

4. การแปรรูปอาหารจากสาหร่ายไค

ในการผลิตสาหร่ายไคแผ่นกรอบปรุงรส จะทำการต้มสาหร่ายไค เป็นเวลา 15 นาที เพื่อลดความขม และกำจัดกลิ่นคาว ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สาหร่ายแผ่นกรอบได้ นอกจากนี้จะใช้แป้งข้าวเหนียว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และผลิตได้ภายในประเทศ เป็นส่วนผสมหลักในการขึ้นรูป และส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความกรอบของผลิตภัณฑ์ จากการแปรรูปอาหารสาหร่ายแผ่นกรอบจากสาหร่ายไค ได้สูตรการผลิตที่เหมาะสม ดังนี้ ไคแห้ง 9.60% แป้งข้าวเหนียว 19.20% ซอสปรุงรส 9.60% น้ำตาลทราย 7.68% น้ำ 47.99% พริกไทยป่น 0.17% งาขาว 1.92% น้ำมันปาล์ม 3.84% ผลิตภัณฑ์สาหร่ายแผ่นกรอบจากไค ระดับความชอบจากผู้บริโภคอยู่ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง

ในการผลิตข้าวเหนียวกรอบผสมสาหร่ายไค จะทำการต้มสาหร่ายไค เป็นเวลา 15 นาที เพื่อลดความขม และกำจัดกลิ่นคาว การใช้ข้าวสารเหนียวในการผลิตจะให้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้ข้าวสารเหนียว 50% ผสมกับข้าวสารเจ้า 50% ในการใช้สาหร่ายไคผสมในข้าวเหนียวแผ่นกรอบ สามารถใช้ผสมได้ในช่วง 3-9 % ของน้ำหนักข้าวสารเหนียว และมีแนวโน้มว่า การเพิ่มปริมาณสาหร่ายไคในสูตรจะทำให้ความชอบของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับความกรอบของผลิตภัณฑ์ สำหรับระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวแผ่นกรอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาระบบนิเวศและการเจริญของสาหร่ายในลำน้ำน่าน พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายไคและสาหร่ายลอนในลำน้ำน่านมีความแตกต่างกัน ในอำเภอท่าวังผาโดยเฉพาะบริเวณบ้านคอนแก้ว จะพบสาหร่ายไคมากที่สุด โดยพบ 122.75 กรัม น้ำหนักแห้งในพื้นที่ 1 ตารางเมตร รองลงมาคือวัดบ้านพาน อำเภอปัว นอกจากนั้นก็พบปริมาณไล่เรียงกันหลายบริเวณในอำเภอท่าวังผา ส่วนสาหร่ายลอนพบที่วัดคอนแก้ว อำเภอปัวมากที่สุด โดยพบ 3.65 กรัม น้ำหนักแห้งในพื้นที่ 1 ตารางเมตร รองลงมาคือ

บ้านคอนแก้ว อำเภอท่าวังผา นอกจากนั้นก็พบในหลายบริเวณใน อำเภอท่าวังผา แต่ปริมาณไม่มากนัก คุณภาพน้ำทั่วไปที่พบสาหร่ายไคและสาหร่ายลอนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางมีสารอาหารปานกลาง บริเวณที่มีสิ่งยึดเกาะเป็นก้อนหินจะพบสาหร่ายทั้งสองชนิดมากที่สุด ด้านความหลากหลายของสาหร่าย พบสาหร่าย 4 ชนิด 28 สกุล 56 ชนิด สาหร่ายที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นอาหารมี 2 สกุล คือ สาหร่ายไค ซึ่งมี 6 ชนิด คือ *Cladophora glomerata* Kützinger, *Cladophora* sp.1, *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret, *Microspora pachyderma* (Will) Lagerheim, *Microspora* sp.1 และ *Microspora* sp.2 และสาหร่ายลอน 2 ชนิดคือ *Nostochopsis hansgirg* Schmidle และ *Nostochopsis lobatus* Wood em Guider นอกจากนั้นสาหร่ายชนิดอื่นๆ มีปริมาณน้อยเกินไปที่จะนำมาใช้ประโยชน์

ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย โปรตีน 20.6 ไขมัน 6.14 โยอาหาร 21.2 คาร์โบไฮเดรต 31.25 กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง พลังงานความร้อน 262.7 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง มีวิตามินซีสูง 21.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง นอกจากนั้นมีวิตามินบี 1 บี 2 กรดโฟลิก และกรดแพนโทนิคพอสมควร ในด้านเกลือแร่มีโปแตสเซียมถึง 2.61 กรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง มีแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และซีลีเนียมพอสมควร ถ้ารับประทานสาหร่ายไคสดจะได้คุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับการรับประทานผักและผลไม้ แต่ถ้ารับประทานสาหร่ายไคแห้งจะได้คุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าผักและผลไม้มาก ถ้าหากรับประทานในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน การศึกษารังควาญพบว่าสาหร่ายไคสดจะมีคลอโรฟิลล์มากกว่าสาหร่ายลอนเนื่องจากเป็นสาหร่ายสีเขียวซึ่งจะมีคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุหลัก ส่วนในสาหร่ายไคที่ทำแห้งนั้นรงควัตถุหลายชนิดจะสลายไป สำหรับสาหร่ายลอนได้วิเคราะห์องค์ประกอบไฟโคมิลิโปรตีน ซึ่งได้แก่ไฟโคไซยานิน ไฟโคเออร์ทริน และอัลโลไฟโคไซยานิน พบว่าละลายได้ดีในเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นต่ำ และให้สารเรืองแสงที่สามารถนำมาทำเป็นหลอดเรืองแสงในงานทางชีวโมเลกุลได้ มีปริมาณ

กลอโรฟิลล์ต่ำ ไฟโคเออร์ทรินปานกลาง แต่มีไฟโคไซยานินสูง นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อกลืนสาหร่ายลงมีความน่าสนใจมาก โดยบ่งชี้พบว่ามีคุณสมบัติคล้ายคาร์ราจีแนน (carrageenan) ซึ่งพบในสาหร่ายสีแดงน้ำเค็ม ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ทางการเป็นสารที่ให้ความหนืดหรือนำมาใช้เป็นส่วนประกอบอาหารคล้ายเจลลี่ได้

สำหรับการศึกษาการแปรรูปจากสาหร่ายไคได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไคขึ้นมา 2 ชนิด ผลิตภัณฑ์แรกคือสาหร่ายไคแผ่นกรอบปรุงรส ได้สูตรผลิตภัณฑ์เหมาะสม ระดับความชอบจากผู้บริโภคอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง ส่วนอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งคือข้าวเหนียวกรอบผสมสาหร่ายไคนั้นพบว่าในขั้นตอนการผลิตโดยใช้ข้าวสารเหนียวเพียงอย่างเดียวจะให้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้ข้าวสารเหนียว 50% ผสมกับข้าวสารเจ้า 50% แต่ทั้งนี้การใช้ข้าวสารเหนียวเพียงอย่างเดียว ทำให้สะดวกในการแปรรูปมากกว่า และหากต้องการใช้สาหร่ายไคในปริมาณเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องทำการศึกษาต่อไปแต่แนวโน้มว่า การเพิ่มปริมาณสาหร่ายไคในสูตรจะทำให้ความชอบของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับความกรอบของผลิตภัณฑ์ สำหรับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวแผ่นกรอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแผ่นกรอบนี้ มีจุดเด่นที่มีปริมาณไขมันต่ำมาก หรืออาจไม่มีเลย ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณไขมันที่พบในสาหร่ายไค เนื่องจากส่วนผสมอื่นๆ ที่ใช้ จะไม่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ในโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

1. American Public Health Association. 1992. *Standard method for examination of water and waste water*. American Water Works Association and Water Environment Federation. American Public Health Association, Washington D.C. 949.
2. Desikachary, T.V. 1959. *Cyanophyta*. Indian Council of Agriculture Research. New Delhi. 686.
3. Prescott, G.W. 1970. *How to know the freshwater algae*. W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa. 292.
4. Huber-Pestalozzi, G. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Chlorophyceae Grünalgen Ordnung Chlorococcales*. 7. Teil, Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 942.
5. Hoffmann, L. 1988. *Criteria for classification of blue-green algae (cyanobacteria) at the genus and at the species level*. Arch. Hydrobiol., 80, 50-53.
6. Komarek, J. and Anagnostidis, K. 1989. *Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4-Nostocales*. Arch. Hydrobiol., 82, 247-345.
7. Entwistle, T.J. 1989. *Macroalgae in Yarra River Basin: flora and distribution*. Proceeding of the Royal Society of Victoria., 101-176.
8. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2546. *สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2: โครงการศึกษาของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา*. รายงานโดยวดี ธีรพรพิศาล สมิต มกรแก้วเกตุ อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล สุนทรี เปื้องการ นัฏจามณ เลิศลีลา กิจจา สมชัย อวเกียรติและโสมขง ไชยอุบล เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 68.
9. อัญชลี เชื้อนเพชร. 2543. *การสกัดรงควัตถุจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสีเขียวบางชนิด*. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 39.
10. Peerapompisal, Y. 1996. *Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Huai Hong Krai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand*. Ph. D. Thesis, Innsbruck University, Austria. 133.
11. กรมควบคุมมลพิษ. 2544. *การสำรวจและติดตามตรวจสอบสาหร่ายพิษในแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา*. รายงานโดยภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เสนอต่อกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 148

ตารางที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพและเคมี ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของสาหร่ายขนาดใหญ่และปริมาณสาหร่ายในลำน้ำใน แต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือน กุมภาพันธ์ 2546

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ความกว้างของลำน้ำ (m)	7.8	7.0	7.3	10	10	14	6.8	8.8
ความลึกของแหล่งน้ำ (m)	1.4	0.9	0.6	0.4	0.4	0.7	0.6	0.8
อุณหภูมิ (°C)	24.7	20.9	23.5	25.5	26.0	27.0	26.6	28.9
Velocity (m/sec)	0.77	1.11	1.33	1.77	0.84	1.25	1.07	0.88
Alkalinity (mg/l)	117	114	115	105	115	117	115	104
Conductivity (µS/cm)	231	226	246	242	204	210	213	195
DO (mg/l)	9.0	7.5	7.4	6.2	8.0	9.0	8.25	10
BOD ₅ (mg/l)	1.2	0.5	0.1	0.8	0.5	0.8	1.45	1.5
pH	8.33	8.41	8.15	8.2	8.46	8.46	8.22	8.75
Turbidity (NTU)	3	11	13	17	6	9	19	13
Nitrate-nitrogen (mg/l)	1.3	1.2	1.0	2.1	0.2	0.2	2.9	1.3
SRP (mg/l)	0.11	0.11	0.10	0.16	0.11	0.10	0.08	0.08
Ammonium-nitrogen (mg/l)	0.12	0.15	0.12	0.19	0.04	0.11	0.16	0.16
ลักษณะ substrate (%)								
ก้อนหิน (cobble)	20	20	20	•	10	30	20	20
หินขนาดใหญ่ (rock)	50	•	•	•	20	•	•	•
กรวด (gravel)	30	80	70	80	70	50	40	80
ทราย (sand)	•	•	10	20	•	20	40	•
ปริมาณใบ (%)	38.47	76.66	72.22	64.99	72.44	77.77	66.39	72.22
ปริมาณตะกอน (%)	0	1.39	5.83	0.415	2.33	2.92	1.11	2.56

- การตีพิมพ์ผลงานวิจัย เรื่อง "สาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นอาหารในภาคเหนือของประเทศไทย" ในวารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 58 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน 2547 หน้า 164-173

สาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นอาหารในภาคเหนือของประเทศไทย

รองศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี หิรัญพิศาล*, นายทัตพร คุณประดิษฐ์* (นักศึกษาปริญญาเอก), นางสาวโณมยง ไชยอุบล* (นักวิจัย), นางสาวสุนทรี เปื้องการ** (นักวิจัย), อาจารย์อร่าม คุ่มกลาง***, อาจารย์อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**** และอาจารย์นิตจุฑามณ์ เลิศลีลากิจจา****

*ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

**โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร

***สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตน่าน จังหวัดน่าน

****ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนามลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ปัจจุบันนี้มีความรู้เกี่ยวกับสาหร่ายมากขึ้น อาจจะเป็นเพราะแรงโฆษณาตามสื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่เป็นอาหารเสริมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สาหร่ายจากทะเลลึก มีสารสกัดช่วยทำให้เส้นผมมีชีวิตชีวาหรือดำล้นขึ้น หรือล่าสุดก็มีโฆษณาว่าสารสกัดจากสาหร่ายทะเลบางชนิด ช่วยเสริมสร้างหรือบำรุงสมอง เราคงรับประกันไม่ได้ว่าผลิตภัณฑ์เหล่านั้นดีจริงสมคำโฆษณาหรือไม่ ก็คงสุดแล้วแต่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเอง แต่ในฐานะผู้เกี่ยวข้องกับสาหร่ายมาตลอด ทั้งสอนและทำวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายก็รู้สึกดีใจมาก ที่เรื่องราวของสาหร่ายมีคนหยิบยกมาพูด มาโฆษณา หรือมาทำธุรกิจเป็นอาชีพอย่างดี ซึ่งแสดงว่าในตัวสาหร่ายเองย่อมมีคุณค่าเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้จริง

สาหร่ายในที่นี้ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า algae ซึ่งหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เองจากกระบวนการสังเคราะห์แสง มีขนาดตั้งแต่เล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์จนถึงขนาดใหญ่ยาวเป็นร้อย ๆ ฟุต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายทะเล สาหร่ายเจริญได้ในที่มีความชื้นทั่วไป แต่ส่วนมากจะพบอยู่ในน้ำ ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล และสามารถเจริญได้ในที่มีสิ่งแวดล้อมซับซ้อน เช่นในหินหรือในน้ำพุร้อน

ในแง่ของการนำมาเป็นอาหาร ชาวจีนเป็นชาติแรกที่น่าสาหร่ายทะเลมาเป็นอาหาร แต่ประเทศที่นิยมบริโภคสาหร่ายมากที่สุดกลับเป็นประเทศญี่ปุ่น ดังจะเห็นได้ว่าอาหารญี่ปุ่นเกือบทุกประเภท จะมีสาหร่ายเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์สาหร่ายจากประเทศญี่ปุ่น จีน และเกาหลี ส่งจำหน่ายทั่วไปรวมทั้งประเทศไทยเราด้วย ที่รู้จักกันดี คือสาหร่ายจี๋ฉ่าย (ภาษาจีน) หรือ นอริ (ภาษาญี่ปุ่น) ซึ่งคือสาหร่ายสีแดงสกุล *Porphyra* spp. ที่เรานิยมนำมาทำแกงจืด หรือบรรจุของพลาสติกเป็นอาหารขบเคี้ยวที่รู้จักกันทั่วไป

หันมามองประเทศเราบ้าง ความนิยมในการบริโภคสาหร่ายพื้นบ้านของไทย เมื่อสืบค้นแล้ว นับว่าไม่เลวทีเดียว เรามีการบริโภคสาหร่ายกันมานานแล้ว ซึ่งนับเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่น่าสนใจ แต่เป็นการนิยมบริโภคประจำถิ่นมากกว่า เช่นภาคใต้ก็นิยมนำสาหร่ายสีแดงที่เป็นเส้นสาย บางครั้งเรียกว่าสาหร่ายผมนาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gracilaria* spp. มาใช้เป็นอาหาร คล้ายยำมะม่วง โดยใส่มะพร้าวคั่ว หอมแดง ถั่วลิสงคั่ว ปุ้งรสเปรี้ยวด้วยน้ำมะขามเปียก และมีรสเค็ม หวาน รับประทานกับในชะพลู ฟังดูก็รู้สึกว่าร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงทีเดียว กาญจนภรณ์ (2527) ได้กล่าวไว้ว่า ประชากรทางภาคใต้บางส่วนนำสาหร่ายทะเล ชื่อสาหร่ายพวงองุ่นหรือสาหร่ายเม็ดพริกไทย หรือชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Caulerpa* spp. มาลวกจิ้มน้ำพริก ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นำสาหร่ายเตาหรือเท้าน้ำ หรือ *Spirogyra* spp. มาใช้เรียกว่ายำเตา โดยใส่ตะไคร้ หอมแดง มะเขือพวง หรือมะเขือเปราะ อาจใส่ปลาอย่างลงไปด้วย ปุ้งรสด้วยเกลือและมะนาว ฟังดูก็รู้สึกว่าจะ “แซบ” อยู่เหมือนกัน และจากการพูดคุยกับ ดร. อาภารัตน์ มหาจันทร์

แห่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ทำให้ทราบว่า คนอีสานนิยมนำสาหร่ายเห็ด
 लाभ ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nostoc commune* มาทำอาหารประเภท लाभ ซึ่งขณะนี้กำลังทำวิจัยเกี่ยวกับสาหร่าย
 ชนิดนี้อยู่ อีกไม่นานเราคงทราบว่าสาหร่ายชนิดนี้จะมีการแปรรูปเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ ได้อย่างไร
 รวมถึงคุณค่าทางการใช้เป็นตัวยาหรือนำสารบางชนิดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมมากนักน้อยเพียงใด

ส่วนทางเหนือ นั้น มีการนำสาหร่ายมาเป็นอาหารมากกว่าในภูมิภาคอื่น ๆ ในประเทศไทย เริ่มจาก
 สาหร่ายเตา หรือเตาหน้า หรือ *Spirogyra* spp. ซึ่งนำมาผัดคล้ายกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่อาจมีการ
 เติมน้ำจากการหมักปู ซึ่งเรียกว่า น้ำปู ลงไปด้วยจะเพิ่มความอร่อยมากขึ้น สาหร่ายเตานี้เป็นที่นิยมรับ
 ประทานกันทั่วไปในภาคเหนือ โดยเฉพาะในภาคเหนือตอนบน และมักจะเป็นอาหารของชาวบ้านในชนบท
 มากกว่าในเมือง นอกจากนั้น จงจินต์ (2525) ยังได้กล่าวไว้ว่า ชาวชนบทในภาคเหนือนำสาหร่าย *Nostoc*
 spp. ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนเมือกสีเขียวคล้ำมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วใส่น้ำหวานและน้ำแข็งลงไป กลายเป็น
 อาหารหวานได้อีกอย่างหนึ่ง

ในระยะเวลา 2-3 ปีมานี้ ชาวคราวของการนำสาหร่ายมาเป็นอาหารเพิ่มมากขึ้น พบว่ามีประชากร
 2 พื้นที่ที่นำสาหร่ายมาเป็นอาหารอย่างเป็นจริงเป็นจัง คืออำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย โดยนำสาหร่าย
 สีเขียวจากลำน้ำโขง ที่มีชื่อว่า “สาหร่ายโก” มาเป็นอาหารในครัวเรือน โดยนำมาทำไก่ นอกจากนี้ยังทำไก่
 แผ่นปรุงรสออกจำหน่าย (รายละเอียดจะได้กล่าวถึงในเรื่องอาหารจากโก) ส่วนอีกพื้นที่หนึ่งคือแถบลำน้ำ
 น่าน จังหวัดน่าน ชาวบ้านแถบ 2 ฝั่งของลำน้ำนี้ก็นำสาหร่ายโกมาปรุงเป็นอาหารคล้ายกับชาวบ้านในแถบ
 อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย แต่ที่ลำน้ำน่านมีสาหร่ายอยู่ 2 ชนิด ที่นำมาเป็นอาหาร คือสาหร่ายโก
 และสาหร่ายลอน สำหรับสาหร่ายลอนยังนำมาทำเป็นยาแก้ร้อนในอีกด้วย

