

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น
THE PRODUCT DEVELOPMENT OF FISH RICE-SEASONING FISH
SUPPLEMENTED WITH GREEN CAVIAR

อรอนงค์ ศรีพาวาทกุล^{*1}, มณฑกานติ ท้ามตัน² และ ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์²
Oranong Sripawatakul^{*1}, Montakan Tamtin² and Prapat Kosawatpat²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
²ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology
Phetchaburi Rajabhat University

²Phetchaburi Coastal Aquaculture Research and Development Center

Received: 2 February 2021

Accepted: 10 June 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่นที่เหลือจากการตัดแต่งและศึกษาปริมาณสาหร่ายพวงองุ่นที่เหมาะสมในการทำผงโรยข้าวปลา โดยศึกษาการอบแห้งสาหร่ายด้วยวิธีการตากแดดและวิธีอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 12.03 -12.31 ความเค็มอยู่ในช่วง 62-63 ppt และค่า a_w อยู่ในช่วง 0.50-0.53 ซึ่งไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สาหร่ายพวงองุ่นที่ตากแดดมีสีเขียวซีดและบางส่วนมีสีขาว แต่การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ สาหร่ายมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันโดยสาหร่ายอบแห้งมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นของสาหร่ายและรสชาติเค็ม ดังนั้นจึงเลือกการอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียสเพราะใช้เวลาน้อยที่สุด การศึกษาการใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งในผงโรยข้าวปลาที่ระดับร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักของสูตรพื้นฐาน พบว่าปริมาณการใช้สาหร่ายพวงองุ่นมีผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวด้านรสชาติและความชอบโดยรวม ($p>0.05$) สาหร่ายพวงองุ่นร้อยละ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด สูตรผงโรยข้าวปลาที่พัฒนาได้มี

* ผู้ประสานงาน: อรอนงค์ ศรีพาวาทกุล
อีเมล Oranong.sri@gmail.com

ส่วนผสมจาก ปลานวลจันทร์ทะเลหอยอง 34 กรัม หอมเจียว 14 กรัม กระเทียมเจียว 14 กรัม งาขาว 14 กรัม งาดำ 7 กรัม ซอสปรุงรส 7 กรัม ซีอิ้วขาว 6 กรัม น้ำตาลทราย 3 กรัม ผงปรุงรส 1 กรัม และสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง 3 กรัม มีคะแนนความชอบโดยรวม 8.09 ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด มีค่า L^* a^* b^* เท่ากับ 45.49 5.26 และ 23.09 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.34 สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งจะช่วยเพิ่มรสชาติและกลิ่นรสของสาหร่ายให้กับผงโรยข้าวแต่ถ้าใช้ในปริมาณที่มากจะทำให้ผงโรยข้าวมีรสชาติเค็มมากเกินไป

คำสำคัญ: ผงโรยข้าว, สาหร่ายพวงองุ่น, การทำแห้ง

Abstract

The objective of this research was to study the drying process of green caviars that were discarded during trimming and to study the appropriate amount of green caviars that could be supplemented into the fish rice-seasoning. The drying process was experimented by using sun drying and hot-air oven drying at temperatures of 50, 60 and 70 °C. It was found that the moisture content (12.03-12.31%), salinity (62-63 ppt) and a_w (0.50-0.53) of dried green caviars were not significantly different ($p>0.05$). The sun-dried green caviars were generally pale green and some were white. On the other hand, the hot-air oven dried green caviars did not show any significant difference in appearance between the three drying temperatures. The dark green colour of hot-air dried green caviars along with their odour and salty taste were retained. Therefore, drying process at 70 °C was selected due to its shortest drying time. The results of supplementing 2%, 3% and 4% of green caviars into the basis formula of fish rice-seasoning revealed that the amount of green caviars influenced sensory evaluation of the fish rice-seasoning product in terms of flavour and overall preference at $p>0.05$. The supplementing of 3% green caviars into the product showed highest acceptance by consumers. The developed formula of fish rice-seasoning consisted of 34 g of shredded seasoned milkfish, 14 g of fried red

