



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

การพัฒนาสาหร่ายน้ำจืดจากสาหร่ายน้ำจืดเทา (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing)

ยุวดี อินสำราญ^{1*} เนตรชนก จันทรสว่าง¹ สุภัทรา จินากุล¹ สุจิตรา แสนวัง¹ และ เนตรนภา เรืองไชย²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 3 สิงหาคม 2564

แก้ไข: 9 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 มิถุนายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 30 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

สาหร่ายน้ำจืด

น้ำพริก

มหาสารคาม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรน้ำพริกจากสาหร่ายน้ำจืดเทา (*Spirogyra neglecta*) โดยใช้สาหร่ายเทาอบแห้งบดละเอียดเป็นส่วนผสมในการเตรียมน้ำพริก 5 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกตาแดง น้ำพริกเผา น้ำพริกหนุม น้ำพริกนรก น้ำพริกหมู วิเคราะห์คุณภาพเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ได้ ในการเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการใส่สาหร่ายเทาพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากสาหร่ายเทาทุกชนิดมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใยสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่ไม่ได้เติมสาหร่าย ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่าผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทั้งหมดมีปริมาณจุลินทรีย์รวมเช่นเดียวกับปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 1×10^4 CFU/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นอกจากนี้ได้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคโดยการประเมินด้านประสาทสัมผัส พบว่าค่าเฉลี่ยความชอบของคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับสูงที่ 5.37 – 6.70 สิ่งที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายเทาเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับการพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพซึ่งควรได้รับการส่งเสริมในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

บทนำ

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสภาพแวดล้อมของโลก มีบทบาทในการรักษาสมดุลทางธรรมชาติโดยเป็นส่วนหนึ่งของต้นทางห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ ประกอบกับมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมถึงมนุษย์ สำหรับสาหร่ายเทา *Spirogyra neglecta* เป็นสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ซึ่งในประเทศไทยพบตามแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลเอื่อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว มีองค์ประกอบ โปรตีน 22.77% ไขมัน 5.51% คาร์โบไฮเดรต 67.13% เถ้า 17.37% และให้พลังงาน 363 กิโลแคลอรี/100 กรัม (Sitthiwong, 2019) และมีปริมาณเกลือแร่ค่อนข้างสูง เช่น แมกนีเซียม 241 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 125 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง (Peerapompisal et al., 2012) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น คลอโรฟิลล์

เอ บี แคโรทีนอยด์ และแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) (Giordano et al., 2012) นอกจากนั้นสาหร่ายสกุลนี้มีสารสะสมจำพวกแป้งมาก จึงถูกนำมาใช้เพื่อการผลิตเอทานอลและก๊าซไฮโดรเจน (Pacheco et al., 2015) ขณะเดียวกันมีรายงานว่าสาหร่าย *Spirogyra setiformis* และ *Spirogyra* sp. สามารถนำมาใช้ย้อมผ้าที่เรียกว่าแกรมบวกและแกรมลบได้ (Dwaish et al., 2016; Okunowo et al., 2018) จากความสำคัญดังกล่าวได้มีการนำสาหร่ายเทามาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การนำมาผลิตเป็นเครื่องสำอาง ส่วนการบริโภคในปัจจุบันสาหร่ายเทานิยมรับประทานเป็นอาหารสด การแปรรูปสาหร่ายชนิดนี้ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นและวงจำกัดแต่ก็มีคุณค่า การวิจัยและพัฒนาด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งให้มีรสชาติที่ดี สามารถบรรจุหีบห่อเพื่อจัดจำหน่าย ตลอดจนมีการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เช่น อาหารเพื่อสุขภาพ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค เหล่านี้จะเป็นอีกแนวทางที่

*Corresponding author

E-mail address: yuwadee.in@rmu.ac.th (Y. Insumran)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.11>

