

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246733

ผลของสารฆ่าแมลงสปิโรลิเนป (Spiromesifen (Mitsunaka) Gatteler) และ  
สารฆ่าเชื้อ (Cladophora sp.) ต่อการเติบโต ศีรษะความสมบูรณ์เพศ  
การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และการปรับปรุงสี  
ของปลาทอง (Carassius auratus Linn.)

รัชชีก์ สุขพุ่ม

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2554

600251399

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



ผลของสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis* (Nordstedt) Geiteler) และ  
สาหร่ายไถ (*Cladophora* sp.) ต่อการเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ  
การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และการปรับปรุงสี  
ของปลาทอง (*Carassius auratus* Linn.)

ธีชศึก กุ่มพร้อม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง  
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ชื่อเรื่อง

ผลของสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis* (Nordstedt) Geiteler) และ  
สาหร่ายไถ (*Cladophora* sp.) ต่อการเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ  
การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และการปรับปรุงสี  
ของปลาทอง (*Carassius auratus* Linn.)

โดย

รัชศักดิ์ คู่มพร้อม

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกมล พรหมยะ)  
วันที่ ๑๕ เดือน พ.ย. พ.ศ. ๕๕

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)  
วันที่ ๑๐ เดือน พ.ย. พ.ศ. ๕๕

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย)  
วันที่ ๑๕ เดือน พ.ย. พ.ศ. ๕๕

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์)  
วันที่ ๑๕ เดือน พ.ย. พ.ศ. ๕๕

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)  
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา  
วันที่ 15 เดือน พ.ย. พ.ศ. ๒๕๕๕

ชื่อเรื่อง	ผลของสาหร่ายสไปรูลินา ( <i>Spirulina platensis</i> (Nordstedt) Geitler) และสาหร่ายไถ ( <i>Cladophora</i> sp.) ต่อการเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และการปรับปรุงสีของปลาทอง ( <i>Carassius auratus</i> Linn.)
ชื่อผู้เขียน	นายรัชชศีก คุ่มพร้อม
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกมล พรหมยะ

## บทคัดย่อ

246733

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และการปรับปรุงสีของปลาทองโดยใช้อาหารผสมด้วยสาหร่าย 2 ชนิด และแบ่งการทดลองออกเป็น 4 หน่วยการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ หน่วยการทดลองที่ 1 อาหารสำเร็จรูปหรือชุดควบคุม หน่วยการทดลองที่ 2 และ 3 อาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลินาผง 6 และ 12 เปอร์เซ็นต์ และหน่วยการทดลองที่ 4 อาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายไถผง 6 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงปลาทองน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น  $13.9 \pm 0.73$  กรัม ระยะเวลาการทดลอง 180 วัน พบว่า ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดเฉลี่ยตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลองของปลาทองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาทองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม และอาหารผสมสาหร่ายไถ 6 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 6 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ ) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 6 เปอร์เซ็นต์ และอาหารผสมสาหร่ายไถ 6 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าปลาทองที่ได้อาหารในชุดควบคุม และอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 12 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลอง พบว่าทั้งปลาทองเพศผู้ และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 12 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองเพศที่ได้รับอาหารในหน่วยการทดลองอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น และการจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลอง พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 6 และ 12 เปอร์เซ็นต์ และอาหารผสมสาหร่ายไถ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม

( $p < 0.05$ ) และระดับแอนติบอดีเฉลี่ยตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลองพบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไค 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในหน่วยการทดลองอื่นๆ ( $p < 0.05$ )