onion, 14 g of fried garlic, 14 g of white sesame, 7 g of black sesame, 7 g of seasoning sauce, 6 g of light soy sauce, 3 g of sugar, 1 g of seasoning powder and 3 g of dried green caviars. The developed rice-seasoning was rated at 8.09 in overall satisfaction which indicated 'most' and 'more'. The product's $L^* a^* b^*$ value was at 45.49 5.26 and 23.09 respectively and its measured a_w was at 0.34. The green caviars would add the seaweed taste and flavour in fish rice-seasoning but the excessive addition of green caviars would result in too salty product.

Keywords: Rice Seasoning, Green Caviar, Drying

บทนำ

สาหร่ายองุ่นเป็นสาหร่ายทะเลสีเขียว (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) มีชื่อสามัญว่า Sea Grapes หรือ Green Caviar เนื่องจากมีเม็ดกลมและเป็นช่อคล้ายพวงองุ่นหรือคล้ายไข่ปลาการ์เวียร์ สาหร่ายชนิดนี้มีวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอี และมีเบต้าแคโรทีน มีเกลือแร่ได้แก่ไอโอดีน ฟอสฟอรัส สังกะสี แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส (Ratana-arporn & Chirapart, 2006) สาหร่ายพวงองุ่นสดมีความชื้นร้อยละ 94.90 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.10 ไขมันร้อยละ 2.47 โปรตีนร้อยละ 0.48 ไขมันร้อยละ 0.04 ปริมาณกากหยาบร้อยละ 2.15 และพลังงาน 10.70 kcal/100 กรัม มีกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดคือ อาร์จินีน 251.94 มก./100 กรัม (นพรัตน์ มะเห และคณะ, 2562) และกรดอะมิโนชนิดแอสพาร์ทิกและกลูตามิกสูงประมาณร้อยละ 25 ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ทำให้สาหร่ายมีกลิ่นและรสเฉพาะตัว (สุพล ต้นสุวรรณ และคณะ, 2555) สารสกัดจากสาหร่ายใน genus *Caulerpa* (Caulerpaceae) เช่น *Caulerpa racemosa* และ *Caulerpa lentillifera* ยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (pathogenic bacteria) และช่วยลดการอักเสบ (antiinflammatory activity) (Nagappan & Vairappan, 2014) พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของสาหร่ายพวงองุ่นส่วนใหญ่เป็นเส้นใยอาหาร (Matanjun et al., 2009) สาหร่ายพวงองุ่นมีแร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด มีปริมาณใยอาหารสูงและให้พลังงานต่ำ ในปัจจุบันจึงมีการบริโภคสาหร่ายพวงองุ่นในลักษณะสดเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีเกษตรกรเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นเป็นจำนวนมาก ในกระบวนการเก็บเกี่ยว

