



รายงานวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาสาหร่ายเทา (*Spirogyra* sp.) ในการนำมาเป็นอาหาร

Developmental of *Spirogyra* sp. as food applied

ยุวดี อินสำราญ

เนตรชนก จันทร์สว่าง

จักรพันธ์ ศรีวงษา

ภาณุวัตร รื่นเรืองฤทธิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)



รายงานวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาสาหร่ายเทา (*Spirogyra* sp.) ในการนำมาเป็นอาหาร

Developmental of *Spirogyra* sp. as food applied

ยุวดี อินสำราญ

เนตรชนก จันทร์สว่าง

จักรพันธ์ ศรีวงษา

ภาณุวัตร รื่นเรืองฤทธิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเหาน้ำในแก่งเลิงจาน ที่นำมาเป็นอาหารในสารประกอบเทา 1 กรัม ประกอบด้วย (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 แสดงปริมาณองค์ประกอบสารในเทา

องค์ประกอบทางโภชนาการ	ปริมาณ(%)
ความชื้น (Moisture)	8.0988±0.001
เถ้า (Ash)	14.1020±0.001
ไขมัน (Fat)	5.0457±0.01
โปรตีน (Protein)	36.956±0.01
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	35.6205±0.01
เยื่อใย	0.177±0.01

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเหาน้ำใน 1 กรัม พบปริมาณโปรตีนสูงสุด ถึง 36.965% รองลงมาพบคาร์โบไฮเดรต 35.6205% และเถ้า 14.1020%

การศึกษาปริมาณผงเทาในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการแปรรูปอาหารแต่ละสูตร

อาหารที่แปรรูปจากเทา จากอาหารแปรรูปต่าง ๆ ออก 2 ประเภท คือ อาหารคาว 5 ชนิด (หมายเลข 1-5) และ ขนมขบเคี้ยวและอาหารว่าง 2 ชนิด (หมายเลข 6-7) จากตารางที่ 4-2 สูตร A คือสูตรของยูวดี และคณะ, 2548) สูตร B และ C คือสูตรดัดแปลง จากยูวดี และคณะ, 2548)

ตารางที่ 4-2 ปริมาณของเทาที่ใส่ลงในชนิดอาหารแต่ละประเภท

ชนิดอาหาร	สูตร A เทา (กรัม)	สูตร B เทา (กรัม)	สูตร C เทา (กรัม)	สูตรควบคุม เทา (กรัม)
1. น้ำพริกตาแดงสำหรับวัยเทา	5	7	10*	-
2. น้ำพริกเผาสาสำหรับวัยเทา	5	7	10*	-
3. น้ำพริกแคบหมูสำหรับวัยเทา	3	5	7*	-
4. น้ำพริกนรกสำหรับวัยเทา	5	7	10*	-
5. น้ำพริกหมูสำหรับวัยเทา	5	7	10*	-
6. ข้าวแต่นสำหรับวัยเทา	14	18*	22	-
7. ข้าวเกรียบสำหรับวัยเทา	40*	50	60	-

จากการศึกษาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารแต่ละสูตรเสริมผงเทาด้วยวิธี Central Location Test (CLT) ทดสอบทาง ประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 80 คน สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุม บ้านเขาว อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 4-3 คุณภาพอาหารแปรรูปที่เติมผงเทาอาหารที่ผ่านการพัฒนา

ชนิดอาหาร	คุณภาพทางเคมี (ร้อยละ)						คุณภาพทางจุลินทรีย์	
	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/G)	จำนวนยีสต์และรา (CFU/G)
1. น้ำพริกตาแดงสาหร่ายทะเล	9.896±0.01	5.413±0.02	0.682±0.001	0.647±0.001	13.012±0.001	70.35±0.001	< 1×10	< 1×10
น้ำพริกตาแดง (ควบคุม)	25.693±0.001	3.775±0.001	0.604±0.001	0.536±0.001	9.5419±0.001	59.85±0.001	< 1×10	< 1×10
2. น้ำพริกเผสาหร่ายทะเล	36.04±0.001	3.55±0.001	5.597±0.001	0.673±0.001	9.14±0.001	45.89±0.01	< 1×10	< 1×10
น้ำพริกเผ (ควบคุม)	46.408±0.001	3.331±0.001	4.911±0.001	0.617±0.001	1.3326±0.001	43.4±0.001	< 1×10	< 1×10
3. น้ำพริกแคบหมูสาหร่ายทะเล	26.945±0.001	17.506±0.001	3.388±0.001	0.91±0.001	12.897±0.001	38.36±0.001	< 1×10	< 1×10
น้ำพริกแคบหมู (ควบคุม)	30.533±0.001	17.475±0.001	4.230±0.001	0.901±0.001	9.9111±0.001	36.95±0.001	< 1×10	< 1×10
4. น้ำพริกนรกสาหร่ายทะเล	43.897±0.001	20.275±0.001	9.736±0.001	1.137±0.001	11.083±0.001	12.23±0.001	< 1×10	< 1×10
น้ำพริกนรก (ควบคุม)	45.49±0.001	20.25±0.001	11.440±0.001	1.1±0.001	9.01±0.001	12.71±0.001	< 1×10	< 1×10
5. น้ำพริกหมูสาหร่ายทะเล	3.108±0.001	28.031±0.001	4.478±0.001	0.617±0.001	10.236±0.001	53.53±0.001	< 1×10	< 1×10
น้ำพริกหมู (ควบคุม)	16.839±0.001	10.656±0.001	3.454±0.001	0.516±0.001	9.925±0.001	58.61±0.001	< 1×10	< 1×10
6. ข้าวแตนสาหร่าย	48.423±0.001	3.601±0.001	0.050±0.001	1.691±0.001	36.755±0.001	9.48±0.001	< 1×10	< 1×10
ข้าวแตน (ควบคุม)	79.842±0.001	3.331±0.001	0.981±0.001	1.018±0.001	0.4974±0.001	14.33±0.001	< 1×10	< 1×10
7. ข้าวเกรียบสาหร่ายทะเล	67.154±0.001	0.25±0.001	0.040±0.001	1.742±0.001	20.414±0.001	10.4±0.001	< 1×10	< 1×10
ข้าวเกรียบ (ควบคุม)	85.039±0.001	0.231±0.001	0.045±0.001	1.206±0.001	2.3191±0.001	11.16±0.001	< 1×10	< 1×10

จากการศึกษาการเติมเทาลงไปในอาหารน้ำพริกตาแดงสาหร่ายทะเล น้ำพริกเผาสาหร่ายทะเล น้ำพริกแคบหมูสาหร่ายทะเล น้ำพริกนรกสาหร่ายทะเล น้ำพริกหมูสาหร่ายทะเล ข้าวแตนสาหร่าย และ ข้าวเกรียบสาหร่ายทะเล มี คาร์โบไฮเดรต 9.896, 36.04, 26.945, 43.897, 3.108, 48.423 และ 67.154 โปรตีน 5.413, 3.55, 17.506, 20.275, 28.031, 3.601 0.25 ไขมัน 0.682, 5.597, 3.388, 9.736, 4.478, 0.050 และ 0.040 เกล็ด 13.012, 9.14, 12.897, 11.083, 10.236, 36.755 และ 20.414 เยื่อใย 0.647, 0.617, 0.91, 1.137, 0.617, 1.691 และ 1.742 ความชื้น 70.35, 45.89, 38.36, 12.23, 53.53, 9.48 และ 10.4 ซึ่งพบว่าโปรตีนและเยื่อใยในสูตรอาหาร สูงกว่าชุดควบคุม ผลจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า $< 1 \times 10^6$ CFU/G และจำนวนยีสต์รา $< 1 \times 10^6$ CFU/G



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน โดยวิธีการ CLT (Central location test) กับกลุ่มตัวอย่าง สถานที่ทำการประเมิน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลเขาวง อ.เมือง จ.มหาสารคาม พ.ศ. 2560

ตารางที่ 4-4 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

	คุณลักษณะ	ร้อยละ
เพศ	หญิง	87
	ชาย	13
อายุ	15-25 ปี	10
	25-35 ปี	27
	35-45 ปี	36
	46-55 ปี	24
	56-65 ปี	7
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	56
	มัธยมศึกษาตอนต้น	-
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	-
	อนุปริญญา/ปวส.	-
	ปริญญาตรี	44
	ปริญญาโท	-
อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	10
	ข้าราชการ	13
	พนักงาน/บริษัทเอกชน	-
	รับจ้างทั่วไป	17
	เกษตรกร	60
	อื่น ๆ	-
	รายได้	ต่ำกว่า 5,000 บาท

5,001-10,000 บาท	19
10,001-15,000 บาท	13
15,001 ขึ้นไป	11

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน พบเพศชายร้อยละ 13 เพศหญิงร้อยละ 87 พบอายุในช่วง 35-46 ปี มากที่สุด รองลงมา คือ 25-35 ปี และ 46-55 ปี การศึกษา อยู่ในระดับประถมศึกษา และปริญญาตรี อาชีพเกษตรกรรมมากที่สุด รองลงมา รับจ้างทั่วไป และราชการ รายได้ส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 5,000 บาท มากที่สุด รองลงมา 5,001-10,000 บาท และ 10,001-15,001 ขึ้นไป

ผลการศึกษาข้อมูลการทดสอบของอาหารที่ผสมด้วยเทา

จากการศึกษาข้อมูลโดยสอบถามโดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้บริโภคอาหาร แสดงดังตารางที่ 4-5



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4-5 ความคิดเห็นถึงคุณลักษณะของอาหารที่ผสมเทา

ชนิดอาหาร	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1. น้ำพริกตาแดงสำหรับวัยเทา	6.58±0.01	6.85±0.01	8.77±0.01	8.01±0.01	8.88±0.01
2. น้ำพริกเผสำหรับวัยเทา	6.43±0.02	6.79±0.01	8.45±0.01	8.03±0.01	8.93±0.01
3. น้ำพริกแคบหมูสำหรับวัยเทา	6.01±0.01	7.01±0.01	8.23±0.01	8.01±0.01	8.04±0.01
4. น้ำพริกนรกสำหรับวัยเทา	6.54±0.01	6.97±0.01	7.98±0.01	7.89±0.01	8.94±0.01
5. น้ำพริกหมูสำหรับวัยเทา	6.77±0.01	6.95±0.01	7.99±0.01	8.88±0.01	8.96±0.01
6. ข้าวแต่นสำหรับวัยเทา	5.59±0.01	6.73±0.01	8.93±0.01	8.90±0.01	9.00±0.01
7. ข้าวเกรียบสำหรับวัยเทา	6.02±0.01	6.02±0.04	6.89±0.01	8.79±0.01	9.00±0.01
เฉลี่ย	6.277±0.01	6.76±0.01	8.177±0.01	8.35±0.01	8.82±0.01

จากตารางการสอบถามและทดสอบอาหารที่ผสมเทาในอาหารทั้ง 7 ชนิด พบค่าเฉลี่ย ผู้บริโภคให้ความคิดเห็นถึงความชอบโดยรวม นั้นอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.82 รองลงมาคือ เนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.35 และรสชาติอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.177