ความสว่างของสีบนตัวปลาทอง พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในหน่วยการทดลองอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) และการเกิดสีแดงบนตัวปลาทอง พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิना 6 และ 12 เปอร์เซ็นต์ และอาหารผสมสาหร่ายไค 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม ( $p < 0.05$ ) ในส่วนของการเกิดสีเหลืองบนตัวปลาทอง พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไค 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารในหน่วยการทดลองอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) สรุปได้ว่าสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด ให้ผลไม่แตกต่างกันต่อการเติบโต แต่สามารถช่วยเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น การจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาว และยังช่วยปรับปรุงให้ตัวปลาทองมีสีแดง โดยเฉพาะสาหร่ายไคช่วยปรับปรุงให้ตัวปลาทองมีสีเหลืองเพิ่มสูงขึ้น และยังช่วยเพิ่มระดับแอนติบอดี แต่สาหร่ายสไปรูลินาช่วยเพิ่มความสมบูรณ์เพศของปลาทองทั้งเพศผู้ และเพศเมียได้

<b>Title</b>	Effects of <i>Spirulina platensis</i> (Nordstedt) Geitler and Kai Algae ( <i>Cladophora</i> sp.) on Growth Performance Gonadosomatic Index, Immunity Stimulating Capacity, and Color Improvement of Goldfish ( <i>Carassius auratus</i> Linn.)
<b>Author</b>	Mr. Tutsuk Kumprom
<b>Degree of</b>	Master of Science in Fisheries Technology
<b>Advisory Committee Chairperson</b>	Assistant Professor Dr. Jongkon Promya

**ABSTRACT**

246733

The aims of this study were to determine the growth performance, gonadosomatic index, immunity stimulating capacity, and color improvement of goldfish, *Carassius auratus*, when fed two types of algae. The experiment was divided into 4 treatments with 3 replications each: Treatment 1, goldfish were fed with commercial diet, while Treatments 2 and 3, fish were fed with commercial diets supplemented with 6 and 12% of *Spirulina platensis* powder, respectively, and Treatment 4, fish were fed with commercial diets supplemented with 6% of Kai algae (*Cladophora* sp.) powder. Goldfish with the initial average weight of  $13.9 \pm 0.73$  g were fed with these diets for 180 days. The study found that average length, average weight, weight gain, average daily growth, specific growth rate, and survival rate of fish in all treatments were not significantly different. But protein efficiency ratio of fish in Treatments 1 and 4, were significantly higher than fish in Treatments 2 and 3 ( $p < 0.05$ ), while feed conversion rate of fish in Treatments 2 and 4 were significantly better than fish in Treatments 1 and 2 ( $p < 0.05$ ).

Both male and female goldfish in Treatment 3 had significantly higher gonadosomatic indices than in other treatments ( $p < 0.05$ ). Immunity stimulating capacity, packed red blood cell volume and phagocytosis activity of fish in Treatments 2, 3 and 4, were significantly higher than fish in Treatment 1 ( $p < 0.05$ ). In addition, bacterial agglutination activity of fish in Treatment 4 was significantly higher than fish in other treatments ( $p < 0.05$ ).

Goldfish in Treatment 1 was significantly higher in brightness than fish in other treatments ( $p < 0.05$ ), while fish in Treatments 2, 3 and 4 were significantly higher in red color

than fish in Treatment 1 ( $p < 0.05$ ). Furthermore, fish in Treatment 4 was significantly higher in yellow color of than fish in other treatments ( $p < 0.05$ ). In conclusion, both *Spirulina platensis* and *Cladophora* sp. supplementary diets had no effect on fish growth rate but they were found to increase packed red blood cell volume, phagocytosis activity and improve red color in goldfish, particularly *Cladophora* sp. and, also improved yellow color and bacterial agglutination activity in goldfish. But in *Spirulina platensis*, there was increased gonadosomatic index for both male and female goldfish.