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายของภูมิปัญญาชาวบ้านดังกล่าวมานี้ สมควรที่จะมีการศึกษาให้ลึกถึง
 องค์ความรู้ทั้งหมด เกี่ยวกับสาหร่ายดังกล่าว และพัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้น เพื่อการใช้ประโยชน์อย่าง
 ยั่งยืนต่อไป สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในชุดโครงการสาหร่าย จึงได้ให้ทุนสนับสนุนการ
 วิจัยแก่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ให้ทำการวิจัยภายใต้หัวข้อ “โครงการ
 ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา” ซึ่งทำการวิจัยในลำน้ำน่าน และลำ
 น้ำสาขา โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่กรกฎาคม 2545-มิถุนายน 2548 รวมระยะเวลา 3 ปี ขณะนี้การวิจัย
 ดำเนินไปได้ราว 1 ปี เศษ จึงมีผลงานวิจัยบางส่วนที่สมควรเปิดเผยให้สาธารณชนได้รับทราบถึงความก้าว
 หน้าของโครงการ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอาชีพทางด้านนำสาหร่ายมาเป็นอาหารโดยตรง
 หรืออาจเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการที่สนใจงานทางด้านสาหร่ายบ้างตามสมควร

งานวิจัยนี้เป็นโครงการร่วมระหว่างภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะ
 แพทยศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบัน
 เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตน่าน สถาบันพัฒนาลิขสิทธิ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งแต่ละ
 สถาบันก็รับผิดชอบงานแต่ละส่วน

งานวิจัยในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

1. ศึกษาศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารในรูปแบบ
 ต่าง ๆ โดยอิงภูมิปัญญาชาวบ้าน การหาสาหร่ายชนิดใหม่ ๆ มาเพิ่มเติมชนิดที่ใช้ประโยชน์กันในปัจจุบัน
 รวมถึงการปรับปรุงผลิตภัณท์ให้ดีขึ้นเพื่อสอดคล้องกับความต้องการของท้องตลาด เพื่อเพิ่มรายได้ให้
 กับชุมชน

2. ศึกษาศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านสารสกัดทางชีวภาพ เพื่อใช้รักษาโรคโดยศึกษาถึงฤทธิ์ของสารและคุณค่าในการใช้เป็นตัวยา เน้นถึงภูมิคุ้มกันโรคติดเชื้อโรคเกี่ยวกับทางพันธุกรรมและปัจจัยเสี่ยง รวมทั้งสารปฏิชีวนะจากสาหร่ายในกลุ่มนี้

3. ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่พบแล้วว่าสามารถนำมาใช้เป็นอาหาร และ/หรือสารสกัดทางชีวภาพที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ทั้งในห้องปฏิบัติการ แหล่งน้ำธรรมชาติที่สาหร่ายนั้น ๆ เจริญและในบ่อเพาะเลี้ยงที่สร้างขึ้น

4. ถ่ายทอดองค์ความรู้จากการศึกษาดังกล่าวสู่ชุมชน โดยเริ่มจากชุมชนดั้งเดิมที่มีการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายนั้น และชุมชนอื่น ๆ ซึ่งมีทรัพยากรสาหร่ายชนิดที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ยังไม่มี การนำมาใช้อย่างจริงจัง รวมทั้งการหาแนวทางร่วมกันในการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาดให้เป็นรูปธรรมต่อไป

ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้องค์ความรู้เกี่ยวกับสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ทำการศึกษา ดังต่อไปนี้:-

1. ชนิดและการกระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่นำมาเป็นอาหาร

ชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่นำมาเป็นอาหารมี 3 ชนิดคือ

1. สาหร่ายเตา หรือเตาหน้า เป็นสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta ชื่อวิทยาศาสตร์ *Spirogyra* spp. ซึ่งมีอยู่หลายสปีชีส์ และทุกสปีชีส์สามารถนำมาเป็นอาหารได้ทั้งหมด มีลักษณะเป็นเส้นสายเรียบ สีเขียวสด เมื่อจับดูจะลื่นมือ เนื่องจากผนังเซลล์ภายนอกมีเมือกหุ้ม เจริญเป็นเส้นสายยาว ลอยอยู่ในน้ำเป็นกลุ่ม หรืออาจเกาะติดอยู่กับใบไม้ ต้นไม้ หรือสิ่งยึดเกาะในน้ำ มักพบอยู่ในแหล่งน้ำนิ่งหรือน้ำไหลเอื่อย ๆ พบมากในฤดูฝน โดยเจริญอยู่ในน้ำขำ หรือแหล่งน้ำอื่น ๆ จะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการสร้างท่อคอนจูเกชัน แกมมาเพศผู้และเพศเมียจะรวมกันเป็นไซโกท ผิงอยู่ในดิน เมื่อน้ำแห้ง เส้นสายจะตายไป แต่ไซโกทยังผิงอยู่ในดิน เมื่อถึงฤดูน้ำหลากมาอีกครั้งหนึ่งจะงอกเส้นสายออกมาใหม่ได้ ปกติชาวบ้านจะเก็บเส้นสายของสาหร่ายไปปรุงอาหารในฤดูที่มีสาหร่ายเหล่านี้มาก โดยจะเก็บแล้วขมวดเป็นก้อนกลม ๆ น้ำหนักแต่ละก้อนประมาณ 3 ชีด (300 กรัม) ราคาขายกองละ 10 บาท ถ้ามีเครื่องปรุงด้วยจะขายในราคา ชุดละ 20 บาท เมื่อชาวบ้านจะนำไปประกอบอาหารจะต้องนำมาล้างให้สะอาดอีกครั้ง ส่วนใหญ่จะเป็นเศษใบไม้หรือเศษผงอื่น ๆ ติดไป แต่จะไม่มีเรื่องของไขพยาธิอย่างที่ชาวบ้านกลัวกัน เนื่องจากว่าผนังเซลล์ลื่นมาก จึงไม่มีสิ่งมีชีวิตใดยึดเกาะได้เลย

สาหร่ายชนิดนี้ถ้าดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้ามาต่อกันเป็นเส้นสาย มีคลอโรพลาสต์บิดเป็นเกลียวสวยงามมาก การวินิจฉัยถึงระดับสปีชีส์ค่อนข้างยาก เพราะจะต้องศึกษาจากการสร้างท่อคอนจูเกชัน และลักษณะที่แกมมาเพศผู้รวมกัน รวมทั้งลักษณะของคลอโรพลาสต์ด้วย

2. สาหร่ายไถ ประกอบไปด้วยสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta มีลักษณะเป็นเส้นสาย จากการศึกษาทั้งในลำน้ำโขงและลำน้ำน่าน พบว่ามี 6 สปีชีส์ด้วยกันดังนี้ (รูปที่ 1)

2.1 *Cladophora glomerata* Kützinger เป็นชนิดที่พบมากที่สุดในกลุ่มของสาหร่ายไถ เส้นสายมีสีเขียวสด เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นการแตกแขนงเป็น 2 ง่าม คลอโรพลาสต์เป็นร่างแห เส้นสายอ่อนนิ่ม ชาวบ้านจึงเรียกว่า ไถไหม (ศรีวรรณและประเสริฐ, 2545) เป็นไถที่มีคุณภาพดี

2.2 *Cladophora* sp. 1 มีลักษณะคล้าย *C. glomerata* แต่การแตกแขนงต่างกัน คือ เส้นสายไม่แตกแขนงมากนัก มีไรซอยด์ยึดติดกับสิ่งยึดเกาะ (substrate) สีของเซลล์จะมีสีเขียวออกเหลือง พุ่มไม่ค่อยสวยเหมือน *C. glomerata* ลักษณะหงิกงอ เจริญอยู่ได้ทั้งสภาพที่น้ำไหลเร็วและน้ำนิ่ง ในน้ำ

ใสและค่อนข้างชุ่ม เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเซลล์จะมีความกว้างมากกว่าความยาว คลอโรพลาสต์ในเซลล์ไม่หนาแน่นนัก พบเป็นแบบร่างแหและเป็นเกล็ดกระจายอยู่ทั่วไป ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา เส้นสายอ่อนนุ่ม และเป็นกลุ่มของโกโหมเช่นเดียวกับ *C. glomerata*

2.3 *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret เป็นเส้นสายที่ไม่แตกแขนง เส้นสายไม่เรียบอาจจะเป็นลอนเล็กน้อยเมื่อจับดูจะรู้สึกหยาบกว่าโกโหม ชาวบ้านเรียกว่า ไก่คว่ำ (ศรีวรรณและประเสริฐ, 2545) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้ามาต่อกันเป็นเส้นสาย และมองเห็นผนังเซลล์เป็นรูปตัว H ชัดเจน คลอโรพลาสต์เป็นร่างแห

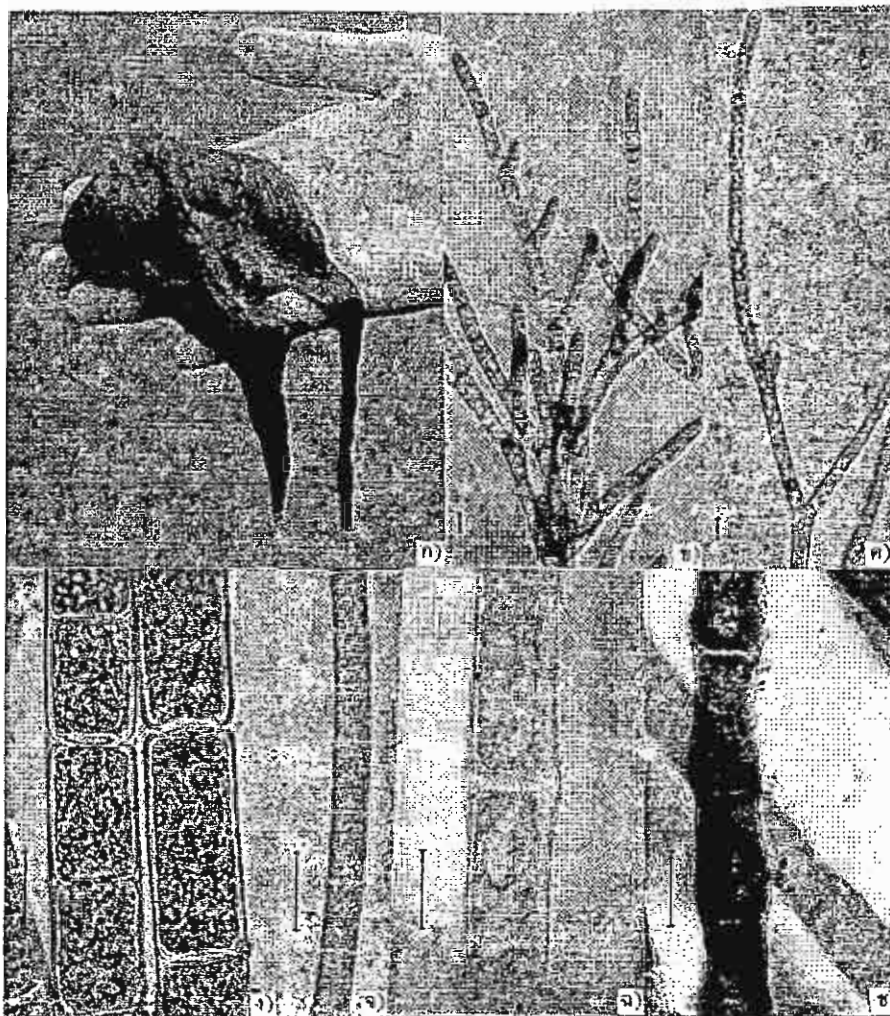
2.4 *Microspora pachyderma* (Will) Lagerheim มีลักษณะคล้ายกับ *M. floccosa* แตกต่างกันตรงที่เจริญเป็นเส้นสายไม่ยาวมากนัก มีลักษณะคล้ายเส้นผมสีเขียว เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะที่เป็นของแข็ง เช่น ก้อนหิน พืชน้ำ รวมถึงวัสดุต่าง ๆ โดยใช้ไฮลอฟาสต์ พบในแหล่งน้ำไหล ที่ไม่ขุ่นมากนัก เจริญเกาะติดกับพื้นท้องน้ำ เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นเส้นสายไม่แตกแขนง ผนังเซลล์ไม่หนา เซลล์กว้าง 5-10 μm เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นรูปตัว H เรียงต่อกันโดยเซลล์จะหนาบริเวณกลางเซลล์ และค่อย ๆ เรียวลงในช่วงปลายเซลล์ ซึ่งจะมองเห็นเป็นรูป ตัว H ต่อกันอย่างชัดเจน คลอโรพลาสต์เป็นร่างแห

2.5 *Microspora* sp. 1 เป็นเส้นสายละเอียด สีเขียวอ่อน ไม่แตกแขนง เส้นสายไม่ยาวมากนัก จับดูจะลื่นคล้ายกับ *Spirogyra* sp. เกาะติดกับ substrate ที่เป็นของแข็ง เช่น ก้อนหิน แต่ไม่พบในแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำไหลแรง เจริญเกาะติดกับสิ่งยึดเกาะโดยใช้ไฮลอฟาสต์ เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์ไม่หนา คลอโรพลาสต์เป็นร่างแห อยู่ไม่เต็มเซลล์ พบไฟรินอยด์กระจายจำนวนน้อย

2.6 *Microspora* sp. 2 เป็นเส้นสายละเอียด สีเขียวอ่อน ไม่แตกแขนง จับดูจะไม่ลื่น เส้นสายอาจจะยาวหรือสั้น ลักษณะหึงอเล็กน้อย ไม่เหยียดตรง เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะที่เป็นก้อนหินขนาดเล็ก พบในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างนิ่งหรือไหลเอื่อย เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นผนังเซลล์หนาไม่เท่ากันในแต่ละช่วงของเซลล์ ทำให้ลักษณะของทลัสสดังกล่าวไปมา คลอโรพลาสต์เป็นร่างแหอยู่ไม่เต็มเซลล์ พบไฟรินอยด์กระจายจำนวนน้อย

สำหรับสาหร่ายไถนี้ บางครั้งก็พบแยกกันชัดเจนระหว่างสาหร่ายโกโหมกับไก่คว่ำ แต่บางครั้งก็พบเจริญอยู่ด้วยกัน ชาวบ้านเก็บสาหร่ายเหล่านี้ เมื่อมีการเจริญเต็มที่ในลำน้ำโขงและลำน้ำน่าน อาจจะนำไปทำอาหารสดโดยนำไปยำ คล้ายยำเตาหรืออาจตากแดดหรืออบให้แห้ง แล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นอาหารหรือขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ ซึ่งจะได้อีกต่อไป สาหร่ายไถที่นำมาขายในตลาดมีทั้งสาหร่ายสด ซึ่งขมวดเป็นก้อนกลม ๆ คล้ายสาหร่ายเตา ราคาจำหน่ายก็ใกล้เคียงกัน ส่วนสาหร่ายแห้งก็มีจำหน่ายเช่นกัน โดยจำหน่าย กิโลกรัมละ 700-1,000 บาท

ส่วนการกระจายของสาหร่ายไถในลำน้ำโขงและลำน้ำน่านนั้น พบว่ากระจายทั่วไปโดยเฉพาะที่พื้นที่ท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นก้อนหินและมีกระแสน้ำไหลไม่แรงนัก ในอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษมีมาก บริเวณหมู่บ้านหาดไคร้ ตำบลเวียง (ศรีวรรณและประเสริฐ, 2545) ส่วนในลำน้ำน่านจะมีมากที่สุดที่บริเวณอำเภอน้ำขุ่น ร่องลงมาก็คืออำเภอบัว และอำเภอเมืองตามลำดับ



Scale bar = 20 μ m

รูปที่ 1 สาหร่ายโกในลำน้ำน่าน

ก) สาหร่ายโกในสภาพธรรมชาติ ข) *Cladophora glomerata* Kuetzing ค) *Cladophora* sp. 1 ง) *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret จ) *M. pachyderma* (Will) Lagerheim ฉ) *Microspora* sp. 1 ช) *Microspora* sp. 2

3. สาหร่ายลอน หรือไขหิน ดอกหิน หรือองลอน เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน Division Cyanophyta มีลักษณะเป็นเส้นสายแตกแขนงแต่อัดแน่นกันเป็นโคโลนีหรือกลุ่มเซลล์ มีเมือกหนาหุ้ม มักเกาะอยู่บนก้อนหิน เมื่อยังอ่อนอยู่ โคโลนีจะมีลักษณะกลมหรือรี ผิวเรียบ จึงเรียกว่าไขหิน แต่เมื่อแก่ เมือกที่หุ้มจะย่น มีลักษณะคล้ายลอนสมอง หรือบางคนอาจจะมองคล้ายดอกกล่ำ จึงมีชื่อสามัญอีกหลายชื่อ คือลอน องลอน หรือดอกหิน เมื่อนำโคโลนีมาบีบเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นสายที่อยู่ภายในแตกแขนงแท้จริง (รูปที่ 2) และมีเฮเทอโรซิสต์ 3 แบบ คือ แบบอยู่ระหว่างเส้นสายหลัก (intercalary heterocyst) แตกออกจากเส้นสายหลัก (lateral heterocyst) และอยู่บนปลายกิ่งสาขา (pedicellate heterocyst)

3.1 *Nostochopsis hansgrig* Schmidle ลักษณะโคโลนี จะเป็นเม็ดวุ้นค่อนข้างกลม สีเหลืองใส มีจุดสีขาวเล็กกระจายในเนื้อวุ้น เส้นผ่าศูนย์กลางราว 0.5 ซม. เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นสายฝังตัวในเมือก มีการแตกกิ่งแบบแท้จริง เส้นสายสีเขียวอ่อน เส้นสายที่เป็บหลัก

กว้าง ประมาณ 4-6 μm ยาว 5-8 μm กิ่งสาขากว้าง 3-5 μm ยาว 5-11 μm พบเฮเทอโรซิสต์ทั้งแบบอยู่ระหว่างเส้นสายหลัก (intercalary heterocyst) แดกออกจากเส้นสายหลัก (lateral heterocyst) และอยู่บนปลายกิ่งสาขา (pedicellate heterocyst) เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5-6 μm

