



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาคุณภาพเนื้อและการเติบโตปลาไน โดยการเลี้ยงด้วยอาหาร  
ผสมสาหร่ายไก่อ *Cladophora glomerata*

Improvement of Flesh Quality and Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed on Food Containing Dried *Cladophora glomerata*



รศ. ดร. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ. ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาคุณภาพเนื้อและการเติบโตปลานิล โดยการเลี้ยงด้วยอาหาร

ผสมสาหร่ายไก่อ *Cladophora glomerata*

Improvement of Flesh Quality and Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed on Food Containing Dried *Cladophora glomerata*

รศ. ดร. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ. ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ การพัฒนาคุณภาพเนื้อและการเติบโตปลานิล โดยการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถ

*Cladophora glomerata*

แหล่งเงิน เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 80,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556

หัวหน้าโครงการและผู้ร่วมโครงการวิจัย รศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ. ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้สาหร่ายไถ (*Cladophora glomerata*) แห่งในการผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus* L.) เป็นเวลา 14 สัปดาห์ ต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนอาหาร อัตรารอด ปริมาณโปรตีน และปริมาณแคลอรีที่น้อยดีในเนื้อปลา พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายทุกระดับมีค่าการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่ 0.22-0.27 กรัมต่อวัน ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย *C. glomerata* 2.5-7.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (2.49-2.87) ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (2.42) และการได้รับอาหารผสมสาหร่ายไม่มีผลทำให้อัตรารอดของปลาแตกต่างกัน การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาพบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่ 2.5-7.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาสด (17.15-17.84 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (15.53 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มปริมาณสาหร่ายที่ผสมในอาหารสามารถเพิ่มปริมาณแคลอรีที่น้อยดีในเนื้อปลาให้มากขึ้นตามปริมาณสาหร่าย โดยปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่าย 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคลอรีที่น้อยดีในเนื้อปลา  $12.26 \pm 0.49$  ไมโครกรัมแคลอรีที่น้อยดีต่อกรัม น้ำหนักสด

คำสำคัญ : สาหร่ายไถ, ปลานิล, อาหารปลา, โปรตีน, แคลอรีที่น้อยดี

**Research Title:** Improvement of flesh quality and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)  
fed on food containing dried *Cladophora glomerata*

**Researcher:** Assoc. Prof. Sakchai Choochote

Assoc. Prof. Dr. Suneerat Ruangsomboon

Asst. Prof. Dr. Paveena Thaveekijakarn

**Faculty:** Faculty of Agricultural Technology **Department:** Department of Fisheries Science

### ABSTRACT

A feeding trial was conducted to study the effects of diets containing green algae; *Cladophora glomerata* on growth, feed conversion, survival, protein and carotenoid content of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *C. glomerata* was added to the basal diet at 0% (control), 2.5%, 5% and 7.5%, and fed to Nile tilapia for 14 weeks. Mean daily growth were 0.22-0.27 g fresh weight/day. Feed conversion of feeding diet containing 2.5-7.5% *C. glomerata* (2.49-2.87) was not significantly different from the control diet (2.42). *C. glomerata* supplements appeared to have no effect on survival. Protein content in Nile tilapia fed with diet containing 2.5-7.5% *C. glomerata* (17.15-17.84% wet wt.) was significantly higher than the control (15.53%). The total carotenoid levels were significantly related to the level of *C. glomerata* in the diet. Flesh of tilapia fed 7.5% *C. glomerata* contained  $12.26 \pm 0.49$  µg carotenoid/g fresh weight.

**Key words:** cladophora, Nile tilapia, fish feed, protein, carotenoid

### III

#### กิตติกรรมประกาศ

“การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556”

รศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ. ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

## สารบัญ

|                                                                    | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                               | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                            | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                               | III  |
| สารบัญ.....                                                        | IV   |
| สารบัญตาราง.....                                                   | VI   |
| สารบัญภาพ.....                                                     | VII  |
| บทที่ 1 บทนำ.....                                                  | 1    |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....                                 | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                                   | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....                                         | 2    |
| 1.4 สมมุติฐานงานวิจัย.....                                         | 2    |
| 1.5 คำสำคัญของการวิจัย.....                                        | 2    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                                 | 2    |
| บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม..... | 3    |
| 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของปลา.....                                   | 4    |
| 2.2 สาหร่ายไก่อ.....                                               | 6    |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                    | 8    |
| 3.1 การเตรียมสาหร่ายไก่อ.....                                      | 8    |
| 3.2 การเลี้ยงปลานิล.....                                           | 8    |
| 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....                                        | 9    |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....                                | 11   |
| 4.1 การเจริญเติบโตของปลานิล.....                                   | 11   |
| 4.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิล.....                            | 15   |
| 4.3 อัตรารอด.....                                                  | 16   |
| 4.4 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิล.....                                | 16   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....                           | 19   |
| เอกสารอ้างอิง.....                                                 | 20   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                      | หน้า |
|----------------------|------|
| ประวัติผู้เขียน..... | 22   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                             | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของปลาดุกในเนื้อปลา 100 กรัมเปรียบเทียบกับ ปลาชนิดต่างๆ                                                                         | 5    |
| 2.2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไถ                                                                                                                | 7    |
| 4.1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถระดับต่างๆ.....                                                                          | 12   |
| 4.2 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถ.....          | 13   |
| 4.3 ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถ..... | 14   |
| 4.4 ส่วนประกอบของอาหารผสมสาหร่ายไถที่เลี้ยงปลานิล.....                                                                                               | 15   |
| 4.5 ส่วนประกอบในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถ.....                                                                                       | 15   |
| 4.6 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไถที่ระดับต่างๆ.....                                                                       | 16   |
| 4.7 แสดงอัตราการรอดของปลานิล.....                                                                                                                    | 16   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                 | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไคที่ระดับต่างๆ..... | 11   |
| 4.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลานิล.....               | 17   |
| 4.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในระหว่างการเลี้ยงปลานิล.....             | 17   |
| 4.4 อุณหภูมิของน้ำในระหว่างการเลี้ยงปลานิล.....                        | 18   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาการขาดแคลนสารอาหารประเภทโปรตีนนับเป็นปัญหาใหญ่สำหรับประชากรเนื่องจากแหล่งโปรตีนหลักที่ได้จากเนื้อสัตว์บกนั้นมีต้นทุนสูง และต้องใช้เวลาในการผลิต (การเลี้ยงสัตว์) นาน รวมทั้งมีปัญหาการตกค้างของสารอันตรายเช่นสารเร่งสีเนื้อแดงในสุกร หรือฮอร์โมนที่ผสมในไก่เนื้อ จึงทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากสารตกค้างเหล่านี้ แหล่งอาหารโปรตีนที่มาจากสัตว์น้ำจึงเป็นแหล่งทางเลือกที่น่าสนใจ เพราะเป็นแหล่งอาหารที่ปลอดภัยและมีอันตรายจากสารเคมีตกค้างน้อยที่สุด และเนื่องจากในประเทศไทยมีแหล่งน้ำจืดมาก สัตว์น้ำน้ำจืดจึงมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นอาหาร โดยที่ประชาชนจะสามารถเพาะเลี้ยงและผลิตได้เองเพื่อการบริโภคหรือเพื่อการค้า

ปลานิล เป็นปลาที่ประชาชนนิยมเพาะเลี้ยงทั้งเพื่อบริโภคในครัวเรือนและเพื่อเป็นการค้า ทั้งนี้เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินอาหารได้แทบทุกชนิด เนื้อมีรสชาติดี และพบว่ากำลังได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ราคาปลานิลแต่ละท้องถิ่นจะแตกต่างกัน โดยปลานิลแฉะเฉพาะเนื้อจะทำให้ได้ราคาสูงขึ้นกว่าการขายทั้งตัว ดังนั้นความสวยงามของเนื้อปลาจึงเป็นตัวดึงดูดผู้บริโภคได้อย่างชัดเจนซึ่งหากมีการพัฒนาหาวิธีเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยง หรือเพิ่มคุณภาพของเนื้อปลา หรือความสวยงามนารับประทานของเนื้อปลา จะทำให้ผู้เลี้ยงผลิตปลาได้มากขึ้นและขายปลาได้ในราคาสูง เพราะสีเนื้อปลาที่สวยงามนั้นสามารถนำไปแปรรูปเป็นเนื้อปลาดิบหรือสามารถจูงใจให้ผู้บริโภคสนใจในผลิตภัณฑ์นี้มากขึ้น ซึ่งวิธีการเร่งสีเนื้อปลาให้สวยงาม การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลาหรือการเพิ่มผลผลิตของปลาวิธีหนึ่งคือการเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่ดี มีคุณภาพ โดยการผลิตอาหารปลาที่ผสมสาหร่ายก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถพัฒนาคุณภาพเนื้อปลาเหล่านี้ได้