นำความสำเร็จมาสู่ชุมชนเพื่อการแปรรูปสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติ เนื่องจากสาหร่ายมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง ปัจจุบันได้นำสาหร่ายบางชนิด เช่น สาหร่ายเทา *Spirogyra neglecta* มาเป็นส่วนผสมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูปของ เจลลี่ ไฟเบอร์ เพื่อเพิ่มคุณภาพโภชนาการของเครื่องดื่มในการต้านอนุมูลอิสระ (Wangcharoen et al., 2017) สาหร่ายลอน ไชหิน หรือดอกหิน (*Nostochopsis* spp.) มีคุณสมบัติช่วยเป็นยาแก้ร้อนใน และมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคต่าง ๆ ซึ่งนับเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมาก จึงได้มีการนำสาหร่ายที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น การนำสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) มาเป็นส่วนผสมของ หมูแผ่น (Panpipat et al., 2009) และสาหร่ายไถ (*Cladophora* spp.) มาปรุงอาหารในรูปขนม เช่น ขนมกรอบเค็ม ข้าวเกรียบ ข้าวตัง และกะหรี่ปั๊ป สามารถเพิ่มคุณค่าทางด้านโปรตีนของอาหารสูงชัน ทั้งนี้สาหร่ายมีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ สาหร่ายเทาเป็นสาหร่ายที่นิยมนำมารับประทานโดยเฉพาะประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะนิยมนำมารับประทานแบบสดจากรายงานคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทาที่กล่าวมานั้น มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถ้าหากได้นำสาหร่ายเทามาพัฒนาผสมกับผลิตภัณฑ์แปรรูปน่าจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทา ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทาในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสาหร่ายเทาเป็นองค์ประกอบ โดยใช้สาหร่ายเทาในเขตแหล่งน้ำจืดแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ผลของการวิจัยดังกล่าวจะเป็นต้นแบบและแนวทางต่อชุมชนเพื่อการแปรรูปสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เข้มแข็งและยั่งยืนสืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

1.1 เก็บตัวอย่างสาหร่ายเทาจากอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม นำสาหร่ายเทามาล้างและตากบนตะแกรงภายใต้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จนสาหร่ายแห้ง และอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C จนกว่าสาหร่ายจะแห้ง จากนั้นนำไปบดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (Mesh) บรรจุผงสาหร่ายเทาที่ได้ในถุงสุญญากาศ เก็บไว้ในที่แห้ง เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

1.2 ศึกษาคุณค่าทางเคมีของสาหร่ายเทาบดแห้ง ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น (Moisture) ไขมัน (Fat) โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เยื่อใย (Fiber) และเถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



Figure 1 Kaeng Leng Chan reservoir located in Maha Sarakham Province, Thailand (left) and *Spirogyra neglecta* grown in the reservoir (right).

1.3 วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสีในสารละลายตัวอย่างสาหร่ายเทา โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรมิเตอร์

2. การศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายเทาในผลิตภัณฑ์น้ำพริกต่อความชอบ

จากสูตรอาหารซึ่งเป็นที่นิยมในชุมชน อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน และชุมชนบ้านเขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม ในงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงและเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายเทา คือ น้ำพริก 5 ชนิด โดยชนิดและสูตรน้ำพริก อิงจากชุมชนที่นิยมรับประทานในครัวเรือนที่ชื่นชอบมากที่สุดแต่ละชนิดมีปริมาณสาหร่ายเทาแตกต่างกันแตกต่างกันแบ่งออกเป็น 3 สูตร คือ สูตร A ซึ่งเป็นปริมาณสาหร่ายเทาสูตรดัดแปลงจาก Peerapompisal et al. (2005) สูตร B และ C ชุดควบคุมของอาหารแต่ละชนิดไม่ได้ใส่สาหร่ายเทาบดแห้งเป็นส่วนผสม ทำการศึกษาความชอบในผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ โดยใช้วิธีทดสอบแบบใช้ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมาก ถึง 9 = ชอบมาก) (Watts et al., 1989) โดยทำการทดสอบกับบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน มีเพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง 19 คน อายุในช่วง 40-67 ปี สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุมบ้านเขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม นำสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดจากกลุ่มผู้ทดสอบของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายเทาแต่ละชนิดมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้า จากอาหารที่มีความชอบมาก ใน Table 1 ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งไม่มีสาหร่ายเทาบดแห้งเป็นส่วนผสม