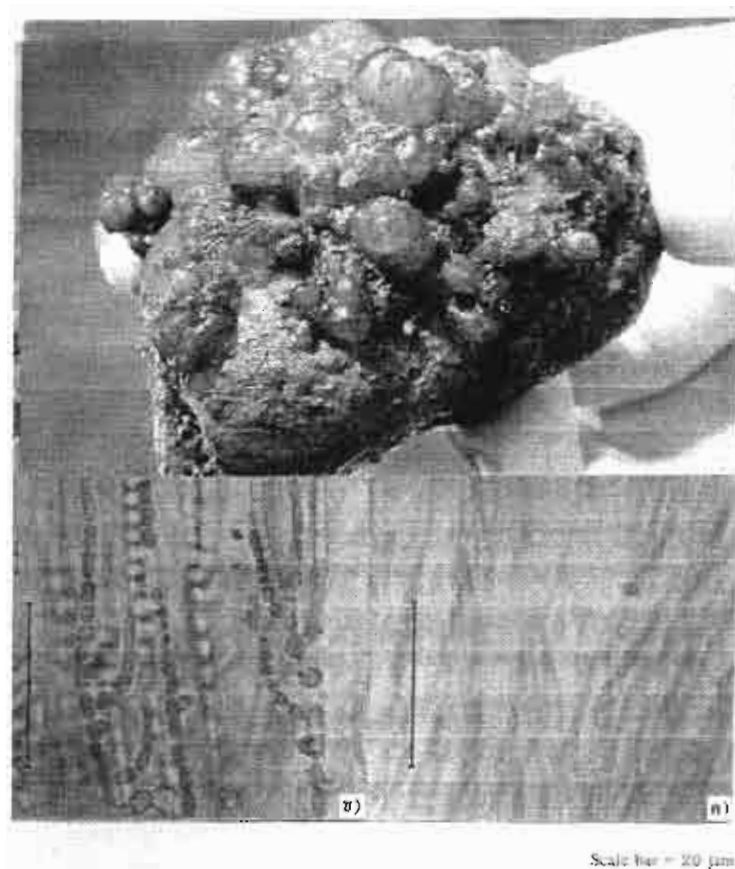
3.2 *Nostochopsis lobatus* Wood em Guittler ลักษณะโคโลนีจะเป็นเม็ดวุ้นกลมสีเขียวเข้มเมื่ออายุน้อย เมื่อโตขึ้นโคโลนีที่เป็นก้อนนี้จะกลวง อาจมีขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 10 ซม. ขึ้นกับสภาพแวดล้อม พบมากในลำน้ำน่าน โดยเฉพาะในบริเวณน้ำไหลจะพบมากกว่าน้ำนิ่ง เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นสายสีเขียวน้ำเงินหรือเหลือง ฝังอยู่ในเมือก ค่อนข้างหนาแน่น เซลล์ยาวมากกว่ากว้าง โดยจะมีความกว้าง 4-6 μm ยาว 4-10 μm มีการแตกกิ่งก้านแบบแท้จริง ค่อนข้างหนาแน่น เฮเทอโรซิสต์เหลืองใส รูปร่างเกือบกลม หรือรี ขนาด (4) 6-9 μm ตำแหน่งที่พบมาก ได้แก่ ตำแหน่งที่ติดกับเส้นสายที่เป็นเส้นหลัก (lateral heterocyst) และพบบ้างที่ปลายสุดของกิ่งสาขา (pedicellate heterocyst) เส้นสายของสาหร่ายจะมีชีท (sheath) ใส บาง สังเกตได้ง่ายที่ตำแหน่งโคนของเส้นกิ่งบริเวณที่ต่อกับเส้นหลัก

สาหร่ายลอนมีมากในลำน้ำน่านบริเวณอำเภอท่าวังผา และอำเภอบัว จังหวัดน่าน ส่วนในลำน้ำโขงมีบ้างแต่น้อยมาก ชาวบ้านจะเก็บสาหร่ายลอนสด ๆ มาใช้ประโยชน์ โดยจะนำมาฆ่า คล้าย ๆ กับยาเดานอกจากนั้นคนเฒ่าคนแก่ยังใช้สาหร่ายลอนเป็นยาแก้ร้อนใน โดยเก็บมาล้างน้ำให้สะอาด ใส่เกลือเล็กน้อยใช้ช้อนสับเป็นท่อน ๆ แล้วดื่มเลย ปัจจุบันจะมีแต่ผู้มีอายุมากเท่านั้นที่รับประทานสาหร่ายลอนเพื่อรักษาโรค

2. ระบบนิเวศของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่นำมาเป็นอาหาร

การศึกษาระบบนิเวศบางประการของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่นำมาใช้ประโยชน์มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ควรจะทราบว่าสาหร่ายดังกล่าวเจริญอยู่ในระบบนิเวศแบบใด ช่วงเวลาของการเจริญอยู่ในช่วงใด รวมทั้งคุณภาพน้ำที่สาหร่ายเจริญได้ดี การศึกษากระทำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ ผลจากการศึกษาในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาพบว่า ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำมีผลต่อการเจริญของสาหร่ายมากที่สุด ซึ่งได้แก่ความขุ่นใสของน้ำ ความเร็วของกระแส น้ำ และสิ่งยึดเกาะที่พื้นท้องน้ำ ฤดูกาลที่สาหร่ายจะเจริญได้ดีคือฤดูหนาวและฤดูร้อน ส่วนฤดูฝนแทบจะไม่พบสาหร่ายใดและลอนเลย แต่อาจจะพบสาหร่ายเตาบ้าง

สาหร่ายใดและลอนจะเริ่มปรากฏให้เห็นในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งน้ำในลำน้ำค่อนข้างใส กระแสน้ำไม่แรง และจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ชาวบ้านทยอยเก็บเกี่ยวมาเป็นอาหารหรือนำมาตากแห้ง เพื่อเก็บไว้รับประทานตลอดปีหรืออาจแปรรูปเป็นอาหาร หรือของขบเคี้ยวจำหน่าย ในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ จะมีสาหร่ายทั้งสองชนิดมากที่สุด และจะยังมากเรื่อยไปจนถึงเดือนเมษายน เมื่อฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคม หรือฝนหลวงฤดูในเดือนเมษายน น้ำจะเริ่มขุ่น กระแสน้ำจะไหลแรงขึ้น สาหร่ายจะค่อย ๆ ทยอยตายไป และเมื่อถึงฤดูฝนที่แท้จริง (มิถุนายน-กันยายน) จะไม่พบสาหร่ายในลำน้ำหรือถ้าพบก็มีปริมาณน้อยมาก สิ่งยึดเกาะที่พื้นท้องน้ำก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน จะพบว่าสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีบนก้อนหินที่มีลักษณะเรียบ ขนาดเท่าฝ่ามือ อาจจะเล็กหรือใหญ่กว่าก็ได้ บริเวณที่เป็นทราย ดินหรือโคลน จะมีสาหร่ายเจริญได้น้อยมาก



รูปที่ 2 สาหร่ายลอนในลำน้ำน่าน

- ก) สาหร่ายโกในสภาพธรรมชาติ ข) *Nostochopsis lobatus* Wood em Guittler
ค) *N. hansgrig* Schmidle

คุณภาพน้ำที่สาหร่ายเจริญจะมีสภาพปานกลาง มีสารอาหารปานกลาง หรือที่เรียกว่า mesotrophic status น้ำที่มีคุณภาพดี เช่นต้นน้ำลำธาร หรือมีสภาพเน่าเสีย บริเวณที่ผ่านชุมชนเมืองจะไม่พบสาหร่ายเหล่านี้เจริญ แสดงว่าสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้ใช้สารอาหารในน้ำ ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในปริมาณปานกลาง หรืออีกนัยหนึ่ง ถ้าพบสาหร่ายทั้งสองชนิดเจริญอยู่ได้ เป็นปริมาณมาก ๆ แสดงว่าคุณภาพน้ำนั้นอยู่ในระดับปานกลาง

ในช่วงวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ 2546 ซึ่งเป็นช่วงที่สาหร่ายมีการเจริญสูงสุด คณะวิจัยได้ออกสำรวจสาหร่ายโกและสาหร่ายลอนในลำน้ำน่านเป็นครั้งพิเศษ ส่วนสาหร่ายเตานั้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า มักจะพบในแหล่งน้ำนิ่ง ดังนั้นในการศึกษาจากลำน้ำน่านจึงไม่ได้ศึกษาสาหร่ายเตา ในครั้งนั้นได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด ตามความยาวของลำน้ำ ศึกษาระบบนิเวศทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และความหนาแน่นของสาหร่ายโกและสาหร่ายลอน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งนี้เพื่อให้ผู้สนใจได้ทราบถึงข้อมูลที่ละเอียดของคุณภาพน้ำและการกระจายของสาหร่ายทั้งสองชนิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตาและสาหร่ายไถ

เมื่อนำสาหร่ายมาบริโภค เราจำเป็นต้องทราบคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเหล่านี้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคมั่นใจได้ว่า เมื่อรับประทานสาหร่ายเหล่านี้แล้วจะได้ประโยชน์อย่างไรต่อร่างกาย โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทั้งสองชนิดได้ตามวิธีการของ AOAC (2002) ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนสาหร่ายลอนนั้นมีการบริโภคกันน้อยมาก จึงไม่นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการดังกล่าว

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.) และสาหร่ายไถ (*Cladophora* spp. และ *Microspora* spp.)

คุณค่าทางโภชนาการ	สาหร่ายเตา	สาหร่ายไถ
สารอาหารพื้นฐาน (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
ความชื้น	10.98	6.61
ไขมัน	5.27	6.14
โปรตีน (Nx6.25)	18.65	20.6
กาก (ใยอาหาร)	11.78	21.2
เถ้า	7.66	14.2
คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)	56.31	31.25
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	348.0	262.7
วิตามิน (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
วิตามินเอ	ไม่ได้ศึกษา	ไม่พบ
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่พบ	21.6
วิตามินบี ₁	20.0	87.3
วิตามินบี ₂	880.0	355.6
กรดโฟลิก	ไม่ได้ศึกษา	128.2
กรดแพนโทธีนิก	ไม่ได้ศึกษา	349.3
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	3.84	4.59
เกลือแร่ (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
แคลเซียม	28.75	768.0
โซเดียม	1.53	474.3
โพแทสเซียม (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.26	2.61
คลอไรด์ (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่ได้ศึกษา	1.04
แมกนีเซียม	231.7	194.8
แมงกานีส	39.50	21.2
เหล็ก	45.9	195.2
สังกะสี	ไม่ได้ศึกษา	1.13
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่ได้ศึกษา	9.60

หมายเหตุ: สาหร่ายเตาจากทุ่งนา อำเภอมือง จังหวัดลำพูน (Peerapompisal et al. 1997)

สาหร่ายไถ จากลำน้ำน่าน (เมษายน 2546)

จะเห็นว่าคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันเห็นได้ชัด สาหร่ายโกจะให้โปรตีน ไขมัน กรดไขมันและเกลือแร่บางชนิดมากกว่าสาหร่ายเตา ในขณะที่สาหร่ายเตาจะให้คาร์โบไฮเดรต พลังงาน วิตามินบี₂ แมกนีเซียม และแมงกานีส มากกว่าสาหร่ายโก

4. รงควัตถุในสาหร่ายเตา สาหร่ายโก และสาหร่ายลอน

รงควัตถุของสาหร่ายได้นำมาใช้ประโยชน์โดยการใช้เป็นสีผสมอาหาร สีของแคปซูลยา เครื่องสำอางประเภทอายแชโดว์ ทางด้านงานวิจัยใช้เป็นสารเรืองแสงเพื่อติดตามในงานวิเคราะห์ภูมิคุ้มกันทางด้านเนื้อเยื่อและจุลทรรศน์วิทยา ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยต้องสั่งซื้อรงควัตถุประเภทนี้จากต่างประเทศ โดยเฉพาะจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นจำนวนเงินหลายล้านบาทในแต่ละปี ถ้าพบสาหร่ายที่ให้รงควัตถุประเภทต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก และสามารถสกัดออกมาใช้ได้ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการอุตสาหกรรมที่ต้องใช้สีจากธรรมชาติ นอกจากนี้รงควัตถุทุกชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน และไฟโคไซยานิน ยังเป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นต้นเหตุการเกิดมะเร็ง จึงนับได้ว่ารงควัตถุเหล่านี้จะมีคุณค่าทางการใช้เป็นอาหารเสริมได้อีกทางหนึ่งด้วย สำหรับผลการวิจัยรงควัตถุของสาหร่ายทั้ง 3 ชนิดนี้ ได้วิเคราะห์โดยใช้วิธีการของ Becker (1994) และ Kmitt (1996) ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณรงควัตถุในสาหร่ายเตา สาหร่ายโก และสาหร่ายลอน

ปริมาณรงควัตถุ (mg.g.dw ⁻¹)	สาหร่ายเตา	สาหร่ายโก	สาหร่ายลอน
คลอโรฟิลล์ เอ	ไม่ได้ศึกษา	3.75	0.17
คลอโรฟิลล์ บี	ไม่ได้ศึกษา	18.45	0.36
แคโรทีนอยด์	6.15	1.84	1.36
ไฟโคไซยานิน	ไม่มี	ไม่มี	25.07
อัลโลไฟโคไซยานิน	ไม่มี	ไม่มี	34.99

หมายเหตุ สาหร่ายเตา จากทุ่งนา อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (สุริยา, 2546)

สาหร่ายโกและสาหร่ายลอน จากลำน้ำน่าน (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2545).

จากผลการวิจัย พบว่ารงควัตถุที่น่าสนใจ คือ ไฟโคไซยานิน และอัลโลไฟโคไซยานิน จากสาหร่ายลอน ซึ่งนับว่ามีปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดอื่น ๆ เช่น *Synechococcus* sp. ซึ่งเป็นสาหร่ายที่เจริญได้ในที่อุณหภูมิสูง จะมีไฟโคไซยานิน 9.91 mg.g.dw⁻¹ และอัลโลไฟโคไซยานิน 29.64 mg.g.dw⁻¹ (Panyoo and Peerapompisal, 2001) และเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายสไปรูลินาที่รู้จักกันทั่วไป จะมีไฟโคไซยานิน 79.52 mg.g.dw⁻¹ (อัญชลี, 2543) ในขณะที่สาหร่ายลอนมี 25.07 mg.g.dw⁻¹ ถึงแม้สาหร่ายลอนจะมีไฟโคไซยานินน้อยกว่าสาหร่ายสไปรูลินาแต่น่าสนใจตรงที่สาหร่ายลอนเจริญเองตามธรรมชาติ ไม่ต้องเพาะเลี้ยงและมีปริมาณมากในลำน้ำน่าน จึงสมควรที่จะมีการพัฒนาในเรื่องสกัดรงควัตถุไฟโคไซยานินมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป โดยเฉพาะการให้องค์ความรู้กับชาวบ้านและใช้วิธีการสกัดที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนจนเกินไปนัก ชาวบ้านอาจเป็นผู้สกัดออกมาได้เองจากสาหร่ายสดที่เก็บมาจากลำน้ำน่าน อันอาจจะเป็นรายได้ที่ดีอีกด้านหนึ่ง

5. อาหารจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ทำมาจากสาหร่ายขนาดใหญ่และการแปรรูปให้มีหลากหลายมากขึ้น

จากการออกสำรวจอาหารจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ทำมาจากสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งสาหร่ายเตา สาหร่ายโก และสาหร่ายลอน ในชุมชนแถบลำน้ำน่าน และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่าชาวบ้านมีการใช้สาหร่ายทั้งสดและแห้ง อาหารที่ทำมาจากสาหร่ายสดจะเป็นยี่ห้อต่าง ๆ เช่นยำเตา ยำโก และยำลอน ซึ่งมีวิธีการคล้าย ๆ กัน คือมีรสเปรี้ยวจากมะนาว รสเค็มจากเกลือ รสเผ็ดจากพริก ส่วนเครื่องปรุงจะเป็นตะไคร้ซอยละเอียด มะเขือพวงหรือมะเขือเปาะหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ข่าและ/หรือขิงซอย อาจมีการเติมงาลงไปด้วย แล้วยำรวมกัน บางชุมชนอาจใส่ปลาอย่างลงไป ซึ่งจะทำให้รสชาติดีขึ้นรับประทานกับข้าวเหนียวร้อน ๆ นอกจากนี้ยังมีห่อโกหนึ่ง ซึ่งคล้ายห่อหมกของภาคกลาง เครื่องปรุงที่สำคัญคือสาหร่ายโกสด ล้างให้สะอาด แล้วนำมาสับให้ละเอียด แล้วผสมกับน้ำใบย่านาง ส่วนเครื่องปรุงคือตะไคร้ซอย พริกแห้ง ใบมะกรูดซอย กระเทียม หอมแดง ซึ่งจะโขลกรวมกันทั้งหมด แล้วจึงนำไปคลุกรวมกับสาหร่ายโกที่ผสมน้ำใบย่านางแล้ว โรยหน้าด้วยต้นหอม และพริกสดหั่นละเอียด นำมาห่อด้วยใบตอง คล้ายห่อหมก จากนั้นนำไปนึ่งประมาณ 1 ชั่วโมง จะได้ห่อโกหนึ่งที่หอมชวนรับประทาน

ส่วนสาหร่ายโกที่ตากแห้งแล้วสามารถนำไปปรุงเป็นอาหารหรือของขบเคี้ยวได้หลายอย่าง สำหรับอาหารจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่แพร่หลายที่สุดทั้งทางอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และชุมชนในลำน้ำน่าน คือโกยี้ ซึ่งทำได้ไม่ยาก และสามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน รวมทั้งสามารถจำหน่ายได้อย่างแพร่หลายมากกว่าผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายโกอย่างอื่น โกยี้ทำได้โดยนำโกที่ตากแห้งแล้วมาผิงไฟให้กรอบ แล้วนำมาขยำหรือบด หรือยี้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ (ตรงนี้คือที่มาของการเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่าโกยี้) หลังจากนั้นก็นำโกยี้แล้วมาคลุกกับกระเทียมเจียว เกลือป่น งามาข้าวคั่ว ชิมรสให้ถูกปาก แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท

ชุมชนบริเวณลำน้ำน่านมีการทำโกน้ำเกลือ ซึ่งก็ทำได้ง่าย ๆ โดยนำโกที่ล้างสะอาดแล้วนำมาตากโดยเกลี่ยลงบนตะแกรงหรือภาชนะโปร่งอื่น ๆ ช่วงนี้จะโรยเกลือป่นลงไปบาง ๆ ให้ทั่ว เมื่อแห้งแล้วจะได้โกเป็นแผ่น เก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท เมื่อต้องการจะรับประทานให้นำมาทาน้ำมันพืชให้ทั่วแผ่นแล้วนำไปลงไฟ จะได้โกแผ่นที่มีกลิ่นหอมนำไปรับประทานเป็นเครื่องเคียงกับน้ำพริก

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหาดไคร้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย มีการแปรรูปโกยี้ให้มีรสชาติดีขึ้น โดยเติมเครื่องปรุงพวกขิง ข่า ซีอิ๊วขาว และมะขามเปียกเล็กน้อย ลงในโกยี้ แล้วเปลี่ยนชื่อใหม่เป็นโกทรงเครื่อง โดยออกจำหน่ายทั้งชนิดที่ทอดในน้ำมันแล้ว พร้อมรับประทานทันที และโกทรงเครื่องที่ยังไม่ได้ทอด โดยผู้ซื้อจะนำไปทอดเอง ผลิตภัณฑ์ 2 ประเภทนี้มีความแตกต่างกันตรงที่ถ้าทอดเสร็จแล้วไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะจะเกิดกลิ่นหืน โกทรงเครื่องนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหาดไคร้ทีเดียว โดยจัดเป็น 1 ผลิตภัณฑ์ 1 ตำบล ในขณะที่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านหนองบัว อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน มีชื่อเสียงจากการผลิตโกยี้ จำหน่ายได้ในปริมาณใกล้เคียงกัน

คณะวิจัยในโครงการ “ศักยภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในการใช้เป็นอาหารและยา” มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดในงานวิจัยเรื่องนี้ก็คือหาวิธีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนได้กระทำอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นจนสามารถจำหน่ายได้กว้างขวางขึ้น ขณะเดียวกันก็แปรรูปผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายโกให้แปลก