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จنگล พรหมยะ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน และรองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเพ็ญ ตรีชัยยาพร ประธานกรรมการสอววิทยานิพนธ์ รวมไปถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมณีส และอาจารย์ขจรเกียรติ ศรีนวลสม ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน และให้คำแนะนำ กับปัญหาและอุปสรรคต่างๆ สำหรับการทําวินิพนธ์มา โดยตลอด ทั้งยังสละเวลาอันมีค่าในการตรวจแก้ไขวินิพนธ์นี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการเพลงก้ตอน ห้องปฏิบัติการโรคปลา และฐานการเรียนรู้สาหร่ายและแพลงก์ตอน คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ และสถานที่ในการทําวินิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านในคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือทุกๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณสาขาวิชา ไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องวัดสี (Koniki minolta color reader CR-10)

และสุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่ออุทัย คุณแม่สุจิตร์ คุณอาคะเน คู่มพร้อม และญาติพี่น้อง ที่คอยช่วยเหลือด้านทุนในการศึกษา และคอยให้กำลังใจมา โดยตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ธัชศีก คู่มพร้อม

พฤศจิกายน 2554

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญภาพผนวก	(18)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ปลาทอง	3
ชนิดพันธุ์ปลาทอง	3
องค์ประกอบภายนอกของปลาทอง	5
การแยกเพศปลาทอง	8
การเจริญพันธุ์ของปลาทอง	8
ระบบภูมิคุ้มกัน	9
ภูมิคุ้มกันในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง	10
เลือดปลา	10
อาหารของปลาทอง	12
การให้อาหารปลาทอง	13
สีของตัวปลา	13
คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา	15
การเปลี่ยนถ่ายน้ำ	18

	หน้า
แหล่งรงควัตถุในธรรมชาติ	19
รงควัตถุที่พบในสาหร่าย	19
สาหร่ายสไปรูลีนา	22
สาหร่ายไค	25
แหล่งแคโรทีนอยด์ที่ผสมในอาหารเพื่อใช้เร่งสีปลา	26
แหล่งแคโรทีนอยด์ที่ผสมในอาหารเพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน	29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	31
เครื่องมือและอุปกรณ์ทำการทดลอง	31
ด้านการเลี้ยง	31
ด้านการวัดการเจริญเติบโต	31
ด้านการวัดดัชนีความสมบูรณ์เพศ	32
ด้านการประเมินระบบภูมิคุ้มกัน	32
ด้านการประเมินสีบนตัวปลา	33
ด้านการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	33
ด้านการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ แคโรทีนอยด์ และไฟโคไซยานิน ในอาหาร	35
วิธีการวิจัย	37
การวางแผนการทดลอง	37
การเตรียมตู้และปลาที่ใช้ในการทดลอง	37
การวิเคราะห์การเจริญเติบโต	39
การประเมินดัชนีความสมบูรณ์เพศ	40
การประเมินระบบภูมิคุ้มกัน	40
การวิเคราะห์ทางสถิติ	42
บทที่ 4 ผลการวิจัย	43
การเติบโต	43
ดัชนีความสมบูรณ์เพศ	48
ระบบภูมิคุ้มกัน	52
การเปลี่ยนแปลงของสี	57

	หน้า
คุณภาพน้ำ	69
บทที่ 5 วิจัยผลลัพธ์การวิจัย	78
การเติบโต	78
ดัชนีความสมบูรณ์เพศ	79
ระบบภูมิคุ้มกัน	81
การเปลี่ยนแปลงของสี	82
คุณภาพน้ำ	83
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	84
สรุปผลการวิจัย	84
ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก การเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ การประเมินระบบภูมิคุ้มกัน	
การเปลี่ยนแปลงของสี คุณภาพน้ำ และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	93
ภาคผนวก ข การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการประเมินระบบภูมิคุ้มกัน	131
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	134
ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และรงควัตถุในอาหาร	146
ภาคผนวก จ ภาพผนวกต่างๆของงานวิจัย	157
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย	162

