แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)
ประกอบการเสนอของบประมาณ แผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
(เป้าหมายที่ 1 2 และ 3)

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) **ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดกินได้พื้นถิ่นในภาคใต้ฝั่งอันดามันและการประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารปลานิล(*Oreochromis niloticus*)**

(ภาษาอังกฤษ) **Diversity of Local Edible Freshwater Macroalgae in Andaman Community and Application as Feed Ingredients in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diets**

.....

ชื่อชุดโครงการวิจัย (ภาษาไทย) .....

(ภาษาอังกฤษ) .....

ชื่อแผนบูรณาการ (ภาษาไทย) การวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านความเป็นเลิศทางวิชาการ.

(ภาษาอังกฤษ) Research for Create Knowledge in Academic Excellence

<u>ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย</u>

◉ โครงการวิจัยใหม่

○ โครงการวิจัยต่อเนื่อง

ระยะเวลา ..... ปี .....เดือน ปีนี้เป็นปีที่ ..... (ระยะเวลาดำเนินการวิจัยไม่เกิน 5 ปี)

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์ที่ 5 : ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เป้าประสงค์ 2.1 การพัฒนาภาคการผลิตและบริการ

2. ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 8 : การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

เป้าประสงค์ -ไม่ต้องระบุ-

3. ยุทธศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ 3. การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ประเด็นยุทธศาสตร์ 3.3 การวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ (Frontier research)

แผนงาน -

4. ยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติรายประเด็น

ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

5. อุตสาหกรรมและคลัสเตอร์เป้าหมาย

การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)

6. ยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

ทิศทางที่ 3 การวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ

แผนวิจัยที่ 3.4 การวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านเกษตรศาสตร์

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ผู้รับผิดชอบ

คำนำหน้า	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการมีส่วนร่วม	เวลาที่ทำวิจัย (ชั่วโมง/สัปดาห์)
ผศ.ดร.	วรรณิณี จันทร์แก้ว	หัวหน้าโครงการ	50	10
ดร.	ดร.มณี ศรีชะนันท์	ผู้ร่วมวิจัย	20	7
ผศ.ดร.	มนต์สรวง ยางทอง	ผู้ร่วมวิจัย	10	4
ผศ.	สุริยะ จันทร์แก้ว	ผู้ร่วมวิจัย	10	4
ดร.	จันทนา แสงแก้ว	ผู้ร่วมวิจัย	10	4

2. สาขาการวิจัยหลัก OECD 4. เกษตรศาสตร์
สาขาการวิจัยย่อย OECD 4.4 เกษตรศาสตร์ : ประมง
ด้านการวิจัย เกษตร

3. สาขา ISCED 08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary
083 Fisheries
0831 Fisheries

4. คำสำคัญ (keyword)
คำสำคัญ (TH) วัตถุดิบอาหารสัตว์, สาหร่ายกินได้, ความหลากหลาย, ปลานิล
คำสำคัญ (EN) feed ingredient, edible algae, diversity, nile tilapia

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันมีการนำสาหร่ายน้ำจืดกินได้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะนำมาเป็นอาหารของคนและเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้มีการเจริญเติบโตดีรวมถึงส่งเสริมสุขภาพสัตว์น้ำ ได้มีการศึกษาและใช้กันเป็นเวลานาน เช่น สาหร่ายเกลียวทอง(*Spirulina*) และสาหร่ายไก(*Cladophora*) พบว่ามีประสิทธิภาพในการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายน้ำจืดกินได้ในท้องถิ่นของประเทศไทยนั้นมีรายงานมีเฉพาะสองกลุ่มคือ สาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแถบพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังไม่มีรายงานในกลุ่มของสาหร่ายสีแดง และกลุ่มสาหร่ายไฟ รวมทั้งยังไม่มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นในพื้นที่ภาคใต้ จากการศึกษาเบื้องต้นมีข้อมูลที่น่าสนใจว่า ชุมชนฝั่งอันดามัน มีการบริโภคสาหร่ายน้ำจืดเหมือนผักพื้นบ้านทั่วไป เช่นสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina*) ซึ่งเป็นชื่อเรียกเฉพาะในชุมชน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต รวมถึง ไขมัน แร่ธาตุและวิตามิน รวมไปถึงมีปริมาณรงควัตถุ นอกจากนี้ยังตรวจพบสารกลุ่มสารประกอบฟีโนลิก ฟลาโวนอยด์ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น่าสนใจ ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่ามีสาหร่ายน้ำจืดที่กินได้ในท้องถิ่นอีกหลายชนิดที่ยังไม่มีรายงานรวมไปถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆเช่นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย เป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ระบบการเลี้ยงปลานิลในกระชังที่

มีหนาแน่นสูง มีข้อดีคือความสะดวกในการจับปลา ซึ่งเป็นวิธีการเลี้ยงที่น่าสนใจ แต่อย่างไรก็ตามมักพบปัญหาการตายของปลาด้วยหลายสาเหตุ ดังเช่น ปัจจัยที่ก่อให้เกิดสภาวะความเครียดในปลาในหลายสาเหตุเช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ปลามักมีสุขภาพอ่อนแอและติดเชื้อโรคต่างๆ ได้ง่าย ซึ่งความรุนแรงของโรคจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการจัดการสุขภาพของปลา และความรุนแรงของสภาพความเครียดต่างๆ ของปลานิลที่เลี้ยง ดังนั้นการนำสาหร่ายที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเช่นโปรตีนสูง มาเป็นวัตถุดิบในอาหารในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะเป็นอีกแนวทางเพื่อส่งเสริมสุขภาพ เพิ่มการเจริญเติบโตของปลานิลให้ดีขึ้นและลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาน้ำจืด

...

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันในจังหวัดตรัง กระบี่และสตูล

2. ศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารของสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามัน ได้แก่คุณค่าโภชนาการ องค์ประกอบของพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น การปนเปื้อนโลหะหนัก ปริมาณสารสีในสาหร่าย

3. เพื่อศึกษาแนวทางลดต้นทุนสำหรับการเลี้ยงปลานิล โดยใช้สาหร่ายกินได้ที่ได้จากการเลี้ยงเป็นวัตถุดิบในอาหารปลานิลเพื่อทดแทนปลาป่น โดยศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการเพิ่มน้ำหนัก อัตราการแลกอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดตาย และการป้องกันภาวะออกซิเดชั่นของปลานิล รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณสารสีและคุณค่าทางโภชนาการของปลานิลที่ได้จากการเลี้ยง

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นผลมาจากการสำรวจเบื้องต้นแล้วพบว่า สาหร่ายก้ามกุ้ง(*Chara corallina*) ซึ่งเป็นสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นในจังหวัดกระบี่ และได้ศึกษาเบื้องต้นว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีนซึ่งมีร้อยละ 19.78$\pm$0.05 ซึ่งสูงกว่าสาหร่ายหลายชนิดเช่น สาหร่ายไส้ไก่(*Ulva intestinalis*) มีโปรตีนร้อยละ 12-15 (Reine&Trono อ้างตามระพีพร) รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น่าสนใจและสามารถเลี้ยงได้ในโรงเรือน

สำหรับพื้นที่ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายพื้นถิ่นกินได้คือพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันตอนล่างโดยทำการศึกษาใน เพียงสามจังหวัดได้แก่ กระบี่ ตรัง และสตูล ซึ่งมีขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

วิธีการศึกษา	หลักการและแนวคิด
1.รวบรวมข้อมูลความหลากหลายของสาหร่ายกินได้ในท้องถิ่น 2. เก็บรวบรวมสาหร่ายกินได้และนำมาเลี้ยงเพิ่มจำนวนในโรงเรือนเลี้ยงสาหร่าย อย่างน้อย 1 ชนิด ซึ่งปัจจุบันสามารถทดลองเลี้ยงได้แล้วคือสาหร่ายก้ามกุ้ง	- ได้ข้อมูลครั้งแรกด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายกินได้ในท้องถิ่นภาคใต้ - ได้ชนิดสาหร่ายน้ำจืดที่มีปริมาณเพียงพอ สำหรับใช้ในงานทดลอง
2.ศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารของสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น ได้แก่ คุณค่าทางอาหาร และ การวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนัก	- เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับพิจารณานำมาเป็นสาหร่ายที่นำเป็นวัตถุดิบในอาหารปลานิล
3.การศึกษาส่วนสกัดหยาบด้วยน้ำและเอทานอลของสาหร่ายกินได้เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ 1)การตรวจทางพฤกษเคมีกลุ่มต่างๆ	เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับพิจารณาการเป็นสาหร่ายที่นำเป็นวัตถุดิบในอาหารปลานิล - ได้ส่วนสกัดหยาบสำหรับการตรวจสอบฤทธิ์ทาง

2) การตรวจสอบปริมาณฟีโนลิกทั้งหมด 3) การตรวจสอบปริมาณฟลาโวนอยด์	ชีวภาพ - ทราบชนิดและปริมาณกลุ่มสารที่พบในสาหร่ายกินได้ - ทราบสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยศึกษา 3 วิธี 1) ทดสอบฤทธิ์กาจัดอนุมูล 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 2) ทดสอบฤทธิ์กาจัดอนุมูล ABTS 3) การคีเลทโลหะหนัก	-เป็นวิธีเบื้องต้นที่นิยมใช้สาหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สำหรับประเมินการต้านอนุมูลอิสระ
5.นำสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นมาเป็นวัตถุดิบอาหารของปลานิล	ได้ทราบข้อมูลว่าสาหร่ายกินได้มาเป็นวัตถุดิบในอาหารปลานิลนั้น การเจริญเติบโต อัตราการเพิ่มน้ำหนัก อัตราการแลกอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดตายของปลานิลเมื่อใช้สาหร่าย และการป้องกันภาวะออกซิเดชั่นของปลานิล ต้นทุนการเลี้ยง รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณสารสีและคุณค่าทางโภชนาการของปลานิล

...

8. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

สาหร่ายน้ำจืดกินได้พื้นถิ่นในชุมชนฝั่งอันดามัน ยังไม่มีการรายงานในเอกสารวิชาการ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีสาหร่ายที่บริโภคในชุมชนและมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับสาหร่ายน้ำจืดอื่นๆ ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสาหร่ายก้ามกุ้ง สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีมาก จึงมีความเป็นไปได้ว่าอาหารที่มีสาหร่ายช่วยทำให้ปลาสุขภาพดี ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและมีอัตรารอดตายสูง มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในอาหารของปลานิลเพื่อส่งเสริมสุขภาพให้กับปลานิลหรือสัตว์น้ำอื่นๆ จึงได้มีกรอบความคิดในการวิจัยและหลักการและแนวคิด

9. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

9.1 สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่กินได้ในประเทศไทย

สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่กินได้ มีการศึกษาไม่มากนัก ซึ่งมักรายงานในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ซึ่ง ลภัสรดา(2549)ได้รายงานสาหร่ายกินได้ในลำน้ำน่าน มี 2 Division ได้แก่

(1) Division Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียว ประกอบด้วยสาหร่ายไก พบว่ามี 6 ชนิด ได้แก่ *Cladophora glomerata* Kützing (สาหร่ายไกไหม), *Cladophora* sp., *Cladophora glomerata*, *Microspora floccosa* Thuret **(**สาหร่ายไกค่าว) , *Microspora pachyderma* Lagerheim, *Microspora* sp. 1, *Microspora* sp.2

(2) Division Cyanophyta หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ สาหร่ายลอนหรือไข่หินหรืออองลอน ได้แก่ *Nostochopsis hansgrig* Schmidle และ *Nostochopsis lobatus* Wood em Geitler

ทั้งนี้สาหร่ายกินได้ในลำน้ำน่านทั้งหมด พบบางฤดูกาลเท่านั้นคือฤดูหนาวจนถึงฤดูร้อนในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำใส ไหลช้า อุณหภูมิของน้ำประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส

อาภารัตน์(2550) รายงานว่าสาหร่ายเห็บลาบ(*Nostoc commune*) ซึ่งพบในจังหวัดมหาสารคาม และศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารซึ่งพบว่าเป็นสาหร่ายที่มีศักยภาพสูงในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

สรฉัตร(2554) ได้ทำการเก็บตัวอย่างจาก 31 จุดในแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศไทยพบสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่กินได้ 23 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ใน 3 อันดับ ได้แก่ Nostocales ใน Division Cyanophytaได้แก่ สาหร่ายเห็ดลาบ, สาหร่ายลอน เป็นชนิดเด่น อันดับ Zygnematales ได้แก่ สาหร่ายเตา(*Spirogyra*) 11 ชนิด และ Cladophorales ได้แก่ สาหร่ายไก 2 สกุล ได้แก่ *Cladophora* 2 ชนิดและ *Rhizoclonium* พบ 8 ชนิด ใน Division Chlorophyta

9.2 สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ทีกินได้ในต่างประเทศ

ในต่างประเทศสำหรับในต่างประเทศที่มีการนำสาหร่ายน้ำจืดจากธรรมชาติที่มีการบริโภคเป็นอาหารหลายชนิด ได้แก่ กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Nostoc commune* บริโภคกันในประเทศโบลิเวีย จีน เอคาดอร์ ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย มองโกเลียและเม็กซิโก, *N. ellipsosporum* บริโภคกันในประเทศโบลิเวีย และเอคาดอร์, *Nostoc edule* บริโภคกันในประเทศจีน, *Nostoc pruniforme* บริโภคกันในประเทศเปรู, *Phormidium tenue* การบริโภคสาหร่ายในประเทศเม็กซิโก,

สำหรับสาหร่ายสีเขียวน้ำจืด*มี*การบริโภคสาหร่ายเตา(*Spirogyra* sp.) ในประเทศเมียนมาร์และอินเดีย, *Oedogonium* spp. การบริโภคในประเทศอินเดีย(Lembi and Waland (1988) อ้างตาม ลภัสรดา(2549)

9.3 สาหร่ายกินได้ในพื้นที่ภาคใต้

ในพื้นที่ภาคใต้มีการบริโภคสาหร่ายกันไม่แพร่หลายมากนัก ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นสาหร่ายทะเล สาหร่ายสีแดงในทะเลที่สำคัญได้แก่ สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) และสาหร่ายกลุ่มสีเขียวทะเลเช่น สาหร่ายพวงองุ่น(*Caulerpa lentillifera*) และ สาหร่ายขนนก(*Caulerpa racemosa* var. *corynephora*)

สำหรับสาหร่ายน้ำจืดกินได้ ที่ได้สำรวจเบื้องต้นการศึกษาเบื้องต้น(2559) พบว่า การใช้สาหร่ายน้ำจืดในพื้นที่จังหวัดกระบี่ ได้แก่กลุ่มสาหร่ายไฟ ซึ่งในท้องถิ่นจะมีการบริโภคเป็นเหมือนผักสด และเลี้ยงไว้รับประทานภายในครัวเรือน และมีการขายกันในตลาดท้องถิ่น (ภาพที่ 1)

9.4 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายน้ำจืดกินได้

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายกินได้ ดังนี้

รัตนาภรณ์ และคณะ(2555) ได้ทำการศึกษาพฤกษเคมีและผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* sp.) จากจังหวัดแพร่ พบว่าสารสกัดหยาบของสาหร่ายเตาด้วยน้ำร้อนและเมทานอลให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ของสารสกัดหยาบมีค่าสูง โดยพบสารประกอบกลุ่มเทนนินและคาร์ติแอคไกลโคไซด์ แต่ไม่พบสารประกอบกลุ่มอัลคาลอยด์ คูมาริน และฟลาโวนอยด์ รวมทั้งพบสารกลุ่มซาโปนินในสารสกัดด้วยน้ำร้อนเท่านั้น Peerapornpisal *et al*.,(2009) รายงานวิจัยในสาหร่ายสีเขียวน้ำจืด สารประกอบฟีโนลิกของสาหร่ายเตา (*Spirogyra neglecta*)ในสกัดน้ำมีมากกว่าสาหร่ายไก(*Cladophora glomerata*) และสาหร่ายลอน (*Nostochopsis lobatus*) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Lipid peroxidation อนุมูล hydroxyl radical

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในประเทศไทยพบว่า มีการศึกษาจากสาหร่ายเพียงในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่นการศึกษาของ ธนิษฐา (2550) มีรายงานความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสาหร่ายน้ำจืด 3 ชนิดคือ สาหร่ายไก(*Cladophora glomerata* Kützing) สาหร่ายลอน (*Nostochopsis lobatus* Wood em Guitler) และสาหร่าย *Spirogyra* นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำและเอทานอลแล้วนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^{+\bullet}$radical พบว่าสาหร่ายที่มีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันมากที่สุดคือสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่าย *Spirogyra* sp. โดยมีความเข้มข้นที่ยับยั้งได้ 50% (IC_{50}) เท่ากับ 0.52 mg/ml รองลงมาคือ สารสกัดด้วยเอทานอลของสาหร่าย *Spirogyra* sp. สารสกัดด้วยน้ำของสาหร่ายไก สารสกัดด้วยเอทานอลของสาหร่ายลอน สารสกัดด้วยน้ำของสาหร่ายลอน และสารสกัดด้วยเอทานอลของสาหร่ายไก ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.06, 2.93, 5.36, 25.79 และ 31.62 mg/ml