ใหม่ขึ้น และเป็นที่ยอมรับกันมากขึ้น เพื่อจัดจำหน่าย ไม่ใช่เพียงแต่ชุมชนนั้น ๆ แต่สามารถจำหน่ายไปได้ทั่วประเทศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้แปรรูปจากสาหร่ายไถที่น่าสนใจที่สุดในช่วงนี้คือ สาหร่ายไถแผ่นกรอบปรุงรส จากภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งแปรรูปมาจากสาหร่ายไถแห้งโดยมีเครื่องปรุงประกอบคือ แป้งข้าวเหนียว ซอสปรุงรส น้ำตาลทราย พริกไทยป่น งามขาว น้ำมันปาล์ม และน้ำ ได้สาหร่ายแผ่นกรอบที่มีความกรอบและรสชาติที่ดีมาก ถ้าได้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม สามารถรักษาความกรอบและสีเขียวสดไว้ได้ ประกอบกับการโฆษณาบ้าง ก็จะทำให้สามารถจัดจำหน่ายได้ไม่แพ้สาหร่ายของของญี่ปุ่นหรือจีนทีเดียว งานวิจัยในเรื่องนี้ยังดำเนินต่อไปซึ่งอาจจะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ที่น่าสนใจอีกในอนาคตอันใกล้ก็เป็นไปได้

นอกจากนี้คณะวิจัยยังได้พัฒนาอาหารหรือของขบเคี้ยวจากสาหร่ายไถอีกหลายอย่างเช่น คูกี้ไถ ขนมปังไถ เส้นบะหมี่ไถ หมูยอสาหร่ายไถ ลูกชิ้นหมูสาหร่ายไถ ไส้กรอกเปรี้ยวผสมสาหร่ายไถ แครกเกอร์หน้าไถ ไถแผ่นชุบแป้งทอด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตน่าน และนักวิจัยภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ปรุงและดัดแปลงขึ้นมา

ในงานวิจัยปีที่ 2 นี้ ยังได้สถาบันพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มาช่วยในเรื่องการแปรรูปอาหารจากสาหร่ายไถ จากผลิตภัณฑ์ทั้งหลายเหล่านี้ คณะวิจัยจะนำเสนอและอบรมเชิงปฏิบัติการต่อชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถและชุมชนอื่นที่สนใจ เพื่อที่จะคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมให้กับชุมชนเพื่อแปรรูปและจัดจำหน่ายต่อไป

งานวิจัยของเรายังดำเนินต่อไป ยังมีงานวิจัยที่กำลังศึกษากันอย่างจริงจังอีกหลายเรื่อง อาทิ เช่น การหาสารที่อาจจะใช้เป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันในโรคบางโรค ซึ่งที่ผ่านมามักจะพบในสาหร่ายทะเลเป็นส่วนใหญ่ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายไถนอกฤดูการ ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง เพราะปัจจุบันจะมีสาหร่ายไถในฤดูหนาวและฤดูร้อนเท่านั้น ทำให้ขาดวัตถุดิบในช่วงฤดูฝน ถ้าสามารถเพาะเลี้ยงไถนอกฤดูการ หรือเพาะเลี้ยงได้ทั้งปี ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถไม่หยุดชะงักในช่วงฤดูฝน ถึงแม้จะสามารถเก็บสาหร่ายไถแห้งไว้ได้นานพอสมควร เพียงพอที่จะใช้ในฤดูฝน แต่สาหร่ายไถนั้นก็ไม่ได้สดและมีคุณภาพสู้สาหร่ายไถใหม่ ๆ ไม่ได้

คณะวิจัยหวังว่าเมื่องานวิจัยในเรื่องนี้เสร็จสิ้นลง คงจะมีเรื่องราวใหม่ ๆ จากสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำน่าน และลำน้ำโขงมาเล่าสู่กันฟังได้มากขึ้น เพื่อให้มีคนรู้จักสาหร่ายซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญในแหล่งน้ำมากขึ้น มิใช่เป็นเพียงผู้ผลิตออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำหรือเป็นเพียงผู้ผลิต (producer) ในห่วงโซ่อาหารเท่านั้น

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในเรื่องสาหร่ายเตา ซึ่งเป็นงานวิจัยในหลายปีที่ผ่านมา

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนาภรณ์ ลีวมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
 จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2542. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
 ศีวีวรรณ ไชยสุข และประเสริฐ ไวยะกา (2545) การศึกษาระบบนิเวศไถ, สถาบันราชภัฏเชียงราย
 สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภาคเหนือ ประเทศไทย

- สุริยา เลิศศิลป์ (2546) การศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ในสาหร่าย *Spirogyra* spp., ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อัญชลี เชื้อนเพชร (2543) การสกัดรงควัตถุจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสีเขียวบางชนิด, ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- Beker, E.W. (1994) *Microalgae: Biotechnology & Microbiology*, Great Britain, Cambridge University Press
- Kmitt, (1996) Laboratory document, A Regional Workshop on Mass Cultivation of Microalgae, King Monkut's Institute of Technology Thonburi, Bangkok
- Panyoo, W. and Peerapompisal, Y. (2001) Isolation and cultivation of blue green algae from some hot springs in Thailand. *Journal of the International Phycological Society*, 40 (4): 101
- Peerapompisal, Y., Proengkarn, S. and Kasantikul, K. (1997) Nutritional value and cultivation of *Spirogyra* spp. Proceeding of the 3rd Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology, 157-162

ตารางที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพและเคมี ที่เกี่ยวข้องกับภารกิจของสาหร่ายไก่อินลำนํ้ามัน ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง กุมภาพันธ์ 2546

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง							
	1	2	3	4	5	6	7	8
แก่งสะมะเฝ้าตั้ง		วัดบ้านพาน	วัดดอนแก้ว	วัดบ้านสยว	บ้านนาเต่า	บ้านดอนแก้ว	หาดผาขาว	หาดผาชน
ความกว้างของลำน้ำ (m)	7.8	7.0	7.3	10	10	14	6.8	8.8
ความลึกของแหล่งน้ำ (m)	1.4	0.9	0.6	0.4	0.4	0.7	0.6	0.8
อุณหภูมิน้ำ (°C)	24.7	20.9	23.5	25.5	26.0	27.0	26.6	28.9
ความเร็วกระแสน้ำ (m.sec ⁻¹)	2.32	3.35	3.98	5.33	2.53	3.75	3.21	2.65
ค่าความเป็นด่าง (mg.l ⁻¹)	117	114	115	105	115	117	115	104
ค่าการนำไฟฟ้า (uS.cm ⁻¹)	231	226	246	242	204	210	213	195
DO (mg.l ⁻¹)	9.0	7.5	7.4	6.2	8.0	9.0	8.25	10
BOD ₅	1.2	0.5	0.1	0.8	0.5	0.8	1.45	1.5
pH	8.33	8.41	8.15	8.2	8.46	8.46	8.22	8.75
ค่าความขุ่น (FTU)	3	11	13	17	6	9	19	13
แอมโมเนียไนโตรเจน (mg.l ⁻¹)	0.12	0.15	0.12	0.19	0.04	0.11	0.16	0.16
ไนโตรเจนไนโตรเจน (mg.l ⁻¹)	1.3	1.2	1.0	2.1	0.2	0.2	2.9	1.3
ออร์โธฟอสเฟต (mg.l ⁻¹)	0.11	0.11	0.10	0.16	0.11	0.10	0.08	0.08
ลักษณะสิ่งยึดเกาะ (%)								
ก้อนหิน	20	20	20	-	10	30	20	20
หินขนาดใหญ่	50	-	-	-	20	-	-	-
กรวด	30	80	70	80	70	50	40	80
ทราย	-	-	10	20	-	20	40	-
ปริมาณไก่อ (%)	38.47	76.66	72.22	64.99	72.44	77.77	66.39	72.22
ปริมาณล่อน (%)	0	1.39	5.83	0.415	2.33	2.92	1.11	2.56

- บทความ เรื่อง “งานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่” ในเอกสาร
ครบรอบ 40 ปีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มกราคม 2547

งานวิจัยทางด้านสาหร่ายที่กินได้ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

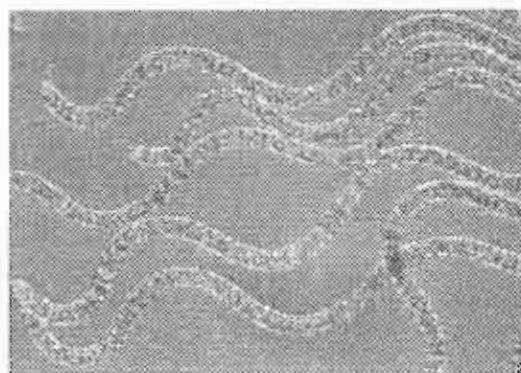
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พิรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นมหาวิทยาลัยส่วนภูมิภาคที่มีผลงานทางด้านการวิจัยเกือบจะเทียบเท่ากับมหาวิทยาลัยในส่วนกลาง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ พยาบาล เกษษ ทนตแพทย วิศวกรรม เกษตรกรรมหรือวิทยาศาสตร์ แม้ในด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ เราก็มีผลงานวิจัยที่ดี เป็นแต่เพียงเราไม่ค่อยได้เสนอต่อชุมชน หรือสื่อมวลชนต่างๆเท่านั้น สังเกตได้จากการได้รับทุนกาญจนาภิเษก ของนักศึกษาระดับปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีจำนวนอาจารย์และนักศึกษาที่ได้รับทุนเป็นอันดับ 3 รองจากมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าอาจารย์ส่วนหนึ่งในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ทำวิจัยกันอย่างแท้จริงและมีผลงานในระดับที่ดี

มีงานวิจัยเล็กๆสาขาหนึ่งซึ่งพอจะเป็นที่รู้จักกันในแวดวงของผู้ทำวิจัยในด้านเดียวกันและออกสู่ชุมชนและสื่อมวลชนพอสมควร นั่นคือ งานวิจัยทางด้านสาหร่าย ซึ่งเป็นงานวิจัยของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยความเป็นจริงแล้วอาจารย์ นักศึกษา และนักวิจัยทางด้านสาหร่ายได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายในหลายด้านด้วยกัน ทั้งอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา พืชวิทยา การเพาะเลี้ยง การนำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำ และการศึกษาสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย เป็นต้น ในจำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาหร่ายดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ สาหร่ายที่เป็นอาหารของคนทั้งอาหารเสริมและอาหารจริงๆ จะได้รับความสนใจมากกว่าสาหร่ายประเภทอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ เวลานี้ ปี พ.ศ.2546 สาหร่ายที่เป็นอาหารเสริมของคนมีบทบาทสูงยิ่งในทุกระดับ จึงขอกล่าวถึงสาหร่ายประเภทที่นำมาเป็นอาหารเหล่านั้น โดยจะขอกล่าวถึงเรื่องทั่ว ๆ ไปและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เริ่มจากเรื่องที่ฮือฮากันข้ามปีตั้งแต่ปี 2545 มาถึง 2546 และดูจะข้ามไปถึงปี 2547 นั่นก็คือสาหร่ายสไปรูลินา ไม่ว่าจะเป็นไปส่วนไหนของประเทศที่การโฆษณาทางโทรทัศน์เข้าไปถึง ก็จะมีคนรู้จักสาหร่ายสไปรูลินากันทั้งนั้น จริงๆแล้วก็ยังมีเพียง 1-2 บริษัทที่ทุ่มงบโฆษณาอย่างไม้อั้น ซึ่งก็มีผลดีกับผู้ผลิตรายอื่นๆ ทำให้สาหร่ายสไปรูลินาขายดีจนทางบริษัทแทบจะผลิตไม่ทัน ช่วงนี้ไปซื้อของตามห้างสรรพสินค้าต่างๆจะเห็นบูธของสาหร่ายสไปรูลินาเต็มพริ้วไปหมด จนไม่รู้ว่าจะสนใจยี่ห้อไหนดี



scale bar = 50 μ m

ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของสาหร่ายสไปรูลินา *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl.-Nach Gomont

ทางห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ได้ทำงานวิจัยทางด้านสาหร่ายสไปรูลินา หรือสาหร่ายเกลียวทองมานานกว่า 10 ปี ซึ่งเป็นงานวิจัยเพียงส่วนหนึ่งของห้องปฏิบัติการนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาสูตรการเพาะเลี้ยงสาหร่ายให้มีราคาต่ำลงแต่มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ในระดับใช้ได้ สามารถนำไปเป็นอาหารเสริมของคนได้ พร้อมกันนั้นก็เน้นการใช้ของเสียต่างๆ ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและมูลสัตว์ต่างๆ มาพัฒนาเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ผลผลิตจากการเลี้ยงด้วยของเสียเหล่านี้จะนำไปเป็นอาหารเสริมในสัตว์เท่านั้น

เป็นที่รู้กันว่าอาหารที่ดีที่สุดในการเลี้ยงสาหร่ายเหล่านี้ก็คือ Zarrouk's medium เป็นอาหารมาตรฐานสามารถเลี้ยงสาหร่ายได้คุณภาพดีที่สุดและต้นทุนการผลิตก็สูงมาก ถ้าสุดทางห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ได้พัฒนาสูตรเลี้ยงสาหร่าย สไปรูลินา 2 สูตร คือ CMU1 และ CMU2 ซึ่งใช้สารเคมี 3-4 ชนิดเท่านั้น แต่ก็ได้สาหร่ายที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงพอควร และต้นทุนการผลิตต่ำมากราว 80 สตางค์ต่อ 1 เม็ด ซึ่งมีน้ำหนัก 500 มิลลิกรัม จัดได้ว่าถูกมากเมื่อเทียบกับราคาขายในปัจจุบันซึ่งตกเม็ดละ 3-4 บาท จึงเป็นเรื่องน่าสนใจไม่น้อยสำหรับผู้สนใจเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ ในขณะที่เราทำงานวิจัยนี้ ก็มีผู้สนใจการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ มาติดต่อขอความรู้อยู่ตลอดเวลาจึงถึงเวลาที่เราจะนำองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่ชุมชน ในส่วนของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้อบรมเชิงปฏิบัติการ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาสู่ชุมชนไป 2 ครั้งในรอบปีที่ผ่านมา มีผู้มาร่วมประชุมจำนวนมากและมีความหลากหลายทั้งด้านอาชีพ อายุ และความรู้พื้นฐาน ผู้เข้าประชุมให้ความสนใจจริงจัง และหลายคนได้นำไปประกอบธุรกิจประสบความสำเร็จอย่างดี มีการตั้งเป็นฟาร์มเลี้ยงสาหร่ายและบริษัทจัดจำหน่ายสาหร่ายชนิดนี้ 4-5 ราย นอกจากนั้นก็มีการผลิตเพื่อการรับประทานเองและขายตรงให้เพื่อนบ้านในละแวกเดียวกัน หลายคนได้พยายามพัฒนาการเพาะเลี้ยงโดยปรับปรุงสูตรอาหารใหม่เมื่อได้รับผลสำเร็จก็แจ้งเข้ามาให้เราทราบ บางคนคิดประดิษฐ์เครื่องมือในการตรวจสอบการเจริญของสาหร่ายราคาถูก ก็บอกกล่าวกันมา ข่าวดรามาจากสมาชิกชมรมสาหร่าย สไปรูลินาดังกล่าวนี้นับเป็นสิ่งที่ดียิ่งยิ่งที่จะสร้างเครือข่ายให้เกิดขึ้นมา เพื่อที่จะผลักดันให้องค์ความรู้ด้านนี้เป็นของชุมชนอย่างแท้จริงและเป็นการก้าวไปข้างหน้าพร้อมๆ กันอันจะทำให้ผลิตภัณฑ์ด้านนี้เข้มแข็งและเติบโตอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต



ในภาพผู้เขียนกำลังอธิบายการเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาในบ่อเพาะเลี้ยงให้กับผู้เข้าอบรม

ตารางแสดงสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาและปริมาณโปรตีนที่ได้

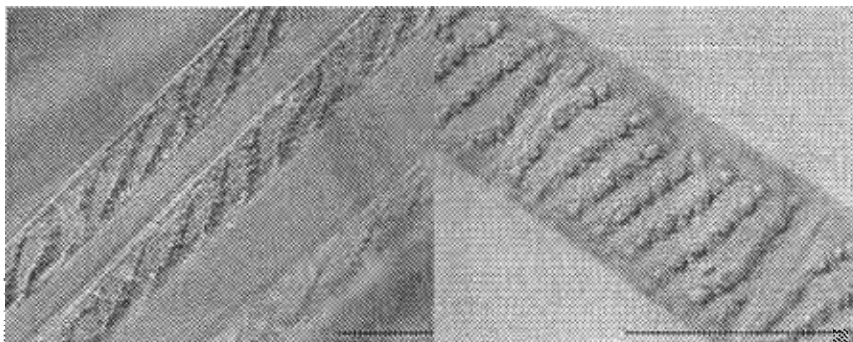
Zarrouk's medium (g/l)				CMU1 (g/l)		CMU2 (g/l)	
NaHCO ₃	16.80	A ₅ Solution		NaHCO ₃	8.5	NaHCO ₃	12.8
K ₂ HPO ₄	0.50	H ₂ BO ₃	2.86	K ₂ HPO ₄	0.3	K ₂ HPO ₄	0.45
NaNO ₃	2.50	MnCl ₂ ·4H ₂ O	1.80	NaNO ₃	1.5	NaNO ₃	2.25
NaCl	1.00	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.22	N:P:K	0.6		
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.20	MoO ₃	0.01				
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.50	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.08				
K ₂ SO ₄	1.00	B ₆ Solution					
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.04	NH ₄ VO ₃	22.4				
EDTA	0.08	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	47.8				
A ₅ Solution	1 ml/L	Na ₂ WO ₄	17.9				
B ₆ Solution	1 ml/L	Ti ₂ (SO ₄) ₃ ·xH ₂ O	40.0				
		Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	4.4				
ปริมาณโปรตีน 61.3				57.3		อยู่ระหว่างการวิเคราะห์	
(กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)							

มักจะมีคำถามว่าสาหร่ายสไปรูลินากินแล้วดีจริงหรือ? เป็นคำถามที่ยากสำหรับเรา เรา มักจะไม่ได้ตอบเองแต่จะมีผู้เข้าร่วมประชุมคนอื่นๆ ที่อยู่ในที่นั้นช่วยกันตอบว่าดีจริงๆ เราได้พิสูจน์มา กับตาหรือกับเพื่อนบ้าน ญาติพี่น้องของเขา ทั้งมะเร็ง เบาหวาน ภูมิแพ้ โรคเครียด โรคตับ แม้กระทั่งความ สุขความงาม เช่น ลดความอ้วน ทำให้ผมและผิวพรรณดีขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ดีสำหรับเรา เพราะจะได้เป็น ข้อมูลสะสมสำหรับผู้บริโภคเป็นประจำและเห็นผลมาแล้ว และก็ไม่ต้องเสี่ยงในการตอบว่ากินแล้วดีจริง หรือ ในด้านการวิจัยนั้นเราพบว่าสาหร่ายชนิดนี้เป็นอาหารธรรมชาติที่มีโปรตีนสูงที่สุด คือมีปริมาณมาก 50-70% ของน้ำหนักแห้ง มีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกายครบถ้วน มีวิตามินหลากหลายชนิดโดยเฉพาะ วิตามินเอและอี มีแร่ธาตุหลายชนิดโดยเฉพาะ โปตัสเซียม มีรงควัตถุหลากหลายชนิดแต่มีอยู่ 2 ชนิดที่มี คุณค่าในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเป็นมะเร็ง ภูมิแพ้หรือการเหี่ยวของผิว หนึ่ง รงควัตถุ 2 ชนิดนี้คือ ไฟโคไซยานินและ เบต้าแคโรทีน นอกจากนั้นยังมีกรดไขมันแกมมาลิโนลิ นิก ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างฮอร์โมนหลายชนิด เ่านี้ก็เกือบจะเป็นโฆษณาแล้ว แต่ก็เป็นข้อมูลจาก การวิจัยจริงๆ คำถามขอดีอีกคำถามหนึ่งคือ ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์สาหร่ายสไปรูลินาออกมาขายมาก มายหลายยี่ห้อ จะเลือกซื้อชนิดไหนจึงจะปลอดภัยและมีคุณค่าจริง ก็เป็นคำถามที่ยากจะตอบอีกนั่น เแหละ เนื่องจากไม่ได้เห็นการผลิตสาหร่ายทุกฟาร์ม บางฟาร์มที่มีโอกาสไปเยี่ยมชมก็สามารถยืนยันได้ บางฟาร์มขอพานักศึกษาไปชมกิจการ แต่ไม่พร้อมให้เข้าไปชมก็ยากจะยืนยันได้ คราวนี้คงจะต้องเป็น