สาหร่ายไก่อ หรือ *Cladophora* หรือ *Microphora* เป็นสาหร่ายสีเขียวขนาดใหญ่ มีสารต้านอนุมูลอิสระ รงควัตถุ โปรตีนและกรดไขมันที่มีประโยชน์ในปริมาณสูงจึงสามารถช่วยในการเป็นแหล่งโปรตีนหรืออาหารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในอาหารปลาเพื่อเพิ่มโปรตีนและกรดไขมันในเนื้อปลา นอกจากนี้ สารสี *astaxanthin* ที่มีในสาหร่ายยังสามารถช่วยทำให้สีของเนื้อปลาดูน่ารับประทาน ช่วยในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพิ่มอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตให้กับปลาได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการนำสาหร่ายไก่อ มาผสมในอาหารเลี้ยงปลานิล เพื่อหาระดับการผสมที่เหมาะสมที่สามารถเพิ่มอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อปลา ปริมาณโปรตีนไขมันในเนื้อปลา และเพิ่มความสวยงามของสีเนื้อ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาแนวทางในการเพิ่มอัตราการเติบโต อัตรารอด เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและความสวยงามของเนื้อปลานิลโดยการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถในอัตราส่วนต่าง ๆ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาหาปริมาณสาหร่ายไถที่เหมาะสม สำหรับผสมในอาหารเลี้ยงปลานิล เพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิต และคุณภาพเนื้อ ด้านโภชนาการและสีเนื้อได้ดีที่สุด

## 1.4 สมมุติฐานงานวิจัย

ปลานิลเป็นปลากินพืช สาหร่ายไถเป็นสาหร่ายที่มีมากในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรงควัตถุที่มีประโยชน์และมีสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน จึงน่าจะสามารถนำมาผสมในอาหารปลานิล เพื่อพัฒนาการเจริญเติบโต อัตรารอด และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลาได้

## 1.5 คำสำคัญของการวิจัย

สาหร่ายไถ, ปลานิล, อาหารปลา, คุณภาพเนื้อปลา

Cladophora, tilapia, fish feed, fish flesh quality

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1. สามารถตีพิมพ์ผลงานวิชาการในวารสารวิชาการระดับชาติ

1.6.2 เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป เป็นข้อมูลให้หน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น สถาบันการศึกษา กรมประมงนำข้อมูลไปเผยแพร่แก่เกษตรกร

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มขึ้นของประชากรในปัจจุบันทำให้มีความต้องการอาหารในการบริโภคเพิ่มขึ้นตามมา ซึ่งปัญหาหลายปัญหาที่ตามมาคือการขาดแคลนอาหารโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ที่มีฐานะยากจน ปัญหาการขาดแคลนสารอาหารประเภทโปรตีนนับเป็นปัญหาใหญ่ เนื่องจากแหล่งโปรตีนหลักที่ได้จากเนื้อสัตว์นั้นมีต้นทุนสูง และต้องใช้เวลาในการผลิต (การเลี้ยงสัตว์) นาน และยังมีปัญหาการตกค้างของสารอันตรายเช่นสารเร่งสีเนื้อแดงในสุกร หรือฮอร์โมนที่ผสมในไก่เนื้อ จึงทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากสารตกค้างเหล่านี้

แหล่งอาหารโปรตีนที่มาจากสัตว์น้ำจึงเป็นแหล่งอาหารที่ปลอดภัยและมีอันตรายจากสารเคมีตกค้างน้อยที่สุด และเนื่องจากในประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแหล่งน้ำจืดมาก สัตว์น้ำน้ำจืดจึงมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นอาหาร โดยที่ประชาชนจะสามารถเพาะเลี้ยงและผลิตได้เองเพื่อการบริโภคหรือเพื่อการค้า โดยสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่ประชาชนนิยมเลี้ยงและนิยมบริโภคคือปลา โดยเฉพาะปลานิลแดงเป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลาย

ปลานิลได้ถูกนำเข้ามาในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2508 โดยเจ้าฟ้าชายอาภิศิตมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น โดยโดยทรงนำปลานิลจำนวน 50 ตัว ขึ้นทูลเกล้าฯ ถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2508 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้เลี้ยงไว้ในบ่อดินขนาด 10 ตารางเมตร ในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิตและโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อปลาชนิดนี้ว่า“ปลานิล” อีก 1 ปี ต่อมา ก็ได้ทรงพระราชทานลูกปลานิลเล็กที่เกิดจากพ่อแม่ที่เลี้ยงไว้แก่กรมประมง เพื่อนำไปเลี้ยงและขยายพันธุ์และกรมประมงได้ส่งเสริมให้ประชาชนเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย โดยการเพาะพันธุ์จำหน่ายและแจกจ่าย จากการเพาะขยายพันธุ์ปลานิลในระยะหลัง ปรากฏว่ามีลูกปลานิลจำนวนหนึ่งมีสีสันผิดไปจากเดิมอย่างเด่นชัด กล่าวคือ สีของลำตัวซึ่งปกติเป็นสีเขียวปนน้ำตาลดำ ได้เปลี่ยนเป็นสีขาวอมชมพู เหลือง ส้ม หรือแดง อุบัติการณ์ดังกล่าวจัดว่าเป็นการผ่าเหล่า (mutant) กรมประมงจึงให้ชื่อปลาที่เกิดจากการผ่าเหล่านี้นี้ว่า “ปลานิลสีแดง” (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, 2526)

ปลานิลเป็นปลาซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพ ([www.fisheries.go.th/fish\\_test/knowledge/f\\_nin/](http://www.fisheries.go.th/fish_test/knowledge/f_nin/) - 1k) เป็นปลาที่ประชาชนนิยมเลี้ยงกันมากชนิดหนึ่ง ทั้งในรูปแบบการค้าและเลี้ยงไว้บริโภคในครัวเรือน ทั้งนี้เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินอาหารได้แทบทุกชนิด เนื้อมีรสชาติดีตลาดมีความต้องการสูง (<http://web.ku.ac.th/nk40/nk/data/04/nk1p4s12.htm>)

ราคาปลานิลแต่ละท้องถิ่นจะแตกต่างกัน ตลาดในชนบทมีความต้องการปลานิลขนาดเล็กเพื่อการบริโภค ซึ่งตรงกันข้ามกับตลาดในเมืองมีความต้องการปลานิลขนาดใหญ่ ราคาของปลาจึงแตกต่าง

กัน สำหรับราคาขายปลีกโดยเฉลี่ยราคาอยู่ที่ 20-25 บาท/กก. อย่างไรก็ตาม ราคาปลานิลแต่ละแห่งจะมีราคาอยู่ระหว่าง 75-80 บาท/กก ([www.fisheries.go.th/fish\\_test/knowledge/f\\_nin/](http://www.fisheries.go.th/fish_test/knowledge/f_nin/) - 1k) ซึ่งเห็นได้ว่าการแล้เนื้อขายจะทำให้ได้ราคาสูงขึ้น นอกจากนี้ปลานิลแดงยังเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศมาก เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม รสชาติดี เนื้อนุ่ม ในประเทศญี่ปุ่นนิยมเนื้อปลานิลแดงมาทำเป็นปลาดิบ ราคาที่โลกรับละ 1500 เยน (ชลธิชา, 2541) ดังนั้นความสวยงามของเนื้อปลาจึงเป็นตัวดึงดูดผู้บริโภคได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลนี้เพื่อผลิตจำหน่าย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาในด้านอาหารปลาที่จะนำมาใช้เลี้ยงเป็นหลัก

## 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของปลา

ปลาเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปลาจัดไว้ในอาหารหลักหมู่ที่หนึ่งในประเภทเนื้อสัตว์ ไข่ นมและถั่วเมล็ดแห้ง โปรตีนในเนื้อปลาจะถูกนำไปใช้ในการเสริมสร้างเนื้อเยื่อและซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอ ไขมันที่มีอยู่ในเนื้อปลาจะเป็นส่วนประกอบของเซลล์ต่างๆ โดยเฉพาะสมอง จะป้องกันการจับแข็งตัวของไขมันในเส้นเลือด วิตามิน และแร่ธาตุที่มีอยู่ในเนื้อปลาจะควบคุมการทำงานของร่างกายให้ทำหน้าที่ได้ตามปกติ