ตารางที่ 4-6 ความสนใจของผู้บริโภคที่จะนำเทามาประกอบอาหาร

ความสนใจ	ร้อยละ
สนใจ	100
ไม่สนใจ	-
รวม	100

จากตาราง 4-6 ความสนใจของผู้บริโภคสนใจที่จะนำเทามาประกอบอาหารสูงร้อยละ 100

การศึกษาการถ่ายทอดองค์ความรู้จากการวิจัย

จากผลการศึกษาการนำเทามาเป็นส่วนผสมในอาหาร ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายเป็นคนในชุมชน นักศึกษา และผู้สนใจ จำนวน 100 คน ได้มีการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดและเผยแพร่ให้กับคนในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ โดยได้จัดทำโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในการนำเทามาประกอบอาหาร ซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 12 ธันวาคม 2560 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลเขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินความพึงพอใจในการนำไปใช้ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ

ประเด็นความคิดเห็น	X	SD	ระดับ
1. เนื้อหาสาระในการอบรมตรงกับความต้องการ	4.81	0.39	ดีมาก
2. ปริมาณเวลาทั้งหมดของการอบรม	4.51	0.54	ดีมาก
3. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน	4.89	0.32	ดีมาก
4. ความสามารถในการอธิบายเนื้อหา	4.62	0.34	ดีมาก
5. การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.81	0.39	ดีมาก
6. มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.72	0.45	ดีมาก
7. การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้	4.68	0.55	ดีมาก
8. การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	4.83	0.38	ดีมาก
9. สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม	4.77	0.42	ดีมาก
10. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	4.60	0.60	ดีมาก
11. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.57	0.60	ดีมาก
12. อาหารมีความเหมาะสม	4.43	0.72	ดีมาก
13. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ ก่อน การอบรม	2.00	1.04	น้อยมาก
14. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม	4.64	0.48	ดีมาก
15. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ โดยการแปรรูปอาหารจาก เทา	4.87	0.49	ดีมาก
16. มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	4.58	0.53	ดีมาก
17. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	4.45	0.61	ดีมาก
18. ท่านได้รับประโยชน์จากการอบรม	4.74	0.45	ดีมาก
19. ท่านมีความพึงพอใจที่ได้เข้าร่วมกิจกรรม	4.81	0.39	ดีมาก
20. ระยะเวลาการอบรมเหมาะสม	4.55	0.64	ดีมาก
รวม	4.54	0.52	ดีมาก

จากผลการประเมินความพึงพอใจในการจัดนิทรรศการและอบรมเชิงปฏิบัติการตามตารางที่ 4.7 พบว่า ผู้เข้าร่วมมีความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดการอบรมอยู่ในระดับ ดีมาก (\bar{X} = 4.54) และเมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ โดยการแปรรูปอาหารจากเทา 4.87 ถึง และมีข้อเสนอแนะจากผู้เข้ารับการอบรมว่าควรจัดให้มีการอบรมเรื่องคุณค่าของเทา การเพาะเลี้ยงเทาในท้องถิ่นและการอนุรักษ์เทา เพื่อที่จะได้นำเทามาใช้ประโยชน์ทางอาหารต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเตาใน 1 กรัม พบปริมาณโปรตีนสูงสุด ถึง 36.965% รองลงมาพบคาร์โบไฮเดรต 35.6205% และเถ้า 14.1020% จากการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ จากการศึกษากาการเติมเตาลงไปในอาหาร น้ำพริกตาแดงสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกเผสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกแคบหมูสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกนรกสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกหมูสำหรับวัยเตาะ ข้าวแต่นสำหรับวัยเตาะ และข้าวเกรียบสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกเผสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกแคบหมูสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกนรกสำหรับวัยเตาะ น้ำพริกหมูสำหรับวัยเตาะ ข้าวแต่นสำหรับวัยเตาะ และข้าวเกรียบสำหรับวัยเตาะ มี คาร์โบไฮเดรต 8.867, 40.687, 30.267, 57.147, 7.495, 49.136 และ 67.772 โปรตีน 5.413, 3.55, 17.506, 20.275, 28.031, 3.601 และ 0.25 ไขมัน 1.710, 0.116, 0.069, 0.201, 0.091, 0.010 และ 0.001 เถ้า 13.012, 9.14, 12.897, 11.083, 10.236, 36.755 และ 20.414 เยื่อใย 0.647, 0.617, 0.91, 1.137, 0.617, 1.691 และ 1.742 ความชื้น 70.35, 45.89, 38.36, 12.23, 53.53, 9.48 และ 10.4 ซึ่งพบว่าโปรตีนและเยื่อใยในสูตรอาหาร สูงกว่าชุดควบคุม ผลจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า $< 1 \times 10^4$ CFU/G และจำนวนยีสต์รา $< 1 \times 10^4$ CFU/G และเมื่อสอบถามและทดสอบอาหารที่ผสมเตาในอาหารทั้ง 7 ชนิด พบค่าเฉลี่ย ผู้บริโภคให้ความความคิดเห็นว่าความชอบโดยรวม นั้นอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.82 รองลงมาคือ เนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.35 และรสชาติอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 8.177 จากผลการประเมินความพึงพอใจในการจัดนิทรรศการและอบรมเชิงปฏิบัติการนำเตาประกอบอาหาร ผู้เข้าร่วมมีความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดการอบรมอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X} = 4.54$) และมีข้อเสนอแนะจากผู้รับการอบรมว่าควรจัดให้มีโครงการ ให้แก่นักเรียน ชาวบ้านเพื่อให้เห็นคุณค่าของเตา และนำเตามาใช้ประกอบอาหาร

อภิปรายผลการวิจัย

เตาเหมาะสมนำมาประกอบอาหารเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ โปรตีน 36.965% รองลงมาพบคาร์โบไฮเดรต 35.6205% และเถ้า 14.1020% และเมื่อนำผสมกับอาหาร พบว่าในอาหารแต่ละชนิดมีปริมาณเยื่อใยหรือไฟเบอร์ และโปรตีนสูง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง เหมาะแก่การบริโภค ส่งผลให้อาหารมีคุณภาพเหมาะแก่การบริโภค โดยเฉพาะใยอาหารเป็นสิ่งที่

ร่างกายมีความต้องการไม่แน่นอนไปจากอาหารอื่น โยอาอาหารคือคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เป็นส่วนประกอบของพืช ที่มีอยู่ในเทาที่รับประทานได้ แต่ไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบย่อยอาหาร เมื่อผ่านลำไส้ใหญ่บางส่วนจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ทำให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีเทน ไฮโดรเจน น้ำและกรดไขมัน สายสั้นๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายและส่วนที่เหลือเป็นกากใยจะถูกขับถ่ายออกมาทางอุจจาระ ด้วยเหตุนี้โยอาอาหารที่อยู่ในเทาที่ผสมอาหาร สายสั้นๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายและส่วนที่เหลือเป็นกากใยจะถูกขับออกมาทางอุจจาระ ด้วยนี้โยอาอาหาร จึงมีผลช่วยกระตุ้นการทำงานของลำไส้ทำให้ระบบขับถ่ายเป็นปกติ (นันทยา จงใจเทศ และคณะ, 2552) และยังช่วยในเรื่องของการลดภาวะเสี่ยงของการเกิดโรคกระเพาะ และมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ มีรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เอ, บี และ แคโรทีนอยต์ในปริมาณที่สูง พวก astaxanthin ที่สามารถต้านกิจกรรมอนุมูลอิสระได้ (Park *et al.*, 2010; Giordano *et al.*, 2012 ; ธีระวัฒน์ รัตนพจน์ และคณะ, 2555) และยังมีแร่ธาตุแมกนีเซียม 241 และฟอสฟอรัส 125 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมในน้ำหนักแห้ง ((Peerapornpisal *et al.*, 2009a; Peerapornpisal *et al.*, 2012) และเมื่อนำอาหารมาตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าจุลินทรีย์มีน้อยกว่า $<1 \times 10$ CFU/G และจำนวนยีสต์รา $<1 \times 10$ CFU/G บ่งชี้ได้ว่าเทาที่นำมาประกอบอาหารนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1534-2541) และประเภทของอาหารส่วนใหญ่เป็นอาหารแห้ง และอาหารบางชนิดต้องผ่านความร้อน ทำให้จุลินทรีย์เสียชีวิตได้ นอกจากนั้นอาหารยังและยากต่อการเน่าเสียได้ จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ สามารถเก็บรักษาได้นาน ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ผสมเทาที่ได้พัฒนา มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้ แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผลิตไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราได้ (วลัย และคณะ. 2553; รุ่งนภา, 2550) ในการนำเทามาผสมอาหารบริโภค ผู้บริโภคคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เสริมสร้างประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภค จากองค์ประกอบของสารอาหารในเทา แสดงให้เห็นว่าเทาจัดเป็นแหล่งอาหารที่มีส่วนช่วย ส่งเสริมสุขภาพให้แก่ผู้บริโภค ปริมาณของโยอาอาหาร ในเทามีส่วนช่วยในการขจัดของเสียจากร่างกาย ลดปัจจัยเสี่ยงการเกิดมะเร็งในลำไส้ และมีบทบาทในการดูดซับคอเลสเตอรอล

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการนำเทามาประกอบอาหารชนิดอื่น ๆ
2. ควรพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ ส่งผลให้ส่งเสริมมูลค่าแก่ชุมชน

บรรณานุกรม

- จันทร์แก้ว อุทุมภา. 2554. การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเท้าน้ำ *Spirogyra* sp. ใน
ถุงพลาสติกที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 10:25:20 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน. การศึกษาอิสระ
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
เชียงใหม่โครงการชลประทานมหาสารคาม. 2560. (16 September 2016).
<http://www.sarakhamrid.com>
- ชมรมศิลปวัฒนธรรมอีสาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2559 สารานุกรม อาหารแห่งอีสาน ลาบเทา.
(15 September 2016). <http://www.isan.clubs.chula.ac.th>
- บุญมี ปิยะจันทร์. 2530. การวิเคราะห์สารอาหารพื้นฐาน เส้นใย และเถ้าใน *Spirogyra* sp. การ
ค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
- ธีระวัฒน์ รัตนพจน์ เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน ชุตินา ศรีมะเร็ง รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์ และดวงพร อมร
เลิศพิศาล. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลการเสริมสาหร่ายเตาต่อการเจริญเติบโตของ
ปลาไนในกระชัง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 6 (2): 23-34
- พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย. 2556. เตา สาหร่ายน้ำจืดสารพัดประโยชน์. วารสารหนังสือพิมพ์กสิกร.
พฤศจิกายน - ธันวาคม, 86(6) : 62-69
- นันทยา จงใจเทศ, ปิยนันท์ อิงทรงธรรม, วาริทิพย์ พึ่งพันธ์, วรณชนก บุญชู. 2552. ปริมาณใย
อาหาร น้ำตาล และแร่ธาตุในผลไม้. กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กองโภชนาการ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- พิพัฒน์ ชนาเทพาพร และ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์. 2557. ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่
มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัด
เพชรบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์
- ฐิติกานต์ ปัญญาใหญ่. 2551. กิจกรรมต้านออกซิเดชันของสาหร่ายเตา *Spirogyra neglecta*
(Hassall) Kützing. สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
- ยุวดี พิรพรพิศาล. 2549. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ เชียงใหม่
- 2551. บทความปริทรรศน์ : งานวิจัยสาหร่ายน้ำจืดที่กินได้ในภาคเหนือของ
ประเทศไทย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 2(1) : 178-189.

