รายงานผลการวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง แนวทางการลดต้นทุนการผลิตปลานิล โดยใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชที่ความหนาแน่นต่างกัน

Decrease cost production of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for use Algae and Phytoplankton density different..

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : กลยุทธ์การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในการผลิตปลานิลในเขตภาคเหนือเพื่อเป็นอาหารปลอดภัย

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2549
จำนวน 344,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายจงกล พรมยะ
ผู้ร่วมโครงการ นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์
นายชนกันต์ จิตมนัส
นายขจรเกียรติ์ แซ่ตัน

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

31 ตุลาคม 2549

คำนิยม

รายงานผลงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ซึ่งได้รับการจัดสรรงบประมาณการวิจัยประจำปี 2548 และ 2549 ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่และ นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนสถานที่ทำการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง และคณะผู้ร่วมทำงาน ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
คำนำ	4
การตรวจเอกสาร	5
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	7
วันเวลา และสถานที่ทำการวิจัย	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการการอนุบาลในตู้กระจกและบ่อดิน	8
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	11
สรุปผลการทดลองการอนุบาลในตู้กระจกและบ่อดิน	16
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการการเลี้ยงปลานิลแดงเพศผู้ในบ่อดิน	17
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
สรุปผลการทดลองการเลี้ยงปลานิลแดงเพศผู้ในบ่อดิน	25
ความหลากหลายและความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง	25
ผลการสำรวจความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืช	26
สรุปผลการสำรวจความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืช	27
วิจารณ์ผลและสรุปผลการทดลอง	28
โครงการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด	29
เอกสารอ้างอิง	38

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารปลาก่อนการทดลอง (เทียบจากน้ำหนักแห้ง)	9
2	ผลทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย ± SD) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต/วัน อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และคุณภาพน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง การอนุบาลลูกปลาในตู้กระจก	12
3	ผลทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย ± SD) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต/วัน อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และคุณภาพน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง การอนุบาลลูกปลาในบ่อดิน	15
4	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารปลาก่อนการทดลอง (เทียบจากน้ำหนักแห้ง)	18
5	น้ำหนักแห้งตัวเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ของปลานิลแดงในแต่ละหน่วยทดลองระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	20
6	น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต/วัน อัตราการรอดตาย และอัตราการแลกเนื้อของปลานิลแดงในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	21
7	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์และคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดงก่อนและหลังการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	22
8	องค์ประกอบทางโภชนาการของปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	23
9	คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	24

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน	24
11	ตารางหลักสูตรการฝึกอบรม	33

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลานิลแดงและปลาทับทิม	5
2	*Spirulina platensis* เซลล์เดียว	9
3	*Spirulina platensis* เป็นกลุ่มเซลล์	9
4	อาหารลูกปลา	9
5	การอนุบาลูกปลานิลแดงในตู้กระจกใช้อาหารผง , สาหร่ายสดเป็นอาหารที่ความหนาแน่นต่างกัน	11
6	ลูกปลานิลแดงในตู้กระจกอายุ 30 วัน ใช้อาหารผงและสาหร่ายสดเป็นอาหาร	11
7	สาหร่ายในบ่อ raceway pond	13
8	สาหร่ายในบ่อดิน	13
9	บ่ออนุบาลลูกปลาในบ่อดิน	13
10	การสุ่มน้ำหนักลูกปลาในบ่อดิน	13
11	ลูกปลานิลแดงในบ่อดินอายุ 90 วัน	13
12	ลูกปลานิลแดงในบ่อดินแต่ละหน่วยทดลอง	13
13	อัตราการเจริญเติบโตของการอนุบาลลูกปลานิลแดงในบ่อดิน อายุ 90 วัน	14
14	*Spirulina platensis* เซลล์เดียว	18
15	*Spirulina platensis* เป็นกลุ่มเซลล์	18
16	อาหารปลาแต่ละหน่วยการทดลอง	18
17	Chlorophyta	26
18	Division Cyanophyta	26
19	Division Englenophyta	27
20	Division Chrysophyta	27
21	อาจารย์จงกล พรมยะ (หลักการเลี้ยงปลาทับทิม)	36
22	ผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรม	36
23	อาจารย์ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน (การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ)	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ	36
25	ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ	36
26	แนะนำสารอาหารในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา	36
27	การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาในบ่อแบบ Raceway	36
28	สาธิตการทำอาหารปลาทับทิม	36
29	สาธิตการทำอาหารปลาทับทิม	37
30	อาหารปลาทับทิม	37
31	การซักถามข้อสงสัย	37
32	การรับประทานอาหารร่วมกัน	37
33	การรับประทานอาหารร่วมกัน	37
34	บ่อเลี้ยงปลาทับทิม	37
35	บ่อเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา	37
36	คณะผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรม	37

แนวทางการลดต้นทุนการผลิตปลานิล โดยใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชที่ความหนาแน่นต่างกัน

Decrease cost production of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for use Algae and Phytoplankton density different..