คุณค่าทางโปรตีน : ปลานิลชนิดต่างๆ ให้โปรตีนในปริมาณที่สูงพอสมควรเนื้อปลา 100 กรัม จะประกอบขึ้นด้วยโปรตีนเป็นจำนวนกรัม ในเนื้อปลา 100 กรัมปลาดุกจะมีโปรตีน 23.0 ซึ่งมากกว่าปลานิลชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 2.1) เมื่อทำการศึกษาลงไปในรายละเอียดในด้านคุณภาพของโปรตีนในเนื้อปลาโดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโน พบว่า โปรตีนในเนื้อปลาประกอบด้วย กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายสูง โดยเฉพาะไลซีนและทรีโอนีน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตใน นอกจากนี้จะมีคุณภาพและปริมาณของโปรตีนสูงแล้ว ตามลักษณะโดยธรรมชาติของเนื้อปลายังพบว่ามีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อยมากเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์อย่างอื่น ดังนั้น เนื้อปลาจึงมีลักษณะอ่อนนุ่ม เคี้ยวง่าย นำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารทารก ผู้สูงอายุและผู้ป่วย (กองโภชนาการ, 2552)

คุณค่าทางด้านไขมัน : ไขมันที่ประกอบในเนื้อปลาทำให้รสชาติและสีของเนื้อปลาแตกต่างกันออกไปเนื้อปลา 100 กรัม ปลาดุกประกอบด้วยไขมันเป็นจำนวน 2.4 เมื่อทำการศึกษาถึงคุณภาพของไขมันที่อยู่ในเนื้อปลา โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) ( $C_{18} : 2, n_6$ ) ผลของการวิเคราะห์พบว่า ปลานิลชนิดต่างๆ มีองค์ประกอบของไลโนเลอิกเป็นเปอร์เซ็นต์ของไขมันแสดงในตารางที่ 2 (กองโภชนาการ, 2552) นอกจากกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายแล้วกองโภชนาการยังได้ทำการศึกษากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีความสำคัญต่อร่างกายได้แก่ Eicosapentaenoic acid หรือ อี พี เอ (EPA) Docosahexaenoic acid หรือ ดี เอช เอ (DHA) อี พี เอ เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งที่มีคุณสมบัติลดปัญหาการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด ได้เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารไอโคซานอยด์ที่มีคุณสมบัติลดการจับตัวของเกร็ดเลือด นอกจากนั้น ร่างกายสามารถนำกรดไขมัน อี พี เอ นี้ไปสร้างสารที่ช่วยการขยายตัวของหลอดเลือดด้วย อี พี เอ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ

ไขมัน สำหรับ ดี เอช เอ นั้นมีในผนังเซลล์ทั่วร่างกาย ทำให้เซลล์มีความไวต่อการรับสัญญาณประสาท นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสูงในจอตาและที่สำคัญที่สุด คือ เป็นไขมันที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์สมอง ซึ่งพบว่ามีถึงร้อยละ 65 สมองมนุษย์มีไขมันชนิดนี้เป็นส่วนประกอบอยู่ครึ่งหนึ่งก่อนกำเนิด ส่วนที่เหลือจะได้มาในช่วงปีแรกของชีวิต เพราะฉะนั้น ดี เอช เอ จึงมีความสำคัญมากต่อสตรีในระยะตั้งครรภ์และมารดาในระยะให้นมบุตร ที่ช่วยให้สมองทารกพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์กรดนี้จากเนื้อปลาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของไขมัน

**ตารางที่ 2.1** คุณค่าทางโภชนาการของปลาดุกในเนื้อปลา 100 กรัมเปรียบเทียบกับ ปลาชนิดต่างๆ

|              | เนื้อปลา 100 กรัม |       |       |       |           |
|--------------|-------------------|-------|-------|-------|-----------|
|              | โปรตีน            | ไขมัน | EPA   | DHA   | ไลโนเลอิก |
| ปลาดุก       | 23.0              | 2.40  | 0.54  | 4.22  | 11.82     |
| ปลาดูเพียน   | 22.0              | 2.6   | 0.76  | 4.50  | 19.36     |
| ปลาช่อน      | 20.5              | 3.8   | 3.70  | 16.39 | 6.00      |
| ปลาทู        | 20.00             | 6.70  | 12.24 | 14.96 | 1.67      |
| ปลาเก๋า      | 18.8              | 0.5   | 4.44  | 19.38 | 1.77      |
| ปลาทูรายแดง  | 18.4              | 1.00  | 3.05  | 25.01 | 2.05      |
| ปลาไส้ตัน    | 18.0              | 0.3   | 6.43  | 20.78 | 2.03      |
| ปลากราย      | 17.5              | 1.60  | 0.68  | 2.23  | 13.47     |
| ปลาสวาย      | 15.4              | 21.50 | 2.22  | 9.21  | 4.0       |
| ปลาหมึกกล้วย | 15.2              | 0.70  | 8.00  | 29.41 | 1.67      |
| ปลาเนื้ออ่อน | 14.40             | 2.3   | 1.73  | 3.15  | 4.09      |

ที่มา: กองโภชนาการ ( 2552)

คุณค่าทางด้านแร่ธาตุ : องค์ประกอบของแร่ธาตุที่มีอยู่ในเนื้อปลาแล้วพบว่า เนื้อปลาส่วนประกอบของแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสัดส่วนที่พอดีต่อการสร้างกระดูกและฟัน (กองโภชนาการ, 2552)

คุณค่าทางด้านวิตามิน : เนื้อปลามีส่วนประกอบของวิตามินบีหนึ่ง บีสอง และไนอะซิน ที่ช่วยในการเกิดพลังงานของสารคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน ทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพในการประกอบงานและการเรียนรู้ (กองโภชนาการ, 2552)

การพัฒนาคุณภาพอาหารปลาสามารถทำได้ทั้งการเพิ่มปริมาณโปรตีนหรือสารสีในอาหาร โดยแหล่งอาหารโปรตีนที่เป็นที่นิยมผสมในอาหารสัตว์น้ำในปัจจุบันคือแหล่งโปรตีนจากพืช

โดยเฉพาะจากสาหร่ายซึ่งประชาชนจะสามารถผลิตได้เองในครัวเรือน ข้อได้เปรียบของสาหร่ายคือเพาะเลี้ยงได้ง่าย ใช้พื้นที่น้อยกว่าพืชขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาสั้น ซึ่งทำให้สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายควบคู่ไปกับการเลี้ยงปลาและใช้สาหร่ายสดเป็นอาหารปลา โดยสาหร่ายสดจะมีข้อดีกว่าสาหร่ายแห้งคือจะไม่ทำให้น้ำเน่าเสียได้ง่ายถ้ามีสาหร่ายเหลือตกค้างอยู่ในตู้ปลาหรือบ่อปลา นอกจากนี้สาหร่ายยังให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่นสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina*) ซึ่งเป็นที่ยอมรับและรู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก

## 2.2 สาหร่ายไก่อ

สาหร่ายไก่อ เป็นสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cladophora glomerata* Kutz. พบได้ทั่วไปในน้ำจืด น้ำกร่อย ที่เป็นน้ำไหลและใสสะอาด แสงแดดส่องถึง โดยจะเจริญเกาะอยู่บนก้อนหินหรือยึดเกาะกับส่วนอื่นที่อยู่ในน้ำ มีลักษณะเป็นสายยาวแตกแขนงได้ โดยสาหร่ายจะเจริญได้ดีในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ จะพบสาหร่ายมากที่สุดและจะพบเรื่อยไปจนถึงเดือนเมษายน นิยมนำมาทำเป็นอาหาร เช่น สาหร่ายแผ่น ยำสาหร่าย หรือ น้ำพริกสาหร่ายไก่อ นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางอาหารที่ค่อนข้างสูง (ตารางที่ 2.2)

ในปัจจุบันผู้ผลิตอาหารปลานิยมใช้สาหร่ายผสมในอาหารปลาเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเร่งสี ทั้งนี้เนื่องจากสีที่เกิดขึ้นที่ตัวปลาโดยทั่วไปแล้วจะเป็นสีของรงควัตถุหรือสารสีโดยเฉพาะที่เป็นสารในกลุ่ม carotenoid การสะสม carotenoid ในปลา carotenoid ส่วนใหญ่จะละลายในไขมัน โดยจะทำให้เกิด สีเหลือง ส้ม หรือแดง ในส่วนของไข อวัยวะสืบพันธุ์ ตับและผิวหนัง ปลาที่มีการสะสม xanthophyll มากกว่า carotene หรือไฮโดรคาร์บอนตัวอื่นๆ ซึ่งมักพบในรูปของ taraxanthin, lutein, และ astaxanthin จากการตรวจเนื้อเยื่อและผิวหนังของปลา พบว่ามีส่วนประกอบของ beta carotene และ xanthophyll รวมอยู่ด้วย (Fox, 1967) ความเข้มของสีที่ปรากฏบนที่ตัวของปลานั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ carotenoid ที่ได้จากอาหาร เนื่องจากสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ carotenoid เองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น (Latcha, 1990) นอกจากนี้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ในสาหร่ายยังทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นด้วย