ต้องนำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงประมาณ 1-2 เดือน มาล้างทำความสะอาดและคัดเลือกสาหร่ายที่มีสีเขียว ช่อยาวสมบูรณ์ ไม่แก่เกินไปนำไปจำหน่าย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องคัดเลือกสาหร่ายพวงอุ้งที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์เช่น ก้านสั้น เม็ดไม่เต็มก้าน มีสีซีดหรือสีน้ำตาลออกคิดเป็นร้อยละ 40-50 ที่ถูกทิ้งและไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นถ้าสามารถนำสาหร่ายส่วนนี้มาแปรรูปก็จะทำให้เพิ่มมูลค่าของสาหร่ายได้มากขึ้น การอบแห้งเป็นการแปรรูปอาหารโดยการกำจัดน้ำออกจากอาหารเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วยให้เก็บรักษาอาหารได้นานขึ้น เป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และสะดวกในการบริโภค (วิไลรังสาดทอง, 2547) การแปรรูปสาหร่ายด้วยวิธีการอบแห้งจึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจโดยเฉพาะการอบแห้งด้วยวิธีการตากแดดหรือใช้ตู้อบลมร้อนเพราะเป็นวิธีการที่ง่าย ประเทศไทยมีการนำเข้าสาหร่ายทะเลอบแห้งจาก จีน ญี่ปุ่นหรือเกาหลี ในปี 2563 มีการนำเข้าสาหร่ายทะเลจำนวน 4,442,920 กิโลกรัมมีมูลค่า 1,716.2 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) โดยเฉพาะสาหร่ายทะเลชนิดสาหร่ายสายใบ (porphyra) หรือจี๋ฉาย จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีแดง (Rhodophyta) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Porphyra* sp. ใช้ทำแกงจืดหรือทำเป็นแผ่นบางใช้ทำอาหารญี่ปุ่น เช่น ข้าวห่อสาหร่ายหรือตัดเป็นเส้นเล็กผสมในผัดโรย ข้าวผัดหรือที่ชาวญี่ปุ่นเรียกกันว่าฟูริคาเคะ (Furikake) เป็นอาหารสุขภาพที่นิยมรับประทานโดยนำมาโรยข้าว เพิ่มคุณค่าทางอาหารและรสชาติ มีส่วนประกอบหลักจาก ปลาผง งาขาว งาดำหรือสาหร่ายทะเล ในประเทศไทยมีการนำเข้าสาหร่ายทั้งสาหร่ายทะเลและสาหร่ายน้ำจืดมาแปรรูปด้วยวิธีการอบแห้งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าเช่น ภูมิปัญญาชาวบ้านดั้งเดิมของคนน่านทำสาหร่ายไก่อแผ่นอบแห้งและผาสาหร่ายไก่อ๊นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยการอบแห้งสาหร่ายหลายชนิดเช่น น้ำฝน ไชยลังการ (2557) ได้ศึกษาการอบแห้งสาหร่ายเตาด้วยเครื่องอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนพบว่าการอบแห้งที่สาหร่ายเตาที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ลดการเปลี่ยนสีและลดการสูญเสียสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีที่สุด สิริมาชินสาร และ นิสานารถ กระแสร์ชล (2562) ศึกษาการอบแห้งสาหร่ายพวงอุ้งที่ผ่านการออสโมซิสด้วยสารละลายน้ำตาลและโซเดียมคลอไรด์พบว่าการใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้สาหร่ายพวงอุ้งแห้งมีการคินตัว มีค่าสีและความแน่นเนื้อใกล้เคียงกับสาหร่ายพวงอุ้งสด เกริกชัย ชีระปฏิยุทธ์ (2552) ศึกษาการอบแห้งไข่น้ำ (*Wolffia globosa*) นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผัดโรยข้าวจากไข่น้ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายพวงอุ้งที่มีเหลือจากการตัดแต่งแต่ยังคงมีคุณภาพดีมาอบแห้งและ

พัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่และเป็นการเพิ่มมูลค่าสาหร่ายพวงองุ่น โดยวัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่นและปริมาณสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่เหมาะสมในการทำผงโรยข้าวปลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่น

1.1 การเตรียมสาหร่ายพวงองุ่นก่อนอบแห้ง โดยนำสาหร่ายพวงองุ่นที่เหลือจากการตัดแต่งที่มีคุณภาพดีแต่มีลักษณะรูปร่างไม่สมบูรณ์ ก้านสั้น เม็ดไม่เต็มก้าน ไม่ซ้ำ ดังรูปที่ 1 มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำและผึ่งสาหร่ายพวงองุ่นบนตะแกรงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง



รูปที่ 1 สาหร่ายพวงองุ่นเหลือจากการตัดแต่ง

1.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่น โดยเปรียบเทียบการตากแดดและอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส อบแห้งสาหร่ายพวงองุ่นปริมาณ 3 กิโลกรัมให้มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 12 แล้วบันทึกเวลาในการอบแห้ง นำสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งไปวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter color lab (UltraScan VIS,UAS) ใช้การวัดสีในระบบ CIE Lab เพื่อวัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) ปริมาณความชื้นด้วยวิธีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