จงกล พรมยะ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์
ชนกันต์ จิตมนัส ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน

JONGKON PROMYA THEPPARATH UNGSETHAPHAN
CHANAGUN CHITMANAT KAJORNGIED CHAETON

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

แนวทางการลดต้นทุนการผลิตปลานิล โดยใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชที่ความหนาแน่นต่างกันโดยในปีงบประมาณ 2548 และ2549 เริ่มจากการอนุบาลลูกปลานิลแดงในตู้กระจก ณ มหาวิทยาลัย แม่โจ้ ในตู้กระจกแบ่งการทดลอง เป็น 4 หน่วยการทดลอง ดังนี้ T_1 อาหารผงโปรตีน 40 % (20 % ของน้ำหนักตัว) , T_2 แพลงก์ตอนพืชที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ เท่ากับ 0.3 (20 % ของน้ำหนักตัว) T_3 แพลงก์ตอนพืชที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ เท่ากับ 0.5 (30 % ของน้ำหนักตัว) T_4 แพลงก์ตอนพืชที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ เท่ากับ 0.7 (40 % ของน้ำหนักตัว) ทำการสุ่มน้ำหนัก ทุก ๆ 15 วัน ระยะเวลา 45 วัน เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) พบว่า T_1 และ T_3 มีอัตราการรอดสูงกว่า T_4 และ T_2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ แต่อัตราการแลกเนื้อ T_2 ดีกว่าหน่วยทดลองที่ T_3, T_1 และ T_4 ตามลำดับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ค่า pH, Conductivity และ TDS หน่วยทดลองที่ 2, 3และ 4 มากกว่า หน่วยทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาผลของการใช้สาหร่าย อนุบาลลูกปลานิลแดง ในบ่อดิน แบ่งการทดลอง เป็น 4 หน่วย ดังนี้ T_1 อาหารผง 20 % , T_2 สาหร่ายสด 20 % , T_3 สาหร่ายสด 30 % และ T_4 สาหร่ายสด 40 % ของน้ำหนักตัวปลา สุ่มน้ำหนัก ทุก 15 วัน ระยะเวลา 90 วัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) พบว่า การอนุบาลในบ่อดิน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตรา

การเจริญเติบโต/วัน T_4 และ T_1 มากกว่า T_2และ T_3 แต่ อัตราการรอดที่ T_4 มากกว่า T_3, T_2 และ T_1 อัตราการแลกเนื้อที่ T_3 ดีกว่า T_4 , T_2และT_1 ต้นทุนลูกปลาต่อตัว และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ที่ T_3 ดีกว่า T_2, T_1 และT_4 คุณภาพน้ำค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ และแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ T_1 มากกว่าที่ T_2 , T_3และT_4 ค่าความเป็นด่าง และค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ที่ T_3 และ T_2 มากกว่า T_1 และT_4 ตามลำดับ

การทดลองเลี้ยงปลานิลแดงที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวประมาณ 27 กรัม โดยใช้บ่อดินขนาด 5 x 5 x 1 เมตร สูตรอาหารทดลองมี 4 สูตร แต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ โดยอาหารสูตรที่ 1 – 4 มีส่วนผสมของ สาหร่ายสดที่ระดับ 0 , 45 , 50 และ 55 % ตามลำดับ ปรับอาหารทุกสูตรให้มีระดับของโปรตีนใกล้เคียงกันเท่ากับ 30 % ใช้เวลาการเลี้ยงเป็นเวลา 5 เดือน จากผลการทดลองพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสด 55 % มีอัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า อาหารผสมสาหร่ายสด ทำให้คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณของคาโรทีนอยด์รวม (total carotenoid) ในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายที่ผสมในอาหาร ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 % ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่มากกว่าบ่อที่ปลากินสาหร่ายสด 50 % และ 45 % ตามลำดับ ค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในบ่อปลากินอาหารไม่ผสมสาหร่าย มีค่ามากกว่าในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่ายสด 55 % , 45 % และ 50 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ : ปลานิลแดง แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย ต้นทุน