นอกจากนี้รายงานว่าสารสกัดจากสาหร่ายเตามีฤทธิ์ในการลดความรุนแรงของภาวะน้ำตาลและไขมันในเลือดสูงของหนูเบาหวานชนิดที่ 2 โดยกลไกที่เกี่ยวข้องส่วนหนึ่งนั้นน่าจะเกี่ยวกับการบรรเทาความผิดปกติของการส่งสัญญาณอินซูลิน และการขนส่งกลูโคสในกล้ามเนื้อลาย ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของความไวในการตอบสนองอินซูลิน ซึ่งสรุปได้ว่า ศักยภาพของสารสกัดสาหร่ายเตาน่าจะนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในการช่วยควบคุมโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ (ณัฐินี, 2555)

9.5 อนุมูลอิสระ (free redical)

อนุมูลอิสระคือ สารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electrons) ในอะตอมหรือโมเลกุล พบได้ทุกแห่งทั้งในสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิตและในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์หรือจากกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) โดยมีการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของออกซิเจนทำให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลออกซิเจนไม่สมดุลกลายเป็นอนุมูลอิสระและว่องไวในการเข้าทำปฏิกิริยามาก และสามารถดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาแทนที่ขาดหายไปเพื่อให้ตัวเองเกิดความสมดุลหรือเสถียร ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ และเกิดขึ้นในเซลล์ตลอดเวลา

นอกจากนี้อนุมูลอิสระจะเกิดจากภายในสิ่งมีชีวิตแล้วยังสามารถเกิดจากภายนอกได้อีกด้วย ได้แก่ การได้รับเชื้อโรค เช่น การติดเชื้อโรคไวรัสหรือเชื้อแบคทีเรีย โรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน เช่น ข้ออักเสบ รูมาตอยด์ เป็นต้น จากรังสี เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ จากมลภาวะ เช่น ควันบุหรี่ แก๊สจากท่อไอเสีย เช่น ไนโตรเจนไดออกไซด์ เขม่าจากเครื่องยนต์ ฝุ่นจากกระบวนการการประกอบอาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูงการ

นำน้ำมันที่ทอดอาหารที่มีอุณหภูมิสูงๆ
นำกลับมาใช้อีก (บุหรัน, 2556)

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants)

บุหรัน (2556) รายงานว่า สารต้านอนุมูลอิสระถือว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการออกซิไดซ์อนุมูลอิสระ หรือสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นแอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygenquenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ได้แก่ carotenoids และ ubiquinones เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันอนุมูลอิสระออกซิเจนทั้งภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ ในภาวะปกติร่างกายของจะมีการป้องกันการสะสมสารอนุมูลอิสระขึ้นมาควบคุมปริมาณสารอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะที่สมดุล และอีกส่วนได้จากสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายรับประทานเข้าไปจำพวกวิตามิน เบต้า-แคโรทีน และ แคโรทีนอยด์รวมทั้งสารประกอบโพลีฟีนอล(บุหรัน, 2556)

สารพฤกษเคมีเบื้องต้น

พืชและพืชสมุนไพรเป็นแหล่งสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญที่สุด ตัวอย่างของสารพฤกษเคมีที่สำคัญ ได้แก่ แอนโทรควิโนนไกลโคไซด์ มีฤทธิ์เป็นยาระบาย ส่วนสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ต้านตับอักเสบและเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย อัลคาลอยด์ มีฤทธิ์ต้านอักเสบมะเร็ง เป็นต้น

9.6 ภาวะเครียดออกซิเดชัน

อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึมจากการใช้ออกซิเจนหรือเกิดจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ความเครียด และสารเคมีบางชนิด อนุมูลอิสระก่อให้เกิดการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อมีผลต่อความเสื่อมของเซลล์ ทำให้เกิดโรคต่างๆ ในภาวะที่มีอนุมูลอิสระมากไม่สมดุลกับสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการสร้างสารอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นหรือการลดลงของสารและเอนไซม์ที่ต้านอนุมูลอิสระลดลงในร่างกาย เช่น superoxide dismutase(SOD), catalase(CAT) และ glutathione(GSH) ภาวะเครียดออกซิเดชั่นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของไขมัน โปรตีนต่างๆ ทำให้ร่างกายเป็นโรคได้ง่ายและโตช้า (โอภาและคณะ, 2550 อ้างตาม ธีรวัฒน์, 2555)

การวัดความเสียหายที่เกิดจากลิปิดออกซิเดชัน

ลิปิดเปอร์ออกซิเดชันและภาวะออกซิเดชันมีบทบาทสำคัญในการเกิดและพัฒนาของโรค จึงมีการใช้ปริมาณลิปิดออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเป็นดัชนีบอกถึงภาวะถูกออกซิไดซ์ที่มากเกินสมดุล ซึ่งมีวิธีการวัดหาค่าลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ทำให้รวดเร็วและไม่ซับซ้อน (โอภาและคณะ, 2550) ดังนี้

มาลอนไดอัลดีไฮด์ Malondialdehyde (MDA) เป็นวิธีการที่หาผลผลิตที่เกิดจากการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน ระดับ MDA เป็นดัชนีที่ใช้อย่างกว้างขวางเพราะการหาปริมาณเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน การหา MDA ที่

เกิดขึ้น ทำให้โดยการเติม ไทโอบาร์บิทูริก ในสภาวะกรด MDA จะทำปฏิกิริยากับกับไทโดบาร์ทูริกที่ได้เป็นสารสี เรียกว่า TBARS (thiobarbituric acid reactive substance)

กลูตาไทโอน (GSH) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายสามารถผลิตได้เอง มีหน้าที่ช่วยสร้างและกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดเพื่อให้ร่างกายต่อต้านสิ่งแปลกปลอมและกำจัดพิษออกจากร่างกาย รวมถึงเชื้อแบคทีเรียและไวรัส ช่วยให้วิตามินซีและวิตามินอี ทำงานได้เต็มที่ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกาย นอกจากนี้ยังช่วยสร้างและซ่อมแซม DNA และสร้างโปรตีน สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพและบ่งบอกระดับการกำจัดอนุมูลอิสระในสิ่งมีชีวิต (โอภา และคณะ, 2550)

9.7 การนำสาหร่ายน้ำจืดกินได้มาเป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์น้ำ

ที่ผ่านมามีนักวิจัยหลายท่านได้นำสาหร่ายน้ำจืดมาใช้ในการเลี้ยงปลาน้ำจืด ดังเช่นการวิจัยในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น สาหร่ายเตา(*Spirogyra*) โดย ธีระวัฒน์ และคณะ (2555) โดยได้ทำศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลการเสริมสาหร่ายเตาต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในกระชัง โดยทำการเก็บตัวอย่างสาหร่าย 3 ครั้ง ในช่วงฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว แล้วนำมาสกัดแบบหยาบเป็นสารสกัดน้ำ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดน้ำของสาหร่ายเตาจากฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50% (IC_{50}) ในแบบจำลองการขจัดอนุมูล ABTS โดยมีค่าเท่ากับ 0.117, 0.073 และ 0.053 มก./มล.ตามลำดับ และนำสาหร่ายเตามาผสมในอาหารเม็ดในระดับ 0, 2.5, 5.0 และ 10.0 % แก่ลูกปลาผลการทดลองพบว่า สาหร่ายเตา มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารเสริมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในสาหร่ายไก (*Cladophora* spp.) ซึ่งดวงพรและคณะ (2558) ซึ่งได้ศึกษาประเมินความสามารถของสาหร่ายไกในการต้านอนุมูลอิสระและตรวจหาสารสำคัญในการออกฤทธิ์ชีวภาพ รวมทั้งนำมาเลี้ยงปลาหนังลูกผสม และนำสาหร่ายมาผสมในอาหารเม็ดในระดับ 0, 2.5, 5.0 และ 10.0 % แก่ลูกปลา ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายไก มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารเสริมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกับสาหร่ายเตา และสุนีรัตน์และศักดิ์ชัย(มปป.) ได้ศึกษาโดยนำสาหร่ายไกCladophora glomerata แห้งผสมในอาหารปลาต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล พบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายทุกระดับมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายทุกระดับมีค่าสูงและมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม โดยเอปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่ายร้อยละ 7.5 มีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสดสูงสุด

สำหรับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายที่นิยมนำมาเสริมในอาหารมากที่สุด คือ สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina*) นำมาเสริมในอาหารปลาบึก ปลาเผาะและปลาสวายได้ (Megnguphan และ Saengkarchag (2008); สุนีย์รัตน์(2553) นำมาเป็นเสริมอาหารปลานิลแดง โดยใช้ *Spirulina platensis* ซึ่งผลการศึกษาที่ได้พบว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีขึ้น รวมถึงจงกล และคณะ (2550) ได้ศึกษาการอนุบาลลูกปลานิลแดง(*Oreochromis* sp.)ด้วยสาหร่ายเกลียวทองสด ต่อการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการและคาร์โรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง ผลการศึกษาพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทีมีส่วนผสมของสาหร่ายเกลียวทองสดร้อยละ 55 มีอัตราการรอดตายและประสิทธิภพการใช้โปรตีนดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสดทำให้คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณของของคาร์โรทีนอยด์รวมในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายเกลียวทองสดที่ผสมในอาหาร และธัชศึกและคณะ(2554) ได้ศึกษาผลของสาหร่ายเกลียวทองและสาหร่ายไกต่อการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและการปรับปรุงสีของปลาทองผลการศึกษาสรุปได้ว่าสาหร่ายทั้งสองชนิดให้ผลไม่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตแต่สามารถช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและปรับปรุงสีทำให้สีบนตัวปลาทองมีสีแดงและสีเหลืองเพิ่มสูงขึ้น

10. ระดับความพร้อมเทคโนโลยี (เฉพาะเป้าหมายที่ 1)

10.1 ระดับความพร้อมเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน (เลือกความสอดคล้องสูงสุดเพียงหัวข้อเดียวเท่านั้น)

- (●) Basic Research
  - (●) Basic principles observed and reported
  - ( ) Concept and/or application formulated
  - ( ) Concept demonstrated analytically or experimentally
- ( ) Prototype Development
  - ( ) Key elements demonstrated in laboratory environments
  - ( ) Key elements demonstrated in relevant environments
  - ( ) Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments
- ( ) Pre-commercial Demonstration/Product Development and Commercialisation
  - ( ) Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment
  - ( ) Actual deliverable qualified through test and demonstration
  - ( ) Operational use of deliverable

10.2 ระดับความพร้อมเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นถ้างานประสบความสำเร็จ (เลือกความสอดคล้องสูงสุดเพียงหัวข้อเดียวเท่านั้น)

- (●) Basic Research
  - (●) Basic principles observed and reported
  - ( ) Concept and/or application formulated
  - ( ) Concept demonstrated analytically or experimentally
- ( ) Prototype Development
  - ( ) Key elements demonstrated in laboratory environments
  - ( ) Key elements demonstrated in relevant environments
  - ( ) Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments

- Pre-commercial Demonstration/Product Development and Commercialisation
  - Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment
  - Actual deliverable qualified through test and demonstration
  - Operational use of deliverable

11. ศักยภาพทางการตลาดของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่จะพัฒนา (เฉพาะเป้าหมายที่ 1 หากระบุเป็นตัวเลขได้ โปรดระบุ)

11.1) ขนาดและแนวโน้มของตลาด/โอกาสทางการตลาด

.....

.....

.....

11.2) ความสามารถในการแข่งขัน (คู่แข่ง/ต้นทุน)

.....

.....

.....

12. วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันตอนล่างโดยทำการศึกษาใน เพียงสามจังหวัดได้แก่ กระบี่ ตรัง และสตูล

13.1 ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืดกินได้พื้นถิ่น

ทำการสำรวจหาสาหร่ายกินได้ในพื้นที่ตลาดท้องถิ่น และจากการพูดคุยกับชุมชน แล้วดำเนินการสำรวจเพื่อหาความหลากหลาย รวมทั้งเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพโดย และประเมินความมากน้อยของสาหร่ายขนาดใหญ่โดยปรับปรุงจาก Enterwisle (1989) โดยจัดระดับความมากน้อยดังตารางด้านล่าง หากตรวจพบสาหร่ายชนิดนั้น แทนด้วยเครื่องหมาย +

+	แทนปริมาณสาหร่ายที่พบน้อยมาก
++	แทนปริมาณสาหร่ายที่พบบ้างแต่ไม่มาก
+++	แทนปริมาณสาหร่ายที่พบทั่วไป
++++	แทนปริมาณสาหร่ายที่พบมากที่สุด

การศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ โดยใช้ถังส่องใต้น้ำ(under water viewer tank) เพื่อลดการรบกวนจากกระแสน้ำ สำหรับการเก็บสาหร่ายขนาดใหญ่โดยวิธีการแซะหรือตัดทัลลัสออกจากวัสดุยึดเกาะหรือใช้ปากคีบค่อย ๆ ดึงสาหร่ายออกมาจากที่ยึดเกาะใส่ในกระป๋องหรือขวดพลาสติก ตัวอย่างที่ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

1) นำไปศึกษาเพื่อแยกชนิดโดยไม่ผ่านกระบวนการเก็บรักษา
2) รักษาสภาพโดยเก็บรักษาโดยใช้ glutaraldehyde เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์เพื่อนำมาแยกชนิด
3) ทำการอัดแห้ง หรือ herbarium เพื่อใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการเปรียบเทียบตัวอย่างต่อไป

หนังสือและเอกสารที่ใช้ในการวินิจฉัยชนิดสาหร่ายได้แก่ ยุวดี(2556) Presscott(1978) Kumano (2002) และ Necchi and Vis (2012) และ John *et al.,*(2002) การแยกชนิดนั้นมีการบันทึกข้อมูลด้วยภาพถ่ายและส่งตัวอย่างเพื่อยืนยันชนิดกับผู้เชี่ยวชาญ

นอกจากนี้ก็ศึกษานิเวศวิทยาของสาหร่ายน้ำจืด ดังนี้

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหลากหลายของสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น ดังนี้

(1) คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการวิเคราะห์	หมายเหตุ
อุณหภูมิน้ำ	องศาเซลเซียส	Thermometer	ตรวจวัดในภาคสนาม
ความลึกที่แสงส่องถึงพื้นท้องน้ำ	เซนติเมตร	Secchi disc	
ความลึกของแหล่งน้ำ	เซนติเมตร	ลูกดิ่ง	
ความเร็วกระแสน้ำ	เมตร/วินาที	Flow meter	
ความเป็นกรด-ด่าง		pH meter	
ความขุ่น	NTU	Turbidity meter	

ความกระด้างทั้งหมด	มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนต	Titration	
ความเป็นด่าง	มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนต	Titration	
ไนเตรท ไนโตรเจน	มิลลิกรัมต่อลิตร	Cadmium reduction	
ออร์โธฟอสเฟต	มิลลิกรัมต่อลิตร	Stannous Chloride	

(2) ศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณที่พบสาหร่าย ประกอบด้วย ลักษณะที่อยู่ ได้แก่ วัสดุยึดเกาะ ความลึกของน้ำ ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สิ่งมีชีวิตที่อิงอาศัย ได้แก่ สาหร่าย สัตว์หน้าดิน และ ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมทั่วไปของสภาพแวดล้อม

13.2 การศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารของสาหร่าย แบ่งได้ 4 ประเด็น ดังนี้

(1) การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

หลังจากทำการเก็บตัวอย่างสาหร่ายเพื่อศึกษาความหลากหลายแล้ว นำสาหร่ายชนิดที่พบปริมาณมาก มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางอาหาร ตามวิธีมาตรฐาน AOAC 1990 ดังนี้

Parameters	Method
Proximate composition	
Protein	$CuSO_4/TiO_2$ Mixed Catalyst Kjeldahl Method
Fat	Simple Extraction Method
Carbohydrate	Calculation Method
Ash	Direct Method
Fiber	Method by Uric acid and Potassium Hydroxide
Moisture	Drying at 105 $^{\circ}$ C
Vitamins	
Vitamin A	High Performance Liquid Chromatographic Method

Vitamin B1	Fluorometric method
Vitamin B2	Fluorometric method
Vitamin C	High Performance Liquid Chromatographic Method
Vitamin E	High Performance Liquid Chromatographic Method
Folic acid	AOAC 2000 method
Minerals	
Calcium	NMKL AOAC method
Sodium	NMKL AOAC method
Iron	NMKL AOAC method
Potassium	NMKL AOAC method
Magnesium	NMKL AOAC method
Phosphorus	Spectrophotometer Method
Zinc	NMKL AOAC method
Cupper	NMKL AOAC method
Selinium	NMKL AOAC method
Fatty acid composition	AOAC 2000 method
Total amino acid	AOAC 2000 method

(2) การวิเคราะห์การปนเปื้อนจากโลหะหนัก

ทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนักในสาหร่ายน้ำจืด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สารหนู ปรอท และตะกั่ว