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการนำสาหร่ายไก่อ มาผสมในอาหารเลี้ยงปลา โดยเฉพาะปลานิล ซึ่งเป็นปลาที่ได้รับความนิยมในการบริโภค และมีความต้องการจากตลาดในปริมาณสูงเนื่องจากสามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารได้หลากหลายชนิด เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหารของเนื้อปลาโดยเฉพาะโปรตีนและกรดไขมัน เพิ่มความสวยงามของสีเนื้อ เพิ่มอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

**ตารางที่ 2.2** แสดงคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไถ

| สารอาหาร                                    | ปริมาณ |
|---------------------------------------------|--------|
| สารอาหารพื้นฐาน (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง) |        |
| ไขมัน                                       | 19.3   |
| วิตามิน (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)    |        |
| วิตามินซี                                   | 6.78   |
| วิตามินบี1                                  | 169.5  |
| วิตามินบี2                                  | 541.1  |
| กรดโฟลิก                                    | 136.3  |
| กรดแพนโทธีนิก                               | 263.2  |
| ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)    | 4.20   |
| เกลือแร่ (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)   |        |
| แคลเซียม                                    | 943.9  |
| โซเดียม                                     | 716.9  |
| โพแทสเซียม (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)      | 4.62   |
| คลอไรด์ (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)         | 1.56   |
| แมกนีเซียม                                  | 170.5  |
| แมงกานีส                                    | 5.36   |
| เหล็ก                                       | 162.0  |
| ทองแดง (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)     | 310.0  |
| สังกะสี                                     | 0.65   |
| ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)  | 460.4  |

ที่มา: โครงการศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา ภาควิชาชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1 การเตรียมสาหร่ายไก่อ

นำสาหร่ายไก่อ *Cladophora glomerata* มาล้างด้วยน้ำประปาที่ฟักคลอรีนแล้วจนสะอาด ใช้แปรงขนาดเล็กขัดเศษทรายหรือตะกอนปนเปื้อนหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เกาะตามแผ่นสาหร่าย ออกจนสะอาด นำมาผึ่งลมให้แห้ง และนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนสาหร่ายแห้งสนิท และบดเป็นผงละเอียด และนำไปผสมในอาหารสำเร็จรูปต่อไป

##### 3.2 การเลี้ยงปลานิล

ปลานิลที่ใช้ในการทดลอง จะใช้ปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 360 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย  $2.58 \pm 0.04$  กรัม นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ จำนวน 3 บ่อๆ ละ 4 กระชังๆ ละ 30 ตัว โดยทำการสูบลมที่ใส่ลงไปแต่ละกระชัง ระดับน้ำสูง 45 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดน้ำและทำความสะอาดทุก 3 วัน

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิล เป็นอาหารลูกกบขนาดเล็ก (อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ 9961 ไฮเกรด มีส่วนประกอบคือ ปลาป่น, กากถั่วเหลือง, ข้าวโพดและปลายข้าว วิตามิน เกลือแร่ และสารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์)

##### คุณค่าทางโภชนาการ

|                    |    |             |
|--------------------|----|-------------|
| โปรตีนไม่ต่ำกว่า   | 40 | เปอร์เซ็นต์ |
| ไขมันไม่ต่ำกว่า    | 3  | เปอร์เซ็นต์ |
| ความชื้นไม่มากกว่า | 12 | เปอร์เซ็นต์ |
| กากไม่มากกว่า      | 4  | เปอร์เซ็นต์ |

สาหร่ายผง

การเตรียมอาหารที่ใช้ทดลองให้ปลานิล โดย

กระชังที่ 1 เป็นกระชังที่ควบคุมการให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

กระชังที่ 2 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายไกองผง 2.5 เปอร์เซ็นต์

กระชังที่ 3 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายไกองผง 5 เปอร์เซ็นต์

กระชังที่ 4 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายไกองผง 7.5 เปอร์เซ็นต์

การให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลา 9.00 นาฬิกา และ 15.00 นาฬิกา โดยจะให้ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และเมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงเช็คปริมาณอาหารที่ปลากินเหลือ นำมาหาลำน้ำหนักแห้งของอาหาร แล้วนำไปหักกับน้ำหนักแห้งของอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

ระหว่างการเลี้ยงปลาทำการวัดค่าคุณภาพน้ำคือ pH อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวัดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการของปลาที่เลี้ยงในแต่ละสภาวะ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคอมพิวเตอร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate, FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Efficiency, FCE), ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein Efficiency Ratio, PER), ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาโดยวิธีของ Nickell (1998) วิเคราะห์คุณค่าโภชนาการในอาหารและในเนื้อปลาได้แก่ค่า โปรตีน, ไขมัน, เยื่อใย, ความชื้น, และเถ้า

1. อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate) (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทดลอง}}$$

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{[(\ln \text{น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) - (\ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น})] \times 100}{\text{ระยะเวลาการเลี้ยง}}$$

3. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean Fish Weight) (กรัมต่อตัว)

4. ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากเนื้อปลาดุกโดยวิธีของ Nickell (1998)

$$= \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสง} \times \text{ปริมาณสารละลาย acetone} \times 1000}{260 \times \text{น้ำหนักสดของเนื้อปลา}}$$

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (Steel and Torrie, 1983) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS

5. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate, FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่ม}}$$

6. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Efficiency, FCE)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น} \times 100}{\text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน}}$$

7. ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein Efficiency Ratio, PER)

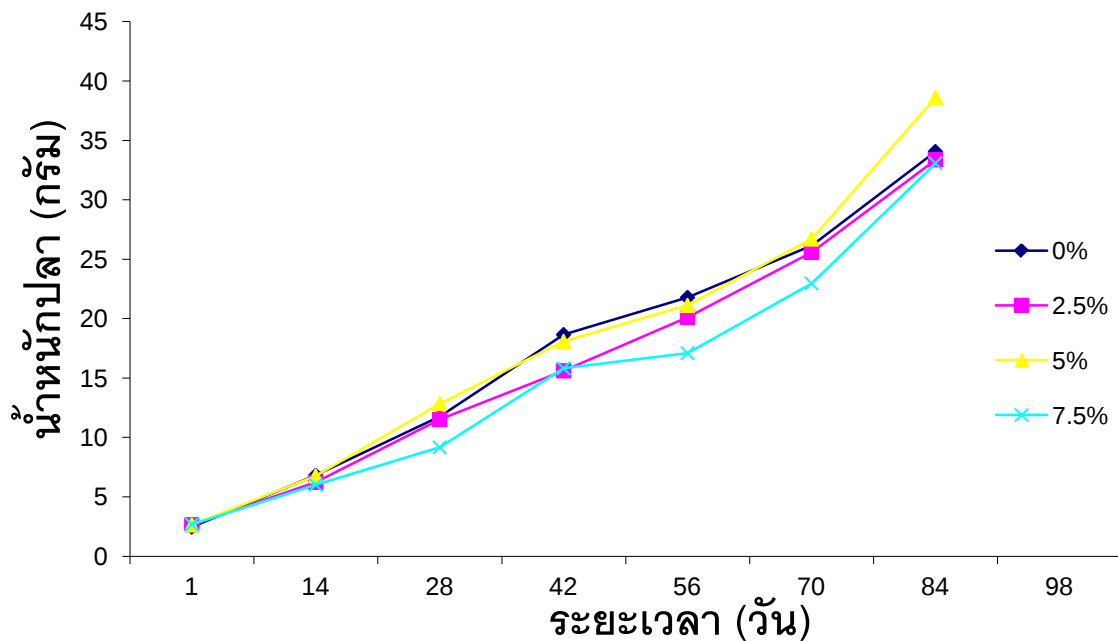
$$= \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสัตว์}}{\text{น้ำหนักของโปรตีนที่สัตว์กิน}}$$

## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

#### 4.1 การเจริญเติบโตของปลานิล

เมื่อให้อาหารปลาโดยให้อาหารผสมสาหร่ายไวกุที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 98 วัน การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไวกุ 5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $38.62 \pm 1.19$  กรัมต่อตัว และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไวกุ 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $33.08 \pm 1.36$  กรัมต่อตัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) จากทุกหน่วยการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น  $30.41 \pm 0.21$  และ  $35.96 \pm 0.05$  กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไวกุที่ระดับต่างๆ