- วัลย์ หุตะโกวิท บุขรา สร้อยระย้า ชมภูงูช เพื่อนพิภพ และดวงกมล ตั้งสถิตพร. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วย ด้วยเทคโนโลยีเอกซ்தรุซัน. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร
- ธีรนุช ฉายศิริโชติ และสุวรรณา พิชัยยงค์ วงศ์ดี. 2558. การพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง.หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ และหลักสูตรเทคโนโลยี การแปรรูป โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed., Maryland, USA.
- BAM. (2001a). Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count. In FDA Bacteriological Analytical Manual (Online). Retrieved February 1, 2014, from <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-3.html>
- BAM. (2001b). Bacteriological Analytical Manual Chapter 18: Yeasts Molds and Microtoxins. In FDA Bacteriological Analytical Manual (Online). Retrieved February 1, 2014, from <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18.html>
- BAM. (2002). Bacteriological Analytical Manual Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In FDA Bacteriological Analytical Manual (Online). Retrieved February 1, 2014, from <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html>
- Hainz, R., Wöber, C. and Schagerl, M. 2009. The relationship between *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Streptophyta) filament type groups and environmental condition in central Europe. **Aquatic Botany**. 91(3) : 173-180.
- Pacheco, P., Ferreira, A.F., Pinto, T. Nobre, B.P., Loureiro, D. Moura, P. Gouveia, L. And Silva, C.M. 2016. The production of pigments & hydrogen through a *Spirogyra* sp. Biorefinery. **Energy Conversion and Management**. 89: 789–797.
- Park, J.S., Chyun, J.H., Kim, Y.K., Line, L.L. and Chew, B.P. 2010. Astaxanthin decreased oxidative stress and inflammation and enhanced immune response in humans. **Nutr Metab (Lond)**.7:18.
- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara Ciccone, S. 2012. Carotenoids and cardiovascular risk. **Curr Pharm Des**.18: 5577–89.

- Haynes, J. M. 1975. **Botany and introductory survey of the plant kingdom**. John Wiley and Sons.Inc., New York.
- John, D.M., Whitton, B.A. and Brook. A.J. 2002. **The Freshwater Algal Flora of the British Isles**.The United Kingdom at the University Press. Cambridge. UK.
- Panpipat, W., Sukchoo, S., Santong, R. Wuthsi, W. and Chaijan, M. 2009. **Characteristics of Freid-restructured pork added with *Gracilaria* seaweed (*Gracilaria fisheri*)**. International Conference on 35th Congress on Science and Technology of Thailand.
- Peerapornpisal Y., C. Chaiubol, H. Chorum, P.Wannathong. N. Ngermpat, K. Jusakul, A. Thammathiwat, J. Chuanata and Inthasotti, T. 2003. The Monitoring of Water Quality in Ang Kaew Researvoir of Chiang Mai University by Using Phytoplanton as Bioindicator from 1995-2002. **Chiang Mai Journal of Science**. 31(1): 85-94.
- Peerapornpisal, Y., Kanjanapothi, D., Taesotikul, T., and Amornlerdpison, D. 2009. Potential of some freshwater algae in Northern Thailand as nutraceutical. **Phycologia**. 48(4), 104.
- Peerapornpisal, Y., Panyoyai T., Amornlerdpison, D. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kutzing. **KKU Sci J**. 40(1): 228-235.
- Watts, B.M., L.G. Ylimaki, L.E. Jeffery, and L.G.Elias. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa, Ont. 160 p.
- Wongsawad P., Peerapornpisal Y. 2015. Morphological and molecular profiling of *Spirogyra* from northeastern and northern Thailand using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. **Saudi Journal of Biological Sciences**. 22: 382–389.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

การอบรมเชิงปฏิบัติการนำเทมาประกอบอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





น้ำพริกตาแดง สำหรับैया

สูตรการผลิต

พริกแห้งเม็ดใหญ่คั่วบ่น	15	เม็ด
หอมแดงเผา	7	หัว
กระเทียมเผา	3	หัว
ปลารอบบ่น	1/2	ถ้วยตวง
กะปิที่อยู่ในตองเผา	2	ช้อนโต๊ะ
เนื้อขามเปียกสับละเอียด		
น้ำปลา		

วิธีการทำ

1. ปอกหอมแดงเผา กระเทียมเผา ไส้ครก ร่วมกับพริกที่บ่นไว้ โขลกให้ละเอียดเข้ากัน
2. ใส่เนื้อขามเปียกสับ ปลารอบบ่น กะปิเผา โขลกให้เข้ากัน
3. ปรงรสด้วยน้ำปลา
4. เติมน้ำพริกตาแดง ผสมให้เข้ากัน



น้ำพริกเผา สำหรับैया

สูตรการผลิต

พริกแห้งเม็ดใหญ่ทอดกรอบ	20	เม็ด
ป้าครอป 3	ช้อนโต๊ะ	น้ำปลา 1
หอมแดงทอดกรอบ	10	หัว
น้ำขามเปียก	2	ช้อนโต๊ะ
กระเทียมทอดกรอบ	5	หัว
สำหรับैया 5	กรัม	เกลือป่น 1
กุ้งแห้งบ่น 1	ถ้วยตวง	น้ำมันงา 5
		ช้อนโต๊ะ

วิธีการทำ

1. โขลกพริกแห้งที่ทอดไว้ละเอียด ใส่หอมแดง กระเทียม โขลกให้เข้ากัน
2. ใส่กุ้งแห้งบ่น โขลกรวมกัน
3. ใส่น้ำมันงาในกระทะ ตั้งไฟแรงร้อน ตักน้ำพริกที่โขลกไว้ ใส่พริก น้ำครอป น้ำขาม น้ำปลา เกลือ รสดี ปรงรสด้วยน้ำขาม น้ำปลา เกลือ ผสมให้เข้ากัน
4. ทดลองทำน้ำพริก โดยใส่สำหรับैयाเป็นส่วนผสม ปริมาณ 5 % ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุด



น้ำพริกแคบหมู สำหรับैया

สูตรการผลิต

พริกสดเผา 10 เม็ด หอมแดงเผา 10 หัว
กระเทียมเผา 3 หัว แคมพูนที่บ่นเล็กๆ 1 ถ้วยตวง
น้ำปลา 2 ช้อนชา สำหรับैया 3 กรัม

วิธีการทำ

1. ปอกหอมแดงเผา และกระเทียมเผา ไส้ครก
2. ใส่พริกเผา โขลกรวมกันพอหยาบๆ
3. ใส่แคมพูน โขลกเบาๆ พอเข้ากัน
4. ปรงรสด้วยน้ำปลา สำหรับैया ผสมเข้ากัน
5. ทดลองทำน้ำพริก โดยใส่สำหรับैयाเป็นส่วนผสม ปริมาณ 5 % ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุด



สำหรับैया แผ่นกรอบปรุงรส

สูตรการผลิต

สำหรับैयाแห้ง	9.60 %	ผงชูรส	19.20 %
ผงปรุงรส	9.60 %	น้ำ	47.99 %
น้ำตาลทราย	7.68 %	พริกไทยป่น	0.17 %
จันทน์	1.92 %	น้ำมันงา	3.84 %

วิธีการทำ

1. ต้มสำหรับैयाแห้งด้วยไฟอ่อน ๆ เป็นเวลา 15 นาที
2. นำสำหรับैयाที่ต้มแล้วมาทำโดยผสมผงปรุงรส น้ำ ออกให้แห้ง นำตัวมาทำกับน้ำพริก สำหรับैयाแห้งนี้ กระบะรวมกัน
3. ผสมแป้ง (แป้งนวล 1 ใน 10 ส่วน) ลงในสำหรับैयाที่กรองแล้ว
4. ใช้น้ำจืดหรือน้ำร้อนอุ่นๆ เพื่อให้อุ่นที่อุณหภูมิห้อง
5. ทดสอบรสในช่อง 3 ลงในเครื่องผสม ตามด้วยแป้งดิบ
6. ใช้น้ำจืดทำการผสมด้วยระดับความเร็ว 2 เป็นเวลา 1 นาที
7. ผสมแป้งสำหรับैया ผงปรุงรส พริกไทย ผสมด้วยระดับ ความเร็ว 2 เป็นเวลา 1 นาที
8. ใส่น้ำมันงา ผสมด้วยความเร็ว 2 เป็นเวลา 2 นาที
9. ใส่น้ำจืด ผสมด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 5 นาที
10. นำแป้งผสมที่ได้มาผ่านเครื่องร่อน 55 ไมครอนที่อุณหภูมิ 10 นาที แล้วจึงนำออกจากเตาอบ
11. ต้มแป้งสำหรับैयाที่นึ่งแล้วให้สุก นาน 2x2 ชม. แล้ว
12. นำแป้งสำหรับैयाไปอบที่ 150°C หรือ 300°F เป็นเวลา 4 นาที
13. 55 ไมครอน ร่อน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
14. บรรจุใส่ถุงสุญญากาศ สำหรับैयाแห้ง
15. เก็บในตู้เย็น

ข้าวเกรียบ สำหรับเทา

สูตรการผลิต
แป้งมัน 1 กิโลกรัม พริกไทย 30 กรัม
สาหร่ายไค 40 กรัม (คิดเป็น 4% เมื่อเทียบกับน้ำหนักแป้ง)
เกลือ 10 กรัม น้ำร้อน
กระเทียม 50 กรัม (โขลกละเอียด)

วิธีการทำ

1. นำแป้งมัน เกลือ สาหร่ายไค กระเทียม พริกไทยผสมให้เข้ากัน บวดน้ำร้อนจนเหนียวขึ้นเป็นแกงกลมขาว
2. ให้นำมันสังกั้ง วางเรียงก่อนแป้ง ฝังในน้ำเคือดประมาณ 30-40 นาที หรือจนกระทั่ง แป้งสุกถึงใจกลางนำออกมาพักให้เย็น
3. ทิ้งแผ่นบางๆตากแดดจนแห้ง

ทองม้วน สำหรับเทา

สูตรการผลิต
แป้งสาลีอบประสงค์ 3 ถ้วย
น้ำตาลทรายป่น 1/2 ถ้วยตวง
กะทิข้นๆ 1/2 ถ้วยตวง น้ำมัน 6 ช้อนโต๊ะ
ไข่ไก่ตีพอแตก 4 ฟอง น้ำมัน 3 ช้อนโต๊ะ
เกลือป่น 3/4 ช้อนชา น้ำมันพืชสำหรับทา
สาหร่ายไค 30 กรัม (คิดเป็น 12% เมื่อเทียบกับน้ำหนักแป้ง)