สามัญสำนึกของผู้ผลิตจะทำให้ผลิตภัณฑ์ของตนเองมีคุณค่าต่อผู้บริโภคมากน้อยแค่ไหน มีความรับผิดชอบต่อสังคมเพียงใด ในการอบรมเชิงปฏิบัติการทุกครั้งก็ต้องเน้นว่าควรเลี้ยงสาหร่ายด้วยสูตรอาหารที่ไม่มีโลหะหนัก ต้องไม่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นๆ และต้องปรับ pH ให้เป็นกลางอยู่เสมอ เป็นเวลา 3 ชั่วโมงให้ผู้ผลิตจะต้องท่องเอาไว้ให้ขึ้นใจ ถ้าจะดูให้ง่ายสำหรับผู้บริโภคก็คือ ควรดูว่ามีข.หรือไม่ ถ้ามีก็เป็นการยืนยันได้ระดับหนึ่ง เข้าใจว่าในไม่ช้านี้ Spirulina Consortium ซึ่งจัดตั้งโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และทางกระทรวงสาธารณสุขคงได้มาดูแลผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายสไปรูลินาให้เข้มแข็งขึ้น เพื่อเป็นอาหารเสริมที่มั่นใจได้ว่ามีคุณค่าสมดังที่ผู้บริโภคต้องการจริงๆ

งานวิจัยทางด้านสาหร่ายที่กินได้ของห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์อีกด้านหนึ่ง คือ “ศักยภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในการนำมาใช้เป็นอาหารและยา” เป็นการศึกษาสาหร่ายพื้นบ้านซึ่งเป็นที่นิยมกันในภาคเหนือของเรา พบว่าความนิยมในการบริโภคสาหร่ายพื้นบ้านของไทย มีมานานแล้ว นับเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่น่าสนใจ แต่เป็นการนิยมบริโภคประจำถิ่นมากกว่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็นิยมนำสาหร่ายมารับประทานเช่นเดียวกับในภาคเหนือ สำหรับทางเหนือนั้น มีการนำสาหร่ายมาเป็นอาหารมากกว่าในภูมิภาคอื่น ๆ ในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือตอนบน แถบลำน้ำโขงที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และอีกพื้นที่หนึ่งคือแถบลำน้ำน่าน จังหวัดน่าน การใช้ประโยชน์ดังกล่าว ควรจะมีการศึกษาให้ลึกถึงองค์ความรู้ทั้งหมด และพัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้น เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในชุดโครงการสาหร่าย ได้ให้ทุนสนับสนุนแก่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการวิจัยในหัวข้อ “โครงการศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา” โดยทำงานวิจัยที่ลำน้ำน่าน จังหวัดน่าน เริ่มดำเนินการตั้งแต่กรกฎาคม 2545-มิถุนายน 2548 และจากการทำงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่นำมาเป็นอาหารมี 3 ชนิดคือ

1. สาหร่ายเตา หรือเต้าน้ำ เป็นสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta ชื่อวิทยาศาสตร์ *Spirogyra* spp. ซึ่งมีอยู่หลายสปีชีส์ และทุกสปีชีส์สามารถนำมาเป็นอาหารได้ทั้งหมด มักพบอยู่ในแหล่งน้ำนิ่งหรือน้ำไหลเอื่อย ๆ พบมากในฤดูฝน โดยเจริญอยู่ในนาข้าว หรือแหล่งน้ำอื่น ๆ ปกติชาวบ้านจะเก็บเส้นสายของสาหร่ายไปปรุงอาหารในฤดูที่มีสาหร่ายเหล่านี้นมาก



scale bar = 20 μ m

ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.)

2. สาหร่ายไถ ประกอบไปด้วยสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta มี 2 จินัส คือ *Cladophora* spp. และ *Microspora* spp. ได้แก่ *Cladophora glomerata* Kützting, *Cladophora* sp., *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret, *Microspora pachyderma* (Will) Lagerheim, *Microspora* sp. 1 และ *Microspora* sp. 2 การกระจายของสาหร่ายไถในลำน้ำโขงและลำน้ำน่านนั้น พบว่ากระจายทั่วไปโดยเฉพาะที่พื้นที่ตื้นตื้นน้ำที่มีลักษณะเป็นก้อนหินและมีกระแสน้ำไหลไม่แรงนัก ในอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงรายมีมากบริเวณหมู่บ้านหาดไคร้ ตำบลเวียง ส่วนในลำน้ำน่านจะมีมากที่สุดที่บริเวณอำเภอท่าวังผา รองลงมาคืออำเภอปัว และอำเภอเมืองตามลำดับ



ภาพสาหร่ายไถในลำน้ำน่าน

ก) สาหร่ายไถในสภาพธรรมชาติ

ข) *Cladophora glomerata* Kuetzing ค) *Cladophora*

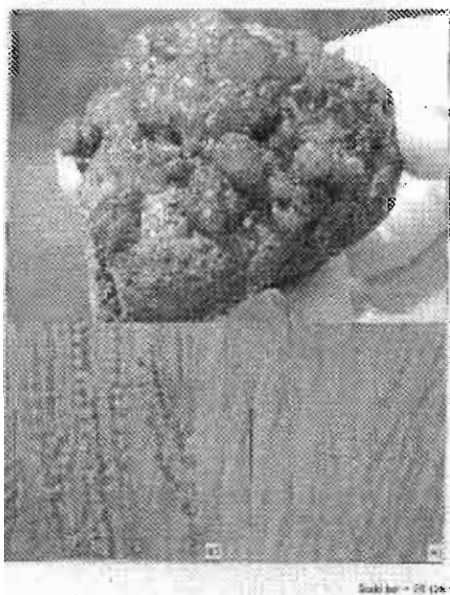
sp. 1 ง) *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret

จ) *M. pachyderma* (Will) Lagerheim

ฉ) *Microspora* sp. 1 ช) *Microspora* sp. 2

Scale bar = 20 μ m

3. สาหร่ายลอน หรือไข่หิน ดอกหิน หรือองลอน เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน Division Cyanophyta ได้แก่ *Nostochopsis hansgrig* Schmidle และ *Nostochopsis lobatus* Wood em Guitler มีมากในลำน้ำน่านบริเวณอำเภอท่าวังผา และอำเภอปัว จังหวัดน่าน ส่วนในลำน้ำโขงมีบ้างแต่น้อยมาก ชาวบ้านจะเก็บสาหร่ายลอนสด ๆ มาใช้ประโยชน์ โดยจะนำมาต้ม นอกจากนั้นคนเฒ่าคนแก่ยังใช้สาหร่ายลอนเป็นยาแก้ร้อนใน



รูปสาหร่ายลอนในลำน้ำน่าน

ก) สาหร่ายไถในสภาพธรรมชาติ

ข) *Nostochopsis lobatus* Wood em Guitler

ค) *N. hansgrig* Schmidle

Scale bar = 20 μ m

สาหร่ายไคและลอนจะเริ่มปรากฏให้เห็นในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งน้ำในลำน้ำค่อนข้างใส กระแสน้ำไม่แรง และจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ชาวบ้านทยอยเก็บเกี่ยวมาเป็นอาหารหรือนำมาตากแห้ง เพื่อเก็บไว้รับประทานตลอดปีหรืออาจแปรรูปเป็นอาหาร หรือของขบเคี้ยวจำหน่าย ในเดือนมกราคมถึง กุมภาพันธ์ จะมีสาหร่ายทั้งสองชนิดมากที่สุด และจะยังมากเรื่อยไปจนถึงเดือนเมษายน เมื่อฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคม หรือฝนหลวงฤดูในเดือนเมษายน น้ำจะเริ่มขุ่น กระแสน้ำจะไหลแรงขึ้น สาหร่ายจะค่อยๆ ทยอยตายไป และเมื่อถึงฤดูฝนที่แท้จริง (มิถุนายน-กันยายน) จะไม่พบสาหร่ายในลำน้ำนานหรือถ้าพบก็มีปริมาณน้อยมาก สิ่งยึดเกาะที่พื้นท้องน้ำก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน จะพบว่าสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ก่อนหินที่มีลักษณะเรียบ ขนาดเท่าฝ่ามือ อาจจะมีเล็กหรือใหญ่กว่าก็ได้ บริเวณที่เป็นทราย ดินหรือโคลน จะมีสาหร่ายเจริญได้น้อยมาก

คุณภาพน้ำที่สาหร่ายเจริญจะมีสภาพปานกลาง มีสารอาหารปานกลาง หรือที่เรียกว่า mesotrophic status น้ำที่มีคุณภาพดี เช่นต้นน้ำลำธาร หรือมีสภาพน้ำเสีย บริเวณที่ผ่านชุมชนเมืองจะไม่พบสาหร่ายเหล่านี้เจริญ แสดงว่าสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้ใช้สารอาหารในน้ำ ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในปริมาณปานกลาง หรืออีกนัยหนึ่ง ถ้าพบสาหร่ายทั้งสองชนิดเจริญอยู่ได้ เป็นปริมาณมาก ๆ แสดงว่าคุณภาพน้ำนั้นอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อนำสาหร่ายมาบริโภค เราจำเป็นต้องทราบคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเหล่านี้ ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคมั่นใจได้ว่า เมื่อรับประทานสาหร่ายเหล่านี้แล้วจะได้ประโยชน์อย่างไรต่อร่างกาย จากผลการวิจัยพบว่าคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตาและไคมีความแตกต่างกันเห็นได้ชัด โดยสาหร่ายไคจะให้โปรตีน กรดไขมันอาหาร ไขมัน กลุ่มวิตามินและเกลือแร่บางชนิดมากกว่าสาหร่ายเตา ในขณะที่สาหร่ายเตาจะให้คาร์โบไฮเดรต พลังงาน วิตามินบี₂ แมกนีเซียม และแมงกานีส มากกว่าสาหร่ายไค สำหรับสาหร่ายลอนนั้นมีการบริโภคกันน้อยมาก จึงไม่ได้นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการดังกล่าว นอกจากการใช้สาหร่ายเป็นอาหารแล้ว รังควาญของสาหร่ายยังนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่นเป็นสืผสมอาหาร สัตว์ของแคปซูลยา เครื่องสำอาง ใช้เป็นสารเรืองแสงเพื่อติดตามในงานวิเคราะห์ภูมิคุ้มกันทางด้านเนื้อเยื่อและจุลทรรศน์วิทยา เป็นต้น นอกจากนี้รังควาญทุกชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน และไฟโคไซยานิน ยังเป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นต้นเหตุการเกิดมะเร็ง จึงนับได้ว่ารังควาญเหล่านี้จะมีคุณค่าทางการใช้เป็นอาหารเสริมได้อีกทางหนึ่งด้วย สำหรับผลการวิจัยรังควาญของสาหร่ายทั้ง 3 ชนิดนี้ พบว่ารังควาญที่น่าสนใจ คือ ไฟโคไซยานิน และอัลโลไฟโคไซยานิน จากสาหร่ายลอน ซึ่งนับว่ามีปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดอื่นๆ เช่น *Synechococcus* sp. ซึ่งเป็นสาหร่ายที่เจริญได้ในที่อุณหภูมิสูง จะมีไฟโคไซยานิน 9.91 mg.g.dw⁻¹ และอัลโลไฟโคไซยานิน 29.64 mg.g.dw⁻¹ และเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายสไปรูลินาที่รู้จักกันทั่วไป จะมีไฟโคไซยานิน 79.52 mg.g.dw⁻¹ ในขณะที่สาหร่ายลอนมี 25.07 mg.g.dw⁻¹ ถึงแม้สาหร่ายลอนจะมีไฟโคไซยานินน้อยกว่าสาหร่ายสไปรูลินาแต่น่าสนใจตรงที่สาหร่ายลอนเจริญเองตามธรรมชาติ ไม่ต้องเพาะเลี้ยงและมีปริมาณมากในลำน้ำนาน จึงสมควรที่จะมีการพัฒนาในเรื่องสกัดรงควัตถุไฟโคไซยานินมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป โดยเฉพาะการให้องค์ความรู้กับ

ชาวบ้านและใช้วิธีการสกัดที่ไม่ยุ่งยาก จับซ้อนจนเกินไปนัก ชาวบ้านอาจเป็นผู้สกัดออกมาได้เองจากสาหร่ายสดที่เก็บมาจากลำน้ำน่าน อันอาจจะเป็นรายได้ที่ได้อีกด้านหนึ่ง

ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.) และสาหร่ายไถ (*Cladophora* spp. และ *Microspora* spp.)

คุณค่าทางโภชนาการ	สาหร่ายเตา	สาหร่ายไถ
สารอาหารพื้นฐาน (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
ความชื้น	10.98	6.61
ไขมัน	5.27	6.14
โปรตีน (Nx6.25)	18.65	20.6
กาก (ใยอาหาร)	11.78	21.2
เถ้า	7.66	14.2
คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)	56.31	31.25
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	348.0	262.7
วิตามิน (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
วิตามินเอ	ไม่ได้ศึกษา	ไม่พบ
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่พบ	21.6
วิตามินบี ₁	20.0	87.3
วิตามินบี ₂	880.0	355.6
กรดโฟลิก	ไม่ได้ศึกษา	128.2
กรดแพนโทธีนิก	ไม่ได้ศึกษา	349.3
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	3.84	4.59
เกลือแร่ (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)		
แคลเซียม	28.75	768.0
โซเดียม	1.53	474.3
โพแทสเซียม (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.26	2.61
คลอไรด์ (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่ได้ศึกษา	1.04
แมกนีเซียม	231.7	194.8
แมงกานีส	39.50	21.2
เหล็ก	45.9	195.2
สังกะสี	ไม่ได้ศึกษา	1.13
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	ไม่ได้ศึกษา	9.60

จากการออกสำรวจอาหารจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ทำมาจากสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งสาหร่ายเตา สาหร่ายไถ และสาหร่ายลอน ในชุมชนแถบลำน้ำน่าน และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่าชาวบ้านมีการใช้สาหร่ายทั้งสดและแห้ง อาหารที่ทำมาจากสาหร่ายสดจะเป็นยำชนิดต่าง ๆ ส่วน

สำหรับไถที่ตากแห้งแล้วสามารถนำไปปรุงเป็นอาหารหรือของขบเคี้ยวได้หลายอย่าง สำหรับอาหารจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่แพร่หลายที่สุดทั้งทางอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และชุมชนในลำน่าน คือ “โกย” ซึ่งทำได้ไม่ยาก และสามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน รวมทั้งสามารถจำหน่ายได้อย่างแพร่หลายมากกว่าผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถอย่างอื่น ทำได้โดยนำไถที่ตากแห้งแล้วมาผิงไฟให้กรอบ แล้วนำมาขยำหรือบด หรือยีให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งตรงนี้คือที่มาของการเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่าโกย หลังจากนั้นก็นำไถที่ยีแล้วมาคลุกกับกระเทียมเจียว เกลือป่น งามข้าวคั่ว ชิมรสให้ถูกปาก แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท

ชุมชนบริเวณลำน่านมีการทำ “ไถน้ำเกลือ” ซึ่งก็ทำได้ง่าย ๆ โดยนำไถที่ล้างสะอาดแล้วนำมาตาก จะโรยเกลือป่นลงไปบาง ๆ ให้ทั่ว เมื่อแห้งแล้วจะได้ไถเป็นแผ่น เก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท เมื่อต้องการจะรับประทานให้นำมาทาน้ำมันพืชให้ทั่วแผ่นแล้วนำไปทอดไฟ จะได้ไถแผ่นที่มีกลิ่นหอมนำไปรับประทานเป็นเครื่องเคียงกับน้ำพริก

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหาดไคร้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย มีการแปรรูปโกยให้มีรสชาติดีขึ้น โดยเติมเครื่องปรุงพวกขิง ข่า ซอิ้วขาว และมะขามเปียกเล็กน้อย ลงในโกย แล้วเปลี่ยนชื่อใหม่เป็นโกยทรงเครื่อง โดยออกจำหน่ายทั้งชนิดที่ทอดในน้ำมันแล้ว พร้อมรับประทานทันที และโกยทรงเครื่องที่ยังไม่ได้ทอด โดยผู้ซื้อจะนำไปทอดเอง ผลิตภัณฑ์ 2 ประเภทนี้มีความแตกต่างกันตรงที่ถ้าทอดเสร็จแล้วไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะจะเกิดกลิ่นหืน โกยทรงเครื่องนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหาดไคร้ทีเดียว โดยจัดเป็น 1 ผลิตภัณฑ์ 1 ตำบล ในขณะที่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านหนองบัว อำเภอท่าม่วง จังหวัดน่าน มีชื่อเสียงจากการผลิตโกย จำหน่ายได้ในปริมาณใกล้เคียงกัน



ภาพกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหาดไคร้ จ. น่าน

(ซ้าย) กลุ่มแม่บ้านกำลังทำผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถ

(ขวา) คณะวิจัยพบปะกลุ่มแม่บ้าน

วัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดในงานวิจัยเรื่องนี้ก็คือหาวิธีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนได้กระทำอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นจนสามารถจำหน่ายได้กว้างขวางขึ้น ขณะเดียวกันก็แปรรูปผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถให้แปลกใหม่ขึ้น และเป็นที่ยอมรับกันมากขึ้น เพื่อจัดจำหน่าย ไม่ใช่เพียงแต่ในชุมชนนั้นๆ แต่สามารถจำหน่ายไปได้ทั่วประเทศ คณะวิจัยจึงได้พัฒนาอาหารหรือของขบเคี้ยวจากสาหร่ายไถขึ้นอีกหลายอย่าง

ซึ่งจะนำเสนอและอบรมเชิงปฏิบัติการต่อชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไก่อและชุมชนอื่นที่สนใจ เพื่อที่จะคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมให้กับชุมชนเพื่อแปรรูปและจัดจำหน่ายต่อไป

งานวิจัยของเรายังดำเนินต่อไป ยังมีงานวิจัยที่กำลังศึกษากันอย่างจริงจังอีกหลายเรื่อง อาทิเช่น การหาสารที่อาจจะใช้เป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันในโรคบางโรค ซึ่งที่ผ่านมามักจะพบในสาหร่ายทะเลเป็นส่วนใหญ่ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายไก่อนอกฤดูกาล ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง เพราะปัจจุบันจะมีสาหร่ายไก่อในฤดูหนาวและฤดูร้อนเท่านั้น ทำให้ขาดวัตถุดิบในช่วงฤดูฝน ถ้าสามารถเพาะเลี้ยงไก่อนอกฤดูกาล หรือเพาะเลี้ยงได้ทั้งปี ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไก่อไม่หยุดชะงักในช่วงฤดูฝน เพราะว่าถึงแม้จะสามารถเก็บสาหร่ายไก่อแห้งไว้ได้นานพอสมควร เพียงพอที่จะใช้ในฤดูฝน แต่สาหร่ายไก่อนั้นก็ไม่ได้สด และมีคุณภาพสู้สาหร่ายไก่อใหม่ ๆ ไม่ได้