Table 1 *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing powder ingredient of traditional chili paste from fresh water algae (*Spirogyra neglecta*)

Type of traditional chili paste*	Quantity of <i>Spirogyra neglecta</i> powder (g)			
	A	B	C	Control
Nam Prik Ta-dang (NTD)	5	7	10*	-
Nam Prik Pao (NPP)	5	7	10*	-
Nam Prik Noom (NPN)	3	5	7*	-
Nam Prik Narok (NNR)	5	7	10*	-
Nam Prik Moo (NPM)	5	7	10*	-

*The most favorite type of traditional chili paste.

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเล

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเล ซึ่งเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และรา ด้วยการนับจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารแข็ง Plate count agar (PCA) และ Potato dextrose agar (PDA) ตามลำดับ โดยใช้วิธีเทอาหาร (Pour plate method) และวิธีเกลี่ยเชื้อ (Spread plate method) และเทคนิคปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) ทำการเจือจางตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 10 เท่าต่อเนื่องกัน (10 fold–serial dilution) ทั้งหมด 6 ความเจือจาง ก่อนถ่ายเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวข้างต้น ความเจือจางละ 3 ซ้ำ เพาะเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 °C เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนับจำนวนโคโลนีและคำนวณหาปริมาณแบคทีเรีย และยีสต์รา ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป 1 กรัม (Maturin and James, 2001)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการสาหร่ายทะเลแห้ง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างสาหร่ายทะเล (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing) จากอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งและบด พบปริมาณโปรตีนสูงสุด โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับคาร์โบไฮเดรต สำหรับปริมาณแร่ธาตุพบว่ามีแมกนีเซียมสูงสุด รองลงมา คือแคลเซียม (Table 2)

Table 2 Nutritional compositions of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing

Nutrient	%	Nutrient	mg/kg DW
Carbohydrate	55.62	Mg	273.01
Protein	16.956	Ca	178.2
Ash	13.10	Fe	18.11
Fiber	9.2	Zn	1.52
Moisture	6.09	Cu	0.26
Fat	5.04		

2. การศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายทะเลในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลต่อความชอบ

จากการศึกษาความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล 5 ชนิด แต่ละชนิดมีสูตรผสมสาหร่ายทะเลแตกต่างกันจากน้อยไปมาก 3 สูตร คือ A B และ C (Table 1) พบว่าผลิตภัณฑ์แปรรูปประเภทน้ำพริกทุกชนิดที่มีสาหร่ายทะเลเป็นส่วนผสมมากที่สุด (สูตร C) ที่แสดงใน Table 1 ได้แก่ น้ำพริกตาแดง (NPT–C) น้ำพริกเผ

(NPP–C) น้ำพริกหนุ่ม (NPN–C) น้ำพริกนรก (NNR–C) และน้ำพริกหมู (NPM–C) ได้รับความชอบสูงสุดของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายทะเลแต่ละชนิด ทำการศึกษาความชอบในผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ แบบวิธี 9–point hedonic scale โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ความไม่ชอบมากที่สุด โดยทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุมบ้านเขาว อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 30 คน มีเพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง 19 คน อายุในช่วง 40–67 ปี โดยดูจากค่าเฉลี่ยความชอบอาหารแต่ละประเภทนั้นในทุกด้าน มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 5.37 – 6.70 โดยในด้านความชอบหลังจากได้บริโภคและค่าความชอบโดยรวม มีค่าสูง คือ มีค่าเฉลี่ย 6.53 ส่วนด้านความชอบด้านสีของอาหารและกลิ่นอาหาร มีค่าเฉลี่ย 5.61 และ 6.30 (Table 3)