ตารางที่ 4.1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไกระดับต่างๆ

| วันที่ | ปริมาณสาหร่ายไก <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                          |                         |                         |
|--------|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|        | 0                                               | 2.5                      | 5                       | 7.5                     |
| 1      | 2.47±0.13 <sup>a</sup>                          | 2.67±0.11 <sup>a</sup>   | 2.65±0.11 <sup>a</sup>  | 2.65±0.21 <sup>a</sup>  |
| 28     | 6.09±0.38 <sup>a</sup>                          | 6.24±0.80 <sup>a</sup>   | 6.77±0.88 <sup>a</sup>  | 6.02±0.21 <sup>a</sup>  |
| 42     | 11.76±0.98 <sup>a</sup>                         | 11.53±0.45 <sup>ab</sup> | 12.85±0.42 <sup>b</sup> | 9.17±0.93 <sup>b</sup>  |
| 56     | 18.66±0.98 <sup>a</sup>                         | 15.62±0.45 <sup>a</sup>  | 18.09±0.42 <sup>a</sup> | 15.82±0.93 <sup>a</sup> |
| 70     | 23.91±1.00 <sup>a</sup>                         | 20.82±3.38 <sup>a</sup>  | 22.76±0.81 <sup>a</sup> | 17.64±1.48 <sup>a</sup> |
| 84     | 26.16±1.27 <sup>a</sup>                         | 25.58±2.87 <sup>a</sup>  | 26.71±0.93 <sup>a</sup> | 22.97±0.30 <sup>a</sup> |
| 98     | 34.07±1.06 <sup>a</sup>                         | 33.38±2.41 <sup>a</sup>  | 38.62±1.19 <sup>a</sup> | 33.18±0.36 <sup>a</sup> |

a,b,c,d ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อ มั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองเมื่อคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไกที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $0.27 \pm 0.01$  กรัมต่อวัน และพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $0.22 \pm 0.01$  กรัมต่อวัน และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) จากทุกหน่วยการทดลอง โดยอาหารควบคุม กับ อาหารผสมสาหร่าย 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ระดับ  $0.26 \pm 0.01$  และ  $0.25 \pm 0.02$  ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.2)

**ตารางที่ 4.2** ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไก่อ

|                                  | ปริมาณสาหร่ายไก่อ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                          |                          |                          |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                  | 0                                                 | 2.5                      | 5                        | 7.5                      |
| อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน) | 0.26±0.01 <sup>a</sup>                            | 0.25±0.02 <sup>a</sup>   | 0.27± 0.01 <sup>a</sup>  | 0.22± 0.01 <sup>a</sup>  |
| SGR (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)          | 2.40 ±0.10 <sup>a</sup>                           | 2.26±0.11 <sup>a</sup>   | 2.35±0.04 <sup>a</sup>   | 2.15± 0.08 <sup>a</sup>  |
| น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่ม          | 2.47 ±0.12 <sup>a</sup>                           | 2.61 ±0.06 <sup>a</sup>  | 2.56 ±0.05 <sup>a</sup>  | 2.69 ±0.21 <sup>a</sup>  |
| การทดลอง(กรัมต่อตัว)             |                                                   |                          |                          |                          |
| น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุด        | 34.07 ±1.06 <sup>a</sup>                          | 33.38 ±2.41 <sup>a</sup> | 38.62 ±1.19 <sup>a</sup> | 33.08 ±1.36 <sup>a</sup> |
| การทดลอง(กรัมต่อตัว)             |                                                   |                          |                          |                          |

a,b,c,d ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.1.1 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR)

จากการทดลองอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลที่ได้รับอาหารควบคุม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.40±0.10 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกการทดลอง และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก่อ 2.5, 5, 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.26±0.11, 2.35±0.04 และ 2.15±0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

#### 4.1.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR)

จากการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิล กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก่อที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.42±0.07, 2.75±0.24, 2.49±0.08 และ 2.87±0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 4.3** ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไก่อ

|     | ปริมาณสาหร่ายไก่อ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                         |                         |                         |
|-----|---------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|     | 0                                                 | 2.5                     | 5                       | 7.5                     |
| FCR | 2.42±0.07 <sup>a</sup>                            | 2.75±0.24 <sup>a</sup>  | 2.49±0.08 <sup>a</sup>  | 2.87±0.10 <sup>a</sup>  |
| FCE | 41.27±1.27 <sup>a</sup>                           | 36.87±3.42 <sup>a</sup> | 40.10±1.34 <sup>a</sup> | 34.91±1.27 <sup>a</sup> |
| PER | 0.65±0.01 <sup>a</sup>                            | 0.77±0.05 <sup>b</sup>  | 1.00±0.03 <sup>c</sup>  | 0.82±0.03 <sup>b</sup>  |

a,b,c,d ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในการทดลองของ Jantrarotai *et al.* (1995) ได้ทดลองศึกษาระดับโปรตีนที่ระดับ 25, 30, 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ที่มีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลาดุกกลุ่มผสมพบว่า FCR ของปลาที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 25% จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.14 และต่ำสุดที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1.07 ซึ่งที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ที่มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารสูงสุดโดยดูจากค่า FCR ต่ำสุด ที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงกว่าสำหรับค่าเฉลี่ยสำหรับปลาทั่วไป อาจเป็นเพราะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด

#### 4.1.3 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิล กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก่อที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.27±1.27, 36.87±3.42, 40.10±1.34 และ 34.97±1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

#### 4.1.4 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency ratio, PER)

เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสาหร่ายไก่อในสภาพแห้งที่ผสมในอาหารที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 42.76±0.22, 33.07±0.12, 31.96±0.30 และ 32.11±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) และเปอร์เซ็นต์ โปรตีนในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก่อที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 15.53±0.24, 17.15±0.28, 17.84±0.20 และ 17.38±0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) เมื่อคำนวณประสิทธิภาพของโปรตีนในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไก่อที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.65±0.01, 0.77±0.05, 1.00±0.03 และ 0.82±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.4 ส่วนประกอบของอาหารผสมสาหร่ายไถที่เลี้ยงปลานิล

|             | ปริมาณสาหร่ายไถ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                          |                         |                         |
|-------------|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             | 0                                               | 2.5                      | 5                       | 7.5                     |
| โปรตีน(%)   | 42.76±0.22 <sup>a</sup>                         | 33.07±0.12 <sup>b</sup>  | 31.96±0.30 <sup>b</sup> | 32.11±0.06 <sup>b</sup> |
| ไขมัน (%)   | 4.43±0.06 <sup>a</sup>                          | 4.46±0.07 <sup>a</sup>   | 3.53±0.11 <sup>b</sup>  | 3.47±0.11 <sup>b</sup>  |
| เยื่อใย (%) | 1.00±0.09 <sup>a</sup>                          | 1.11±0.04 <sup>a</sup>   | 1.95±0.02 <sup>b</sup>  | 2.15±0.08 <sup>b</sup>  |
| ความชื้น(%) | 7.76±0.05 <sup>a</sup>                          | 27.28±0.05 <sup>bc</sup> | 26.72±0.04 <sup>b</sup> | 27.71±0.23 <sup>c</sup> |
| เถ้า (%)    | 6.57±0.01 <sup>a</sup>                          | 7.28±0.02 <sup>b</sup>   | 7.13±0.02 <sup>c</sup>  | 7.75±0.01 <sup>d</sup>  |

a,b,c,d ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.5 ส่วนประกอบในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไถ

|              | ปริมาณสาหร่ายไถ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                         |                         |                         |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|              | 0                                               | 2.5                     | 5                       | 7.5                     |
| โปรตีน(%)    | 15.53±0.24 <sup>a</sup>                         | 17.15±0.28 <sup>b</sup> | 17.84±0.20 <sup>b</sup> | 17.38±0.12 <sup>b</sup> |
| ไขมัน (%)    | 0.42±0.03 <sup>a</sup>                          | 0.27±0.01 <sup>a</sup>  | 0.39±0.08 <sup>a</sup>  | 0.39±0.02 <sup>a</sup>  |
| เถ้า (%)     | 1.23±0.02 <sup>a</sup>                          | 1.22±0.01 <sup>a</sup>  | 1.35±0.03 <sup>b</sup>  | 1.24±0.01 <sup>a</sup>  |
| ความชื้น (%) | 81.79±0.07 <sup>a</sup>                         | 81.75±0.04 <sup>b</sup> | 80.41±0.09 <sup>c</sup> | 81.86±0.19 <sup>a</sup> |

a,b,c,d ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิล

การหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่ายไถที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $12.26 \pm 0.49$  ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และกลุ่มปลาที่ได้รับการผสมสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาดำต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $0.96 \pm 0.38$  ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม และกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยเท่ากับ  $4.16 \pm 1.72$  และ  $8.20 \pm 0.24$  ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งในทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากทุกหน่วยการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไวกที่ระดับต่างๆ

|                                       | ปริมาณ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                   |                   |                    |
|---------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                                       | 0                                      | 2.5               | 5                 | 7.5                |
| ปริมาณแคโรทีนอยด์ ( $\mu\text{g/g}$ ) | $0.96 \pm 0.38^a$                      | $4.16 \pm 1.72^b$ | $8.20 \pm 0.24^c$ | $12.26 \pm 0.49^d$ |

<sup>a,b,c,d</sup> ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3 อัตรารอด