13.3 การศึกษาปริมาณรงควัตถุหรือสารสีในสาหร่าย

(1) การหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

โดยใช้วิธีดัดแปลงมาจาก KMUTT(2001) นำสาหร่าย 0.01กรัม เติม 90% เมทานอลปริมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปทำให้เซลล์แตกด้วยเครื่องทำให้เซลล์แตกด้วยเครื่องทำให้เซลล์แตกความถี่สูง(sonicator) วัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 630,645,665 และ 750 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ จากสูตรคลอโรฟิลล์ เอ

$$\text{Chlorohyll } a \text{ (mg/g cell dry weight)} = \frac{[16.5(A_{665}-A_{750})]-[0.31(A_{645}-A_{750})]-[0.14(A_{630}-A_{750})]\times 10}{\text{mg/g cell dry weight}}$$

(2) การหาปริมาณแคโรทีนอยด์

ใช้วิธีของ KMUTT (2001) เตรียมสาหร่าย 0.025 กรัม เติม 95% Ethanol ปริมาณ 10 มิลลิลิตร และเติมโฟแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 60 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปทำให้เซลล์แตก ด้วยเครื่องทำให้เซลล์แตกด้วยเครื่องทำให้เซลล์แตกความถี่สูงนาน 5 นาที

$$\text{Carotenoid (mg/ g cell dry weight)} = \frac{(A_{450} \times \text{ปริมาตรของอย่างของตัวอย่าง} \times 1{,}000)}{(260 \times \text{g cell dry weight})}$$

13.4 การศึกษาองค์ประกอบของพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

13.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic content)

ใช้วิธีดัดแปลงวิธีการมาจาก Lopez *et al*., (2011) โดยการใช้สาร Follin-Ciocalteu ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อสารฟีนอลิกตัวใดตัวหนึ่ง แต่สามารถทำปฏิกิริยากับสารฟีนอลิกทุกกลุ่มที่สามารถพบได้จากสารสกัดที่ใช้ในการทดสอบ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร คำนวณปริมาณฟีนอลิกรวม โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid

13.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

ใช้วิธีดัดแปลงวิธีของ Re *et al*.,(1999) ซึ่งคำนวณปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของ Quercetin ต่อสารสกัด 1 กรัม (mg QE/1g สารสกัด)

13.4.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ ดังนี้

(1) ตัวอย่างสาหร่าย

นำสาหร่ายน้ำจืดซึ่งจากการศึกษาความหลากหลายพบว่าเป็นชนิดที่พบมากที่สุด (dominant species) อย่างน้อย 2 ชนิด นำมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำมาผึ่งลมให้หมาดพอสมควร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกว่าสาหร่ายจะแห้งสนิท

(2) การเตรียมส่วนสกัดสาหร่าย

นำสาหร่ายแห้งที่บดละเอียดแล้วอย่างน้อย 1 กรัม (ประยุกต์วิธีของ Chew *et al*, 2008) มาสกัดด้วยตัวทำละลายที่ปลอดภัยคือเอทานอลและน้ำ สำหรับน้ำใช้การต้มกับน้ำร้อนปริมาณ 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส กรองด้วยผ้ากรองขนาดตา 70 ไมโครเมตร นำส่วนที่เป็นน้ำมาระเหยน้ำออกโดยเครื่อง Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 60 °C จากนั้นทำให้แห้งโดยใช้เครื่อง Freeze dryer ได้เป็นส่วนสกัดน้ำของสาหร่ายน้ำจืด คำนวณหำ % yield จากสูตร

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{น้ำหนักสำรสกัดที่ได้ x 100}}{\text{น้ำหนักสาหร่ายแห้งที่ใช้ในการสกัด}}$$

(3) การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย 3 วิธี ดังนี้

ก. วิธี 2,2,-diphenyl-1picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity

เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติม 1 Tris-HCl buffer เติม 5 mM DPPH ในเมทานอล ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาทีและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nmและคำนวณ เปอร์เซ็นต์inhibition ดังสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [(A_{control} - A_{\text{test sample}})/ A_{control})] \times 100$$

ข. การศึกษาความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ วิธี Scavenging activity of ABTS radical เป็นวิธีการวัดความสามารถในการฟอกสีอนุมูลอิสระ เอบีทีเอส ($ABTS^{\pm\bullet}$, 2,2′-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid) radical) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ ตามวิธีของ Re และคณะ (1999) โดยการชั่งสารเอบีทีเอส 0.0192 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 5 ml จะได้สารละลายเอบีทีเอส ที่มีความเข้มข้น 7 mM ชั่งสาร potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) 0.3784 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 10 ml จะได้สารละลาย potassium persulfate ที่มีความเข้มข้น 140 mM ผสมสารละลาย เอบีทีเอส ปริมาตร 2 ml กับ potassium persulfate ปริมาตร 35.5 µl ในขวดสีชาตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาใช้งาน จะได้ Stock ABTS radical cation ที่มีสีน้ำเงินอมเขียว ก่อนนำมาทำการทดลองจะต้องเจือจาง Stock ABTS radical cation ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.70±0.05 (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนการใช้งาน) เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.1

ml ในหลอดทดลองและใช้น้ำกลั่นเป็น ชุดควบคุม ผสมกับสารละลายเอบีทีเอส ปริมาตร 0.9 ml ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 นาที เมื่ออนุมูลอิสระได้รับ Hydrogen atom จากสารสกัดสาหร่ายที่ใช้ในการทดสอบ จะทำให้สี $ABTS^{\pm\bullet}$ จางลง สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 734 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละการยับยั้ง ตามสมการดังนี้

$$\% \text{ inhibition} = \frac{(A_{734control} - A_{734sample}) \times 100}{A_{734control}}$$

เมื่อ $A_{734control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม (ABTS ที่เจือจางแล้ว)

$A_{734sample}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด + ABTS)

(ค) การศึกษาความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ วิธี Metal chelating activity การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะ $Fe^{2\pm}$ ตามวิธีของ Dinis และคณะ (1994) โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดที่เข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.80 ml ในหลอดทดลองและใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออนเป็นชุดควบคุม เติม 5 mM Ferrozine ปริมาตร 0.02 ml และ 2 mM Ferrous chloride ($FeCl_2$) ปริมาตร 0.01 ml เขย่าอย่างรวดเร็ว บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที เมื่อเติม Ferrozine ลงไป จะไปจับกับ $Fe^{2\pm}$ แล้วจะให้สีม่วง และถ้าสารสกัดสาหร่ายมีความสามารถในการแย่งจับโลหะ $Fe^{2\pm}$ จะทำให้สีม่วงจางลง สามารถวัดค่าดูดกลืนแสงได้สูงสุด ที่ความยาวคลื่น 562 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละการแย่งจับโลหะ $Fe^{2\pm}$ ตามสมการดังนี้

$$\% \text{ chelating ability} = \frac{(A_{562control} - A_{562sample}) \times 100}{A_{562control}}$$

เมื่อ $A_{562control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม (DI + Ferrozine + $FeCl_2$)

$A_{562sample}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด + Ferrozine + $FeCl_2$)

13.5 การศึกษาแนวทางลดต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลด้วยสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น

ทำการเลี้ยงปลานิลที่เสริมสาหร่ายกินได้แห้งในอาหารเม็ด ซึ่งวัตถุดิบอาหารปลาประกอบด้วยปลาป่น (15%) กากถั่วเหลือง (37%) ปลายข้าว (26%) รำข้าว (20%) น้ำมันพืช (1%) วิตามินรวม (1%) โดยให้มีปริมาณโปรตีนเท่ากันที่ 30% อัตราอาหารที่ให้ตลอดการทดลอง 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 ครั้ง ทำการทดลองเลี้ยงปลานิล อายุ 1 เดือน ก่อนเลี้ยงทำการพักปลาก่อนให้อาหารสำเร็จรูปปลากินพืชเป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพปลา ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 4 เดือน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ เนื่องจากการทดลองครั้งนี้**เป็นการศึกษาครั้งแรก** และปลานิลเป็นปลากินพืชจึงได้เพิ่มส่วนผสมสาหร่าย ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารที่มีสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นเป็นส่วนผสม 0 %

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารที่มีสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นเป็นส่วนผสม 5 %

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารที่มีสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นเป็นส่วนผสม 10 %

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารที่มีสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นเป็นส่วนผสม 15 %

ชุดการทดลองที่ 5 อาหารที่มีสาหร่ายกินได้พื้นถิ่นเป็นส่วนผสม 20 %

ทำการสุ่มตัวอย่างปลาทุกเดือนเพื่อประเมินการเจริญเติบจำนวน 10 ตัว/หน่วยทดลอง รวม 30 ตัว/หน่วยการทดลอง นำมาวิเคราะห์หาน้ำหนักตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ โดยการคำนวณ การเติบโต ดังนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักที่เริ่มต้น
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน = (น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักที่เริ่มต้น)/ระยะเวลาเลี้ยง
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น / จำนวนวัน
อัตราการแลกอาหารเป็นเนื้อ (FCR) = น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น