Table 3 Mean of consumer acceptance score of spirogyra–derived products

Type of food	Score (Mean±SD.)				
	Color	Taste	Aroma	Texture	Overall
NTD	5.63±0.49	6.63±0.57	6.53±0.61	6.63±0.67	6.63±0.60
NPP	5.97±0.61	6.17±0.38	6.03±0.56	6.27±0.58	6.30±0.60
NPN	5.37±0.49	6.67±0.43	6.23±0.60	6.30±0.58	6.67±0.48
NNR	5.57±0.50	6.70±0.47	6.50±0.63	6.33±0.48	6.60±0.50
NPM	5.50±0.51	6.47±0.57	6.17±0.38	6.57±0.50	6.47±0.49
Mean	5.61±0.52	6.53±0.49	6.30±0.56	6.42±0.56	6.53±0.53

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลทั้ง 5 สูตร พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และเยื่อใย ในผลิตภัณฑ์แปรรูปสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายทะเลเป็นส่วนผสม แต่ปริมาณไขมันและความชื้นต่ำกว่าชุดควบคุม (Table 4)

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และราจากผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลทั้ง 5 สูตร ด้วยการนับจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารแข็ง PCA และ PDA ตามลำดับ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ ทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ได้กับประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017) (Table 5)

Table 4 Nutritional compositions of spirogyra-derived products

Type of food *	Percentage of dry weight (%) (Mean±SD.)					
	Carbohydrate	Protein	Fat	Fiber	ash	Moisture
NTD-C	25.69±0.15	5.41±0.70	0.68±0.00	0.65±0.35	13.01±0.75	54.56±0.06
NTD**	22.69±0.11	3.78±0.08	0.60±0.03	0.54±0.04	9.54±0.11	62.85±0.06
NPP-C	45.12±0.01	3.53±0.00	5.6±0.07	0.67±0.57	7.8±0.04	37.28±0.11
NPP**	39.11±0.03	2.81±0.02	4.92±0.07	0.62±0.02	3.33±0.57	49.21±0.03
NPN-C	16.11±0.04	18.23±0.75	3.48±0.06	0.62±0.11	10.24±0.95	51.53±0.04
NPN**	12.23±0.03	16.66±0.04	3.45±0.05	0.52±0.15	9.93±0.70	57.61±0.11
NNR-C	45.90±0.57	20.28±0.70	9.37±0.15	1.14±0.08	11.08±0.36	12.23±0.02
NNR**	42.49±0.95	20.25±0.03	11.44±0.11	1.10±0.00	9.02±0.08	15.7±0.08
NPM-C	30.53±0.70	17.51±0.01	3.39±0.04	0.91±0.00	12.90±0.03	33.92±0.03
NPM**	26.95±0.36	17.48±0.07	4.23±0.05	0.90±0.00	9.91±0.03	41.37±0.01

* NTD-C : Nam Prik Ta-dang + 10 g *S. Neglecta* powder; NPP-C : Nam Prik Pao + 10 g *S. Neglecta* powder; NPN-C : Nam Prik Noom + 7 g *S. Neglecta* powder; NNR-C : Nam Prik Narok + 10 g *S. Neglecta* powder; NPM-C : Nam Prik Moo + 10 g *S. Neglecta* powder.

** Control.

Table 5 Microbiological property of spirogyra-derived products

Type of food *	Total bacteria (CFU/g)	Food safety criteria*** (CFU/g)	Yeast & Mold (CFU/g)	Food safety criteria*** (CFU/g)
NTD-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NTD**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPP-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPP**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPN-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPN**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NNR-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NNR**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPM-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPM**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500

* NTD-C : Nam Prik Ta-dang + 10 g *S. neglecta* powder; NPP-C : Nam Prik Pao + 10 g *S. neglecta* powder; NPN-C : Nam Prik Noom + 7 g *S. neglecta* powder; NNR-C : Nam Prik Narok + 10 g *S. neglecta* powder; NPM-C : Nam Prik Moo + 10 g *S. neglecta* powder