อัตราการรอดของปลานิล กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไวกที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $54.44 \pm 4.01$ ,  $50.00 \pm 7.70$ ,  $45.56 \pm 1.11$  และ  $58.89 \pm 7.78$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

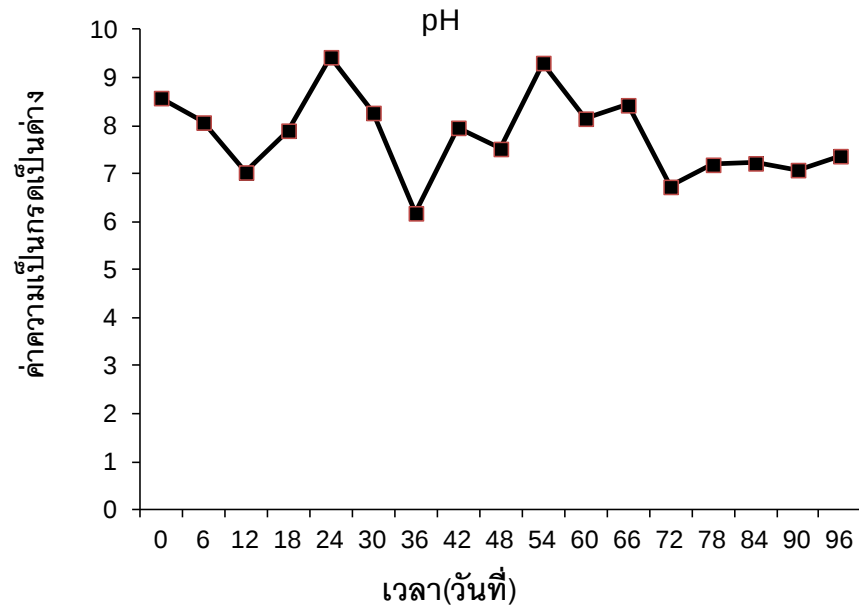
ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการรอดของปลานิล

|             | ปริมาณ <i>Cladophora</i> (เปอร์เซ็นต์) |                    |                    |                    |
|-------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | 0                                      | 2.5                | 5                  | 7.5                |
| อัตราการรอด | $84.44 \pm 4.01^a$                     | $80.00 \pm 7.70^a$ | $75.56 \pm 1.11^a$ | $88.89 \pm 7.78^a$ |

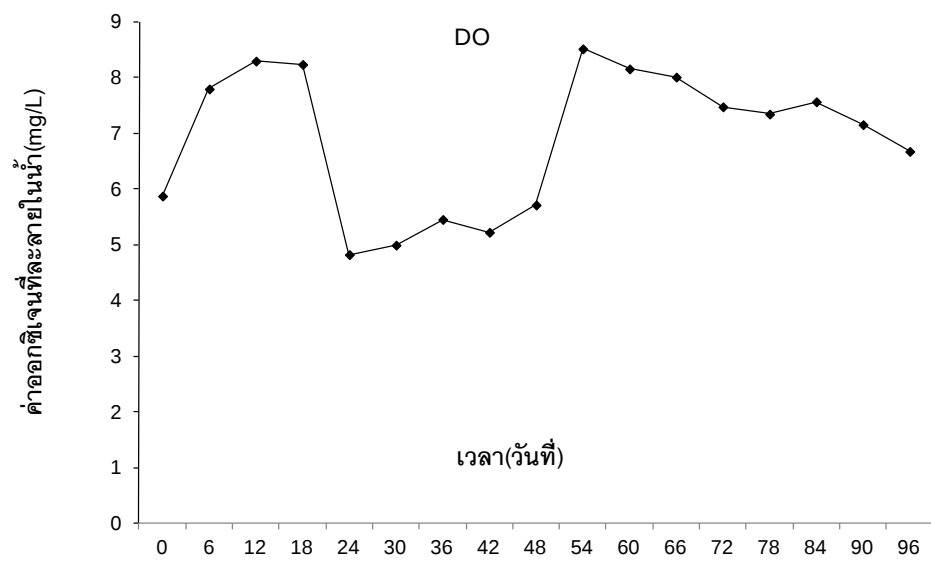
<sup>a,b,c,d</sup> ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.4 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิล

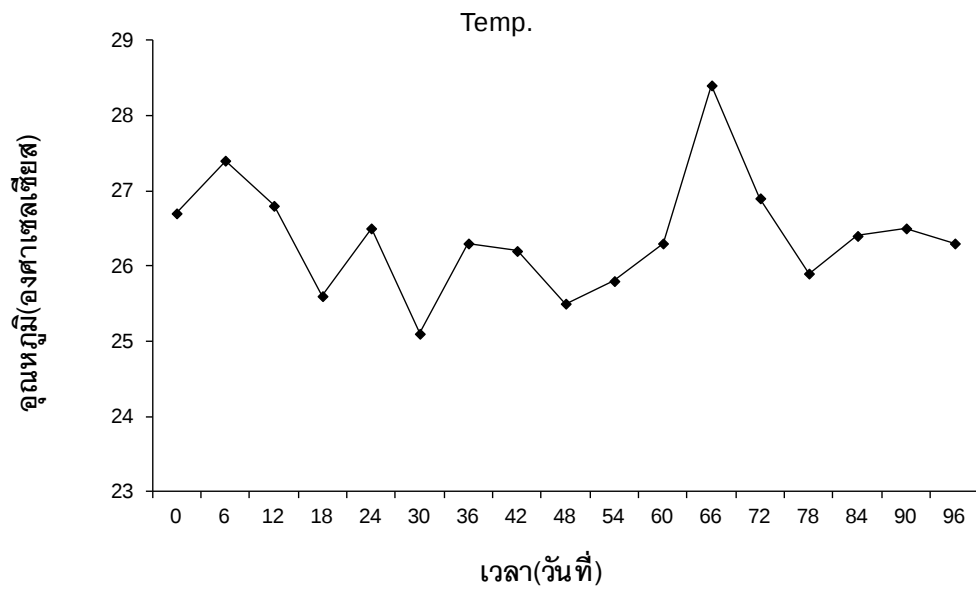
ค่า pH ระดับ pH สูงสุดเท่ากับ 9.4 และต่ำสุดเท่ากับ 6.1 (ภาพที่ 4.2) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ สูงสุดเท่ากับ 8.51 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำสุดเท่ากับ 4.89 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.3) อุณหภูมิ สูงสุดเท่ากับ 28.4 องศาเซลเซียส และต่ำสุดเท่ากับ 25.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.4) ซึ่งค่าคุณภาพน้ำทุกค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลานิล



ภาพที่ 4.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำระหว่างการเลี้ยงปลานิล



ภาพที่ 4.4 อุณหภูมิของน้ำในระหว่างการเลี้ยงปลานิล

**บทที่ 5****สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

การทดลองใช้อาหารที่ผสมสาหร่ายไค 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลานิลพบว่า อาหารที่ผสมสาหร่าย 5 เปอร์เซ็นต์ให้ผลในการเจริญเติบโตดีที่สุด และอาหารที่ผสมสาหร่ายไค 7.5 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาได้สูงที่สุด โดยการเพิ่มสาหร่ายลงในอาหารสามารถ เพิ่มปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาได้มากกว่าอาหารปกติ

### บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2538. ปลาหมอ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 42 หน้า.
- กรมวิทยาศาสตร์. 2542. โปรตีน. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ
- กองโภชนาการ. 2552. ปลา – อาหารคู่ชีวิต. กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ. กองโภชนาการ. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข.นนทบุรี. เข้าถึงได้
- จาก <http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=2&id=122> (เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2553)
- นิรนาม ก. 2553. ปลานิล. เข้าถึงได้
- จาก [http://previously.doae.go.th/library/html/detail/fish\\_nil/tilapia1.htm](http://previously.doae.go.th/library/html/detail/fish_nil/tilapia1.htm) (เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2553)
- ยุวดี พิรพรพิศาล. โครงการศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2 หน้า
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 หน้า.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 199น.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2544. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายใต้อ่าง. กรุงเทพฯ อมร เสริมวัฒนากุล และบุษกร บำรุงธรรม. 2543. อาหารปลาสวยงาม. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำลาดยาว, จตุจักร กรุงเทพฯ. 74 หน้า
- Azaza, M.S., Mensi, F., Ksouri, J., Dhraief, M.N., Brini, B., Abdelmouleh, A., and Kraïem, M.M. 2008. Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed with diets containing graded levels of green algae meal (*Ulva rigida*) reared in geothermal waters of southern Tunisia. J. Appl. Ichthyol 24: 202-207
- Anderson S, Bankier AT, Barrell BG, de Bruijn MH, Coulson AR, Drouin J, Eperon IC, Nierlich DP, Roe BA, Sanger F, Schreier PH, Smith AJ, Staden R, Young IG. 1984. [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/72195349;290\(5806\):457-65](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/72195349;290(5806):457-65).
- Hemre, G.-I., Ø. Karlseb, A. Mangor-Jensenb and G. Rosenlundc. 2003. Digestibility of dry matter, protein, starch and lipid by cod, *Gadus morhua*: comparison of sampling methods. Aquaculture. 225: 225-232.
- Horn, M.H.1998. Biology of marine herbivorous fishes. Mar. Biol. Annu. Rev 27:167-272
- Jantrarotai et al. (1995) Jantraotri,W., Sitasit, P. and Amonrat Sermwatanakul.1995. Quantifying dietary protein level for maximum growth and diet utilization of Hybrid Clarias Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C.gariepinus*). Technical paper No.164. National Inland Fisheries Institute Bangkok, Thailand.11p