(AQUA LAB,USA) และความเค็มด้วยเครื่องวัดค่าเค็ม (Salinity Refractometer) (ATAGO, JAPAN) ทำการทดลอง 3 ซ้ำและบันทึกลักษณะปรากฏ สีและกลิ่นของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง เพื่อเลือกสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม โดยสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งควรมีลักษณะแห้ง มีสีเขียวไม่ซีดขาว มีกลิ่นสาหร่าย

2. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น

นำผงโรยข้าวปลาสูตรพื้นฐานมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง 3 ระดับ โดยใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งใส่ในผงโรยปลาข้าวสูตรพื้นฐานในปริมาณร้อยละ 2, 3 และ 4 ของน้ำหนักผงโรยปลาข้าวสูตรพื้นฐาน รายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐาน	สูตรเสริมสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง (ร้อยละของน้ำหนักสูตรพื้นฐาน)		
		ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 4
ปลานวลจันทร์ทะเลหยอง (กรัม)	34	34	34	34
หอมเจียว (กรัม)	14	14	14	14
กระเทียมเจียว (กรัม)	14	14	14	14
งาขาว (กรัม)	14	14	14	14
งาดำ (กรัม)	7	7	7	7
ซอสปรุงรส (กรัม)	7	7	7	7
ซีอิ๊วขาว (กรัม)	6	6	6	6
น้ำตาลทราย (กรัม)	3	3	3	3
ผงปรุงรส (กรัม)	1	1	1	1
สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง (กรัม)	0	2	3	4

นำผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นไปวิเคราะห์ค่าสี และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใช้การทดสอบแบบ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนความชอบระดับ 9 ระดับ (1=ไม่ชอบมากที่สุด 5=เฉยๆ 9=ชอบมากที่สุด) ทำประเมินคุณลักษณะด้านคุณลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิม

ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบชิมโดยเสิร์ฟในถ้วยขนาด 2 ออนซ์ ใช้ข้าวสวยหอมมะลิ 30 กรัม โรยผงโรยข้าว 3 กรัม ก่อนเสิร์ฟผู้ทดสอบชิมจะชิมทีละตัวอย่างพร้อมทั้งให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะและบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนเปลี่ยนตัวอย่างชิมใหม่

3. การวางแผนการทดลองทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่น

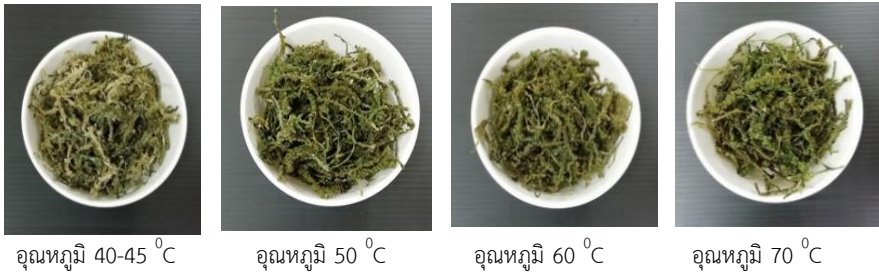
การอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่นให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 12 ด้วยวิธีการตากแดด อุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียสและใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาการอบแห้งที่แตกต่างกัน การตากแดดใช้ระยะเวลามากที่สุดคือ 600 นาที การอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่ 70 องศาเซลเซียสใช้เวลา 240 นาที สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งมีค่าความชื้น ความเค็ม และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 2 โดยมีความชื้นประมาณร้อยละ 12.03-12.31 และความเค็มอยู่ระหว่าง 62-63 ppt และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.55 ซึ่งเป็นค่า a_w ที่ต่ำเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้สามารถเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งได้นานขึ้น และค่า a_w ของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสาหร่ายอบแห้ง (มพช.515/2547) ที่กำหนดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต้องต่ำกว่า 0.60 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) สาหร่ายพวงองุ่นสดที่นำมาอบแห้งมีสีเขียวอ่อน มีรสชาติเค็มเล็กน้อย เนื่องจากสาหร่ายพวงองุ่นเพาะเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มประมาณ 27-33 ppt (สุพล ต้นสุวรรณ และคณะ, 2555) มีลักษณะอวบน้ำภายในมีส่วนประกอบของน้ำร้อยละ 95 และมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 2.90 มิลลิกรัม