13.5.1 ศึกษาผลของสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น**ต่อการป้องกันภาวะออกซิเดชันในปลานิล**

ทำการประเมินภาวะเครียดออกซิเดชั่นในปลานิลในช่วงการเลี้ยงเดือนที่ 2-4 โดย สุ่มโดยสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดและเก็บตัวอย่างอวัยวะ ได้แก่ ตับ และไต เพื่อวัด lipid peroxidesหรือวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondehyde ; MDA) และ ปริมาณกลูตาไธโอน (Glutathione: GSH) ที่บ่งบอกภาวะ oxidative stress โดยวิธี enzymatic assay โดยใช้ commercial kit ดังนี้

(1) การวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ เพื่อหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา Lipid peroxidation ด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป TBARS Assay Kit จาก Cayman Chemica โดยดัดแปลงวิธีการของดวงพรและคณะ(2558) ดังนี้ โดยนำเนื้อเยื่อตับของปลานิล 40 มก. ใส่ในสารละลายบัฟเฟอร์และบดด้วยเครื่อง homogenizer ที่1,600 g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสด้านบน (supernatant) ผสมกับ sodium dodecyl sulfate (SDS) อย่างละ 100 ไมโครลิตร แล้วเติม color reagent 4 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 60 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,600 g อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 10 นาที ตั้งสารละลายทิ้งไว้ 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง ดูดส่วนใสด้านบน 150 ไมโครลิตรลงใน 96 well plate แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader เทียบหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน แล้วนำค่าที่ได้เทียบกับปริมาณโปรตีนซึ่งหาได้จากวิธี Lowry assay

(2) การวัดปริมาณกลูตาไธโอน เพื่อหาสารต้านอนุมูลอิสระด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป Glutathione Assay Kit ของ Cayman Chemicalโดยดัดแปลงวิธีการของดวงพรและคณะ(2558) ดังนี้ โดยเก็บตัวอย่างเลือดปลาใส่ในหลอดที่มี EDTA นำ เลือดที่ได้ปั่นที่ความเร็ว 1,300 g ที่อุณหภูมิ 4° C นาน 10 นาที แล้วนำส่วน erythrocyte ของเซลล์เม็ดเลือดแดง มาตกตะกอนโปรตีนแล้วนำส่วนใสด้านบน 50ไมโครลิตร ผสมกับชุดน้ำยาสำเร็จรูป (cocktail) 150 ไมโครลิตร โดยชุดน้ำยาประกอบด้วย buffer, co-factor mixture, enzyme mixture, DTNB (dithiobis (2-nitrobenzoic acid) และน้ำ แล้วนำสารละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร คำนวณค่า total glutathione, oxidized glutathione และ reduced glutathione เทียบหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน แล้วนำค่าที่ได้เทียบกับปริมาณโปรตีน

13.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) วิเคราะห์ความหลากหลาย การแพร่กระจาย

(ก) ข้อมูลชนิด ปริมาณสาหร่ายกินได้พื้นถิ่น นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณา เช่น ค่าเฉลี่ย ร้อยละ รวมทั้งวิเคราะห์ ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความถี่ที่พบสาหร่าย = จำนวนครั้งที่พบสาหร่ายชนิดนั้นปรากฏ x 100 / จำนวนครั้งทั้งหมด

(2) ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ และ เคมี นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา เช่น ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์หรือ correlation ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

(3) ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และการปนเปื้อนจากโลหะหนักของสาหร่ายแต่ละชนิด นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา เช่น ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

(4) นำข้อมูลด้านการทดสอบกิจกรรมด้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตรา การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างหน่วยทดลองด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

(5) การศึกษาต้นทุนการผลผลิต คำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลานิล (unit feeding cost) โดยสมการ

ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต = [(น้ำหนักอาหารที่ปลานิลกิน x ราคาอาหาร (บาท)] / น้ำหนักปลานิลทั้งหมด

13. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

จงกล พรมยะ, เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ และขจรเกียรติ์ แซ่ตัน. 2550. ผลของสาหร่ายสไปรูลิน่าสด ต่อการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ คาร์โรทีนอยด์ของปลานิลแดง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 1(1): 30-41.

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 1(1): 59-70.

จันทนา ไพรบูรณ์ และอนงค์ จีรภัทร์. มปป. ปริมาณฟีโนลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยตัวทำละลายจากสาหร่ายทะเล.สืบค้นจากhttp://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2558/KC5204022.pdf

ธีระวัฒน์ รัตนพจน์, เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, ชุติมา ศรีมะเริง, รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์ และ ดวงพร อมรเลิศพิศาล. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลการเสริมสาหร่ายเตาต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในกระชัง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 6(2): 23-34.

ณัฐินี จิตรประเวศน์. 2555. ผลของสารสกัดสาหร่ายเตาต่อภาวะดื้ออินซูลินในกล้ามเนื้อของหนูขาวเบาหวานชนิดที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดวงพร อมรเลิศพิศาล, เมธัส เงินจันทร์, เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน และรัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์. 2558. สาระสำคัญและการป้องกันภาวะออกซิเดชันของสาหร่ายไกในปลาหนังลูกผสม.วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 38(4) : 393-405.

ธีระวัฒน์ รัตนพจน์, เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, ชุติมา ศรีเริง, รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์ และดวงพร อมรเลิศ พิศาล. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลการเสริมสาหร่ายเตาต่อการเติบโตของปลานิลใน กระชัง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 6(2): 23-33.

ธัชศึก คุ้มพร้อม, จงกล พรมยะ, เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, นิวุฒิ หวังชัย และ ชนกันต์ จินมนัส. 2554. ผลของสาหร่ายสไปรูลิน่าและสาหร่ายไกต่อการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและการปรับปรุงสีของปลาทอง. KKU Res J. 16(6): 612-621.

บุหรัน พันธ์สวรรค์. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21(3): 276-284.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2546. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่. 497 น.

ยุวดี พีรพรพิศาล, ฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่ และดวงพร อมรเลิศพิศาล. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบของสาหร่ายเตา. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40(1): 228 - 235.

ยุวดี พีรพรพิศาล,ดวงพร อมรเลิศพิศาล, ดวงตา กาญจนโพธิ์, ธวัช แต้โสตถิกุล, ญาณี พงษ์ไพบูลย์ และสุดาพร ตงศิริ. 2552. ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเวชสำอาง. รายงานฉบับสมบูรณ์.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 62 น.

รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์, ฐิติพรรณ ฉิมสุข, อรุณี คงดี และดวงพร อมรเลิศพิศาล. 2555. พฤกษเคมีและผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายเตา(*Spirogyra* sp.) นน.15-22 *ใน*การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 3, เชียงใหม่.

สรฉัตร เทียมดาว. 2554. ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่กินได้ในประเทศไทยระหว่างปี 2550-2551.วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์,ศักดิ์ชัย ชูโชติ และ ปวีณา ทวีกิจการ. 2553. การเจริญเติบโตของปลานิลแดง(*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้ง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 4(1): 51-60.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์และศักดิ์ชัย ชูโชติ. มปป. องค์ประกอบทางเคมีและการเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายสีเขียว Cladophora glomerata. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 32: 2(1-8).

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2550. น๊อคตอค สู่ ไข่หิน ภูมิปัญญา สู่ สากล. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(2): 55-56.

โอภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา บุณยะรัตน์ และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. พีเอสพริ้นท์, กรุเทพฯ. 200 น.

Association of Analytical Communities (AOAC). 2000. Development of AOAC official methods. Washington DC.

APHA, AWWA and WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washiton DC.

Bhosale, R.A.,Velankar,D.A. and Chaugule,B.B.2009. Fatty acid composition of the cold-water-inhabiting freshwater red algae *Sirodotia* Kylin. J Appl Phycol. 21:99-102.

Chew, Y.L., Lim, Y.Y., Omar, M. and Khoo, K.S. 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East ASIA. LWT-FOOD SCI TECHNOL 41:1067-1072.

Enterwisle, T. 1989. Macroalgae in Yarra River Basin: Flora and Distribution. Proceeding of the Royal society of Victoria, 101: 1-76.

John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J. 2002. The freshwater algae flora of Britishiles. Cambridge, England

Lopez, A., Rico, M., Rivero, A., and Tang, M.S. 2011. The effects solvents on the phenolic contents and antioxidant activity of *Stypocaulon scoparium* algae extracts. Food Chemistry 125: 1104-1109

Mengumphan,K.,Sawngkrachang,J.2008. Production of Generation 2 Mekong giant catfish (*Pangsinodon gigas*) cultured with *Spirulina* sp. Maejo international journal science and technology. 2(3): 559-567.