** Control

*** Microbiological guidelines criteria for food and food packaging, Vol. 3, Department of Medical Science, Ministry of Public Health (2017).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างสาหร่ายเหา *Spirogyra neglecta* ในแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม มีองค์ประกอบปริมาณโปรตีน 16.97% คาร์โบไฮเดรต 55.62% และเถ้า 14.10% มีปริมาณเกลือแร่ ค่อนข้างสูง เช่น แมกนีเซียม 273.01 มิลลิกรัม แคลเซียม 178.2 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Sitthiwong (2019) ที่ศึกษาปริมาณองค์ประกอบจากสาหร่ายเหาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่มีการรายงานแตกต่างจากคุณค่าทางโภชนาการสาหร่ายเหาของ Peerapompisal et al. (2012) ที่ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเหาที่เก็บจากแม่น้ำน่าน จ.น่าน เนื่องจากกลไกการสะสมสารอาหารในเซลล์สาหร่ายเกิดจากการสร้างอาหารจากขบวนการสังเคราะห์แสง สารอินทรีย์และธาตุอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและสะสมสารอาหาร แร่ธาตุที่สะสมในเซลล์ของสาหร่าย

ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและฤดูกาลของการเก็บตัวอย่างสาหร่าย (Saekoo & Panich-Pat, 2017) แก่งเลิงจาน อ. เมือง จ. มหาสารคาม จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอุดมสมบูรณ์ มีระบบนิเวศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย การสะสมสารอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุในสาหร่ายเหาจึงพบในปริมาณที่สูง เมื่อนำสาหร่ายเหามาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป จึงน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ในงานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ที่พัฒนาขึ้นโดยมีสูตรพื้นฐานจากสูตรอาหารที่คนในท้องถิ่นนิยม พบว่าได้รับการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม และรสชาติ อยู่ในระดับค่อนข้างสูง และเป็นการเพิ่มปริมาณคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภค ซึ่งพบว่าในผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่เติมสาหร่ายเหาจะมีปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่เติมสาหร่ายเหาทุกชนิด เช่น องค์ประกอบปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

น้ำพริกตาแดง น้ำพริกเผา และน้ำพริกหนุ่ม ที่เติมปริมาณสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.41, 3.53 และ 18.23% ของน้ำแห้ง ขณะที่ผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ไม่ได้เติมสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 3.78, 2.81 และ 16.66% ของน้ำแห้ง หรือในส่วนของเส้นใยอาหารพบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเติมสาหร่ายทะเลเข้าไปจะมีปริมาณเส้นใยในอาหารสูงกว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ไม่เติมสาหร่ายทะเล อาหารที่พบในสาหร่ายทะเลจัดเป็นเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ เมื่อบริโภคอาหารที่มีสาหร่ายทะเลเข้าไป สามารถทำให้เส้นใยอาหารอยู่ในกระเพาะนานขึ้น โดยมีลักษณะเป็นเจลเหนียวในกระเพาะ โดยที่ใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยลดการดูดซึมของกลูโคสผ่านเยื่อผนังของลำไส้ ช่วยลดการดูดซึมของไขมัน จึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับไขมันในเลือดและระดับกลูโคส (Pacheco et al., 2015) ดังรายงานของ Mesbahzadeh et al. (2018) สาหร่ายทะเลสามารถลดการอักเสบและน้ำตาลในหนู ที่เป็นโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้การที่บริโภคอาหารที่มีใยอาหารสามารถช่วยเรื่องระบบการขับถ่ายและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลายอย่าง เช่น โรคอ้วน โรคเม็เร็งลำไส้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่เพิ่มสาหร่ายทะเล จะสามารถช่วยให้ร่างกายของผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีอยู่ในองค์ประกอบของสาหร่ายทะเลอยู่แล้ว และส่งผลให้ร่างกายที่ได้รับสามารถสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน ต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบและรักษาผลในกระเพาะอาหารในร่างกายได้ (Yosboonruang et al., 2020; Okunowo et al., 2018; Amornlerdpison et al., 2012) หากได้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมสาหร่ายทะเลเข้าไป ดังรายงานของ Wangcharoen et al. (2017) ที่ศึกษาการนำสาหร่ายทะเล *Spirogyra neglecta* มาสร้างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูปของเจลลี่เฟเบอร์ พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูป เจลลี่เฟเบอร์ที่เติมสาหร่ายทะเล มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 56% ขณะที่ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่ที่พบในท้องตลาดที่ไม่ได้เติมสาหร่ายทะเลมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพียง 6 – 7% ดังนั้นการนำสาหร่ายทะเลมาสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นเหมาะแก่การนำมาบริโภค อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์การเติมสาหร่ายทะเลที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะสีและกลิ่นที่ควรได้รับการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป เพราะผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสีและกลิ่นเฉพาะของสาหร่ายทำให้ยังไม่ดึงดูดผู้บริโภคหากจะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงการค้า เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการดึงดูดผู้บริโภค ด้านคุณลักษณะทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และรา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 หมวดอาหารพร้อมบริโภค กระทรวงสาธารณสุข (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017) แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเลมีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามควรมี

การศึกษาถึงสภาวะและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค เนื่องจากสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ผลิตจากจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราและแบคทีเรีย ได้ (Petchwattana et al., 2019) จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายทะเลซึ่งเป็นสาหร่ายน้ำจืดที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อยนั้น มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำพริกและอาหารแปรรูปชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้

สรุปผลการวิจัย

การนำสาหร่ายทะเล (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing) มาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำพริก ทำให้น้ำพริกที่มีส่วนผสมของสาหร่ายน้ำจืดเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และแร่ธาตุต่าง ๆ ดังนั้นสาหร่ายน้ำจืดทะเลสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปได้หลากหลายซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และเหมาะที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

References

- Amornlerdpison, D. , Duangjun, K. , Kanjanapothi, D. , Taesotikul, T. , & Peerapornpisal, Y. (2012) . Gastroprotective activity of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing. *KKU Science Journal*, 40(1), 236–241.
- AOAC. (2000) . *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). Maryland: AOAC International.
- Dwaish, A. S., Yousif, Y. D. M., & Lefta, S. N. (2016). Use of *Spirogyra* sp. extract against multidrug resistant bacterial pathogens. *International Journal of Advanced Research*, 4(7), 575–579.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. (2017). *Microbiological guidelines criteria for food and food packaging*, Vol. 3. Accessed December 6, 2021. Retrieved from <http://bqsf.dmsc>