Abstract

Decrease cost production of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for use Algae and Phytoplankton density different in 2005 was studied. The experiment was larval nursery in aquarium at Maejo University. Four treatments CRD was designed for T_1 20 % commercial diet T_2 20 % raw phytoplankton (0.3 $OD_{560\ nm}$) T_3 30 % raw phytoplankton (0.5 $OD_{560\ nm}$) and T_4 40 % raw phytoplankton (0.7 $OD_{560\ nm}$). The random samples form nursery of larval red tilapia were monitored every 5 day for the period of 45 days. Results showed that the survival rate with T_1 and T_3 had significantly

higher than T_4 and T_2 ($p < 0.05$) respectively but FCR T_2 had significantly lower than T_3 ,$T_1$and T_4 ($p < 0.05$) respectively. Water quality of pH, conductivity and TDS with T_2, $T_3$and T_4 had significantly higher than T_1 ($p < 0.05$) respectively.

The nursery of larval Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for use raw algae density different in soil pond. Four treatments CRD was designed for T_1 20 % commercial diet, T_2 20 % raw algae, T_3 30 % raw algae and T_4 40 % raw algae. The random samples form nursery of larval red tilapia were monitored every 15 day in soil pond for the period of 90 days. Results showed in soil pond ($p < 0.05$) that, the larval nursery of fish in soil pond. Results showed that the specific growth rate and average day growth with T_4 and T_1 had significant higher than T_2 and T_3 but the survival rate with T_4 had significantly higher than T_3, T_2 and T_1 . Feed conversion rate T_3 had better than T_4 ,$T_2$and T_1. The cost produced of fish larval and marginal rate of net return with T_3 had better than T_2, T_1 and T_4.Water quality of DO and NH_3-N with T_1 had significantly higher than T_2 , T_3 and T_4 .PO_4-P with T_3 and T_2 had significantly higher than T_1 and T_4 ($p < 0.05$) respectively.

A 5 – month feeding trail was carried out for red Tilapia (*Oreochromis* sp.) with an initial average weight of 27 g for size 5 x 5 x 1 m. in soil ponds. Feeds containing varying percentages of raw algae 0 , 45 , 50 and 55 % were tested with three replications for each treatment. All the feeds were formulated to contain dietary requirement for the Tilapia 30 % protein. The results showed that the feed with 55 % raw algae achieved the best performance survival rate and protein efficiency ratio. The nutritional value and total carotenoid contents in fish increased with the level of raw algae in feed. Water quality of NH_3-N with T_1 and T_4 had significantly higher than T_3 and T_2. PO_4-P with T_1 had significantly higher than T_4, $T_2$and T_3 ($p < 0.05$) respectively.

Keywords : Red Tilapia, phytoplankton, Algae, Cost

คำนำ

ความนิยมและปริมาณการบริโภคปลาน้ำจืดในประเทศไทย แตกต่างกันไปตามภูมิภาค ทั้งนี้เนื่องจากค่านิยมและประเพณีวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ประชากรในเขตภาคเหนือ มีอัตราการบริโภคสัตว์น้ำจืด ต่อคนต่อปีเท่ากับ 32 กิโลกรัม จัดเป็นอันดับสองของประเทศรองจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพียงเล็กน้อย คือ 33.8 กิโลกรัม (Piumsombun , 2001) ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยง ปลานิลแปลงเพศกันมากขึ้น เนื่องจากเป็นตัวผู้ทั้งหมด มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศเมียถึง 10 – 30 % และไม่เกิดปัญหาการเกิดลูกปลาแน่นในบ่อเลี้ยง โดยการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศของเกษตรกรมีทั้งการเลี้ยงในบ่อเลี้ยงในกระชัง แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลก็คือ การปล่อยลูกปลาที่มีขนาดเล็กลงเลี้ยงในบ่อที่มีการเตรียมบ่อไม่ดี หรือไม่ก็ไม่มีการกำจัดศัตรูปลาออกไปก่อน ทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดน้อย และได้ผลผลิตต่ำกว่าที่ควรได้รับ หากเกษตรกรมีการอนุบาลลูกปลาให้มีขนาดโตพอสมควร ก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อจะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น (ยุพิน , 2541)

การเลี้ยงปลานิลแปลงเพศเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่ของเกษตรกร มีการซื้อลูกปลาที่มีขนาดเท่าใบมะขามมาอนุบาลในกระชังด้วยอาหารลูกปลาสำเร็จรูป โดยให้อาหารวันละ 2 – 3 ครั้ง ประมาณ 2 สัปดาห์และเลี้ยงต่อด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป โปรตีนสูง 25 – 30 % การปรับปรุงประสิทธิภาพของการเลี้ยงปลาของเกษตรกร ด้วยการแนะนำให้เกษตรกรอนุบาลลูกปลา ก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อนั้น ควรเสนอแนะวิธีการที่มีต้นทุนในการดำเนินการต่ำ และปฏิบัติได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งต้นทุนการผลิตที่สำคัญของธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ ต้นทุนค่าอาหาร การจัดการที่ดี สามารถช่วยลดต้นทุนได้ (De Silva และคณะ , 1986) ในบ่อที่มีการเลี้ยงปลานิลในเขตจังหวัดเชียงใหม่ พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช 4 Division มีชนิดและจำนวนจากมากไปหาน้อย ดังนี้ Division Chlorophyta , Division Cyanophyta , Division Euglenophyta และ Division Chrysophyta ตามลำดับ โดยเฉพาะ Division Chrysophyta ตามลำดับ โดยเฉพาะ Division Chlorophyta พบ *Chlorella* sp., *Oocystis* sp., *Chlorococcum* sp., *Ankistrodesmus* sp. ซึ่งแพลงก์ตอนพืชทั้ง 4 Division มีจำนวนดังนี้ 814.250 X 10^3 cell / l , 431.125 X 10^3 cell / l , 118.750 X 10^3 cell / l และ 18.750 X 10^3 cell / l และทางด้านคุณภาพน้ำ พบว่า มี PO_4 – P เท่ากับ 0.354 mg/l , NH_3 – N เท่ากับ 0.20 mg/l , NO_3– N เท่ากับ 0.024 mg/l (วาสนา , 2544)

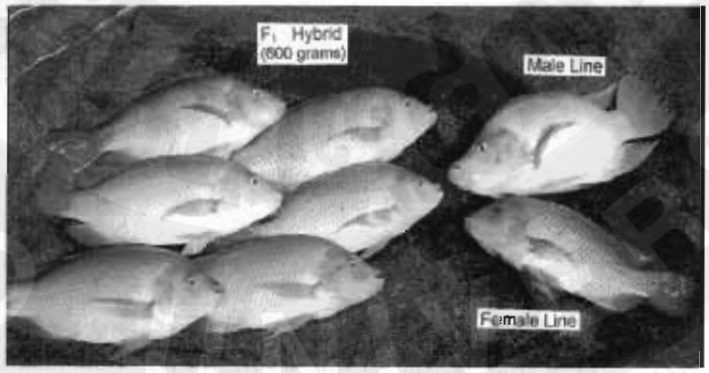
ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะพัฒนาการเลี้ยงปลานิลให้เหมาะสม ทั้งด้านการควบคุมปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ในบ่ออนุบาลและเลี้ยง

ลูกปลานิล รวมทั้งควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลานิล ซึ่งจากการพบปะกับเกษตรกรส่วนใหญ่เกษตรกรจะมีปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ ปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ทำให้ปลาตายในปริมาณมากในแต่ละวัน และต้นทุนอาหาร ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาด้านต่าง ๆ นี้ที่จะมีเกณฑ์มาตรฐานของความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ เพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้ปฏิบัติในบ่ออนุบาลและบ่อเลี้ยง เพื่อลดต้นทุนในด้านต่าง ๆ ต่อไป

การตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธาน ทวีศักดิ์ (2529)

Phylum	Chordata
Class	Osteichthyes
Order	Perciformes
Family	Cichlidae
Genus	*Oreochromis*
Species	*niloticus*



ภาพที่ 1 ปลานิลแดง และปลาทับทิม

แพลงก์ตอนพืชก็เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำอีกทางหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการอนุบาลลูกสัตว์น้ำเศรษฐกิจวัยอ่อน ตัวอย่างเช่น แพลงก์ตอนพืชพวก *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp., *Skeletonema* sp., และ *Chorella* sp. เป็นต้น ซึ่งนิสัยการกินอาหารของ

ปลานิลชอบกินพวกแพลงก์ตอนพืช พืชน้ำขนาดใหญ่ สาหร่าย และสามารถกินพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (blue green algae) หรือ บัคเตรี (cyanobacteria) (Jauncey และ Ross , 1982) จากการศึกษาอาหารในกระเพาะอาหารของปลานิล (stomach contents of nile tilapia) ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในกระเพาะอาหารของปลานิล พบพวกแพลงก์ตอนพืช เท่ากับ 68.14 % แมลง 30.53 % และอื่น ๆ 1.33 % (วัชรชัย , 2542) ได้มีงานทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลินาสดเลี้ยงปลานิลสีแดงเป็นเวลา 30 สัปดาห์ ผลที่ได้คือ เนื้อปลามีโปรตีนสูง สีสันดี จากนั้นนำเนื้อปลาที่ได้ไปทำซาซามิ (Sashimi) ปรากฏว่า ได้รับความนิยมในประเทศญี่ปุ่น (Lu and Takeuchi , 2002) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลา โดยน้ำหนักแห้ง มีโปรตีน 17.29 % ไขมัน 0.80 % เถ้า 1.37 % ความชื้น 80.5 % และคาร์โบไฮเดรท (NFE) 0.09 % (ปกรณ์ , 2538)