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	รงควัตถุที่พบตามส่วนต่างๆ ของร่างกายปลา	15
2	รงควัตถุชนิดต่างๆ ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และสิ่งมีชีวิตที่มีรงควัตถุชนิดนั้นอยู่	21
3	คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายสไปรูลินา <i>Spirulina platensis</i>	23
4	คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไค <i>Clodophora</i> sp.	25
5	ปัจจัยและวิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร	38
6	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารในแต่ละหน่วยการทดลอง	38
7	ปัจจัยและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	39
8	การเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	48
9	ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองเพศผู้ และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	52
10	การประเมินภูมิคุ้มกันเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	57
11	การเปลี่ยนแปลงสีเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	68
12	คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	72

## สารบัญญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะภายนอกของปลาทอง	7
2	ความยาวเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	44
3	น้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	45
4	ดัชนีความสมบูรณ์เฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองเพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	50
5	ดัชนีความสมบูรณ์เฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	51
6	ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	53
7	การจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	55
8	ระดับแอนติบอดีเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	56
9	ความสว่างของสีบนตัวปลาทองเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	60
10	การเกิดสีแดงบนตัวปลาทองเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	64
11	การเกิดสีเหลืองบนตัวปลาทองเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	68
12	อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-เป็นด่าง และออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	72

ภาพ

หน้า

- 13 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และ  
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำเลี้ยงในแต่ละหน่วยการทดลองของ  
ปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน 76

## สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ความยาวเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	94
2	น้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	95
3	ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองเพศผู้ และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	96
4	การประเมินระบบภูมิคุ้มกันเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	97
5	ความสว่างของสปีบนตัวปลาทอง ( $L^*$ ) เฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	98
6	การเกิดสีแดงบนตัวปลาทอง ( $a^*$ ) เฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	99
7	การเกิดสีเหลืองบนตัวปลาทอง ( $b^*$ ) เฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	100
8	อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	101
9	อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	102
10	ความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	103
11	ออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	104

**ตารางผนวก**

**หน้า**

12	แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเจลลี่ในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	105
13	ไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำเจลลี่ในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	106
14	ไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำเจลลี่ในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	107
15	ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำเจลลี่ในแต่ละหน่วยการทดลองของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	108
16	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของความยาวเฉลี่ยของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	109
17	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของความน้ำหนักของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	110
18	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของการเติบโตของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 180 วัน	111
19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของดัชนีความสมบูรณ์เพศของปลาทองเพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	112
20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของดัชนีความสมบูรณ์เพศของปลาทองเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	113
21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	114

**ตารางผนวก**

**หน้า**

22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของการจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาวของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	115
23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของระดับแอนติบอดีปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน	116
24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ความสว่างของสีบนตัวปลาทอง (L*) ของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	117
25	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของการเกิดสีแดงบนตัวปลาทอง (a*) ของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	119
26	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของการเกิดสีแดงบนตัวปลาทอง (a*) ปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 วัน ถึง 180 วัน	121
27	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของอุณหภูมิของอากาศของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	123
28	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของอุณหภูมิของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	124
29	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	125
30	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของออกซิเจนที่ละลายน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน	126

## ตารางผนวก

## หน้า

- |    |  |     |
|----|--|-----|
| 31 | ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน    | 127 |
| 32 | ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน       | 128 |
| 33 | ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน      | 129 |
| 34 | ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำของปลาทองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายที่แตกต่างกันตั้งแต่ 30 วัน ถึง 180 วัน | 130 |

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	การเตรียมตู้ทดลอง	158
2	ปล่อยปลาเริ่มทำการทดลอง	158
3	อาหารที่ใช้ในการทดลองการทดลอง	158
4	การวัดการเติบโต	159
5	เครื่องมือผ่าตัด	159
6	การเจาะเลือดปลาจากเส้นเลือด caudal vein	159
7	การแยกไต	160
8	Ficoll Paqua สารแยกเม็ดเลือดขาว	160
9	RPMI1640	160
10	เครื่องวัดสี Koniki minolta color reader CR-10	161
11	ปลาทองหลังสิ้นสุดการทดลอง	161