วิธีการทำ

1. ใส่แป้งลงในชาม ใส่น้ำตาลทรายป่นผสมให้เข้ากัน ทำแป้งให้เป็นปอตรงกลาง
2. ผสมไข่ไก่ น้ำมัน ไข่ เกลือ กะทิ คนให้เข้ากัน ใส่น้ำมันปอแป้ง คนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่น้ำร้อนให้ลงมือ
3. เปิดเตาไฟเพื่อใช้ไฟแรงจุ่มน้ำมันที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ใช้ไฟแรงจุ่มน้ำมันที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ปิดไฟเมื่อสีน้ำตาลไหม้ ปิดไฟเมื่อสีน้ำตาลไหม้ ปิดไฟเมื่อสีน้ำตาลไหม้ พลิกกลับไปมาจนเหลืองสวย และออกจากพิมพ์ พิมพ์ทำรูปร่าง ขณะร้อน พักให้เย็น เก็บใส่ภาชนะปิดสนิท





น้ำพริกหมูปับสาหร่ายทะเล



ส่วนผสม

- น้ำมันงา 1 ช้อนโต๊ะ - น้ำตาลปีบ 1/2 ช้อนโต๊ะ
- พริกแห้งเม็ดเล็ก 1/4 ถ้วย
- หนุ่ย 1 ช้อน - เกลือป่น 1 ช้อนชา
- หอมแดงซอยบางๆ 2 ช้อนโต๊ะ
- กระเทียมซอยบางๆ 2 ช้อนโต๊ะ
- น้ำปลา 1 ช้อนโต๊ะ - น้ำมันพืช 1/4 ถ้วย

วิธีทำ

1. ตำพริกแห้ง หอมแดง กระเทียม หีดย่างให้หอม พักไว้
2. ใส่ออกเครื่องปรุงที่ตำไว้ให้ละเอียดใส่หมูสับ ไข่ปลาให้เข้ากัน
3. เติมน้ำมันงา น้ำปลา น้ำมันงา เบียดเกล็ดอินให้เข้ากัน พักไว้
4. ตั้งกระทะบนไฟอ่อน ใส่น้ำมันพืช พอน้ำมันร้อนใส่เครื่องปรุงที่ละเอียดแล้วคนด้วยไม้ปรุงรส เติมน้ำให้เข้ากัน ผัดให้หอม ให้นำพริกทอดอีก ผัดให้เข้ากัน รับประทานกับผักสดตามชอบ

สาหร่ายทะเล








แห้วต้มเห็ด




สาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แห้วต้มเห็ด




ส่วนผสม


- เห็ดนางฟ้า - เห็ดเข็มทอง - พริก
- กระเทียม - หนุ่ย - เกลือ

วิธีการทำ

1. นำเห็ดมาล้างน้ำเป็นชิ้นเล็กๆ
2. พริกเครื่องปรุงน้ำไปล้าง และต้มให้พอสุก
3. พอดีต้มเสร็จก็นำไปตากให้แห้ง
4. นำเห็ดสดไปต้มน้ำพริกและพักไว้ให้เย็น
5. พอดีแห้งและเย็นก็เอามาคลุกใส่กับและใส่กระเทียม โขลกและเกลือและเครื่องปรุงตามความต้องการ
6. พอปรุงรสตามที่ต้องการแล้วนำไปบรรจุตามภาชนะที่เตรียมไว้



น้ำพริกแคหมูสาหร่ายทะเล




สูตรการทำ

- พริกสด 10 เม็ด - หอมแดง 10 หัว
- กระเทียม 3 หัว - แคหมูต้มสุก 1 ถ้วย
- น้ำปลา 2 ช้อนชา - สาหร่าย 3 กรัม


วิธีการทำ

1. ปอกหอมแดงมา และกระเทียมมา ใส่รถ
2. ใส่พริกมา โขลกรวมกับพริกขี้หนู
3. ใส่แคหมู โขลกเบาๆ พอสับกับ
4. ปรุงรสด้วยน้ำปลา ใส่สาหร่ายให้ผสมเข้ากัน
5. ทอดลงน้ำพริก

โดยใส่สาหร่ายเป็นส่วนผสมในปริมาณ 5% ซึ่งปริมาณที่มากที่สุด



ข้าวเกรียบสาหร่ายทะเล




สูตรการผลิต

- แป้งมัน 1 กิโลกรัม - พริกไทย 30 กรัม
- สาหร่ายทะเล 40 กรัม (คิดเป็น 4% เมื่อเทียบกับน้ำหนัก แป้ง)
- เกลือ 10 กรัม - น้ำร้อน
- กระเทียม 50 กรัม (โขลกละเอียด)

วิธีการทำ

1. นำแป้งมัน เกลือ สาหร่ายทะเล กระเทียม พริกไทย ผสมให้เข้ากัน
2. นำน้ำร้อนมาต้มให้เดือด เป็นเป็นผงกวนข้าว
3. นำน้ำมันที่ต้มแล้ว รวบรวมกับแป้งมัน น้ำร้อนมาต้มประมาณ 30-40 นาที หรือจนกระทั่ง แป้งสุก
4. ใส่ออกการนำออกมาพักให้เย็น
5. หั่นเป็นชิ้นๆ ตามต้องการ



ภาพที่ ก-1 การอบรมเชิงปฏิบัติการนำเทมาประกอบอาหาร

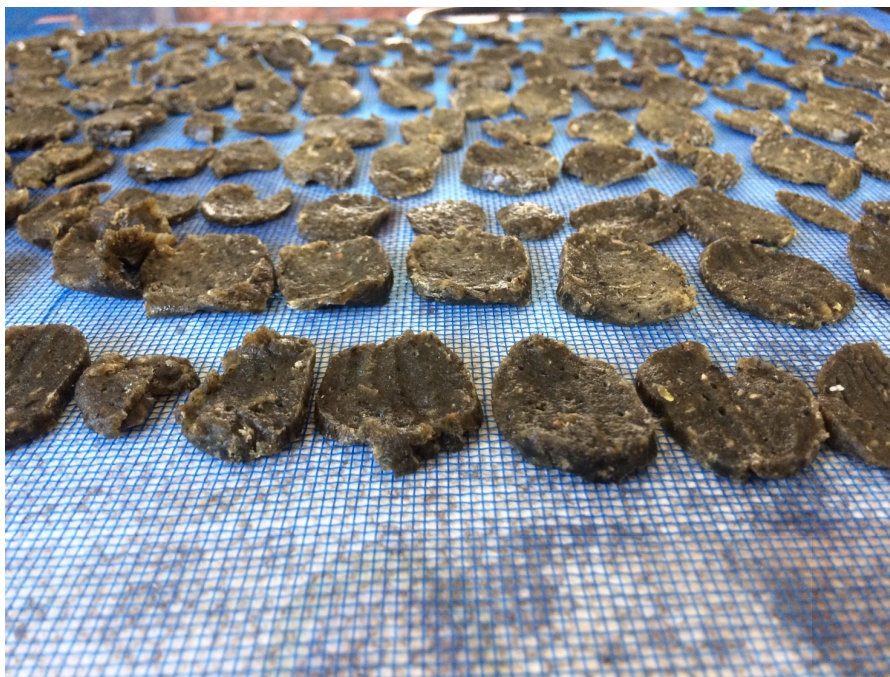


ภาคผนวก ข

ชนิดของอาหารที่นำเข้ามาเป็นส่วนผสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





ภาพที่ ข-1 ข้าวเกรียบที่นำเข้ามาผสม







ภาพที่ ข-2 ชนิดของน้ำพริกที่นำมาเป็นส่วนผสม

ประวัติผู้วิจัย

- 1. ชื่อ-สกุล** นางสาวยุวดี อินสำราญ
Miss Yuwadee Insumran
- ประวัติการศึกษา**
ปริญญาตรี ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ปริญญาโท วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยบูรพา
ปริญญาเอก พร.ด.(ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
- สถานที่ทำงาน** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลโนนศรีสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์ 043-742620 โทรสาร 043-742620
E-mail: insumran_y@hotmail.com
- 2. ชื่อ-สกุล** นางเนตรชนก จันทร์สว่าง
Mrs Natchanok Jansawang
- ประวัติการศึกษา** มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปริญญาตรี วท.บ. เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคาม
ปริญญาโท กศ.ม. เคมีศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคาม
ปริญญาเอก พร.ด.วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยประสานมิตร
- ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
- สถานที่ทำงาน** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลโนนศรีสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์ 043-742620 โทรสาร 043-742620
E-mail: jasawangn@yahoo.com

- 3. ชื่อ-สกุล** นายจักรพันธ์ ศรีวงษา
Mr. Jackaphan Sriwongsa
- ประวัติการศึกษา**
ปริญญาตรี วท.บ. คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปริญญาโท วท.ม. (การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
- สถานที่ทำงาน** ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลโนนศรีสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์ 043-742620 โทรสาร 043-742620
E-mail: Jackaphan@cs.rmu.ac.th
- 4. ชื่อ-สกุล** นายภาณุวัตร รื่นเรืองฤทธิ์
Mr. Panuwat Ruenruangrit
- ประวัติการศึกษา**
ปริญญาตรี วท.บ. (เทคโนโลยีเซรามิค) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปริญญาโท วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
- ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์
- สถานที่ทำงาน** กลุ่มวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลโนนศรีสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000
E-mail: panuwat@rmu.ac.th

ชื่อเรื่อง การพัฒนาสาหร่ายเทา (*Spirogyra* sp.) ในการนำมาเป็นอาหาร
ชื่อผู้วิจัย ยุวดี อินสำราญ
เนตรชนก จันทร์สว่าง
จักรพันธ์ ศรีวงษา
ภาณุวัตร รื่นเรืองฤทธิ์
คณะ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่ทำการวิจัย 2562

บทคัดย่อ

การพัฒนาสาหร่ายเทา (*Spirogyra* sp.) ในการนำมาเป็นอาหาร โดยนำเหามาเติมในอาหาร 7 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกตาแดงสาหร่ายเทา น้ำพริกเผาสาหร่ายเทา น้ำพริกแคบหมูสาหร่ายเทา น้ำพริกนรกสาหร่ายเทา น้ำพริกหมูสาหร่ายเทา ข้าวแตนสาหร่าย และข้าวเกรียบสาหร่ายเทา วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ น้ำพริกเผาสาหร่ายเทา น้ำพริกแคบหมูสาหร่ายเทา น้ำพริกนรกสาหร่ายเทา น้ำพริกหมูสาหร่ายเทา ข้าวแตนสาหร่าย และข้าวเกรียบสาหร่ายเทา มี คาร์โบไฮเดรต 9.896, 36.04, 26.945, 43.897, 3.108, 48.423 และ 67.154 โปรตีน 5.413, 3.55, 17.506, 20.275, 28.031, 3.601 และ 0.25 ไขมัน 0.682, 5.597, 3.388, 9.736, 4.478, 0.050 และ 0.040 เถ้า 13.012, 9.14, 12.897, 11.083, 10.236, 36.755 และ 20.414 เยื่อใย 0.647, 0.617, 0.91, 1.137, 0.617, 1.691 และ 1.742 ความชื้น 70.35, 45.89, 38.36, 12.23, 53.53, 9.48 และ 10.4 ซึ่งพบว่า โปรตีนและเยื่อใยในสูตรอาหาร สูงกว่าชุดควบคุม ผลจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า $< 1 \times 10^6$ CFU/G และจำนวนยีสต์รา $< 1 \times 10^6$ CFU/G การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เมื่อนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของอาหารที่นำเหามาเป็นส่วนผสม พบว่าในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบมาก ค่าเฉลี่ย 7.676 จากปริมาณคุณค่าทางโภชนาการที่ศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเหมาเป็นแหล่งอาหารที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพ และป้องกันความเสี่ยงจากการเกิดโรคบางชนิดได้สมควรที่จะส่งเสริมให้มีการนำเหามาประกอบอาหารมากขึ้น

