi, H. (2020). The cytotoxic and apoptotic effects of the brown algae *Colpomenia sinuosa* are mediated by the generation of reactive oxygen species. *Molecules* 25(8): 1-14.
- Qi, H., Zhang, Q., Zhao, T., Chen, R., Zhang, H., Niu, X. and Li, Z. (2005). Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) *in vitro*. *International Journal of Biological Macromolecules* 37(4): 195-199.
- Shahid, M., Shahid-Ul-Islam. and Mohammad, F. (2013). Recent advancements in natural dye applications: A review. *Journal of Cleaner Production* 53(15): 310-331.
- Sigurdson, G.T., Tang, P. and Giusti, M.M. (2017). Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. *Annual Review of Food Science and Technology* 8(1): 261-280.
- Singh, U.B., Thakur, R.K., Verma, R. and Ahluwalia, A.S. (2013). Nutritional studies of *Chara*

- corallina*. Recent Research in Science and Technology 5(3): 10-14.
- Srikaeo, K., Laothongsan, P. and Lerdluksamee, C. (2018). Effects of gums on physical properties, microstructure and starch digestibility of dried-natural fermented rice noodles. International Journal of Biological Macromolecules 109 (2): 517 – 523.
- Subramoniam, A., Asha, V.V., Nair, S.A., Sasidharan, S.P., Sureshkumar, P.K., Rajendran, K.N., Karunagaran, D. and Ramalingam, K. (2012). Chlorophyll revisited: Anti-inflammatory activities of chlorophyll a and inhibition of expression of TNF- α gene by the same. Biology Inflammation 35(3): 959-966.
- Tumolo, T. and Lanfer- Marquez, U. M. (2012). Copper chlorophyllin: A food colorant with bioactive Properties? Food Research International 46(2): 451-459.
- Wang, J., Zhang, Q., Zhang, Z. and Li, Z. (2008). Antioxidant activity of sulfate polysaccharide fractions extracted from *Laminaria japonica*. International Journal of Biological Macromolecules 42(2): 127-132.
- Wang, J.-R., Guo, X.-N., Yang, Z. and Zhu, K.-X. (2021). Effect of sodium bicarbonate on quality of machine-made Kongxin noodles. LWT- Food Science and Technology 138: 110670.
- Wu, J.P. and Corke, H. (2005). Quality of dried white salted noodles affected by microbial transglutaminase. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 2587-2594.