คณะวิจัยหวังว่าเมื่องานวิจัยในเรื่องนี้เสร็จสิ้นลง คงจะมีเรื่องราวใหม่ ๆ จากสาหร่ายขนาดใหญ่ ในลำน้ำน่าน และลำน้ำโขงมาเล่าสู่กันฟังได้มากขึ้น เพื่อให้มีคนรู้จักสาหร่ายซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญในแหล่งน้ำมากขึ้น มิใช่เป็นเพียงผู้ผลิตออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำหรือเป็นเพียงผู้ผลิต (producer) ในห่วงโซ่อาหารเท่านั้น

คณะวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยทางด้านสาหร่ายสไปรูลินา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยเรื่องสาหร่ายไก่อและลอน และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในเรื่องสาหร่ายเตา

- การตีพิมพ์ผลงานวิจัย เรื่อง “สาหร่ายไก่อ: อาหารพื้นบ้านที่กำลังพัฒนาสู่ตลาดระดับประเทศ” ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 10 ฉบับที่ 8 ประจำเดือนเมษายน – มิถุนายน 2547 หน้า 1-3



ISSN 0859-4899

IST NEWS

ข่าวสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Research & Development Technology Transfer

ปีที่ 10 ฉบับที่ 8 ประจำเดือน เมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2547

สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

April - June 2004

“สาหร่ายไก่อ”

อาหารพื้นบ้านที่กำลังพัฒนาสู่ตลาดระดับประเทศ



ถ้าพูดถึงสาหร่ายที่ชาวบ้านในแถบภาคเหนือนำมาเป็นอาหารแล้ว เขาจะรู้จักสาหร่ายเตา หรือ เทา หรือ เทา น้ำ ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Spirogyra* spp. กันเป็นอย่างดี เรียกว่าทุกคนรอบครัวที่เป็นคนเหนือแท้ๆ จะรู้จักอาหารจานเด็ดที่เรียกกันว่า “ยำเตา” อย่างแน่นอน อาหารจานนี้ทำมาจากสาหร่ายเทา ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวสด มีลักษณะเป็นเส้นสายมีเมือกลื่น ล้างให้สะอาด แล้วนำมาใส่เครื่องยำ ซึ่งได้แก่ มะเขือแจ้หรือมะเขือพวง ลูกเล็ก ๆ หั่นเป็นแว่น ตะไคร้ซอย หอมแดงซอย พริกขี้หนูซอย น้ำมะนาว น้ำปลา บางแห่งอาจใส่น้ำปู ปลาต้ม หรือ ปลาอย่าง ลงไปด้วย รับประทานกับ ข้าวเหนียวร้อนๆ และขึ้นปิ้ง ร้าอย่าบอกใคร! แต่สำหรับคนน่านและคนเชียงของ จังหวัดเชียงราย เขามีสาหร่าย ไก่อ ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว มีลักษณะเป็นเส้นสายคล้าย สาหร่ายเตา มาเป็นอาหารอย่างหรูเร็วกว่าสาหร่ายเตาเพิ่มขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ที่กล่าวว่าหรูเร็วนั้นก็มิได้เกินความเป็นจริง เพราะในปัจจุบันเขาพยายามจะแปรรูป สาหร่ายไก่อเป็นอาหารหลากหลายชนิด เพื่อหาตลาดที่สามารถจำหน่ายได้กว้างขวางขึ้น เพื่อให้เป็นอาชีพที่มั่นคงของชาวบ้านในละแวกนั้นๆ ที่เดียว

อ่านต่อหน้า 2

ก่อนอื่นเราควรจะมาทำความรู้จักกับสาหร่ายไถกันก่อนดีกว่า สาหร่ายไถจัดเป็นสาหร่ายสีเขียว (green algae) อยู่ใน Division Chlorophyta เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายบางชนิดแตกแขนง บางชนิดไม่แตกแขนง คลอโรพลาสต์ เป็นแบบร่างแห (ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2) สาหร่ายไถมี 2 ประเภท คือ สาหร่ายไถไหม ซึ่งเส้นสายยาวและอ่อนนุ่มคล้ายเส้นไหม ประกอบไปด้วยสาหร่ายในจีนัส *Microspora* spp. หลายสปีชีส์ เช่น *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret, *M. pachyderma* (Will) Lagerheim, *Microspora* sp. 1 และ *Microspora* sp. 2 ส่วนอีกชนิดคือสาหร่ายไถคั่ว ซึ่งเป็นเส้นสายที่หยาบกว่าสาหร่ายไถไหม เนื่องจากการแตกแขนง ประกอบไปด้วยสาหร่ายในจีนัส *Cladophora* spp. หลายชนิดได้แก่ *Cladophora glomerata* Kuetzing *Cladophora* sp. สาหร่ายชนิดนี้เจริญอยู่บนก้อนหินในน้ำไหลที่ค่อนข้างใส น้ำไหลเอื่อยๆ และเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี พบได้ทั่วไปในลำธาร หรือแม่น้ำขนาดเล็ก พื้นท้องน้ำมีหินก้อนใหญ่ๆ และน้ำตื้นใส แหล่งน้ำที่มีสาหร่ายไถมากเป็นพิเศษในประเทศไทยมี 2 แห่ง คือ แม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน และแม่น้ำโขง บริเวณอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย สำหรับในลำน้ำน่านจะพบสาหร่ายไถตลอดลำน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ จนถึงปลายน้ำ แต่จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งยึดเกาะที่สาหร่าย จะเจริญได้ คือ ก้อนหินขนาดใหญ่เล็กนั้นเอง และก็เป็นที่น่าเสียดายที่สาหร่ายชนิดนี้ไม่ได้เจริญทั้งปี แต่จะเจริญในช่วงฤดูแล้ง คือ ฤดูหนาวต่อกับต้นฤดูร้อน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน เมื่อมีฝนตกลงมา น้ำในลำน้ำจะขุ่น สาหร่ายเหล่านี้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้จะทยอยตายไปจนหมด การเก็บสาหร่ายไถจากแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น ชาวบ้านจะรอให้สาหร่ายเจริญเต็มที่ซึ่งจะมีขนาดยาวมากตั้งแต่ครึ่งเมตร ไปจนถึง 4-5 เมตร โดยการ “จกไถ” ซึ่งก็คือ การดึงสาหร่ายที่มีขนาดยาวพอเหมาะออกจากก้อนหินแล้วนำไปผึ่งในน้ำให้ดินหรือสิ่งที่เกาะมาหลุดออกไป พาดไว้บนท่อนแขน สะสมไปเรื่อยๆ จนมากพอที่จะมัดให้เป็นกลุ่มก้อน นำไปตากหรือแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ ต่อไป

จากความมากมายของสาหร่ายไถในลำน้ำน่านและลำน้ำโขงนี้เอง ทำให้เกิดภูมิปัญญาวงบ้าน นำสาหร่ายเหล่านี้ไปแปรรูปเป็นอาหารนับเนื่องกันมากกว่า 100 ปี อาหารดั้งเดิมที่ชาวบ้านทั้ง 2 แหล่งน้ำ ทำมาจากสาหร่ายชนิดนี้ คือ “ไถย” และ “ห่อหนึ่งไถ” ซึ่งมีหน้าตาคล้ายๆ กันทั้ง 2 ชุมชน ไถยนั้นทำได้โดยนำสาหร่ายไถมาตากให้แห้งแล้วนำมาผิงไฟให้กรอบ จากนั้นก็ใช้มือบดขยี้ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า ยี ให้สาหร่ายแตกออกเป็นแผ่นเล็กๆ หรืออาจ

จะให้เล็กจนเกือบป่นเลย หลังจากนั้นนำมาปรุงรสด้วย เกลือและงาขาวคั่ว จะได้ไถยที่มีรสชาติดี หอมทั้งกลิ่นธรรมชาติของสาหร่ายและงาคั่วรสเค็มปะแล่มๆ ทานกับข้าวเหนียวร้อนๆ ก็อร่อยบอกใคร (อีก ครั้ง) ส่วนห่อหนึ่งไถนั้นทำคล้ายกับห่อหมก เพียงแต่เปลี่ยนจากปลาเป็นสาหร่ายไถสดคลุกกับน้ำพริกแล้วนำไปนึ่งก็อร่อยไม่แพ้ห่อหมกเลยจริง ๆ ต่อมาก็มีการประยุกต์โดยการแปรรูปสาหร่ายไถให้เป็นสาหร่ายแผ่นกรอบ โดยนำสาหร่าย ไถที่ตากแห้งปรุงรสด้วยเกลือ กระเทียม มาทอดให้กรอบ สามารถจำหน่ายได้และขายดีทีเดียว ชาวเกรียบไถก็เป็นสินค้า อีกประเภทหนึ่งซึ่งปรุงง่ายและขายง่าย คุณก็ กรอบเค็ม กล้วย ฉาบ กล้วยอบ หรือแม้กระทั่งน้ำพริก ซึ่งผลิตภัณฑ์ทุกอย่างผสมสาหร่ายไถก็ทยอยออกมาจำหน่าย แต่เป็นการจำหน่ายภายในชุมชนตัวเมือง หรือภายในจังหวัดที่ตนเองอยู่ บางครั้งอาจมีการจำหน่ายไปยังจังหวัดอื่นๆ แต่ก็ไม่บ่อยนักและมักจะเป็นช่วงสั้นๆ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจะต้องมีการปรับปรุงบ้างในเรื่องคุณภาพ ที่ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน มักจะหยาบกรอบหรือมักจะมียากหิน รวมทั้งผลิตภัณฑ์ยังมีความหลากหลายเฉพาะกลุ่ม สมควรที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายในกลุ่มอื่นๆ ให้มากขึ้นและสามารถจำหน่ายได้กว้างขวางขึ้นกว่าปัจจุบัน

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รับทุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ให้ทำการศึกษาศักยภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา โดยทำการศึกษาสาหร่ายไถในลำน้ำน่าน เป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ ปี 2545 -2548 ขณะนี้การศึกษาได้ลุล่วงไปแล้วครึ่งหนึ่งของงานวิจัย คณะวิจัยสามารถทราบถึงชนิดของสาหร่ายไถ ระยะเวลาของการเจริญในลำน้ำ คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทุกด้านของสาหร่ายไถ และที่สำคัญยิ่งคือ การแปรรูปเพื่อเป็นอาหารของสาหร่ายไถได้มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน สามารถเก็บไว้ได้นานโดยคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง และสามารถจำหน่ายได้กว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีจุดประสงค์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถจำหน่ายได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง ผลิตภัณฑ์ที่ทางคณะวิจัยได้ทำการศึกษาและจะดำเนินการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชนทั้ง 2 จังหวัด คือ จังหวัดน่านและจังหวัดเชียงราย ในเร็ววันนี้มีหลายชนิดแต่ที่เน้นเป็นพิเศษก็คือสาหร่ายแผ่นกรอบ ซึ่งควรมีรสชาติดี ไม่เหม็นหืน และควรจะสามารถเก็บได้เป็นเวลานาน มีบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามและมีประสิทธิภาพสูง ผลิตภัณฑ์นี้ควรจะต้องเทียบได้กับสาหร่ายแผ่นจากประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และ จีน ซึ่งทำมาจากสาหร่ายทะเลสีแดง และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป นอกจากนั้น คณะวิจัยยังใคร่จะเน้นถึง บะหมี่

สด และ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีสาหร่ายเป็นส่วนประกอบอย่างลงตัว ผลิตภัณฑ์นี้ถ้าได้รับการพัฒนาให้ดี อาจสามารถจำหน่ายได้ยังต่างประเทศโดยเฉพาะในญี่ปุ่นซึ่งประชาชนนิยมบริโภคทั้งบะหมี่และสาหร่าย อยู่แล้ว โจ๊กสำเร็จรูปจากสาหร่ายโกกิเป็นอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ และที่นักวิจัยจะลืมไม่ได้ คือ พยายามพัฒนา โกยี้ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมของชุมชนอยู่แล้วให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะความหืนซึ่งไม่ควรจะมีย่อยในผลิตภัณฑ์

คณะวิจัยได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไปไว้อย่างละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าสาหร่ายชนิดนี้มีโปรตีนค่อนข้างสูงถึง 20% มีเส้นใยอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะมากกว่าผักหรือผลไม้ทั่วไป คือมี 21% มีคาร์โบไฮเดรตราว 31 % มีวิตามินบีโดยเฉพาะ บี 2 ถึง 355 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนั้นก็มีกรดโฟลิก และ กรดแพนโทนิค ซึ่งเป็นกลุ่มวิตามินที่สำคัญอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมอีกด้วย นับได้ว่าสาหร่ายโก มีคุณค่าทางโภชนาการโดยทั่วไปสูงกว่าผักและผลไม้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นอาหารกลุ่มที่ให้โปรตีน เส้นใย และวิตามินค่อนข้างสูงทีเดียว

คอลัมน์นี้คงมีส่วนให้ผู้อ่านสนใจผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายโกมากขึ้น ถ้าพบเห็นจำหน่ายที่ไหน กรุณาช่วยกันซื้อมารับประทานบ้าง ซึ่งจะเป็นผลดีทั้งผู้บริโภคเองและกับชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวออกจำหน่ายโดยตรง



ภาพที่ 2 สาหร่ายโกจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายโก วิเคราะห์โดย

สารอาหารพื้นฐาน (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	
ความชื้น	6.61
ไขมัน	6.14
โปรตีน	20.6
กาก (ใยอาหาร)	21.2
เถ้า	14.2
คาร์โบไฮเดรต	31.25
ค่าพลังงานความร้อน(กิโลกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	262.7
วิตามิน (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	
วิตามินเอ	ไม่พบ
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	21.6
วิตามินบี 1	87.3
วิตามินบี 2	355.6
กรดโฟลิก	128.2
กรดแพนโทนิค	349.3
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	4.59
เกลือแร่ (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	
แคลเซียม	768.0
โซเดียม	474.3
โพแทสเซียม (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	2.61
คลอไรด์ (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.04
แมกนีเซียม	194.8
แมงกานีส	21.2
เหล็ก	195.2
ทองแดง (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	250.0
สังกะสี	1.13
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	9.60

- ตีพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่อง "Two Endemic Species of Macroalgae in Nan River, Northern Thailand as Therapeutic Agents" ในวารสาร Science Asia ปี 2006 ฉบับที่ 32 (1) supplement หน้า 71-76.

Two Endemic Species of Macroalgae in Nan River, Northern Thailand, as Therapeutic Agents

Yuwadee Peerapornpisal,^{a*} Doungporn Amornlertripsan,^b Chaiyong Rujjanawate,^b Khomson Ruangrit^a and Duangta Kanjanapothi^b

^aDepartment of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^bLaboratory of Natural Products, Chulabhorn Research Institute, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

* Corresponding author, E-mail: scbol017@chiangmai.ac.th

ABSTRACT: Two endemic species of macroalgae in the Nan River, Northern Thailand, *Cladophora glomerata* Kützinger or "Kai", a branched filamentous alga in the Chlorophyta, and *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitler or "Lon", a mucilaginous colonial alga in the Cyanophyta, were selected for study as therapeutic agents. The anti-gastric ulcer, anti-inflammatory, analgesic, anti-oxidant, and hypotensive activities suggested their value as therapeutic agents. They may be employed as nutri-pharmaceuticals or food supplements for relieving chronic diseases and disorders including peptic ulcers, dyspepsia, rheumatoid arthritis, hypertension, etc. However, further detailed studies of these pharmacological activities are required to validate their therapeutic potentials.

KEYWORDS: *Cladophora glomerata* Kützinger, *Nostochopsis lobatus* Wood em Geitler, macroalgae, gastric ulcer, anti-oxidant.

INTRODUCTION

Macroalgae are the algae that can be viewed with the naked eye in the field. In freshwater, they grow often as slime colonies in mats, and as sheets or filaments. They are the important organisms in lotic ecosystems, both for their oxygen production and as primary producers in the food chain. In some freshwater ecosystem, macroalgae occur in filamentous forms covering the whole area of a river bed. The local people have been using these algae as local food for many years.

In northern Thailand, especially in Nan River, Nan Province, and Mekong River in Chiang Khong District, Chiang Rai Province, two genera of macroalgae occur in abundance in the dry season. The common name of these algae is "Kai" and "Lon". The people in these areas use them to make many kinds of locally consumed food. Moreover, there has been research to process various foods from Kai such as crisps, baked goods, paste, and noodle, to obtain more market products for the people in these areas¹.

Some of these algae have been used as medical ingredients, e.g. Lon is used to decrease fever. Some villagers consume Kai to calm down stomach ulcer. This local wisdom inspired the researcher in this project to study the therapeutic agents from these algae. Positive results from this research will confirm the value of these algae. If we are able to find useful potential medicine in these algae, the active compounds must be

further studied and their mechanism of action elucidated.

MATERIALS AND METHODS

Algal Samples and Preparation

Peerapornpisal *et al.*¹ found that Kai consists of two genera:

Cladophora spp. and *Microspora* spp. whilst Lon consists of one genus: *Nostochopsis* spp. In this investigation, we selected Kai as *Cladophora glomerata* Kützinger, a green algae in the Division Chlorophyta and Lon as *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitler, a blue-green algae in the Division Cyanophyta.

C. glomerata and *N. lobatus* were collected from Nan River at Paka Subdistrict, Tha Wang Pha District, Nan Province, Thailand in December 2004. The samples were separated into two portions, one for identification using morphological features. The relevant books e.g. Desikachary², Whitford and Schumacher³, Prescott⁴ and John *et al.*⁵ were followed. The amount of each species was estimated by the use of quadrats including dry weight determination, and the attachment to substratum was investigated in the field. The other portion was used to investigate for the presence of therapeutic agents.

Therapeutic Agent Investigation

Algal material and extraction

C. glomerata and *N. lobatus* were, separately, washed

in tap water, shade-dried and powdered. The dried powder was then extracted with 95% ethanol, evaporated *in vacuo* at 55 °C and lyophilized to obtain a dried ethanolic extract of *C. glomerata* and of *N. lobatus* which from now on are referred as CGE and NLE respectively.

Experimental animals

Male Sprague-Dawley rats weighing 40-60 g and 150 - 200 g as well as male Swiss albino mice were obtained from the National Laboratory Animal Center, Mahidol University, Salaya, Nakhon Prathom Province, Thailand. The animals were acclimatized for at least 7 days in an animal room where the temperature was maintained at $22 \pm 3^\circ\text{C}$ and there was a 12 h light-dark cycle. The food was supplied by Perfect Companion Co. Ltd., Samut Prakan Province. The animals had free access to food and water unless stated otherwise. All animals received humane care in compliance with the ethical guidelines for the use of animals issued by the National Research Council of Thailand 1999.

Pharmacological experiments

Restraint water immersion stress-induced gastric ulcers in rats

The CGE and NLE dissolved in water were administered orally to rats which had fasted for 48 hours. Sixty minutes later, rats were restrained individually in stainless steel cages and immersed up to their xiphoid in a water bath maintained at $22 \pm 2^\circ\text{C}$, according to the method of Takagi *et al.* After 5 h of this exposure, the rats were sacrificed and examined for gastric ulcers. After each rat was sacrificed, the stomach was removed, opened along the greater curvature and the glandular portion of the stomach was examined. The length in mm of each lesion was measured under a dissecting microscope and the sum of the length of all lesions was designated as the ulcer index.