(พิชญูร ไหมสุทธิสกุล และ วิชฌณี ยืนยงพุทธกาล, 2563) การอบแห้งทำให้น้ำระเหยออก จึงทำให้สาหร่ายพวงองุ่นแห้งมีสีเขียวเข้มขึ้น มีรสชาติเค็มมากขึ้น ดังรูปที่ 2 วิธีการตากแดด สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งจะมีกลิ่นคาวและสีเขียวน้อยกว่าการใช้ตู้อบลมร้อนและบางส่วน มีสีขาวเนื่องจากการตากแดดใช้เวลานานถึง 2 วัน วลัย คลีฉายา และ สมยศ ราชนิยม (2558) ศึกษาการอบแห้งสาหร่ายผักกาดและสาหร่ายไส้ไก่พบว่าสาหร่ายอบแห้งทั้ง 2 ชนิด ที่ได้จากการนำสาหร่ายแบบสดมาตากแดดเกิดการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่าและมีคะแนนการยอมรับรวมน้อยกว่าสาหร่ายที่ลวกและอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส การใช้ตู้อบลมร้อนที่ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส สาหร่ายพวงองุ่นแห้งมีคุณภาพดีกว่าวิธีการตากแดด สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งจากตู้อบลมร้อนมีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันและมีกลิ่นสาหร่าย มีสีเขียวน้ำเข้มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง เป็นอุณหภูมิที่พอเหมาะในการทำงานของเอนไซม์ คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งอยู่ในช่วง 60-82.2 องศาเซลเซียส การทำงานของเอนไซม์นี้จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้หมู่ไฟตอล (phytol) แยกตัวออกจากคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวเปลี่ยนเป็นคอลโรฟิลไลด์ (chlorophyllide) ที่มีสีเขียวน้ำ (ปราณี มีศิริสุข, 2553) ผลงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thedthai & Zhou (2009) ที่ได้ศึกษาการทำแห้งใบมินท์โดยใช้ลมร้อนที่ อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสพบว่าค่าสีของใบมินท์ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำอิสระ ความชื้น ความเค็มและเวลาอบแห้งของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	ความเค็ม (ppt) ^{ns}	เวลาอบแห้ง (นาที)
ตากแดด	0.55±0.06	12.31	63	600
50	0.51±0.05	12.25	63	480
60	0.50±0.05	12.05	62	300
70	0.52±0.05	12.03	63	240

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึงค่าในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



รูปที่ 2 สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง

ค่าสีของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งในตารางที่ 3 พบว่า ค่า L^* (ความสว่าง) และค่า a^* (ค่าสีแดง) ของสาหร่ายพวงองุ่นที่ตากแดดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนทั้ง 3 อุณหภูมิ โดยสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่ตากแดดมีค่า L^* มากกว่าเนื่องจากมีสีเขียวซีดกว่า สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่ใช้ลมร้อนทั้ง 3 อุณหภูมิมีค่า a^* ไม่แตกต่างกันและมีค่าติดลบหมายถึงมีสีอยู่ในโทนสีเขียวมากกว่าสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่ตากแดด กระบวนการที่เหมาะสมในการอบแห้งสาหร่ายพวงองุ่นโดยใช้ตู้อบลมร้อนคือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเพราะใช้เวลาการอบแห้งน้อยที่สุดและสีของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งมีสีเขียวเข้ม