Hammerschmidt, P.A. and Pratt, D.E. 1978. Phenolic antioxidants of dried soybeans. Journal of Food Science, 43 (2)556-559.

Necchi, O. Jr. , Branco, C.C.Z. , Simao, R.C.G. and Branco, L.H.Z. 1995. Distribution of stream macroalgae in the northwest region of Sao Paulo State, Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 299: 219-230.

Peerapornpisal,Y.,Kanjanapothi,D.,Taesotikul,T. and Amornlerdpison,D. 2009. Potential of some freshwater algae in Northern Thailand as nutraceutical.Phycologia 48(4) Supplement: 104.

Presscott, G.W. 1978. How to know the freshwater algae. Montana: U.S.A.

Re,R., Pellegrini, N., Pannale, A., Yang,M.,Rice-Evan,C. 1999. Antioxidant activity applying an improve ABTS radical cation decolorisation assay. Free radical Bio Med 6(9/10):1231-7.

Sachidra, N. M., Airanthi, M.K.W.A., Hosokawa, M., Miyahita, K. 2010. Radical scavenging and singlet oxygen quenching activity of extracts from indian seaweeds. J Food Sci Technol 47:94-99.

Singh, M.R. and Gupta, A. 2011. Nutrient content in freshwater red algae (Lemaneaceae,Rhodophyta) from rivers of Manipur,North-East India.World Journal of Dairy&Food Science.6(1) :27-34.

Shimada K., Fujikawa K., Yahara K. and Nakamura T. 1992. Antioxidative properties of xanthome on the auto oxidation of soybean in cylcodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 945-948.

Wang,J., X. Jiang, M. Mou and H. Guan. 2004. Anti-oxidation of oligosaccharides produced by agarase from a marine bacterium. J. Appl. Phycol. 16:333-340.

14. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านวิชาการ

(1) บัญชีรายชื่อความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ในพื้นที่ภาคใต้

(2) ได้บทความเกี่ยวกับบทเรียนท้องถิ่นระดับอุดมศึกษา

(3) การนำไปใช้ประโยชน์สู่แหล่งเรียนรู้ในชุมชน จากการจัดประชุมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้

(4) บทความทางวิชาการสำหรับนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติอย่างน้อย 1 เรื่อง

(5) ได้บูรณาการหัวข้อวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวิชัย อย่างน้อย 2 เรื่อง

2. ด้านชุมชน ได้เกิดพื้นที่ตัวอย่างที่เป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ สนับสนุนให้กับสถาบันการศึกษาต่างๆ และเป็นแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

3. ด้านนโยบาย สามารถนำผลการศึกษามากำหนดเป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุ์สาหร่ายน้ำจืดกินได้ในแหล่งธรรมชาติ เพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งน้ำจืดซึ่งเป็นทรัพยากรที่หายาก

4. **ด้านเศรษฐกิจ** ได้องค์ความรู้เพื่อพัฒนาชนิดสาหร่ายน้ำจืดกินได้พื้นถิ่นที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบเพาะเลี้ยงเพื่อใช้สำหรับลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่นำไปใช้ประโยชน์ เอกสารงานวิจัยที่ได้จะนำไป เผยแพร่ ให้หน่วยงานต่างๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ คือ

1. หน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะสำนักงานความหลากหลายทางชีวภาพ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2. มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ

3. องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่างๆ เช่น องค์การบริหารส่วนตำบลต่างๆ เครือข่ายของชุมชนต่างๆ ในท้องถิ่น ของจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล

4. หน่วยงานต่างๆ ของ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

...

การนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน

ด้านวิชาการ

ผู้ที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ใช้	การใช้ประโยชน์
นักวิจัย นักวิชาการด้านสาหร่าย ประมง นักชีววิทยา	สามารถนำองค์ความรู้ด้านความหลากหลายสาหร่ายน้ำจืดกินได้พื้นถิ่น เนื่องจากเป็นองค์ความรู้ใหม่
เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลหรือปลาน้ำจืด	สามารถนำองค์ความรู้ ไปประยุกต์เป็นวัตถุดิบอาหารปลา เพื่อลดต้นทุนในการผลิตปลา
ชุมชนท้องถิ่นฝั่งอันดามัน	สามารถนำองค์ความรู้ด้านประโยชน์ของสาหร่ายด้านคุณค่าทางโภชนาการ ประโยชน์ต่อสุขภาพ ทำให้ชุมชนหันมาบริโภคสาหร่ายพื้นถิ่นกินได้มากขึ้น

15. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ใช้วิธีการประชุมเสวนากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย โดยมีขั้นตอนของแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี ดังนี้

ลำดับที่	ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยี	กลุ่มเป้าหมาย	ช่วงเวลา เดือน/ปี
1	นำเสนอผลงานวิจัย	นักวิชาการ	มิ.ย. - ก.ย. 2562

16. ระยะเวลาการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี 0 เดือน

วันที่เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2561 วันที่สิ้นสุด 30 กันยายน 2562

แผนการดำเนินงานวิจัย (ปีที่เริ่มต้น – สิ้นสุด)

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2562	สำรวจในชุมชน เข้าพื้นที่ศึกษา ตลาดท้องถิ่น	x												5
2562	เก็บตัวอย่างสาหร่ายวิเคราะห์ชนิดและศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม	x	x											5
2562	ศึกษาความหลากหลายของสาหร่าย วิเคราะห์ชนิดสาหร่ายห้องปฏิบัติการ		x	x										10
2562														
	รวม													20
2563	วิเคราะห์ชนิดสาหร่าย/คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ						x	x		x	x			10
2563	ศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารของสาหร่าย							x	x	x				5
2563	ศึกษาพฤกษเคมี, สารสี ของสาหร่าย					x	x	x						5
2563	วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ				x	x	x		x					10
2563	เตรียมอาหารและทดลองเลี้ยงปลานิล					x	x	x	x	x				20
2563	ศึกษาการเจริญเติบโต ภาวะป้องกันออกซิเดชั่น							x	x	x	x			15
2563	วิเคราะห์ข้อมูล เขียน บทความวิจัย									x	x	x	x	5
2563	จัดพิมพ์รายงานผลโครงการวิจัย/นำเสนองานวิจัย										x	x	x	10
	รวม													100

17. งบประมาณของโครงการวิจัย

17.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ *(กรณีของบประมาณเป็นโครงการต่อเนื่องระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี ให้แสดงงบประมาณตลอดแผนการดำเนินงาน)*

ปีที่ดำเนินการ	ปีงบประมาณ	งบประมาณที่เสนอขอ
ปีที่ 1	2562	386,600
รวม		386,600

17.2 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณปีที่เสนอขอ

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)
งบบุคลากร	ค่าตอบแทนผู้ช่วยนักวิจัย (9 x 16,000)	144,000
งบดำเนินการ : ค่าตอบแทน	ตอบแทนนักวิจัย	24,260
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย		194,080
	ค่าวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ปนเปื้อนโลหะหนัก	29,300
	ค่าเช่าเหมารถรถเก็บข้อมูล (2,000 x 20 วัน)	40,000
	ค่าน้ำมันรถเช่าเก็บข้อมูล (500 x 20 วัน)	10,000
	ค่าเบี้ยเลี้ยงในการเก็บข้อมูลภาคสนาม (240 x 20 วัน x 1 คน)	4,800
	ค่าเช่าที่พักสำหรับการเก็บข้อมูล	8,000
	ค่าสำเนาเอกสารต่างๆ และจ้างจัดพิมพ์ทำรูปเล่มงานวิจัย	4,950
	ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ หรือโรงเรือนเลี้ยงสาหร่ายในกรณีชำรุด	33,030
งบดำเนินการ : ค่าวัสดุ		
	วัตถุดิบในการทำอาหารปลานิล พันธุ์ปลา และวัสดุทดลองเลี้ยงปลา	19,000
	ค่าวัสดุ สารเคมี สำหรับการศึกษาการป้องกันภาวะออกซิเดชันในปลานิล	14,000
	เครื่องแก้ว สารเคมี สำหรับศึกษาสารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ คุณภาพน้ำ	31,000
งบดำเนินการ : ค่าสาธารณูปโภค	ค่าไฟฟ้า ประปา	24,260
รวม		**386,600**