จะเห็นได้ว่าด้านคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ PO_4 – P อยู่ระหว่าง 0.1 – 0.5 mg/l และ NH_3 – N ไม่ควรเกิน 0.025 mg/l (มั่นสิน , 2540 อ้างโดยจงกล , 2545) จะเห็นได้ว่า แพลงก์ตอนพืช ลำน้ำห้วยโจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวน 8.856 X 10^3 cell / l (พิชัย , 2543)สาหร่าย *Spirulina* มีการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรม โดยการเพาะเลี้ยงได้ทำกันในบ่อกลางแจ้ง การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* ปัจจัยที่สำคัญเช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต้องอยู่ระหว่าง 9.5 – 10.5 ความเข้มแสงอยู่ในช่วง 4,000 – 8,000 ลักซ์ ซึ่งถ้า pH สูงกว่า 11.00 หรือการเปลี่ยนของ pH ไม่คงที่จะทำให้เกิดสาหร่ายตัวอื่นขึ้นปะปนสาหร่าย *Spirulina platensis* เช่น สาหร่าย *Oscillatoria* หรือภาษาท้องถิ่นเรียกว่าสาหร่ายขนแมว ถ้าปนมากทำให้คุณภาพของสาหร่ายด้อยลง หรือบางครั้งพบสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* มีสารพิษ microsystin ซึ่งมีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อตับ (Phang *et al,* 2000)

ในบ่อที่มีการเลี้ยงปลานิลในเขตจังหวัดเชียงใหม่ พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช 4 Division มีชนิดและจำนวนจากมากไปหาน้อย ดังนี้ Division Chlorophyta, Division Cyanophyta, Division Euglenophyta และ Division Chrysophyta ตามลำดับโดยเฉพาะ Division Chlorophyta พบ *Chlorella* sp., *Oocystis* sp., *Chlorococcum* sp., *Ankistrodesmus* sp. ซึ่งแพลงก์ตอนพืชทั้ง 4 Division มีจำนวนดังนี้ 814.250 x 10^3 cell / l , 431.125 X 10 10^3 cell / l , 118.750 x 10^3 cell / l , และ 18.750 x 10^3 cell / l และทางด้านคุณภาพน้ำ พบว่า มี PO_4-P เท่ากับ 0.354 mg/l , NH_3-N เท่ากับ 0.020 mg/l , NO_3-N เท่ากับ 0.024 mg/l (วาสนา , 2544)การวิเคราะห์ปริมาณคาโรตินอยด์ของ *Cladophora* , *Spirogyra* และ *S. platensis* พบว่ามีปริมาณคาโรตินอยด์ 339.68 , 139.29 และ 187.89

ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่า *Cladophora* มีปริมาณคาโรตินอยด์มากที่สุด (จารุวรรณ , 2543)

มีการนำ *Spirulina* เป็นส่วนผสมในอาหารปลาปริมาณ 12 และ14% เร่งสีปลาทองรันชูมีผลทำปลามีสีเข้ม (เทียบสีจาก แผ่นสีของ Roche ชุด Yolk Color Fan) มากกว่าส่วนผสมสาหร่ายในอาหารปลาปริมาณ 10, 8,0 % ตามลำดับ (วันเพ็ญ และกาญจนา, 2547) การใช้สาหร่าย *Spirulina* สดอนุบาล และเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่ พบว่า ปลานิลมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตรารอดของลูกปลาสูงกว่า การใช้อาหารปลาทั่วไป และสาหร่าย *Spirulina* สดทำให้เนื้อปลา มีกรดไขมันจำพวก linoleic acid, Gamma - linolenic acid และ $\sum$n – 6 สูงกว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงในอาหารทั่วไป (Lu and Toshio, 2004)