- moph.go.th/bqsfWeb/index.php/bio/ (in Thai)
- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara, S., & Matteo Ciccone, M. (2012). Carotenoids and cardiovascular risk. *Current pharmaceutical design*, 18(34), 5577-5589.
- Maturin, L., & James, T. P. (2001). *Bacteriological analytical manual, Chapter 3: Aerobic plate count* (8th ed.), Revision A. Accessed June 20, 2021. Retrieved from <http://www.fdao.gov/food/foodscience/research/laboratorymethods/ucm063346.htm>
- Mesbahzadeh, B., Rajaei, S. A., Tarahomi, P., Seyedinia, S. A., Rahmani, M., Rezamohamadi, F., Kakar, M. A., & Moradi-Kor, N. (2018). Beneficial effects of *Spirogyra Neglecta* extract on antioxidant and anti-inflammatory factors in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomolecular Concept*, 9(1), 184–189.
- Okunowo, W. O., Abiola, O. O., Josiah, A. I., Lukman O. A., & Ifeoma, E. U. (2018). Antimicrobial, antioxidant potential and chemical composition of the methanolic extracts of *Spirogyra setiformis* and *Navicula* species. *Journal of Scientific Research and Development*, 17(1), 15–20.
- Pacheco, P., Ferreira, A. F., Pinto, T., Nobre, B. P., Loureiro, D., Moura, P., Gouveia, L., & Silva, C. M. (2015). The production of pigments & hydrogen through a *Spirogyra* sp. biorefinery. *Energy Conversion and Management*, 89, 789–797.
- Panpipat, W., Sukchoo, S., Santong, R., Wuthsi, W., & Chaijan, M. (2009). Characteristics of fried-restructured pork added with *Gracilaria* seaweed (*Gracilaria fisheri*). Paper presented at the 35th International conference on congress on science and technology of Thailand, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Peerapompisal, Y., Makakomkaewkeyoon, S., Pongsirikul, S., Khum klang, X., Lertleelakitcha, N., & Boonsinchai, B. (2005). *Potential of freshwater macroalgae as food and medicine* (Research report). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Peerapompisal, Y., Panyoyai T., & Amomlerdpison, D. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kutzing. *KKU Science Journal*, 40(1), 228–235.
- Petchwattana, N., Boonsong, P., Wichian S. N., & Achary, S. (2019). Antimicrobial packaging from biodegradable plastics and essential oils blends. *The Journal of Industrial Technology*, 15(1), 85–99.
- Saekoo, J., & Panich-Pat., T. (2017). The study of optimum conditions for microalgae culture in piggery wastewater and algae oil production. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*, 4(4), 41–52. (in Thai)
- Sitthiwong, N. (2019). Pigment and nutritional value of *Spirogyra* spp. in Sakon Nakhon, Nakhon Phanom and Mukdahan Provinces. *Progress in Applied Science and Technology*, 9(1), 10–21.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias L. G. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation*. Ontario: The International Development Research Centre.
- Wangcharoen, W., Kusirimatanoon, T., Mangumphan, K., Tongsiri, S., & Amomlerdpison, D. (2017). *Development of Spirogyra neglecta (Hassall) Kützing jelly drink*. Paper presented at the 9th International conference on sciences, technology and innovation for sustainable well-being (STISWB 2017), Kunming University of Sciences and Technology, Yunnan, China.
- Yosboonruang, A., Duangai, A., Amomlerdpison, D., & Viyoach, J. (2020). Screening for biological activities of *Spirogyra neglecta* water extract. *Walailak Journal of Science and Technology*, 17(4), 359–368.

Research article

Development of traditional chili paste from fresh water algae (*Spirogyra neglect* (Hassall) Kützing)Yuwadee Insumran^{1*} Natchanok Jansawang¹ Suphatra Jenakoon¹
Sujittra Sanwung¹ and Netnapha Ruangchai²¹Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000²Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 3 August 2021

Revised: 9 March 2022

Accepted: 5 June 2022

Online published: 30 June 2022

Keyword*Fresh water algae**Traditional chili paste**Maha Sarakham***ABSTRACT**

This research aimed to develop of traditional chili paste from fresh water algae, (*Spirogyra neglecta*). Ground-dried *Spirogyra neglecta* were used as ingredients for preparing five traditional chili paste recipes: Nam Prik Ta-dang, Nam Prik Pao, Nam Prik Noom, Nam Prik Narok, and Nam Prik Moo. The chemical and microbiological properties of the *Spirogyra*-derived products were subsequently analyzed. In comparison to the control groups, those without *Spirogyra neglecta* addition, all the products had higher protein carbohydrate and fiber contents. For microbiological analysis, the total microorganism, yeast, and mold numerations of all products were less than 1x10⁶ CFU/g, which complied with the NIH standard. Moreover, consumer acceptances involving sensory evaluation of the products were tested. Result showed that preference for flavor, taste, and texture characteristics and overall acceptance for all *spirogyra*-derived products were highly valued at 5.37 to 6.70. The findings from this research indicate that *Spirogyra neglecta* is a promising source for the development of healthy food which would be promoted for commercial in the future.

*Corresponding author

E-mail address: yuwadee.in@rmu.ac.th (Y. Insumran)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.11>