- Nakagawa .(1997) Effect of Dietary algae on improvement of lipid metabolism in fish. Biomed & Pharmacother 51:345-348.
- Samantaray and K., S.S. Mohanty. 1997. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striate*. Aquaculture. 156:241-249.
- W.Lindsey Zemke-White , K.D. Clements. 1999 . Chlorophyte and Rodophyte as factor in diet choice by marine herbivorous fish. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology . 240:

## ประวัติผู้เขียน

1. ชื่อ นามสกุล นายศักดิ์ชัย ชูโชติ  
Mr. Sakchai Choochote
2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ9
- เลขประจำตัวประชาชน 3150401191567
3. สถานที่ทำงาน หลักสูตรวิทยาศาสตรการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
โทรศัพท์/โทรสาร : 023298517  
e-mail: kcsakcha@kmitl.ac.th

## 4. ประวัติการศึกษา

| คุณวุฒิ                    | ปี พ.ศ. ที่จบ | ชื่อสถานศึกษาและประเทศ              |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------|
| วท.บ. (ประมง)              | 2523          | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ประเทศไทย |
| วท.ม. (วิทยาศาสตรการประมง) | 2529          | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ประเทศไทย |

## 5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารสัตว์น้ำ

## 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ศักดิ์ชัย ชูโชติ และธานี พุนดี. 2530. ปัญหาของการเลี้ยงปลาหมอไทยในถังไฟเบอร์กลาส. วารสาร  
พระจอมเกล้า 5 (3) : 36-39.

- ศักดิ์ชัย ชูโชติ และธานี พุนดี. 2529. ผลของต่างหับทิมต่อปลานิล (*Tilapia niloticus*) ที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำแตกต่างกัน และที่ระดับความกระด้างของน้ำแตกต่างกัน. วารสารพระจอมเกล้า 4 (3) : 1-16.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ และธานี พุนดี. 2529. การศึกษาการเลี้ยงหอยขมในกระชัง. วารสารการประมง 31 (6) : 623-627.
- ธานี พุนดี และศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2529. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยอาหารผสมต่างชนิดกัน. วารสารการประมง 39 (5) : 515-520.
- ธานี พุนดี และศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2529. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระดับความหนาแน่นต่างๆ กัน. เกษตร 15 (2) : 69-75.
- ธานี พุนดี, ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา กิจสวัสดิ์. 2531. อัตรารอดและการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต โดยใช้ที่หลบภัยต่างกัน. เกษตร 16 (5) : 251-256.
- ปวีณา กิจสวัสดิ์ และศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2533. ความเป็นพิษของสารสกัดจาก ผลมะคำดีควายต่อปลานิลที่ระดับความเค็มของน้ำแตกต่างกัน. วารสารเกษตร พระจอมเกล้า 8 (2) : 25-31.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา กิจสวัสดิ์. 2534. การเจริญเติบโตของปลาหมอไทยที่เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 9 (1) : 45-52.
- ปวีณา กิจสวัสดิ์ และศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2534. ความเป็นพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 9(3) : 45-52.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา กิจสวัสดิ์. 2535. อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกอายุที่อนุบาลในระดับความเค็ม 0 2 4 6 8 และ 10 ส่วนในพัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 13 (3) : 10-14.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2538. การอนุบาลลูกปลากะพงขาวในระดับความเค็มแตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 13 (3) : 10-14.
- ศักดิ์ชัย ชูโชติ และสมศักดิ์ บัณฑุชัย. 2544. คุณภาพน้ำเชื้อและผลของจำนวนอสุจิที่มีต่ออัตราการปฏิสนธิของปลาน้ำจืดบางชนิด. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง 9 (3) : 25-31.
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ และ กลิ่นสุนทร สุวรรณรัตน์. 2546. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้สาหร่ายไซยาโนแบคทีเรีย : *Oscillatoria* sp., *Microcystis* sp. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21:48-60.

- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ และ จตุพร บัณฑิต. 2546. ผลของความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการสร้างไขแพลงก์ตอนของไรแดง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21:61-68
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2550. การกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria jatorvensis* และ *Microcystis aeruginosa*. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14:46-54.
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2547. การผลิตไขแพลงก์ตอนของไรแดงภายใต้สภาวะการควบคุมระดับพีเอชและแอมโมเนีย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(2):65-75.
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, บุปผา จงพัฒน์, ศักดิ์ชัย ชูโชติ และ ปวีณา ทวีกิจการ. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc commune* Vaucher ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 23(2):38-47.
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ, นิธิ พันธุ์คงชื่น. 2551. การเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* แห่ง. การประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 3 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 8-9 ธันวาคม 2551. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ น. 95-104.
- สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ, ชาติสุพล เตรียมธนานันท์. 2551. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณรงควัตถุของ *Spirulina platensis* ที่เลี้ยงในปุ๋ยผสมมูลสุกร. การประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 3 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 8-9 ธันวาคม 2551. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ น. 105-115
- Ruangsomboon, S. and Choochote, S. 2007. Effect of feeding diets containing *Nostoc commune* on growth, survival, protein and carotenoid content of red tilapia *Oreochromis niloticus*. Proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology. 21-23 November 2007. p. 772-775.
- Ruangsomboon, S. Choochote, S. and Taveekijakarn P. 2010. Growth performance and nutritional composition of red tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) fed Diets containing raw *Spirulina platensis*. The international conference on Sustainable community development 2010. 21-23 January, 2010. Khon Kaen University, Nong Khai campus, Thailand and Vientiane, Lao PDR. P. 27-31.

ชื่อ สกุล

นางสาวสุนีรัตน์ เรืองสมบุญ

Miss Suneerat Ruangsomboon

เพศ หญิง

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ8

ประวัติการศึกษา

| ปีจบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม                          | สถาบันการศึกษา                    | ประเทศ |
|--------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 2538         | ตรี         | วท.บ. (ประมง)<br>วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยม)   | ม.เกษตรศาสตร์                     | ไทย    |
| 2541         | โท          | วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)<br>วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต | ม.เกษตรศาสตร์                     | ไทย    |
| 2549         | เอก         | Ph.D. (Environmental<br>Technology)                | ม.เทคโนโลยีพระ<br>จอมเกล้า ธนบุรี | ไทย    |

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

อนุกรมวิธานของแพลงก์ตอน การใช้ประโยชน์สารสกัดจากสาหร่าย การบำบัดน้ำเสีย

ทุนวิจัยที่เคยได้รับ

1. ความเป็นไปได้ในการผลิตไขพักรไแดงเป็นการค้า (งบประมาณแผ่นดิน 2544)
2. การบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และสีย้อมปนเปื้อนโดยใช้ *Lemna*, *Chlorella* และ *Phormidium* (ทุนอุดหนุนการวิจัย ม.ศรีปทุม 2544)
3. การกำจัดสารอินทรีย์และสีย้อมจากน้ำเสียโดยใช้ *Oscillatoria* และ *Microcystis* (งบประมาณแผ่นดิน 2546)
4. การสะสมและถ่ายทอดแคดเมียมผ่านทางห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ (สกว. มิ.ย. 2546- มิ.ย. 2547)
5. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเห็ดลาบ *Nostoc commune* เพื่อการค้า (รายได้ภาคฯ 2547)
6. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเห็ดลาบ (*Nostoc commune*) และสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina platensis*) ในน้ำนมดิบที่ทิ้งจากโรงงานผลิตนมเพื่อใช้เป็นอาหารปลาสวยงามและปลาเศรษฐกิจ(งบประมาณแผ่นดิน 2548-2549)
7. ผลกระทบของแสง และอุณหภูมิ ที่มีต่อเสถียรภาพการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากสาหร่ายในการยับยั้งการงอกและการเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ (รายได้ภาคฯ 2549)
8. ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาสารสกัดจากสาหร่ายต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ (รายได้ภาคฯ 2550)
9. การกำจัดสีย้อมจากน้ำเสียโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากสัตว์น้ำ (เปลือกกุ้ง เปลือกปู) (รายได้คณะฯ 2550)