ตารางที่ 3 ค่าสีของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^{*ns}
ตากแดด	38.71±0.46 ^a	0.06±0.28 ^a	13.19±0.77
50	32.10±2.24 ^b	-1.08±0.53 ^b	11.38±1.20
60	30.63±1.29 ^b	-1.06±0.09 ^b	11.49±0.88
70	31.35±1.68 ^b	-0.94±0.35 ^b	11.05±1.63

หมายเหตุ: ^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

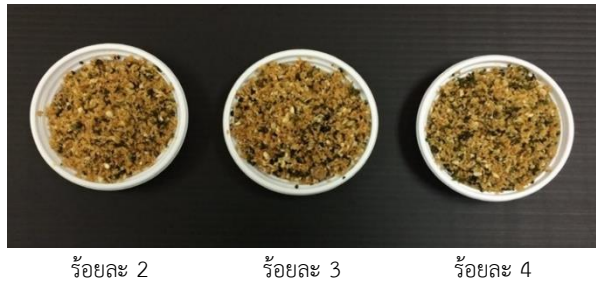
2. ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น

นำผงโรยข้าวปลาที่ใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งร้อยละ 2, 3 และ 4 ดังรูปที่ 3 ไปทดสอบค่าสี ค่า a_w และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพื่อหาปริมาณสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น ดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าสีของผงโรยข้าวที่มีปริมาณสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าสี L^* (ค่าความสว่าง) อยู่ในช่วง 43.43 – 45.69 ค่า a^* (ค่าสีแดง) อยู่ในช่วง 4.58 – 5.44 และค่า b^* (ค่าสีเหลือง) อยู่ในช่วง 20.06 – 23.09 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสี ไม่แตกต่างกัน ผงโรยข้าวที่มีสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งในปริมาณที่ต่างกันมีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผงโรยข้าวที่มีปริมาณสาหร่ายพวงองุ่นร้อยละ 4 มีค่า a_w มากที่สุดเท่ากับ 0.38 ซึ่งไม่เกินค่า a_w ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากสาหร่าย (มผช.1512/2562) ที่กำหนดให้ค่า a_w ต้องไม่เกิน 0.6 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2562)

ตารางที่ 4 ค่าสีและปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ของผงโรยข้าวปลาที่ใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง

สาหร่ายพวงองุ่น อบแห้ง (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ค่าสี		
		L^* ^{ns}	a^* ^{ns}	b^* ^{ns}
2	0.33±0.015 ^b	45.69±4.57	5.44±2.22	21.20±3.65
3	0.34±0.020 ^b	45.49±2.07	5.26±1.71	23.09±4.07
4	0.38±0.006 ^a	43.43±5.51	4.58±1.69	20.06±4.48

หมายเหตุ: ^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
^{ns} หมายถึง ค่าในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



รูปที่ 3 ผงโรยข้าวโดยใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวปลาที่ใช้สาหร่ายพวงองุ่น ดังตารางที่ 5 พบว่าคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สีและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านรสชาติและความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้ผงโรยข้าวที่ใส่สาหร่ายพวงองุ่นร้อยละ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด มีคะแนนความชอบโดยรวม 8.09 คะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด เนื่องจากสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งที่ใส่ลงไปช่วยเพิ่มรสชาติของสาหร่ายให้กับผงโรยข้าวปลา แต่ถ้าใส่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ผงโรยข้าวมีรสชาติเค็มมากเกินไปเพราะสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งมีรสชาติเค็ม ดังนั้นสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งร้อยละ 3 จึงเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ของผงโรยข้าวปลาที่ใช้สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวปลาโดยใช้สาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวง องุ่นอบแห้ง (ร้อยละ)	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	ความชอบ โดยรวม
2	7.31±1.21	7.23±0.91	7.23±1.22	7.00±1.48 ^b	7.26±1.04 ^b
3	7.40±1.00	7.66±0.99	7.46±1.29	8.09±0.98 ^a	8.09±0.95 ^a
4	7.63±1.01	7.17±0.95	7.00±1.21	6.02±0.90 ^c	6.17±0.95 ^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)
^{ns} หมายถึง ค่าในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุปผลการวิจัย

สาหร่ายพวงองุ่นที่เหลือจากขั้นตอนการตัดแต่งสามารถนำมาอบแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบได้ โดยนำสาหร่ายมาล้างน้ำ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำและผึ่งสาหร่ายพวงองุ่นบนตะแกรงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 240 นาที สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นสาหร่าย มีความเค็มเท่ากับ 63 ppt ความชื้นประมาณร้อยละ 12 และมีค่า a_w เท่ากับ 0.52 ผงโรยข้าวปลาที่มีสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งร้อยละ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดมีคะแนนความชอบโดยรวม 8.09 คะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งจะช่วยเพิ่มรสชาติให้ผงโรยข้าวปลา ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นมีค่า a_w เท่ากับ 0.34 ซึ่งไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากสาหร่ายที่กำหนด สาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งสามารถทำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นได้ เป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบที่เหลือใช้เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- เกริกชัย ชีระปฎิยุทธ. (2552). *ผลิตภัณฑ์ผงผักปรุงรสโรยข้าวแคลเซียมสูงจากไข่น้ำ (วอลฟี่เพียกลอโบซ่า)*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- นพรัตน์ มะเห, มาโนช ขำเจริญ และ ดลฤดี พิชัยรัตน์. (2562). คุณค่าทางโภชนาการและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสาหร่ายพวงองุ่น (*caulerpa lentillifera*) หลังการเก็บเกี่ยว. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 47(3), 478-489.
- น้ำฝน ไชยลังการ. (2557). *ผลกระทบของสภาวะและวิธีการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสาหร่ายเตา*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่โจ้).
- ปราณี มีศิริสุข. (2553). *เคมีอาหาร*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

- พิชญูอ ไหมสุทธิสกุล และ วิชมนิ ยืนยงพุทธกาล. (2563). ผลของวิธีการลดความเค็มต่อสมบัติทางเคมีของสาหร่ายพวงองุ่น. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 13(1), 92-101.
- วลัย คลี่ฉายา และ สมยศ ราชนิยม. (2558). *วิธีการจัดการและยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพสาหร่ายฝักกาดทะเลและสาหร่ายไส้ไก่*. รายงานผลการวิจัย, กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.
- วิไล รังสาทอง. (2547). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สาหร่ายทะเลอบแห้ง(มผช515/2547)*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2564, จาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps515_47.pdf.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2562). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงโรยข้าวจากสาหร่าย(มผช1512/2562)*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2563, จาก <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสินค้าเกษตรและอาหาร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2564, จาก http://impexp.oae.go.th/service/report_product01.php?S_YEAR=2563&i_type=1&PRODUCT_ID=1273&wf_search=&WF_SEARCH=Y#4476.
- สิริมา ชินสาร และ นิสานารถ กระแสร์ชล. (2562). *การพัฒนากรรมวิธีการผลิตสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้งคั้นรูปเร็ว*. รายงานผลการวิจัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุพล ต้นสุวรรณ, มนทกานติ ท้ามตัน และ สันติภาพ แซ่เฮ้า. (2555). *สาหร่ายพวงองุ่น "Green Caviar"*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2563, จาก <https://www.fisheries.go.th>.
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M., & Muhammad, K. (2009). Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*, 21, 75–78.

- Nagappan, T., & Vairappan, C. S. (2014). Nutritional and bioactive properties of three edible species of green algae, genus caulerpa (caulerpacrae). *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 1019-1027.
- Ratana-Arporn, P., & Chirapart, A. (2006). Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 40 (Suppl), 75–83.
- Therdthai, N., & Zhou, W. (2009). Characterization of microwave vacuum drying and hot air drying of mint leaves (*Mentha cordifolia* Opiz ex Fresen). *Journal of Food Engineering*, 91(3), 482–489.