Research Title Developmental of *Spirogyra* sp. as food applied
Researcher Yuwadee Insumran
 Natchanok Jansawang
 Jackaphan Sriwongsa
 Panuwat reanruangrit
Organization Faculty of Science and Technology, Faculty of Engineering,
 Rajabhat Maha Sarakham University
Year 2019

ABSTRACT

This research was aimed to develop healthy food from algae. Total seven food recipes including Ta-dang Chilli Paste, Pao Chilli Paste, Noom Chilli Dip, Narok Chilli Paste, Moo Chilli Paste, Khao-Tan Rice Cracker and Khao Greab Cracker products were prepared by using *Spirogyra* sp. as ingredients. Subsequently, chemical and microbiological properties of the *Spirogyra*-derived products were analyzed. Chemical Properties for %carbohydrate 9.896, 36.04, 26.945, 43.897, 3.108, 48.423 and 67.154 %protein 5.413, 3.55, 17.506, 20.275, 28.031, 3.601 and 0.25 %lipid 0.682, 5.597, 3.388, 9.736, 4.478, 0.050 and 0.040 %ash 13.012, 9.14, 12.897, 11.083, 10.236, 36.755 and 20.414 % fiber 0.647, 0.617, 0.91, 1.137, 0.617, 1.691 and 1.742 and %moisture 70.35, 45.89, 38.36, 12.23, 53.53, 9.48 and 10.4. Comparison to the control groups without *Spirogyra* addition, all of the products had higher protein and fiber contents. Of the products developed, the highest carbohydrate, protein, fat, ash, fiber and fiber were obtained from Khao Greab Cracker, Moo Chilli Paste, Ta-dang Chilli Paste, Khao-Tan Rice Cracker, Khao Greab Cracker and Ta-dang Chilli Paste, respectively. For microbiological determination, total bacterial as well as yeast and mold of all products were less than 1x10 CFU/g. In addition, consumer acceptances involving sensory evaluation of the products were tested. Results showed that means of preference for flavor, taste and texture characteristics of all spirogyra-derived products were highly value at 7.676. The findings from this research indicate that *Spirogyra* sp. is suitable source for supporting health and this algae should be promoted for making more foods.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ขอบคุณ ชาวบ้านและนักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ช่วยเก็บตัวอย่างและทำวิจัย ในครั้งนี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้สถานที่ในการทดลองในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

2562



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ลักษณะทางสัณฐานวิทยา.....	5
นิเวศวิทยาของเท้าน้ำ.....	7
ประโยชน์ของเท.....	7
อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน.....	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	12
การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรการแปรรูปจากเท้าน้ำแต่ละสูตร อาหาร.....	13
การศึกษาคุณภาพอาหารทางจุลินทรีย์.....	14
ถ่ายทอดเทคโนโลยี	15

บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	16
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	25
	สรุปผลการทดลอง.....	25
	อภิปรายผลการวิจัย.....	25
	ข้อเสนอแนะ.....	26
	บรรณานุกรม.....	27
	ภาคผนวก.....	30
	ภาคผนวก ก การอบรมเชิงปฏิบัติการนำเทมาประกอบอาหาร.....	38
	ภาคผนวก ข แบบรายงานการดำเนินงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์มาใช้อันก่อให้เกิด ประโยชน์อย่างเด่นชัด.....	39
	ประวัติผู้วิจัย.....	45

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงจำนวนประชากร.....	11
3-1	ปริมาณเทาที่ผสมอาหารแต่ละชนิด.....	13
4-1	แสดงประมาณองค์ประกอบสารในเทา.....	16
4-2	ปริมาณของเทาที่ใส่ลงในชนิดอาหารแต่ละประเภท.....	17
4-3	คุณภาพอาหารแปรรูปที่เติมผงเทาอาหารที่ผ่านการพัฒนา.....	18
4-4	ลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	20
4-5	ความคิดเห็นถึงคุณลักษณะของอาหารที่ผสมเทา.....	22
4-6	ความสนใจของผู้บริโภคที่จะนำเทามาประกอบอาหาร.....	22
4-7	ผลการประเมินความพึงพอใจในการนำไปใช้ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ.....	23

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	วงจรชีวิตของ <i>Spirogyra</i> spp.....	6
2-2	อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม.....	10
ก-1	การอบรมเชิงปฏิบัติการนำเทามาประกอบอาหาร.....	38
ข-1	ชนิดของน้ำพริกที่นำเทามาเป็นส่วนผสม.....	44



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

‘เทา’ ‘ลาบเทา’ และ ‘กินลาบเทาอร่อยที่สุด’ เป็นสำนวนภาษาของชาวอีสาน ที่มีความหมาย ความสำคัญและความผูกพันกับสาหร่ายชนิดหนึ่งเรียกชื่อว่า ‘เทา’ เป็นสาหร่ายที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำจืดที่ใสสะอาด ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหลเอื่อย ๆ มีสีเขียวเป็นเส้นกลมยาวขนาดเล็กพันกันเป็นเกลียวนิ่มลื่นมือ พบได้ในแหล่งน้ำภาคเหนือและอีสาน และมีรายงานว่าเป็นสาหร่ายที่นิยมบริโภคในประเทศพม่า เวียดนาม และอินเดีย ‘ลาบเทา’ เป็นชื่ออาหารพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่กลั่นกรองออกมาจากภูมิปัญญาคนอีสานแต่กาลโพ้น คนอีสานในสมัยก่อนนิยมนำมาบริโภคในรูปผักจิ้ม น้ำพริก และนิยมมากที่สุดทำเป็นลาบเทา ‘กินลาบเทาอร่อยที่สุด’ บ่งบอกถึงวิถีชีวิตของชาวอีสานที่ผูกพันกับเทามาเป็นเวลาช้านาน นับตั้งแต่รุ่นปู่ ย่า ตายาย และมีความเชื่อว่าเป็นอาหารคุณที่มีคุณค่าทางโภชนาการ หากรับประทานไม่ได้นักในปัจจุบัน (ชมรมศิลปวัฒนธรรมอีสาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559)

เทา เป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยไขมัน 11–21% น้ำตาลสูงถึง 33–64% (Pacheco *et al.*, 2016) โปรตีน 18.65% คาร์โบไฮเดรต 56.31% เกล็ด 11.78% และมีเกลือแร่ที่มีปริมาณค่อนข้างสูง คือ แมกนีเซียม 241 และฟอสฟอรัส 125 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมในน้ำหนักแห้ง ((Peerapornpisal *et al.*, 2009a; Peerapornpisal *et al.*, 2012) นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ, บี และ แคโรทีนอยด์ในปริมาณที่สูง พวก astaxanthin ที่สามารถต้านกิจกรรมอนุมูลอิสระได้ (Park *et al.*, 2010; Giordano *et al.*, 2012) ในส่วนของพลังงานพบว่าสาหร่ายสกุลนี้มีสารสะสมจำพวกแป้งมากจึงทำให้มีการผลิต ethanol และ H₂ (Pacheco *et al.*, 2015)

ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มีการพบ ‘สาหร่ายเทา’ ในเขตพื้นที่ ‘แก่งเลิงจาน’ ซึ่งเป็นน้ำจืดขนาดใหญ่ ภายในบริเวณเป็นที่ตั้งของสถานีประมง ทำการเพาะพันธุ์ปลาจืดให้หลายจังหวัดในภาคอีสาน ตั้งอยู่ด้านหลังของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ห่างจากตัวเมืองประมาณ 3 กิโลเมตร บริเวณโดยรอบของแก่งเลิงจานมีทิวทัศน์สวยงาม และแหล่งน้ำจืดอื่น ๆ ในเขตจังหวัดมหาสารคาม พบสาหร่ายเทาน้ำ มีปริมาณมาก เมื่อถึงฤดูฝนชาวบ้านจะนิยมนำจำหน่าย เนื่องจากคนในชุมชนบริโภคสาหร่ายจะนิยมนำมารับประทานสดไม่นิยมนำมาแปรรูป เนื่องจากในการแปรรูปสาหร่ายยังอยู่ในวงจำกัด ยังเป็นเพียงจุดเริ่มต้นที่มีคุณค่า และสมควรที่จะมีการวิจัยทางด้านแปรรูปนี้ให้กว้างขวางกว่านี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรรูปให้มีรสชาติที่ดี สามารถบรรจุหีบห่อแล้วนำ

ออกจำหน่ายคล้ายสาหร่ายของของญี่ปุ่น ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะนำความสำเร็จมาสู่ชุมชนที่จะแปรรูปสาหร่าย ซึ่งแนวทางของการแปรรูปยังสามารถพัฒนาให้กว้างขวางได้อีกมากมาย และสมควรที่จะเผยแพร่สู่ชุมชนอื่นที่มีสาหร่ายเหล่านี้ขึ้นตามธรรมชาติกรรมมาวิธีการแปรรูปถูกนำมาใช้สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค หนึ่งในนั้นได้แก่ การคิดค้นอาหารที่เพิ่มส่วนผสมที่ดีต่อสุขภาพเข้าไป ฉะนั้นจึงได้มีการนำส่วนผสมที่มีอยู่ในธรรมชาติมาดัดเช่น การนำสาหร่ายผมนางมาผสมในส่วนอาหารหมูแผ่น (Panpipat *et al.*, 2009) สาหร่ายไค (*Cladophora* spp.) มาปรุงอาหาร ในรูปขนม เช่น ขนมกรอบเค็ม ข้าวเกรียบ ข้าวตัง และกะหรี่ปั๊ป ในชุมชน อันเนื่องจากสาหร่ายไคเป็นสาหร่ายที่ให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย โดยมีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีเส้นใยอาหาร 17.5% ส่วนเกลือแร่ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และเหล็ก ซึ่งถือว่าสาหร่ายชนิดนี้มีเกลือแร่ค่อนข้างมาก (ยุวดี, 2548) ในส่วนของสาหร่ายลอน ไชหิน หรือดอกหิน (*Nostochopsis* spp.) ที่นำมาบริโภค เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีคุณสมบัติช่วยเป็นยาแก้ร้อนใน และมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคต่าง ๆ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาวิจัยต่อเนื่อง เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ศักยภาพของเหาในการนำมาแปรรูปอาหาร ตลอดจนการยอมรับของสาหร่ายเหาของผู้บริโภคเหา ในเขตแหล่งน้ำจืดแก่งเลิงจาน ผลของการวิจัยดังกล่าวจะทำให้คนในชุมชนภาคอีสานมีการบริโภคเหา และสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลากหลาย สามารถนำมาจำหน่าย ส่งเสริมพัฒนาเศรษฐกิจในชุมชนเกิดความเข้มแข็งและมีรายได้ ก็จะไปสู่การพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเหาในแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม
2. ศึกษาชนิดของสูตรอาหารเสริมเหาที่เหมาะสมในแต่ละสูตร
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารแปรรูปอาหารแต่ละชนิดที่เติมเหาในแต่ละสูตร
4. ศึกษาอายุการเก็บอาหารแปรรูปที่เติมเหาในอาหารแต่ละสูตร