10. แนวทางในการเพิ่มผลผลิต และปริมาณโปรตีนในปลาช่อนโดยการเลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* (เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบนประจำปีงบประมาณ 2550)
11. การเจริญเติบโต และคุณค่าทางโภชนาการของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc commune* (รายได้ภาคฯ 2551)
12. ศักยภาพและแนวทางการใช้ประโยชน์จากสาหร่าย *Nostoc commune* (งบประมาณแผ่นดิน 2551-2552)
13. ศักยภาพและความเป็นไปได้ในการใช้เซลล์สาหร่ายไซยาโนแบคทีเรียที่มีชีวิตในการกำจัด ตะกั่วจากน้ำเสีย (สกว. มี.ย. 2550- มี.ย. 2552)

#### ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

1. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ. 2544. การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria*. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 9(3):19-23.
2. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ. 2545. การควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* โดยใช้ฟอร์มาลินและคลอรีน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 18(3):30-37.
3. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ. 2545. การบำบัดน้ำเสียที่มีตะกั่วและแคดเมียมปนเปื้อนโดยใช้แหนเป็ดเล็ก (*Lemna perpusilla* Torr.). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 20 (3):1-11.
4. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ และ กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์. 2546. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้สาหร่ายไซยาโนแบคทีเรีย : *Oscillatoria* sp., *Microcystis* sp. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21:48-60.
5. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ และ จตุพร บัณฑิต. 2546. ผลของความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการสร้างไขฟักของไรแดง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21:61-68
6. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ. 2547. การกำจัดตะกั่วและแคดเมียมโดยใช้สาหร่ายขนาดเล็ก *Phormidium angustissimum* และ *Chlorella vulgaris*. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 3(1): 287-296.
7. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ. 2547. การดูดซับตะกั่วและแคดเมียมจากน้ำเสียโดยใช้ *Scenedesmus dimorphus* เป็นตัวดูดซับ. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 12(1):42-47.
8. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2547. การผลิตไขฟักของไรแดงภายใต้สภาวะการควบคุมระดับพีเอชและแอมโมเนีย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(2):65-75.
9. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2548. ผลของสารสกัดจากสาหร่ายต่อการงอกของพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36:978-981.
10. สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ บุปผา จงพัฒน์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ และ ปวีณา ทวีกิจการ. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc commune* Vaucher ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 23(2):38-47.

11. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ. 2549. การสร้างไขพักของไรแดงที่ระดับอุณหภูมิต่ำและอัตราพักของไขพักที่ฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลิน และไขพักที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 24(2):54-62.
12. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ. 2549. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ไขน้ำ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimmer. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 24(3):1-14.
13. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2549. ผลของแสงและอุณหภูมิที่มีต่อความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของ *Phormidium angustissimum* ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(6):925-928.
14. ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต ปริมาณโปรตีนและพอลิแซ็กคาไรด์ของไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc commune* Vaucher. 2549. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14(2):40-49.
15. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ. 2550. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรีย *Calothrix marchica* Lemm. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 25:13-26.
16. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2550. การกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria jatorvensis* และ *Microcystis aeruginosa*. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14:46-54.
17. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ ศักดิ์ชัย ชูโชติ ปวีณา ทวีกิจการ นิธิ พันธุ์คงชื่น. 2551. การเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* แห่ง. การประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 3 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 8-9 ธันวาคม 2551. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ น. 95-104.
18. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ ศักดิ์ชัย ชูโชติ ปวีณา ทวีกิจการ ชาติสุ พล เตริยมนานันท์. 2551. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณรงควัตถุของ *Spirulina platensis* ที่เลี้ยงในปุ๋ยผสมมูลสุกร. การประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 3 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 8-9 ธันวาคม 2551. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ น. 105-115
19. อธิยา สะพานกลาง และ สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ. .การดูดซับตะกั่วโดยไซยาโนแบคทีเรีย *Stigonema* sp. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28:20-30.
20. อภิญา สโมสร, สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ, อามร อินทร์สังข์ และ จรุงศักดิ์ พุ่มนวน. 2553. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนาดใหญ่ ต่อไรฝุ่น *Dematophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยวิธีสัมผัส. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. น 184-191.
21. อธิยา สะพานกลาง และ สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ. 2553. การเจริญเติบโตและการดูดซับตะกั่วจากน้ำเสียโดยไซยาโนแบคทีเรีย *Phormidium* sp. ที่เลี้ยงภายใต้สารอาหารที่ความเข้มข้นแตกต่าง

กัน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. น 193-202.

22. น้าถม ตั้งคำ และสุนิรัตน์ เรืองสมบูรณ์. 2553. คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกที่มีการเจริญเติบโตอย่างหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. น 305-312.

งานวิจัยที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษ

1. Ruangsomboon, S., Chidthaisong, A., Bunnag, B., Inthorn, D. and Harvey, N.W. 2004. Bioremoval of Lead by cyanobacteria : *Gloeocapsa* sp. and *Calothrix marchica*. Proceeding of the 1<sup>st</sup> KMITL International Conference on Integration of Science and technology. 2:188-191.
2. Ruangsomboon, S., Chidthaisong, A., Bunnag, B., Inthorn, D. and Harvey, N.W. 2004 . Lead ( $Pb^{2+}$ ) Adsorption potentials of *Gloeocapsa* sp. and role of its capsular polysaccharides. Proceeding of The International Conference on Sustainable Energy and Environment. 3(011):210-213 .
3. Ruangsomboon, S., A. Chidthaisong, B. Bunnag, D. Inthorn and N.W. Harvey. 2004b. Lead ( $Pb^{2+}$ ) Adsorption potentials of *Gloeocapsa* sp. and role of its capsular polysaccharides. Proceeding of The International Conference on Sustainable Energy and Environment. 3(011):210-213 .
4. Ruangsomboon, S. and Wongrat, L. 2006. Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving phytoplankton (*C. regularis*), zooplankton (*M. macrocopa*), and the predatory catfish. Aquatic Toxicology. 78:15-20.
5. Ruangsomboon, S., Chidthaisong, A., Bunnag, B., Inthorn, D. and Harvey, N.W. 2006. Production, composition and  $Pb^{2+}$  adsorption characteristics of capsular polysaccharides extracted from a cyanobacterium *Gloeocapsa gelatinosa*. Water Research. 40:3759-3766.
6. Ruangsomboon, S. and Wongrat, L. 2007. Bioaccumulation of Cadmium in an Experimental Aquatic Ecosystem Involving Phytoplankton, Zooplankton, Catfish and Sediment. Kasetsart Journal (Natural Science) 41:180-185.
7. Ruangsomboon, S. 2007. Removal of lead ( $Pb^{2+}$ ) by the cyanobacterium *Phormidium angustissimum*. Proceedings of The International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (ICIST) "Biological Diversity, Food and Agricultural Technology", Bangkok, Thailand. 26-27 April 2007, 340-344.

8. Ruangsomboon, S., Chidthaisong, A., Bunnag, B., Inthorn, D. and Harvey, N.W. 2007. Lead ( $Pb^{2+}$ ) adsorption characteristics and sugar composition of capsular polysaccharides of cyanobacterium *Calothrix marchica*. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 29:529-541.
9. Ruangsomboon, S. 2007. Removal of lead ( $Pb^{2+}$ ) by the cyanobacterium *Phormidium angustissimum*. Proceedings of The International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (ICIST) "Biological Diversity, Food and Agricultural Technology". 26-27 April 2007. p. 340-344.
10. Ruangsomboon, S. 2007. Nitrate, ammonia and orthophosphate removal from wastewater by duckweed *Lemna perpusilla* Torr. Proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology. 21-23 November 2007. p. 922-925.
11. Ruangsomboon, S. 2007. Study of the parameters affecting the binding of cadmium ( $Cd^{2+}$ ) in solution by *Phormidium angustissimum* West & G.S. West. Proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology. 21-23 November 2007. p. 918-921.
12. Ruangsomboon, S. and Choochote, S. 2007. Effect of feeding diets containing *Nostoc commune* on growth, survival, protein and carotenoid content of red tilapia *Oreochromis niloticus*. Proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology. 21-23 November 2007. p. 772-775.
13. Ruangsomboon, S., Chidthaisong, A., Bunnag, B., Inthorn, D. and Harvey, N.W. 2008. Removal of lead ( $Pb^{2+}$ ) by cyanobacteria *Gloeocapsa* sp. Bioresource Technology. 99:5650-5658.
14. Ruangsomboon, S. Choochote, S. and Taveekijakarn P. 2010. Growth performance and nutritional composition of red tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) fed Diets containing raw *Spirulina platensis*. The international conference on Sustainable community development 2010. 21-23 January, 2010. Khon Kaen University, Nong Khai campus, Thailand and Vientiane, Lao PDR. P. 27-31.