17.3 เหตุผลความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์ (พร้อมแนบรายละเอียดครุภัณฑ์ที่จะจัดซื้อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่ขอสนับสนุน			ลักษณะการใช้งานและความจำเป็น	การใช้ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้เมื่อโครงการสิ้นสุด
	สถานภาพ	ครุภัณฑ์ใกล้เคียงที่ใช้ ณ ปัจจุบัน (ถ้ามี)	สถานภาพการใช้งาน ณ ปัจจุบัน		
	ไม่มีครุภัณฑ์นี้				
	ไม่มีครุภัณฑ์นี้				

18. ผลผลิต (Output) จากงานวิจัย

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยระบุ ดังนี้									
1.1 ระดับอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
1.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
1.3 ระดับภาคสนาม								ต้นแบบ	Primary Result
1.4 ระดับห้องปฏิบัติการ		1						ต้นแบบ	Primary Result
2.ต้นแบบเทคโนโลยี โดยระบุ ดังนี้									
2.1 ระดับอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
2.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
2.3 ระดับภาคสนาม								ต้นแบบ	Primary Result
2.4 ระดับห้องปฏิบัติการ								ต้นแบบ	Primary Result
3. กระบวนการใหม่ โดยระบุ ดังนี้									
3.1 ระดับอุตสาหกรรม								กระบวนการ	Primary Result
3.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								กระบวนการ	Primary Result
3.3 ระดับภาคสนาม								กระบวนการ	Primary Result
3.4 ระดับห้องปฏิบัติการ								กระบวนการ	Primary Result
4.องค์ความรู้ (โปรดระบุ)									
4.1องค์ความรู้ใหม่ ด้านภูมิปัญญาการบริโภคสาหร่ายน้ำจืดในพื้นที่ภาคใต้		1						เรื่อง	Primary Result
4.2 องค์ความรู้ด้านฤทธิ์ชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่.		1						เรื่อง	Primary Result
4.3 องค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่.		1						เรื่อง	Primary Result
4.4 องค์ความรู้ด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำจากสาหร่ายน้ำจืดกินได้ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่		1						เรื่อง	Primary Result
4.5 ได้แนวทางในการลดต้นทุนในการเลี้ยงปลานิล		1						เรื่อง	Primary Result
5. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์									
5.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยี								ครั้ง	Primary Result
5.2 การฝึกอบรม								ครั้ง	Primary Result
5.3 การจัดสัมมนา								ครั้ง	Primary Result
6. การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ									
6.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยี								ครั้ง	Primary Result
6.2 การฝึกอบรม								ครั้ง	Primary Result

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
6.3 การจัดสัมมนา								ครั้ง	Primary Result
7. การพัฒนากำลังคน									
7.1 นศ.ระดับปริญญาโท								คน	Primary Result
7.2 นศ.ระดับปริญญาเอก								คน	Primary Result
7.3 นักวิจัยหลังปริญญาเอก								คน	Primary Result
7.4 นักวิจัยจากภาคเอกชน ภาคบริการและภาคสังคม								คน	Primary Result
8. ทรัพย์สินทางปัญญา ได้แก่ สิทธิบัตร/ลิขสิทธิ์/เครื่องหมายการค้า/ความลับทางการค้า เป็นต้น (โปรดระบุ)									
8.1								เรื่อง	Primary Result
8.2								เรื่อง	Primary Result
8.3								เรื่อง	Primary Result
9. บทความทางวิชาการ									
9.1 วารสารระดับชาติ		1						เรื่อง	Primary Result
9.2 วารสารระดับนานาชาติ								เรื่อง	Intermediate Result
10. การประชุม/สัมมนาระดับชาติ									
10.1 นำเสนอแบบปากเปล่า		1						ครั้ง	Primary Result
10.2 นำเสนอแบบโปสเตอร์								ครั้ง	Intermediate Result
11. การประชุม/สัมมนาระดับนานาชาติ									
11.1 นำเสนอแบบปากเปล่า			1					ครั้ง	Intermediate Result
11.2 นำเสนอแบบโปสเตอร์		1						ครั้ง	Primary Result

19. ผลลัพธ์ (Outcome) ที่คาดว่าจะได้ตลอดระยะเวลาโครงการ

ชื่อผลลัพธ์	ประเภท	ปริมาณ	รายละเอียด
ด้านฐานข้อมูล	เชิงปริมาณ	อย่างน้อย 1 ฉบับ	วารสารวิชาการระดับชาติหรือระดับนานาชาติอย่างน้อย 1 ฉบับ
	เชิงปริมาณ		
	เชิงปริมาณ		

20. ผลกระทบ (Impact) ที่คาดว่าจะได้รับ (หากระบุเป็นตัวเลขได้ โปรดระบุ)

ชื่อผลงาน	ลักษณะผลงาน	กลุ่มเป้าหมาย / ผู้ใช้ประโยชน์	ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ
องค์ความรู้ด้าน	เอกสาร	นักวิชาการด้านสาหร่าย	สามารถเพิ่มองค์ความรู้ด้านสาหร่ายใน

ชื่อผลงาน	ลักษณะผลงาน	กลุ่มเป้าหมาย / ผู้ใช้ประโยชน์	ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ
นิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายกินได้ในภาคใต้		นักวิชาการกรมประมง	ประเทศไทย
องค์ความรู้ใหม่ด้านอาหารสัตว์น้ำ	เอกสาร	เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล นักวิชาการประมง	สามารถเพิ่มองค์ความรู้ที่ประยุกต์สาหร่ายเป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์น้ำ
องค์ความรู้ด้านแนวทางลดต้นทุนอาหารสัตว์น้ำ	เอกสาร	เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลและสัตว์น้ำอื่นๆ หรือ นักวิชาการประมง	เป็นแนวทางลดต้นทุนในการผลิตปลานิลที่ได้คุณภาพ

21. การตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

- (●) ไม่มีการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
- ( ) ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว ไม่มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
- ( ) ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้อง

หมายเลขทรัพย์สินทางปัญญา	ประเภททรัพย์สินทางปัญญา	ชื่อทรัพย์สินทางปัญญา	ชื่อผู้ประดิษฐ์	ชื่อผู้ครอบครองสิทธิ์

22. มาตรฐานการวิจัย

- [x] มีการใช้สัตว์ทดลอง
- [ ] มีการวิจัยในมนุษย์
- [ ] มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่
- [ ] มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

23. หน่วยงานร่วมลงทุน ร่วมวิจัย รับจ้างวิจัย หรือ Matching fund

ประเภท	ชื่อหน่วยงาน/บริษัท	แนวทางร่วมดำเนินการ	การร่วมลงทุน	จำนวนเงิน (In cash (บาท))
ภาคการศึกษา (มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัย)			ไม่ระบุ	
ภาคอุตสาหกรรม (รัฐวิสาหกิจ/บริษัทเอกชน)			ไม่ระบุ	

*กรณีมีการลงทุนร่วมกับภาคเอกชน ให้จัดทำหนังสือแสดงเจตนาการร่วมทุนวิจัยพัฒนาประกอบการเสนอขอ

24. สถานที่ทำการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	พื้นที่ที่ทำวิจัย	ชื่อสถานที่	พิกัดสถานที่ GPS (ถ้ามี)	
				ละติจูด	ลองจิจูด
ในประเทศ	นครศรีธรรมราช	ห้องปฏิบัติการ	สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย	999.99999	999.99999
ในประเทศ	กระบี่	ภาคสนาม	อำเภอต่างๆ		
	ตรัง	ภาคสนาม			
	สตูล	ภาคสนาม			

*องศาทศนิยม (DD)

25. สถานที่ใช้ประโยชน์

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่	พิกัดสถานที่ GPS (ถ้ามี)	
			ละติจูด	ลองจิจูด
ในประเทศ	นครศรีธรรมราช			
ในประเทศ	กระบี่			
ในประเทศ	ตรัง			
ในประทศ	สตูล			
ต่างประเทศ				

*องศาทศนิยม (DD)

26. การเสนอข้อเสนอหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของงานวิจัยนี้ต่อแหล่งทุนอื่น หรือเป็นการวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น ○ มี ◉ ไม่มี

หน่วยงาน/สถาบันที่ยื่น .....

ชื่อโครงการ .....

ระบุความแตกต่างจากโครงการนี้

.....

สถานะการพิจารณา

- ◉ ไม่มีการพิจารณา
- ○ โครงการได้รับอนุมัติแล้ว สัดส่วนทุนที่ได้รับ ..... %
- ○ โครงการอยู่ระหว่างการพิจารณา

27. คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

-เป็นโครงการที่มีการเชื่อมโยงกับการพัฒนานักวิจัยหน้าใหม่

-มหาวิทยาลัยอนุญาตให้ดำเนินการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจรรยาบรรณการใช้สัตว์

28. ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย พร้อมวัน เดือน ปี

ลงชื่อ

(นางวรรณิณี จันทร์แก้ว)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 26 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561