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างและศึกษาคุณค่าทางอาหาร

1. ทำการเก็บตัวอย่างเหาจากแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม นำเหามาล้างแล้วนำมาตากที่ตะแกรง การทำแห้ง นำเหาน้ำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเป็นผง นำผงที่ได้บรรจุในถุงสุญญากาศเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. นำเทาที่แห้งแล้วมาดเป็นผง วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น-Moisture (AOAC, 2000) ปริมาณโปรตีน-Protein (AOAC, 2000) ปริมาณไขมัน-Fat (AOAC, 2000) และปริมาณเถ้า-Ash (AOAC, 2000)

3. ศึกษาข้อมูลของการใช้เทามาใช้ประโยชน์ในชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณแก่งเลิงจาน อ. เมือง จ.มหาสารคาม โดยใช้แบบสอบถาม

4. นำผลการศึกษาคูณค่าทางโภชนาการมาประชุมร่วมกับชุมชน โดยจัดเวทีประชุมที่ศูนย์ประชุมบ้าน อ.เมือง จ.มหาสารคาม

2. การศึกษาปริมาณผงเทาในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการจากอาหารทั้งหมดโดยดัดแปลงจากสูตรยวดี และคณะ, 2548

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรการแปรรูปจากเทาแต่ละสูตรอาหาร

1. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารแต่ละสูตรเสริมผงเทาน้ำด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน

2. การวิเคราะห์คุณภาพอาหารแปรรูปแต่ละสูตรที่เสริมผงเทาน้ำที่ยอมรับของผู้ทดสอบสูงสุด ศึกษาคุณภาพ ได้แก่ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้ Handy Colorimeter และเนื้อสัมผัส โดยใช้ Texture analyser ด้านคุณภาพทางเคมี เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) ได้แก่ ปริมาณความชื้น-Moisture (AOAC, 2000) ปริมาณโปรตีน-Protein (AOAC, 2000) ปริมาณไขมัน-Fat (AOAC, 2000) และปริมาณเถ้า-Ash (AOAC, 2000)

4. ตรวจคุณภาพจุลินทรีย์

คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้วิธีของ BAM (2001a) ราและยีสต์ ใช้วิธีของ BAM (2001b) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis, DA)

5. ถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การแปรรูปอาหารที่ได้ในโครงการฯ มีประชาชนเข้าร่วมการฝึกอบรม ร่วมกันกับนักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ 100 ท่าน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มมูลค่าของเหา
2. ได้สูตรอาหารแปรรูปจากเหาที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภค
3. สามารถนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยเหา และผลิตภัณฑ์ที่อาหารจากเหา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

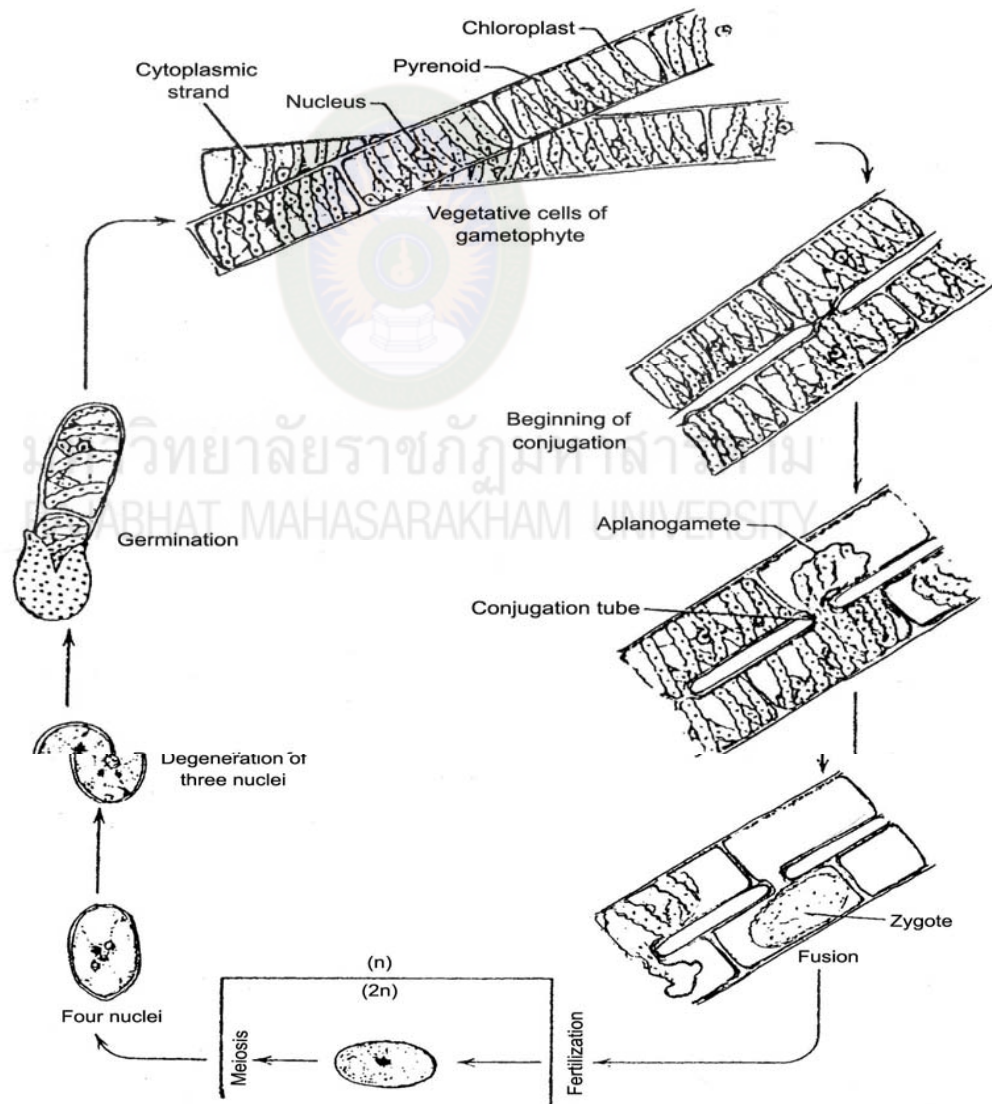
1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เทามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Spirogyra* spp. สาหร่ายชนิดนี้จัดอยู่ใน Division Chlorophyta, Order Zygnematales, Class Zygnemaphyceae, Family Zygnemataceae มักเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม อาจอยู่กันก้นบ่อกับก้อนดิน ก้อนหิน หรืออาจลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ จินัสนี้มีประมาณ 400 ชนิด (Wongsawad and Peerapornpisal, 2015) ในการจำแนกเทานั้นจะจำแนก 3 ส่วน คือ ผนังเซลล์ ความกว้างของเซลล์ และจำนวนของคลอโรพลาสต์ (Berry and Lembi, 2000; Hainz *et al.*, 2009) การสืบพันธุ์ ขนาด และสีของไซโกต (Hainz *et al.*, 2009; Wongsawad and Peerapornpisal, 2015)

ลักษณะของสาหร่ายชนิดนี้จะเป็นเส้นสายยาว ไม่แตกแขนง คล้ายเส้นผมสีเขียวสด จับดูจะรู้สึกลื่นมือ เนื่องจากมีเมือกหุ้มอยู่ภายนอก เซลล์จะมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ความยาวเท่าความกว้าง จนถึงความยาวมากกว่าความกว้างหลายเท่า ผนังเซลล์มี 3 ชั้น ชั้นในและชั้นกลางเป็นพวกเซลลูโลส ส่วนชั้นนอกเป็นพวกเพคโตส (pectose) ภายในเซลล์มีแควิวโอลตรงกลางอันใหญ่มีนิวเคลียสแขวนลอยอยู่ โดยมีสายไซโตพลาสซึม (cytoplasmic strand) เชื่อมโยงและยึดไว้กับผนังเซลล์ ภายในไซโตพลาสซึมอาจเกิดปรากฏการณ์ไซโคลซิส (cyclosis) คลอโรพลาสต์อาจมีตั้งแต่ 1 อันหรือหลายๆอันขึ้นอยู่กับอายุและชนิด มีลักษณะเป็นเส้นขาดจากปลายเซลล์ข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งลักษณะการขาดของคลอโรพลาสต์เป็นลวดลายคล้ายริบบิ้น บนเส้นสายคลอโรพลาสต์จะมีไฟรีนอยด์เรียงเป็นแถวตลอดสาย ผนังเซลล์ด้านขวางจะเชื่อมโยง โดยมีความกว้างระหว่างเซลล์ต่อเซลล์มองดูเป็นรูปตัว H สาหร่ายในจินัสนี้บางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้แบบร่อน (gliding)

มีการสืบพันธุ์มี 2 แบบ คือ แบบไม่อาศัยเพศโดยการขาดเป็นท่อน และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของแกมมาท ซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านท่อคอนจูเกชัน ซึ่งมี 2 แบบ คือ สคาลารีฟอร์มคอนจูเกชัน (scalariform conjugation) และแลเทอรัลคอนจูเกชัน (lateral conjugation) หรือเทอมินัลคอนจูเกชัน (terminal conjugation) มีรายละเอียดดังนี้ (ก) สคาลารีฟอร์มคอนจูเกชัน วิธีการนี้เป็นการผสมต่างสาย หรือต่างทลัสต์ โดยที่เซลล์ทุก เซลล์ในสายจะสร้างแกมมาทเพศเดียวกันตลอดสาย หรือสร้างแกมมาททั้งสองเพศในสายเดียวกัน แกมมาทแต่ละแกมมาทเกิดจากโปรโตพลาสต์ใน แต่ละเซลล์นั่นเอง เมื่อถึงระยะเวลาผสมพันธุ์ *Spirogyra* spp. 2 สาย จะเข้ามาใกล้กันแบบคู่ขนาน แล้วปล่อยเมือกออกมาหุ้มสายทั้งสองไว้ ต่อมาผนังเซลล์ด้านที่อยู่ใกล้กันจะโป่งออกมาแล้วยื่นมาแตะกัน ในที่สุดก็เชื่อมกันเป็นท่อ เรียกว่า ท่อคอนจูเกชันขณะเดียวกันโปรโตพลาสต์จะหดตัวรวมกันเป็นก้อน โปรโตพลาสต์ซึ่งเป็นแกมมาทเพศผู้จะเคลื่อนที่ผ่านท่อคอนจูเกชันไปรวมกับโปรโตพลาสต์ของ