การทดลองเลี้ยงปลานิลแดง (ปลาทับทิม) โดยใช้สูตรอาหารต่างกัน 3 สูตร (1) อาหารผสมโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ (2) อาหารผสมโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ และผสม *Spirulina* 15 เปอร์เซ็นต์ (3) อาหารผสมโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ และ ผสม *Cladophora* 15 เปอร์เซ็นต์ โดยเลี้ยงปลาเป็นเวลา 2 เดือน และวิเคราะห์ปริมาณคาโรตินอยด์ในเนื้อปลา พบว่าปริมาณคาโรตินอยด์เฉลี่ยในเนื้อปลาที่เลี้ยงโดยใช้อาหารทั้ง 3 สูตร มีค่า 5.927 , 17.568 และ 18.553 μgg^{-1} (เนื้อปลา) ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณคาโรตินอยด์ในเนื้อปลาที่เลี้ยงโดยใช้อาหารที่มีส่วนผสมของ *Cladophora* มีค่าสูงที่สุด (Soymee , 2001)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ของปลานิลในระยะอนุบาล และเลี้ยงขนาดตลาด
2. เพื่อศึกษาปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายที่เหมาะสมในการอนุบาลและเลี้ยงปลานิล
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ จากการอนุบาลและเลี้ยงปลาที่มีการควบคุมความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายต่างกัน
4. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชที่มีประโยชน์ต่อการอนุบาลและเลี้ยงปลานิล
5. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลานิล
6. เพื่อศึกษาศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์
7. เพื่อหาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและสาหร่าย รวมทั้งแพลงก์ตอนพืช

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย 2 ปี ระหว่างเดือนตุลาคม 2547 ถึง กันยายน 2549 ณ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ฐานข้อมูลเกี่ยวกับผลการอนุบาลและเลี้ยงปลานิล โดยการควบคุมปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชต่างกัน เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต อัตราการรอด เพื่อหาวิธีการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต และใช้ในการวิจัยต่อเนื่อง การศึกษาทั้งหมดจะมีผลอย่างมากในการพัฒนาอุตสาหกรรมปลานิลและพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร หากผลที่ได้มีผลทางบวกจะนำไปถ่ายทอดแก่ประชาชนผู้สนใจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ การอนุบาลลูกปลาในตู้กระจก และบ่อดิน

อุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เช่น pH meter , DO meter , Spectrophotometer เป็นต้น
2. กล้องจุลทรรศน์
3. สารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
4. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างปลา และเลือดปลา

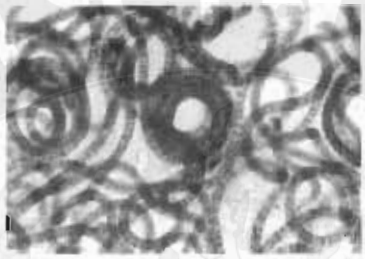
วิธีการ

1. ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการสร้างแบบจำลอง เพื่อหาความหนาแน่นของสาหร่ายและคุณภาพน้ำที่เหมาะสม และการเปรียบเทียบข้อมูลเบื้องต้นความหนาแน่นของแพลงก์ตอนและสาหร่ายในฟาร์มเกษตรกร เพื่อนำไปใช้ในบ่อทดลองกลางแจ้งต่อไป
2. เตรียมปลานิลแดงขนาดใบมะขามในการทดลองในห้องปฏิบัติการ และ บ่อดินกลางแจ้ง

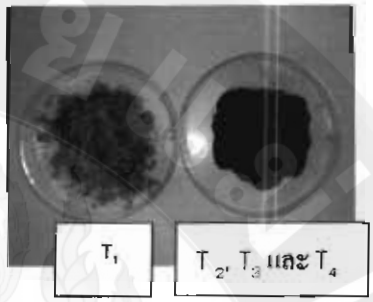
การเตรียมอาหารทดลองและการวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการของ อาหารปลาก่อนการทดลอง

เตรียมอาหารผงในช่วงอนุบาลระดับโปรตีน 40 % และสาหร่าย *Spirulina* สด ภาพที่ 2, 3 และ 4 ใกล้บ่ออนุบาลและในห้องปฏิบัติการสร้างแบบจำลองคล้ายกลางแจ้ง ดังภาพที่ 5 และ 9

ภาพที่ 2 *Spirulina platensis* เซลล์เดียว



ภาพที่ 3 *Spirulina platensis* เป็นกลุ่มเซลล์



ภาพที่ 4 อาหารลูกปลา

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของ อาหารปลาก่อนการทดลอง (เทียบจากน้ำหนักแห้ง)

หน่วยทดลอง	โปรตีน (%)	คาร์โบไฮเดรท (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
T_1 อาหารผง	40	27.6	6	3.5	15.1	7.8
T_2,T_3,T_4 สาหร่ายสด	58.10	23.60	2.17	1.52	6.86	77.50