Ethyl phenylpropiolate-induced ear edema in rats (EPP)

The experiment was performed to investigate the ability of an agent in inhibiting increased vascular permeability leading to edema in an inflammatory process. Ear edema was induced by topical application of EPP. EPP at a dose of 1 mg/20 ml/ear was applied locally to the inner and outer surfaces of both ears of each rat. The CGE and NLE dissolved in acetone were applied in the same manner in a volume of 20 μl before the irritants. The thickness of each ear was measured with vernier calipers.

Acetic acid-induced writhing response in mice

A writhing response was produced by an injection

of 0.75% acetic acid at 0.1 ml/10g body weight into the peritoneal cavity of mice, according to the method of Koster *et al.* The number of writhes, a response consisting of contraction of an abdominal wall, pelvic rotation following by hind limb extension, was counted during observation for 15 minutes beginning from 5 minutes after the acetic acid injection.

Blood pressure of pentobarbital anesthetized rats

Rats were anesthetized with pentobarbital (40 mg/kg, i.p.). The trachea was intubated in order to prevent airway obstruction. The CGE and NLE dissolved in normal saline were given via a cannula inserted in the external jugular vein. Blood pressure was recorded from jugular artery using a pressure transducer connected to a Grass polygraph. Blood pressure was expressed as the mean arterial blood pressure (MABP).

Scavenging activity against 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical

The scavenging activity of the test sample or glutathione against the DPPH radical was measured according to the method of Hou *et al.* Each 0.3 ml of the test sample (dissolved in MeOH or DI water) was added to 0.1 ml of 1 M Tris-HCl buffer (pH 7.9), and then mixed with 0.6 ml of 100 mM DPPH in methanol for 20 min, in the absence of light. The absorbance at 517 nm was determined. Deionized water was used as blank. The scavenging activity against the DPPH radical was calculated as follows:

$$\text{Activity (\%)} = 100 \times \frac{A_{517_{\text{blank}}} - A_{517_{\text{sample}}}}{A_{517_{\text{blank}}}}$$

The IC₅₀ which stands for the concentration required for 50% scavenging activity was then calculated from the above equation.

RESULTS

Morphological Structure of two Endemic Species of Macroalgae

Cladophora glomerata Kützting (Fig. 1.)

It is green or light green, filamentous in form, attached on rock or cobble in the bed of shallow rivers. Microscopically, thalli are composed of joined cylindrical cells, with lengths of 6 - 20 μm and widths of 4 - 10 μm and with dichotomously branching filaments. Branches are tufted, arising singly, arbuscular, the branches becoming irregular in old algae. Branches are narrowed towards tips, cell walls are thick and usually lamellate. The chloroplast is in a parietal network with numerous pyrenoids.

Nostochopsis lobatus Wood em. Geitler (Fig. 2)

In nature, this species looks as a soft colony attached on the surface of rock or cobble in the bed of shallow



Scale bar = 20 mm

Fig 1. *Cladophora glomerata* Kützinger (Chlorophyta) in Nan River, Thailand. Left: in the field, Right: under light microscope.



Scale bar = 20 mm

Fig 2. *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitler (Cyanophyta) in Nan River, Thailand. Left: in the field, Right: under light microscope.

rivers. The shape of the mucilaginous colony varies from spherical when young, changing to an amorphous shape in a mature stage, and it may be hollow, and torn. The colour of the colony varies from dark green, or an orange to rusty colour.

For the microscopic features, the trichome has lateral branching, the main branch containing many cells of 4 - 10 μm in length, and 4 - 6 μm in width. The minor branch is made of 1 - 3 cells. Heterocysts (diameter 3 - 4 μm) are present in three locations: intercalary, terminal or pedicellate and lateral or sessile. In Thailand, three common names are Lon, Kai Hin (stone egg) and Dok Hin (stone flower).

Restraint Water Immersion Stress-induced Gastric Ulcers in Rats

C. glomerata and *N. lobatus* showed an anti-ulcer effect when tested on the restraint water immersion stress-induced ulcers in rats. An anti-peptic ulcer drug: Cimetidine (a H_2 -antagonist) was used a reference drug. The data obtained are summarized in Table 1.

Ethyl Phenylpropiolate-induced Ear Edema in Rats (EPP)

The effects of *C. glomerata* and *N. lobatus* on EPP-induced ear edema in rats are shown in Table 2. Similar to Phenylbutazone (a nonsteroidal anti-inflammatory

Table 1. Effects of the ethanolic extracts of *C. glomerata* and *N. lobatus* on water immersion stress-induced gastric ulcers in rats. characteristics.

Group	Ulcer Index (mm)	Inhibition(%)
Control	16.4 ± 3.3	-
Cimetidine		
100 mg/kg	3.7 ± 1.0***	72.4
<i>C. glomerata</i>		
100 mg/kg	11.9 ± 1.1	27.4
500 mg/kg	6.8 ± 1.5**	58.5
<i>N. lobatus</i>		
100 mg/kg	6.8 ± 2.0**	58.5
500 mg/kg	1.0 ± 0.4***	93.9

Data expressed as mean ± S.E.M. (n = 6-8).

Significantly different from the control group: **p < 0.01, ***p < 0.001.

Table 2. Effects of the ethanolic extracts of *C. glomerata* and *N. lobatus* on ethyl phenylpropionate-induced ear edema in rats.

Group	Inhibition of ear edema(%)			
	15 min	30 min	1 h	2 h
Control (Acetone)	-	-	-	-
Phenylbutazone				
1 mg/ear	83	72	63	60
<i>C. glomerata</i>				
3 mg/ear	87	79	50	56
<i>N. lobatus</i>				
3 mg/ear	62	47	27	21

drug), both algae exerted an inhibitory effect on edema formation.

Acetic Acid-induced Writhing Response in Mice

Aspirin (a COX-inhibitor), *C. glomerata* and *N. lobatus* extracts showed an analgesic effect by inhibiting the writhing response in mice induced by acetic acid. Data are illustrated in Table 3.

Table 3. Effects of the ethanolic extracts of *C. glomerata* and *N. lobatus* on acetic acid-induced writhing response in mice.

Group	No. of writhes	Inhibition (%)
Control	27.7 ± 2.0	-
Aspirin		
150 mg/kg	7.6 ± 2.1***	72.6
<i>C. glomerata</i>		
100 mg/kg	18.1 ± 2.4**	34.7
500 mg/kg	4.3 ± 1.2***	84.5
<i>N. lobatus</i>		
100 mg/kg	15.2 ± 1.9***	45.1
500 mg/kg	3.3 ± 1.4***	88.1

Data expressed as mean ± S.E.M. (n = 7-8).

Significantly different from the control group: **p < 0.01, ***p < 0.001.

Blood Pressure of Pentobarbital Anesthetized Rats

An intravenous injection of *C. glomerata* extract elicited a hypotensive response causing a decrease in blood pressure. Fig. 3 depicts typical blood pressure responses to various doses of *C. glomerata* in pentobarbital anesthetized rats. The results obtained are summarized in Table 4. *N. lobatus* given at doses of up to 100 mg/kg did not produce hypotension.

Table 4. Effect of the ethanolic extract of *C. glomerata* on mean arterial blood pressure (MABP) of pentobarbital anesthetized rats.

Dose(mg/kg)	Decrease of MABP (%)
25	26.15 ± 6.64
50	45.00 ± 5.91
100	63.78 ± 5.15

Data are expressed as mean ± S.E.M. n = 8.

Scavenging Activity Against DPPH Radical

Fig. 4 shows the dose-response curves of (DPPH) radical-scavenging response curves are shown in Table 5.

Table 5. The 50% inhibition concentration (IC₅₀) for DPPH radical-scavenging activity of glutathione, *C. glomerata* and *N. lobatus*.

Extract/anti-oxidant	IC ₅₀ (mg/ml)
Glutathione	0.055
<i>C. glomerata</i>	1.876
<i>N. lobatus</i>	13.435

DISCUSSION

The screening for pharmacological activities indicated that both *C. glomerata* and *N. lobatus* exhibit anti-gastric ulcer, anti-inflammatory, analgesic, and anti-oxidant activities, but only *C. glomerata* showed a hypotensive activity.

The experimental models used in the present study are commonly employed to detect pharmacological activities. Gastric ulcers can be induced in experimental animals and humans by physical or psychological stress⁶. The restraint water immersion stress-induced gastric ulcers in rat is a widely used experimental model for induction of acute stress ulcers in rats. The EPP-induced ear edema in rat model is a useful screening model to investigate the anti-inflammatory activity of the test substance on the acute phase of inflammation⁷. The writhing response in mice is a model of visceral pain⁸.

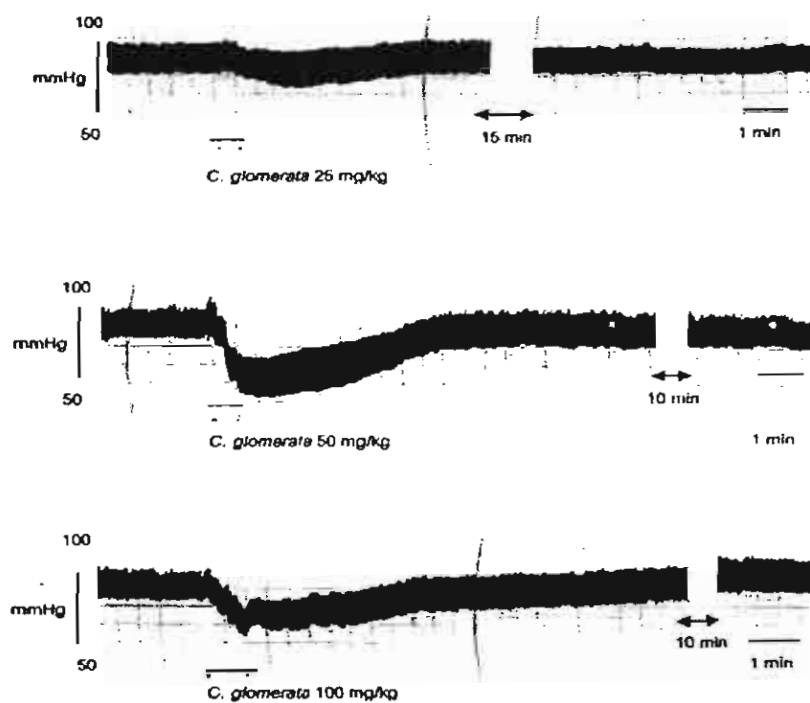


Fig 3. Effect of the ethanolic extract of *C. glomerata* on blood pressure of pentobarbital anesthetized rats.

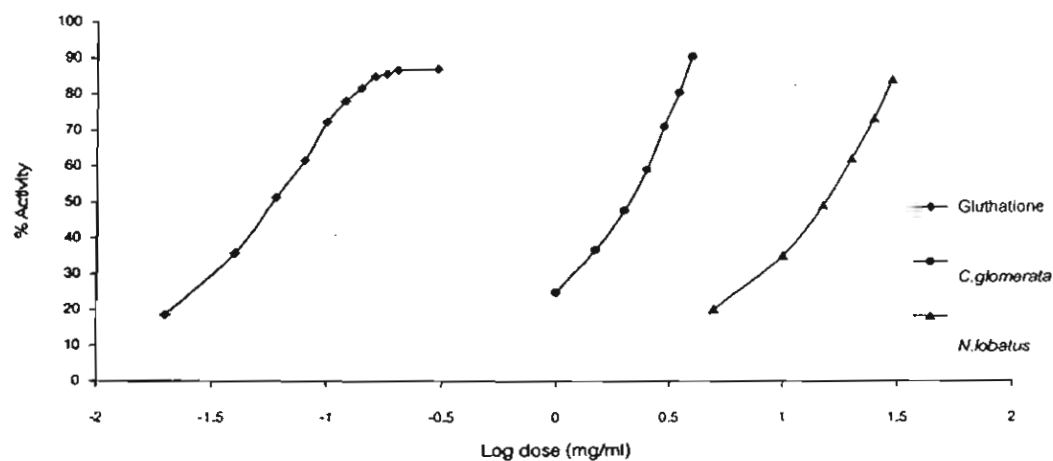


Fig 4. Comparison of dose response curves of glutathione, *C. glomerata* and *N. lobatus*.

and it is used to study both the peripherally and centrally acting analgesic activity^{10,11}. Additionally, the scavenging activity against DPPH radical model is among the most widely used models for assessing an anti-oxidant activity.

The roles of free radicals and active oxygen in the pathogenesis of human diseases including cancer, aging and atherosclerosis have been recognized^{12,13,14}. Interestingly, anti-oxidant activity has been proposed to play roles in various pharmacological activities such as anti-inflammatory, anti-atherosclerotic, anti-tumor, anti-mutagenic, anti-carcinogenic, anti-bacterial or antiviral activities.

The gastric ulcer, anti-inflammatory, analgesic, anti-oxidant, and hypotensive activities of the two algae (*C. glomerata* and *N. lobatus*) found in the study suggest their therapeutic values. They may be employed as nutri-pharmaceuticals to relieve peptic ulcers, dyspepsia, rheumatoid arthritis, hypertension, etc. However, further detailed studies of these pharmacological activities are required to validate their therapeutic potentials.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Thailand Research Fund (TRF) for providing the research grant in the project "Potential of Freshwater Macroalgae as Food and Medicine".

REFERENCES

1. Peerapornpisal Y, Pongsirikul I, Kanjanapothi D *et al.* (2005) Potential of freshwater macroalgae as food and medicine. Final report to Thailand Research Fund (TRF).
2. Desikachary TV (1959) Cyanophyta. Indian Council of Agriculture Research, New Delhi.
3. Whitford LA and Schumacker GL (1969) A manual of the freshwater algae in North Carolina. The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.
4. Prescott GW (1970) How to know the freshwater algae. W.M.C Brown Company Publishers, Iowa.
5. John DM, Whitton BA and Brook AJ (2002) The freshwater algae flora of the British Isles. Cambridge University Press, London.
6. Takagi T, Kasuya Y and Watanabe K (1963) Studies on the drug for peptic ulcer. A reliable method for producing stress ulcer in rats. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 12, 465-72.
7. Brattsand R, Thalen A, Roempke K, Kallstrom L and Gruvstad E (1982) Influence of 16a, 17a-acetal substitution and steroid nucleus fluorination on the topical to systemic activity ratio of glucocorticoids. *J Steroid Biochem* 16, 779-86.
8. Koster R, Anderson M and De Beer EJ (1959) Acetic acid for analgesic screening. *Fed Proc* 18, 412.
9. Hou WC, Chen YC, Chen HJ, Lin YH, Yang LL and Lee MH (2001) Anti-oxidant activities of trypsin inhibitor, a 33 kDa root storage protein of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam cv. Tainong 57). *J Agric Food Chem* 49, 2978-81.
10. Siegmund E, Cadmus R and Lu G (1957) A method for evaluating both non-narcotic and narcotic analgesics. *Proc Soc Experiment Biology Medicine* 95, 729-31.
11. Collier HOJ, Dinneen LC, Johnson CA and Schneider C (1968) The abdominal constriction response and its suppression by analgesic drugs in the mouse. *British Pharm Chem* 32, 295-310.
12. Floyd R (1999) Neuroin, ammatory proceeses are important in neurodegenerative disease: an hypothesis to explain the increased formation of reactive oxygen and nitrogen species as major factors involved in neurodegenerative disease development. *Free Radical Biology and Medicine* 26, 1346-55.
13. Goodwin JS and Brodwick M (1995) Diet, aging and cancer. *Clinics in Geriatric Medicine* 11, 577-89.
14. Frankel EN, Kanner JJ, German JB, Parks E and Kinsella JE (1993) Inhibition of oxidation of human low density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 341, 454-7.

- ตีพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่อง "Toxicological Evaluation of *Cladophora glomerata* Kützing and *Microspora floccosa* Thuret in Albino rats" ในวารสาร Chiang Mai Journal of Science, 37(3) Supplement หน้า 206-210.

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF *CLADOPHORA GLOMERATA* KÜTZING AND *MICROSPORA FLOCCOSA* THURET IN ALBINO RATS

Prannapus Fahprathanchai, Kanokporn Saenphet, Yuwadee Peerapornpisal and Salika Aritajat

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Abstract. This study aimed to evaluate the toxicity of *Cladophora glomerata* and *Microspora floccosa* ethanolic extracts in rats. Acute toxicity was tested with a single oral administration of the extract at a dose of 25 g/kg bd wt. Mortality, behavior, amount of food intake, body weight, and any abnormalities of the visceral organs, were observed. The results showed that the extract caused neither mortality, nor abnormalities. Subchronic toxicity was tested by administering the extract at doses of 0.5 g/kg and 1.0 g/kg for 60 days. Differences in body weight, hematology and blood biochemistry (alanine aminotransferase, ALT; aspartate aminotransferase, AST; blood urea nitrogen, BUN and creatinine, Cre) were not detected among the control and treatment groups. Although the packed cell volume of the male rats treated with 1.0 g/kg extract was significantly lower than the controls ($p \leq 0.05$), the level was in the standard range for rat hematocrit.

INTRODUCTION

Cladophora glomerata and *Microspora floccosa* are freshwater macroalgae belonging to the Division Chlorophyta. These two species are naturally grown together in the Nan and Kong rivers. They are edible macroalgae so called "Gai" by local people in Nan Province, Thailand. Both of these algae have been used as a food source for centuries in local cultures, but only in the last few years they have become increasingly popular as food products marketed to tourists. *C. glomerata* and *M. floccosa* contain abundant proteins and fibers, and can be valuable sources of vitamins (Yavichai, 2003). Besides being one of the most popular food sources, these two species of algae are believed to offer many important health benefits; for instance, rejuvenating, promoting appetite, and remedying many common maladies.

A small number of algae are highly toxic when consumed (Vasconcelos, 1999; Ouellette and Wilhelm, 2003; Oberholster *et al.* 2004). Although *C. glomerata* and *M. floccosa* have long been eaten and are highly nutritious, an evaluation of the safety of these algae, based on scientific studies, has not been published. The following experiments were designed to evaluate safety through acute toxicity testing by single oral administration of the extract at a dose of 25.0 g/kg bd wt. Subchronic toxicity was tested by administering the extract at doses of 0.5 and 1.0 g/kg for 60 days. The parameters evaluated included toxicological signs, body weight, autopsy, hematology, and blood biochemistry.

Correspondence: Kanokporn Saenphet, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
E-mail: K_Saenphet@yahoo.com

MATERIALS AND METHODS

Extraction of *C. glomerata* and *M. floccosa*

C. glomerata and *M. floccosa* were collected from Nan Province, Thailand. The algae were exposed to sunlight until completely dry, then extracted in 95% ethyl alcohol at room temperature for 1 week. The ethanolic filtrate was then evaporated by rotary evaporation and dehydrated by maltodextrin, the non-toxic dehydrating agent widely used for pharmaceutical purposes (Freers, 2002). The crude extract was kept in a dry place and used after preparation at the required dose in distilled water.

Animals

Male and female Wistar rats (*Rattus norvegicus*), approximately 6 weeks of age and weighing between 140-240g were used. The animals were purchased from the National Laboratory Animal Center, Thailand. They were allowed to acclimatize in the departmental animal facility for 1 week before the start of the experiment. They were fed with water and a standard diet (C.P. 082). The study room was maintained at approximately $25 \pm 2^\circ\text{C}$ in a 12-hours light/dark cycle.