แกมมีทเพศเมียกลายเป็นไซโกตต่อไป (ภาพที่ 1) (ข) แลเทอร์ลคอนจูเกชัน หรือเทอมินัลคอนจูเกชัน
 วิธีการนี้เกิดในสาย หรือทาลัสเดียวกันเมื่อ ถึงระยะเวลาผสมพันธุ์ ผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างเซลล์ 2
 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะทำหน้าที่เป็นแกมมีทจะขาดออกเป็นรูเล็ก ๆ ส่วนผนังเซลล์ที่เชื่อมต่อระหว่าง
 เซลล์ทั้งสองจะโป่งออกเป็นโปรโตพลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นแกมมีทเพศผู้จะเคลื่อนที่ผ่านช่องทางนี้มา
 รวมกับโปรโตพลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นแกมมีทเพศเมียกลายเป็นไซโกต (Zygote) และไซโกสปอร์
 (Zygospore) ต่อไปไซโกสปอร์ มีหลายรูปร่าง เช่น subspherical, ovoid, ellipsoidal, flattened
 หรือ lens-shaped ผนังชั้นนอกของไซโกสปอร์ เป็นเซลล์ลูโลส โปร่งแสง ย่นหรือมีลวดลายเป็นจุด ๆ
 แต่ไม่ชัดเจน ผนังชั้น กลาง จะบางและเรียบ สีของไซโกสปอร์มีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาลแก่



ภาพที่ 2-1 วงจรชีวิตของ *Spirogyra* spp. (Haynes, 1975)

2. นิเวศวิทยาของเทาน้ำ

เทาคือ *Spirogyra* สไปโรไจรา เป็นสาหร่ายที่ชอบขึ้นในน้ำจืดที่สะอาดทั้งน้ำนิ่ง และน้ำไหลเอื่อย ๆ คุณภาพน้ำอยู่ในระดับดีถึงปานกลางจนกระทั่งเสียเล็กน้อย น้ำใส ค่าความขุ่นของน้ำไม่เกิน 10 NTU อุณหภูมิ 15-27°C pH 6-7.8 และเจริญได้ดีในบริเวณพื้นที่ตื้นที่น้ำที่เป็นดิน น้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย (ยวดี พิรพรพิศาล, 2551) สาหร่ายเทามีการ สามารถพบในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ และปรากฏอีกครั้งในเดือนมิถุนายน การปรากฏของสาหร่ายเทามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นที่มีปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.75 mg/l 0.0006 ถึง 0.015 mg/l 0.048 ถึง 0.095 mg/l และ 0.002 ถึง 0.011 mg/l ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 27 ถึง 30.5 °C ความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 7.3 ถึง 39 cm และน้ำค่อนข้างใส (พิพัฒน์ และ ญัฐรินทร์, 2557) ขณะจันทร์แก้ว อุทุมภา (2554) ศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเทาน้ำ *Spirogyra* sp. ที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเทาน้ำ *Spirogyra* sp. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.86 °C และจากการรายงานของ พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย (2556) พบว่า สาหร่ายเตาเจริญเติบโตได้ดีในน้ำอุ่นในเวลาที่มีแสงแดดอ่อนได้แก่ ช่วง 09.00 ถึง 10.00 น. และช่วงเย็น 16.00 ถึง 17.00 น. ส่วนความลึกของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาน้ำอยู่ระหว่าง 7.3 ถึง 39 cm จากการศึกษาของ Hainz, Wóber and Schagerl (2009) ความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายเตา *Spirogyra* กับสภาพแวดล้อมในยุโรปกลางพบว่า สาหร่ายเตาจะถูกพบในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.2-9.1 ค่าความเป็นด่างของน้ำ (Total alkalinity) 0.6-7.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำระหว่าง 1-2,240 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำระดับปานกลางจนถึงเสียเล็กน้อย (mesoeutrophic condition)

3. ประโยชน์ของเทา

1. ด้านอาหาร

เทาน้ำ นำมารับประทานได้โดยเฉพาะในแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นิยมนำมาปรุงเป็นอาหารที่เรียกว่า ยำเทา คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายชนิดนี้ประกอบด้วย โปรตีน 18.63-23.76% ไขมัน 2.86-5.21 % คาร์โบไฮเดรต 53.98-56.31% เส้นใย (fiber) 6.24-7.66% และเถ้า 11.78% โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (บุญมี, 2530; Peerapornpisal et al., 1997) นับว่ามีคุณค่าประโยชน์ทางโภชนาการพอสมควร *Spirogyra* spp.

Peerapornpisal et al. (1997) ได้ทำการศึกษาสาหร่ายเตาหรือ *Spirogyra* spp. โดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้สาหร่ายในนาข้าวเขต

อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน และอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ พบทั้งหมด 6 ชนิด สาหร่ายชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการคือ โปรตีน 18.65% คาร์โบไฮเดรต 56.31% ไขมัน 5.21% เถ้า 11.78% มีเกลือแร่ที่มีปริมาณค่อนข้างสูง คือ แมกนีเซียม 241 และฟอสฟอรัส 125 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และวิตามินที่สาหร่ายชนิดนี้มีมากคือ โปรวิตามินเอ 4,180 IU และไนอาซิน 3.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักแห้ง ได้นำเอาสาหร่ายชนิดนี้มาประกอบอาหารเป็นอาหารว่าง 1 ชนิดคือ ข้าวเกรียบสาหร่าย และนำมาผสมในอาหารว่างและขนมอื่น ๆ 6 ชนิดคือข้าวเกรียบอนามัยสาหร่าย ขนมปังสาหร่าย เค้กสาหร่าย บะหมี่กรอบ สาหร่าย คูกี้สาหร่าย และครองแครงกรอบสาหร่าย ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปเป็นที่พอใจแก่ผู้ทดสอบเป็นอย่างดี ทำให้รสชาติของอาหารหรือขนมบางอย่างดีขึ้นมากกว่าเดิม

2. ด้านยา

ในด้านการนำสาหร่ายเหามาผลิตเป็นยาพบว่ามียางานวิจัยที่มีการศึกษาดังต่อไปนี้
 จิติกานต์ ปัญญาใหญ่ (2551) ศึกษากิจกรรมต้านออกซิเดชันของเหา *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing จากบ่อเพาะเลี้ยง บ้านนาคูหา ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ นำมาอบแห้งแล้วนำมาสกัดด้วยน้ำพบว่า ได้ปริมาณสารสกัด (% yield) 25.8% และมีปริมาณรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 3.160 ± 0.579 , 4.997 ± 0.147 และ 0.399 ± 0.073 mg/g cell dry weight ตามลำดับ นำสารสกัดมาทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชัน 7 วิธี ได้แก่ Scavenging activity of 2, 2- azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical, 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical, Hydroxyl (OH) radical, Lipid peroxidation, Metal chelating activity, Superoxide radical scavenging activity และ reducing power ซึ่งแต่ละวิธีมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระต่างชนิดกัน พบว่า สาหร่าย *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing ชนิดที่ศึกษา มีความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ทั้ง 7 วิธี โดยสารสกัดของสาหร่ายดังกล่าว สามารถยับยั้ง DPPH radical ได้ดีที่สุด คือ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.044 ± 0.002 mg/ml รองลงมาคือ วิธี Metal chelating activity, Superoxide radical scavenging activity, Scavenging activity of ABTS radical, Lipid peroxidation และ Hydroxyl (OH) radical scavenging activity ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.181 ± 0.004 mg/ml, 0.897 ± 0.052 mg/ml, 1.584 ± 0.183 mg/ml, 7.605 ± 0.211 mg/ml และ 8.191 ± 0.309 mg/ml ตามลำดับ และสาหร่าย *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing มีความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระได้ โดยค่าการดูดกลืนแสง เท่ากับ 1.000 ที่ความยาวคลื่น 700 nm ความเข้มข้นของสารสกัดมีค่า 0.529 ± 0.019 mg/ml ซึ่งเทียบเท่ากับสารมาตรฐาน Gallic acid ความเข้มข้น 0.043 ± 0.001 mg/ml

ยวดี พีรพรพิศาล (2551) พบว่าสาหร่ายเตา สาหร่ายลอน และสาหร่ายไถ มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีมาก มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับปลาน้ำจืด อีกทั้งมีวิตามินหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินบี มีเกลือแร่หลายชนิด เช่น แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เป็นต้น และจากการ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตาที่แปลงปลูกจังหวัดแพร่พบว่ามีไขมัน 5.21 โปรตีน 18.65 ไยอาหาร 7.66 เถ้า 11.78 และคาร์โบไฮเดรต 56.31 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของ สาหร่าย และ

พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย (2556) รายงานว่า สาหร่ายเตาถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งประกอบด้วยโปรตีน 18.63 ถึง 23.76% ไขมัน 2.86 ถึง 5.21% คาร์โบไฮเดรต 53.98 ถึง 56.31% เส้นใย 6.24 ถึง 7.66% และเถ้า 11.78% และประกอบด้วยธาตุเหล็กสูงถึง 33.85% เทียบเท่าผักกูดที่ให้ธาตุเหล็ก 36.30% ทั้งยังมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อเทียบกับสาหร่ายน้ำจืดชนิดอื่น ๆ สารต้านอนุมูลอิสระ (IC50) ในสาหร่ายเตามี 1.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

ธีระวัฒน์ รัตนพจน์ และคณะ (2555) เตามีความสามารถในการยับยั้ง อนุมูลอิสระได้ 50% (IC50) ในแบบจำลองการขจัดอนุมูล ABTS โดยมีค่าเท่ากับ 0.117, 0.073 และ 0.053 มก./มล. ตามลำดับ สารสกัดน้ำ จากสาหร่ายเตา 3 ฤดู ในขนาด 1 กรัม มีความสามารถในการขจัดอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับสาร trolox ในขนาด 3.11, 4.97 และ 6.92 โมลาร์ (Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity; TEAC) และตรวจพบกลุ่ม สารประกอบฟีนอลิกจากสาหร่ายเตา 3 ฤดู ในขนาด 1 กรัม มีค่าเทียบกับ gallic acid ในขนาด 77.66, 84.41 และ 92.95 มก. (Gallic Acid Equivalent; GAE)

อ้างอิงน้ำแกงเลียงจาน

อ้างอิงน้ำแกงเลียงจาน ตั้งอยู่ที่ทิศตะวันตกของตัวเมือง ตั้งอยู่ในเขตตำบลแกงเลียงจาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม



ภาพที่ 2-2 อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม

ที่มา : <http://www.kmcmk.com>

อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ที่ตั้ง บ.โนนหัวฝาย ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม อ่างเก็บน้ำ พื้นที่รับน้ำฝน 208 ตร.กม.พื้นที่อ่างเก็บน้ำ 3.112 ตร.กม. หรือ = 1,945 ไร่ ระดับน้ำสูงสุด +144.500 ม.รทก.ระดับน้ำต่ำสุด + 141.930 ม. รทก.ระดับน้ำเก็บกัก +143.830 ม.รทก.ความจุ 8.024 ล้าน ลบ.ม. ทำนบดิน ความกว้างทำนบดิน 4.00 ม. ยาว 1+800 ม. สูงสุด 7.00 ม. อาคารระบายน้ำ อาคารระบายน้ำใช้งานยาว 96 ม. คลองส่งน้ำ คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา ยาว 6+300 กม. คลองส่งน้ำสายซอย 1ซ้าย - ขวา ยาว 2+118 กม.พื้นที่ชลประทาน 3,000 ไร่ (โครงการชลประทานมหาสารคาม, 2560)ในปีงบประมาณ 2549 มีการจัดงบประมาณเพื่อพัฒนาอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจานให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวอีกแห่งหนึ่งของจังหวัดมหาสารคาม มีการปรับปรุงรอบ ๆ เชื้อนคันดินให้กว้าง ปลูกต้นไม้ และจัดเป็นสวนสุขภาพตลอดคันความยาวของคันดิน สร้างพิพิธภัณฑสถานกลางน้ำ และอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ที่ผ่านไปมาและนักท่องเที่ยวได้เยี่ยมชมและทัศนศึกษามีชุมชนที่ใช้น้ำที่อยู่ในส่วนการดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลแก่งเลิงจาน ตั้งอยู่ หมู่ที่ 10 ถนนแจ้งสนิท ตำบลแก่งเลิงจาน อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ห่างจากที่ว่าการอำเภอเมือง 5 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดมหาสารคาม 5 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับ ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลตลาด ทิศใต้ ติดกับ ตำบลบ่อใหญ่ ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลแว้งนาง ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลท่าสองคอน มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 34.85 ตร.กม. หรือประมาณ 21,781 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.63 ของพื้นที่อำเภอเมืองมหาสารคาม เป็นที่ทำการเกษตร 12,566 ไร่ ภูมิประเทศมีลักษณะเป็นลุ่มดอน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 150 – 200 เมตร

ตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนประชากร

หมู่ที่	บ้าน	ครัวเรือน	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)
1	ดอนตูม	272	544	551	1,095
2	กุดเป่ง	115	197	222	419
3	หนองใหญ่	235	386	416	802
4	เม่นใหญ่	78	151	152	303
5	ท่าแร่	182	245	301	546
6	หนองจิก	195	194	223	417
7	เม่นน้อย	102	189	181	370
8	กลาง	92	158	174	332
9	ดอนโด	84	156	152	308
10	หนองจิก	204	284	306	590
11	หัวช้าง	70	148	123	271
12	โนนหัวฝาย	81	123	115	238
13	แก่งเลิงจาน	307	235	248	483
14	เม่นใหญ่	88	175	201	376
15	หนองจิกร่วมใจ	161	290	284	574
16	ดอนตูมสามัคคี	130	276	287	563
17	ท่าแร่วัฒนา	133	199	191	390

ประชาชนขององค์การบริหารส่วนตำบลแก่งเลิงจานมีอาชีพหลากหลาย ประกอบด้วย ทำนา ทำไร่ ค้าขาย รับราชการ ธุรกิจส่วนตัว และรับจ้างทั่วไป มีโรงเรียนประถมศึกษา 5 แห่ง และโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 แห่ง โรงเรียนอาชีวศึกษา 1 แห่ง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างและศึกษาคุณค่าทางอาหาร

1. ทำการเก็บตัวอย่างเทาจากแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม นำเทมาล้างแล้วนำมาตากที่ตะแกรง การทำแห้ง นำเทาเข้าสู่ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเป็นผง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำผงที่ได้บรรจุในถุงสุญญากาศเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. นำเทาน้ำที่แห้งแล้วมาบดเป็นผง ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

(1) ปริมาณความชื้น-Moisture (AOAC, 2000)

(2) ปริมาณโปรตีน-Protein (AOAC, 2000)

(3) ปริมาณไขมัน-Fat (AOAC, 2000)

(4) ปริมาณเถ้า-Ash (AOAC, 2000)

3. ศึกษาข้อมูลของการใช้น้ำเทามาใช้ประโยชน์ในชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม โดยเข้าไปติดต่อกับผู้นำชุมชน ได้แก่ นายยกองค์การบริหารส่วนตำบลแก่งเลิงจาน และได้เข้าสัมภาษณ์คนในชุมชน เรื่องการนำเทามาใช้ประโยชน์ โดยใช้แบบสอบถาม จัดบันทึก ถ่ายภาพ รวมทั้งการนำผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการมาประชุมร่วมกับชุมชน

2. การศึกษาปริมาณผงเทาในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการแปรรูปอาหารแต่ละสูตร

อาหารที่แปรรูปจากเทา จากอาหารแปรรูปต่าง ๆ ออก 2 ประเภท คือ อาหารคาว 5 ชนิด (หมายเลข 1-5) และ ขนมขบเคี้ยวและอาหารว่าง 6 ชนิด (หมายเลข 7-12) จากตารางที่ 3-1 สูตร A คือสูตรของยุวดี และคณะ, 2548) สูตร B และ C คือสูตรดัดแปลง จากยุวดี และคณะ, 2548)

ตารางที่ 3-1 ปริมาณเท่าที่ผสมอาหารแต่ละชนิด

ชนิดอาหาร	สูตร A เทา (กรัม)	สูตร B เทา (กรัม)	สูตร C เทา (กรัม)	สูตรควบคุม เทา (กรัม)
1. น้ำพริกตาแดงสำหรับเทา (30 กรัม)	5	7	10	-
2. น้ำพริกเผาสาสำหรับเทา	5	7	10	-
3. น้ำพริกแคบหมูสำหรับเทา	3	5	7	-
4. น้ำพริกนรกสำหรับเทา	5	7	10	-
5. น้ำพริกหมูสำหรับเทา	5	7	10	-
6. ข้าวแต่นสำหรับเทา 200	14	18	22	-
7. ข้าวเหนียวสำหรับเทา 230	40	50	60	-

หมายเหตุ ชนิดและสูตรอาหารอาจมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอิงภูมิปัญญาชาวบ้านในชุมชน อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรการแปรรูปจากเทาน้ำแต่ละสูตรอาหาร

1. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารแต่ละสูตรเสริมผงเทาด้วยวิธี Central Location Test (CLT) ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) (Watts และคณะ, 1989) กับทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุมบ้านเขวา อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบที่ได้รับคะแนนสูงสุดมาวิเคราะห์คุณภาพอาหารต่อไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพอาหารแปรรูปแต่ละสูตรที่เสริมผงเทาที่ยอมรับของผู้ทดสอบสูงสุดศึกษาคุณภาพ ได้แก่

1. คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- (1) ค่าสี (L^* a^* b^*) โดยใช้ Handy Colorimeter
- (2) เนื้อสัมผัส โดยใช้ Texture analyses

2. คุณภาพทางเคมี นำอาหารแปรรูปที่เติมผงเทาอาหารที่ผ่านการพัฒนาแล้วมา

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีโดยเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) ได้แก่

- (1) ปริมาณความชื้น-Moisture (AOAC, 2000)
- (2) ปริมาณโปรตีน-Protein (AOAC, 2000)
- (3) ปริมาณไขมัน-Fat (AOAC, 2000)

(4) ปริมาณเถ้า-Ash (AOAC, 2000)

4. การศึกษาคุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาแต่ละสูตร

1. คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้วิธีของ BAM (2001a) ราและยีสต์ ใช้วิธีของ BAM (2001b) ใช้วิธีของ BAM (2002)

การเตรียมตัวอย่างอาหาร

1. เตรียมตัวอย่างอาหารด้วย Aseptic technique
2. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดโดยรอบบรรจุภัณฑ์ของตัวอย่างอาหาร
3. เปิดบรรจุภัณฑ์และใช้ช้อนที่ปราศจากเชื้อผสมตัวอย่างอาหารให้เข้ากัน ในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ให้ใช้ปากคีบจุ่มแอลกอฮอล์และลนไฟจากนั้นจับขึ้นอาหาร และใช้มีดหรือกรรไกรที่ปราศจากเชื้อตัดตัวอย่างอาหารออกเป็นชิ้นเล็กๆที่มีขนาดเท่ากัน ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ลงไปในถุงพลาสติกหรือภาชนะที่ปราศจากเชื้อ

การเจือจางตัวอย่างอาหาร

1. นำตัวอย่างอาหาร 50 กรัม ใส่ลงไปในน้ำยาเจือจาง BF 450 มิลลิลิตร ที่บรรจุอยู่ในขวด และทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว เขย่าขวดแรงๆ อย่างน้อย 25 ครั้งเพื่อให้ตัวอย่างอาหารกระจายอยู่ในน้ำยาเจือจางอย่างทั่วถึง ในขั้นแรกจะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10
2. ทำให้เจือจางโดยการปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารในข้อ 1 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวด BF 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน (ประมาณ 25 ครั้ง) จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 1:100
3. ทำให้เจือจางเป็น 1:1000, 1:10000, ด้วยวิธีการเดียวกับข้อ 2

วิธีการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ 1 มิลลิลิตรลงในจานเลี้ยงเชื้อความเจือจางละ 2 จาน (ทำการเขย่าขวดก่อนปิเปต)
2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45°C จานละ 12-15 มิลลิลิตร
3. ผสมให้ตัวอย่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากันดี โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ทวนเข็มนาฬิกา หน้าหลัง และซ้ายขวา สลับกัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว
5. นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35±1°C เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง โดยวางจานเพาะเลี้ยงในลักษณะคว่ำจาน
6. เมื่อครบกำหนดนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อมานับโคโลนีและคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ มิลลิลิตร (CFU/g or ml)

วิธีการวิเคราะห์ยีสต์และราในอาหาร

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ 1 มิลลิลิตรลงในจานเลี้ยงเชื้อความเจือจางละ 2 จาน (ทำการเขย่าขวดก่อนปิเปต)
2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ซึ่งใส่ 10% Tartaric acid 1.1 มิลลิลิตรต่ออาหาร % PDA 100 มิลลิลิตร) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45°C จานละ 12-15 มิลลิลิตร
3. ผสมให้ตัวอย่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากันดี โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ทวนเข็มนาฬิกา หน้าหลัง และซ้ายขวา สลับกัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว
5. นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25±1°C เป็นเวลา 5 วัน โดยวางจานเพาะเลี้ยงในลักษณะปกติ ห้ามเคลื่อนย้ายจนกว่าจะครบเวลา
6. เมื่อครบกำหนดนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อมานับโคโลนีและคำนวณหาจำนวนยีสต์และราในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ มิลลิลิตร (CFU/g or ml)

2. **คุณภาพทางประสาทสัมผัส** โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis, DA) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และระดับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำหนดโดยใช้สเกลเส้นตรงที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร โดยคะแนน 1-10 จากไม่ยอมรับมากที่สุดถึงยอมรับมากที่สุด ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 100 คน

5. ถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การแปรรูปอาหารที่ได้ในโครงการฯ มีประชาชนเข้าร่วมการฝึกอบรม ร่วมกันกับนักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ 100 ท่าน กิจกรรมในการอบรมหัวข้อการอบรม ครอบคลุมตามตัวชี้วัดของโครงการที่เสนอไว้ ผลผลิตของกิจกรรม สรรวจผลการประเมินความพึงพอใจ