ขั้นตอนการทดลอง

1. **การอนุบาลในตู้กระจก** ทำการอนุบาลลูกปลานิลขนาด finglering ในตู้กระจกขนาด 15 X 15 ตารางเซนติเมตร จำนวน 25ตัว / ตู้ ทำการอนุบาลเป็นเวลา 30 วัน โดย ให้อาหารและสาหร่ายสด ภาพที่ 3 วันละ 2 ครั้ง ตามแผนการทดลองแบบCRD แบ่ง 4 กลุ่มทดลอง (Treatment) กลุ่มละ 3ซ้ำ ดังนี้

T_1 อาหารผงโปรตีน 40 %

T_2 แพลงก์ตอนพืช ที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ optical density (OD) เท่ากับ 0.3 จำนวนเซลล์ประมาณ 3,000 – 10,000 เซลล์ / ลิตร

T_3 แพลงก์ตอนพืช ที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ optical density (OD) เท่ากับ 0.5 จำนวนเซลล์ประมาณ 11,000 – 19,000 เซลล์ / ลิตร

T_4 แพลงก์ตอนพืช ที่ระดับความหนาแน่นของเซลล์ optical density (OD) เท่ากับ 0.7 จำนวนเซลล์ประมาณ 20,000 – 30,000 เซลล์ / ลิตร

2. **การอนุบาลในบ่อดิน** ทำการทดลองอนุบาลลูกปลานิลขนาด finglering ในบ่อดินขนาด 5 X 5 ตารางเมตร จำนวน 12,500 ตัว / บ่อ (500 ตัว / ตารางเมตร) ทำการอนุบาลเป็นเวลา 90 วัน โดยให้อาหารคล้ายในตู้กระจกวันละ 2 ครั้ง ตามแผนการทดลอง CRD แบ่งเป็น 4 กลุ่ม (Treatment)กลุ่มละ 3 ซ้ำ ดังนี้

T_1 อาหารผงโปรตีน 40 % (20 % / นน.ตัวปลา)

T_2 สาหร่ายสด ประมาณ 20 % / นน.ตัวปลา

T_3 สาหร่ายสด ประมาณ 30 % / นน.ตัวปลา

T_4 สาหร่ายสด ประมาณ 40 % / นน.ตัวปลา

การเก็บข้อมูล

สุ่มชั่งน้ำหนักทุก ๆ 15 วัน พร้อมตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่ใช้ จำนวนปลาที่เหลือรอด

การประเมินข้อมูล

1. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR) (% วัน)

$$= 100 \times (\ln \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

2. อัตราการเจริญเติบโต (ADG) กรัม / ตัว / วัน

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

3. อัตราการรอด (%) $= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$

4. ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (%) = □ ผลตอบแทน X 100 / □ ต้นทุนการผลิต

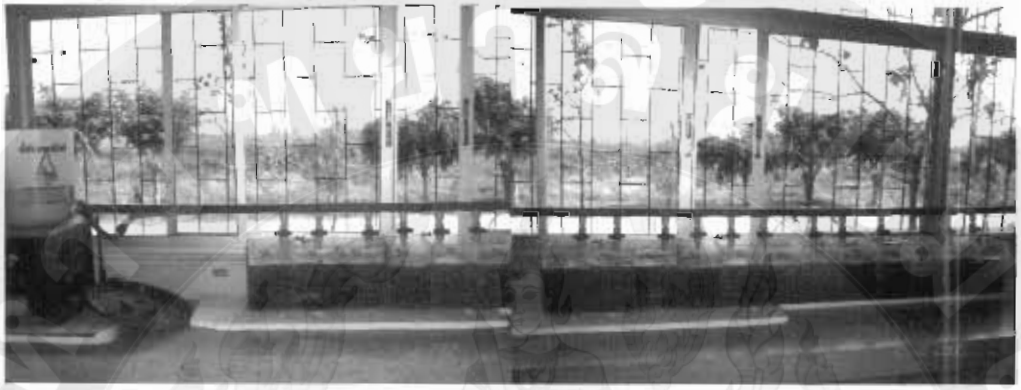
5. คุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ แต่ละหน่วยทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

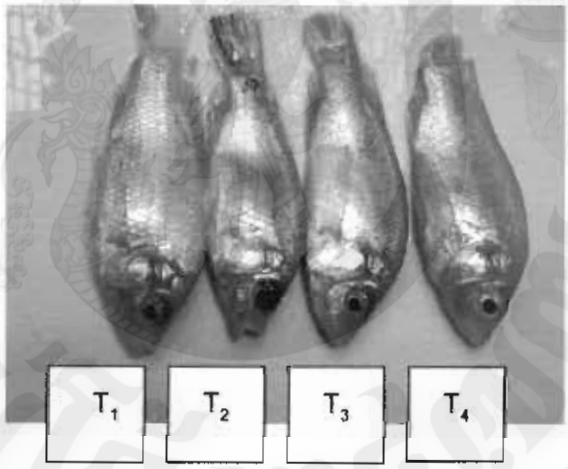
เปรียบเทียบผลของการใช้สาหร่ายสด แต่ละความหนาแน่นต่อค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ คุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีและชีวภาพ แต่ละหน่วยทดลอง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่าง Treatment โดยวิธี Duncan Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Spss