Acute toxicity test

Rats were divided into 2 groups (10 each, 5 males and 5 females). They were administered orally a single dose of 25 g/kg. Controls were treated with distilled water. Signs of toxicity and deaths in rats were observed for 24 hours post-treatment. All animals were sacrificed at day 7 post-administration. The appearance of the organs was observed and the indexes of each organ was calculated. The organs included the liver, kidney, heart, spleen, ovary, and testes. The behavior, diet and feces of the rats were observed and recorded. The body weights of the rats were measured every 2 days.

DISCUSSION

Much of the controversy surrounding the existing literature on stevia results from inadequate research aimed at reproduction of both laboratory animals and human beings. The results of the present study clearly indicate the non-toxic effect of *S. rebaudiana* on the reproduction of female rats.

After mating with untreated males, all treated females fell pregnant and produced a similar number of fetuses. This result indicated that the extracts of *A. marmelos* and *S. rebaudiana*, at the doses used in this study, did not impair reproduction in female rats. Also, the indifferent number of corpus lutea in treated and control groups could be used as an index for the female rat reproductive system. Dead fetuses were observed in all groups, even the control group. Nevertheless, < 4% of fetuses died, which could be accounted for by the normal percentage pre-birth death among rats (Zimnan, 1970). Generally, the fetuses implanted in the endometrium after 5 days of fertilization (Bodhanker *et al.*, 1974). The fetuses sizes in the treated groups, which were not different from the controls, indicated a similar implantation period. Furthermore, the normal development of the fetuses, which was confirmed by histological investigations, revealed no teratogenic effects from the extracts. Toxicological information about *A. marmelos* and *S. rebaudiana* has been reported previously. The non-genotoxicity of *A. marmelos* has been proven in rats by micronucleus test (Aritajat *et al.*, 2001). Dominant lethal testing also revealed that the aqueous extracts of these 2 plants had no toxic effects on male rats' reproduction or progeny outcome (Aritajat *et al.*, 2000). It is concluded that the aqueous extract of *A. marmelos* and *S. rebaudiana* at all doses used in this study had no adverse effects on female rat reproduction, and had no teratogenic effects.

REFERENCES

- Aritajat S, Kaweewat K, Manosroi J, Manosroi A: Dominant lethal test in rats treated with some plant extracts. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2000;31 (suppl 1):171-3.
- Aritajat S, Kaweewat K, Manoruang W. Toxicological study of some antifertility plant extracts by micronucleus test. *J Sci Fac CMU* 2001;28:113-8.
- Bodhanker SL, Garg SK, Mathur VS. Antifertility screening of plants, Part IX, effect of five indigenous plants on early pregnancy in female albino rats. *Indian J Med Res* 1974;62:831-7.
- Brancroft JD, Cook HC. Manual of histological techniques and their diagnostic application. New York: Churchill Livingstone, 1994.
- Kirkland J. Stevia overview. [Cited 2005 Nov 6]. Available from: URL: <http://www.tastlane.net/~kirkland/stevia/conver.html>, 1999.
- Melis MS. Effects of chronic administration of *Stevia rebaudiana* on fertility in rats. *J Ethnopharmacol* 1999;67:157-61.
- Oliveira-Filho RM, Uehara OA, Minetti CA, *et al.* Chronic administration of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Berton in rats: endocrine effects. *Gen Pharmacol* 1989;20:187-91.
- Toskulkao C, Chaturst L, Temcharoen P, *et al.* Acute toxicity of steviaoside, a natural sweetener and its metabolite, steviol, in several animal species. *Drug Chem Toxicol* 1997;20:31-44.
- Toyoda K, Matsui H, Shoda T, *et al.* Assessment of the carcinogenicity of steviaoside in F344 rats. *Food Chem Toxicol* 1997;35:597-603.
- Zimnan D. DDT linked to genetic damage. *DDT Newsletter* 1970;1:13.197.

Subchronic toxicity test

Rats were randomized into 3 groups (9 each, 4 males and 5 females) and treated orally for 60 days with agal extract at doses of 0.5 and 1.0 g/kg, respectively. Controls were treated with distilled water. At the end of the treatment period, blood samples were collected by cardiac puncture technique. The following analyzed profiles were then evaluated:

- (1) Blood chemistry: aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), blood urea nitrogen (BUN) and creatinine were measured by automated system (Synchron C5X, Beckman) with the cooperation of the Clinical Chemistry Department, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.
- (2) Hematological test: hematocrit (PVC), total white blood cell count, and differential cell count were conducted by routine complete blood cell count method (Dacie and Lewis, 1984).

Statistical analysis

Data were expressed as mean $\pm$ standard deviation. Student's *t*-test and Kruskal-Wallis one-way analysis of variance test were employed for statistical comparison at $p=0.05$.

RESULTS**Acute toxicity test**

Neither abnormal signs nor deaths among the rats were observed during the week-long experiment period. The oral LD_{50} values of the extracts of *C. glomerata* and *M. floccosa* were > 25.0 g/kg. Body weight, food weight, and autopsy of organs were normal (Fig 1, Table 1).

Subchronic toxicity test

During the experiment, the rats in each group showed no abnormal signs in appearance, behavior, or diet. Although the packed cell volume of male rats treated with 1.0 g/kg extract was significantly lower than the controls ($p \leq 0.05$), the level was in the standard range for rat hematocrit (Sharp and La Regina, 1998). The other results, including hematological test and blood biochemical assays were normal (Fig 2, Tables 2 and 3).

DISCUSSION

Generally, 20-30 g of *C. glomerata* or *M. floccosa* are consumed by local people as a daily meal. Hence, the human dose for these algae should be 0.5 g/kg, if calculated from a person with bodyweight 60 kg. The

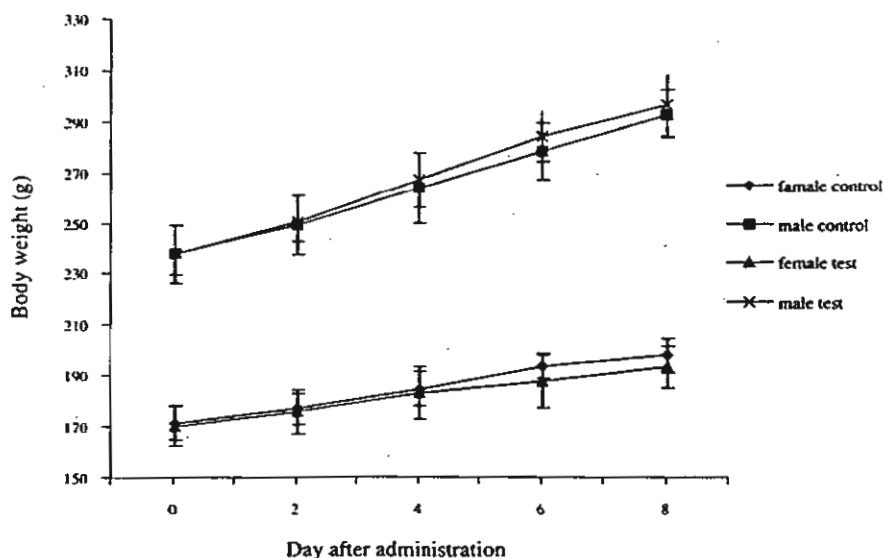


Fig 1- Body weight (g) of female and male rats treated with ethanolic extract of *C. glomerata* and *M. floccosa* at a dose of 25 g/kg and controls.

Table 1

Organ weight (g%) of female and male rats treated with ethanolic extract of *C. glomerata* and *M. floccosa* at a dose of 25 g/kg, and controls.

Sex	Organ	Weight (g%)	
		Control	Test
Female	Liver	4.11 ± 0.477	4.45 ± 0.491 ^{ns}
	Kidney	0.75 ± 0.262	0.78 ± 0.080 ^{ns}
	Heart	0.42 ± 0.060	0.43 ± 0.045 ^{ns}
	Spleen	0.28 ± 0.024	0.26 ± 0.025 ^{ns}
	Ovary	0.07 ± 0.013	0.07 ± 0.008 ^{ns}
Male	Liver	4.37 ± 0.435	4.42 ± 0.231 ^{ns}
	Kidney	0.69 ± 0.061	0.71 ± 0.037 ^{ns}
	Heart	0.38 ± 0.030	0.36 ± 0.013 ^{ns}
	Spleen	0.25 ± 0.019	0.24 ± 0.029 ^{ns}
	Testes	1.17 ± 0.124	1.26 ± 0.319 ^{ns}

ns = not significantly different between groups.

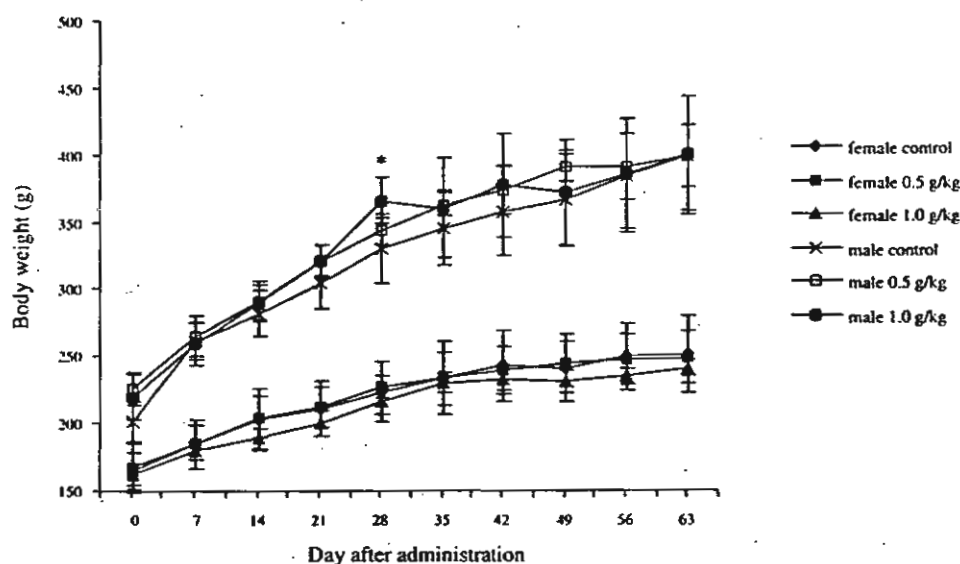


Fig 2- Body weight (g) of female and male rats treated with ethanolic extract of *C. glomerata* and *M. floccosa* at doses of 0.5 g/kg and 1.0 g/kg, compared with controls; *significantly different from the control group ($p \leq 0.05$).

dose of extract used in our acute toxicity test for rats (25.0 g/kg) was equivalent to 50 times the human dose. This dose did not induce any toxicity sign or death in rats. Likewise, our results from subchronic toxicity testing indicated the non-toxicity of the extract. The normal levels of BUN, creatinine, AST, and ALT indicated that neither *C. glomerata* nor *M. floccosa* altered kidney

or liver function. The numbers of white blood cells, which were not significantly different from the controls, revealed normal function of the hematological system. Although the packed cell volume of the male rats treated with 1.0 g/kg of extract was significantly lower than the controls ($p \leq 0.05$), the level was in the standard range for rat hematocrit (Sharp and La Regina, 1998).

Table 2
Biochemical values of female and male rats treated with ethanolic extract of *C. glomerata* and *M. floccosa* at doses of 0.5 and 1.0 g/kg for 60 days, compared with controls.

Sex	Groups	Blood biochemical assays			
		AST(IU/l)	ALT(IU/l)	BUN(mg/dl)	Creatinine(mg/dl)
Female	Control	169.00 ± 59.189	39.00 ± 9.695	35.20±5.704	0.70 ± 0.071
	0.5 g/kg	165.00 ± 46.138 ^{ns}	40.00 ± 9.557 ^{ns}	34.60±3.787 ^{ns}	0.70 ± 0.100 ^{ns}
	1.0 g/kg	186.00 ± 46.804 ^{ns}	39.00 ± 5.620 ^{ns}	32.80±11.732 ^{ns}	0.72 ± 0.178 ^{ns}
Male	Control	137.00 ± 28.355	32.50 ± 4.950	29.00±2.000	0.60 ± 0.081
	0.5 g/kg	121.00 ± 32.078 ^{ns}	33.50 ± 3.536 ^{ns}	27.67±3.055 ^{ns}	0.58 ± 0.050 ^{ns}
	1.0 g/kg	116.00 ± 23.643 ^{ns}	32.50 ± 0.707 ^{ns}	25.67±3.786 ^{ns}	0.60 ± 0.082 ^{ns}

ns = not significantly different between groups

Table 3
Hematological values of rats treated with ethanolic extract of *C. glomerata* and *M. floccosa* at doses of 0.5 and 1.0 g/kg for 60 days, compared with controls.

Sex	Group	Hematocrit (%)	Total white blood cell count (cell/mm ³)	Differential white blood cell (%)				
				Neutrophil	Eosinophil	Basophil	Lymphocyte	Monocyte
Female	Control	43.00 ± 1.73 ^a	3266.67 ± 153.81 ^a	8.40±4.28 ^a	1.80±0.45 ^a	0.20±0.45 ^a	87.20±4.55 ^a	2.40±0.55 ^a
	0.5 g/kg	40.80 ± 3.96 ^a	2300.00 ± 916.52 ^a	15.00±8.37 ^a	2.20±1.30 ^a	0.20±0.45 ^a	80.80±8.47 ^a	2.20±1.64 ^a
	1.0 g/kg	42.00 ± 3.08 ^a	3333.33 ± 1184.62 ^a	11.80±9.12 ^a	1.60±0.89 ^a	0.40±0.55 ^a	80.80±8.47 ^a	2.40±1.95 ^a
Male	Control	46.00 ± 2.16 ^a	5033.33 ± 1300.50 ^a	11.75±3.10 ^a	0.75±0.50 ^a	0.00±0.00 ^a	85.50±3.11 ^a	2.00±0.45 ^a
	0.5 g/kg	43.50 ± 1.29 ^{ab}	5300.00 ± 500.00 ^a	11.25±5.85 ^a	1.25±0.50 ^a	1.25±2.50 ^a	84.25±5.56 ^a	2.00±3.37 ^a
	1.0 g/kg	40.75 ± 3.86 ^b	2800.00 ± 916.51 ^a	13.25±2.36 ^a	0.75±0.50 ^a	1.25±2.50 ^a	81.75±5.85 ^a	3.00±2.71 ^a

a, b = significant difference at p≤0.05

The results of this study could scientifically support the supposition that the general use of *C. glomerata* or *M. floccosa* in daily meals is safe for humans. Since consumption of health products based directly on natural materials has recently shown a rapid sales growth in Thailand, extensive research and development of these non-harmful, edible algae as new natural products with particular nutritional importance are needed.

REFERENCES

- Dacie JV, Lewis SM. Practical haematology. 6th ed. London: Churchill Livingstone, 1984.
- Freers SN. Handbook of pharmaceutical excipients. London: Pharmaceutical Press, 2002.
- Oberholster PJ, Botha AM, Grobbelaar JU. *Microcystis aeruginosa*: source of toxic microcystins in drinking water. *Afr J Biotechnol* 2004;3:159-68.
- Ouellette JA, Wilhelm SW. Toxic cyanobacteria: the evolving molecular toolbox. *Front Ecol Environ* 2003;1:359-66.
- Sharp PE, La Regina MC. The laboratory rats. CRC Press, 1998.
- Vasconcelos VM. Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animal and risk for human health. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:249-54.
- Yavichai K. Water quality and diversity of macroalgae and food people from knowledge in local knowledge in the Wang Pha district, Nan Province. Chiang Mai: Chiangmai University, 2003. MS Thesis.

EFFECT OF *KAEMPFERIA PARVIFLORA* WALL. EX. BAKER ON SEXUAL ACTIVITY OF MALE RATS AND ITS TOXICITY

Paiwan Sudwan^{1,2}, Kanokporn Saenphet¹, Supap Saenphet¹ and Songkiet Suwansirikul²

¹Department of Biology, Faculty of Science, ²Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Abstract. *Kaempferia parviflora* Wall. Ex. Baker (Krachaidum) has long been used among Thai men for sexual enhancement. The aim of this study was to determine the effect of *K. parviflora* ethanolic extract on the sexual behavior of male rats and its toxicity. The experiment was divided into three groups of rats given *K. parviflora* extract at doses of 60, 120, and 240 mg/kg BW for 60 days, whilst a control group received distilled water at 1 ml/day per oral. The results showed that all groups of male rats had significantly higher courtship behavior during the first 10-minute period of observation than in the 2nd and 3rd 10-minute periods, except those receiving the highest dose of *K. parviflora*. They revealed the same amount of courtship behavior throughout a whole 30-minute period, which was significantly lower than the control group. There was no significant difference between treated and control groups in other sexual behaviors; mount frequency (MF), intromission frequency (IF), mount latency (ML), or intromission latency (IL). Toxicological study revealed no significant difference of hemoglobin, WBC or differential cell count. All dosages had no effect on kidney and liver function, according to the normal values of blood urea nitrogen (BUN), creatinine (Crea), aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT). Nevertheless, the histopathological study showed a morphological change in the liver. It was concluded that *K. parviflora* extract at 240 mg/kg BW reduced the time in the first 10 minutes of rat courtship behavior and the use of high and chronic doses of *K. parviflora* in humans should be considered inadvisable.

INTRODUCTION

Kaempferia parviflora Wall. Ex. Baker (Krachaidum) is believed to have sexual enhancing activities (Churdboonchart, 2000; Wutythamaweck, 2000) and is sometimes referred to as Thai ginseng. Its rhizomes have been used for health promotion, as an antifatulent, for stomach discomfort, leucorrhea, as a diuretic and antidiarrhetic, and for the treatment of oral diseases (Chomchalow *et al.*, 2003). In an *in vitro* study, the nine flavonoids isolated from the rhizomes of the *K. parviflora* exhibited antiplasmodial, antifungal, and antimycobacterial activities, but no cytotoxicity against KB, BC or NCI-H187 cell lines (Yenjai *et al.*, 2004). Although, *K. parviflora* has shown positive effects on the seminal vesicle, spermatogenesis and health safety at doses of 60 and 120 mg/kg for 30 days (Jitjaingam *et al.*, 2005), its sex-enhancing properties were challenged. While *K. parviflora* is promoted commercially as having aphrodisiac properties and has long been used among Thai men for sexual enhancement, there are no laboratory results to confirm or support its potential for consumer use.

In this research, we investigated the effects of *K. parviflora* on sexual behavior by video-recording and its toxicology by hematological values, blood

chemical tests, and histopathological study, in male albino rats.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of animals

Thirty-one male and 20 female Wistar rats, approximately 200-240 grams body weight and 6 weeks of age were purchased from the National Laboratory Animal Center, Salaya, Nakhon Pathom. Animals were housed in groups (two rats per cage) under an inverted 12:12 hour LD cycle at 25±2 °C and with free access to food and water at the Faculty of Science, Chiang Mai University, in a facility for the use and care of laboratory animals.

Preparation of *K. parviflora* extract

K. parviflora was collected from Loei Province, Thailand, and identified by Dr Ratchada Pongsattayapipat, of the Botany section, Queen Sirikit Botanic Garden, Ministry of Natural Resources and Environment, Mae Rim, Chiang Mai. The rhizomes were sliced, dried at 60°C, ground into a fine powder and extracted with 50% ethanol in a Soxhlet apparatus and evaporated by rotary evaporation. The crude extract was diluted in distilled water to the desired concentrations.

Experiment design

The experiment consisted of three groups of rats

Correspondence: K Saenphet, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

E-mail: K_Saenphet@yahoo.com