ผลการทดลองและ วิจารณ์ผลการทดลองในตู้กระจกและบ่อดิน

1. ผลการอนุบาลลูกปลาในตู้กระจก



ภาพที่ 5 การอนุบาลลูกปลานิลแดง ในตู้กระจกใช้อาหารผง สาหร่ายสด เป็นอาหารที่ความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 6 ลูกปลานิลแดงในตู้กระจกอายุ 30 วัน ใช้อาหารผง และสาหร่ายสดเป็นอาหาร

ตารางที่ 2 ผลทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย ± SD) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต/วัน อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และ คุณภาพน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง การอนุบาลลูกปลาในตู้กระจก

Treatment / Parameter	อาหารผง โปรตีน40 % (T_1)	แพลงก์ตอนพืช OD เท่ากับ 0.3 (T_2)	แพลงก์ตอนพืช OD เท่ากับ 0.5 (T_3)	แพลงก์ตอนพืช OD เท่ากับ 0.7 (T_4)
อัตราการเติบโตจำเพาะ(% / วัน)	5.12 ± 0.21 [a]	4.46 ± 0.24 [a]	4.86 ± 0.44 [a]	4.86 ± 0.44 [a]
อัตราการเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	0.002 ± 0.0005 [a]	0.002 ± 0.01 [a]	0.002 ± 0.0005 [a]	0.002 ± 0.0005 [a]
อัตราการรอด (%)	66.67 ± 6.11 [a]	48.00 ± 0.00 [b]	68.00 ± 6.93 [a]	56.00 ± 4.00 [ab]
อัตราการแลกเนื้อ (FCR)	13.67 ± 1.61 [a]	6.67 ± 0.15 [c]	10.67 ± 1.53 [b]	14.67 ± 0.58 [a]
ศักยภาพเศรษฐศาสตร์(%)	104.56 ± 3.12 [c]	141.23 ± 7.02 [ab]	149.03 ± 5.46 [a]	132.65 ± 3.12 [b]
pH (Units)	8.35 ± 0.02 [a]	8.54 ± 0.07 [a]	8.40 ± 0.09 [a]	8.51 ± 0.12 [a]
Conductivity (mg / l)	611.11 ± 46.25 [b]	843.33 ± 25.98 [a]	876.06 ± 60.84 [a]	952.55 ± 53.54 [a]
TDS (mg/l)	278.33 ± 16.42 [c]	595.56 ± 21.75 [b]	663.89 ± 18.28 [a]	643.89 ± 12.28 [a]

หมายเหตุ The mean ± SD in the same row with different superscribe are significant at the difference ($p \leq 0.05$).

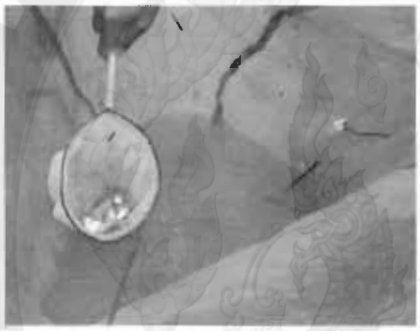
จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อาหารผงโปรตีน 40 % (T_1) และสาหร่ายสดที่มีค่าOD เท่า 0.5 (T_3) ลูกปลานิล มีอัตรารอดสูงกว่าลูกปลานิลที่กินสาหร่ายสดที่มีค่า OD เท่ากับ 0.7 (T_4) และ สาหร่ายสดที่มีค่าOD เท่ากับ 0.3 (T_2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ คล้ายการทดลองใช้สาหร่าย *S. platensis* สดอนุบาล ลูกปลานิล ทำให้ลูกปลามีอัตรารอดสูงกว่า (Lu and Toshio, 2003) แต่การเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อหรืออัตราการแลกเนื้อที่ T_2 ดีกว่า T_3 , T_1 และ T_4 ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ค่า pH, Conductivity และ TDS หน่วยทดลองที่ 2, 3และ 4 มากกว่า หน่วยทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการอนุบาลลูกปลานิลแดงในบ่อดิน

ภาพที่ 7 สาหร่ายในบ่อ raceway pond

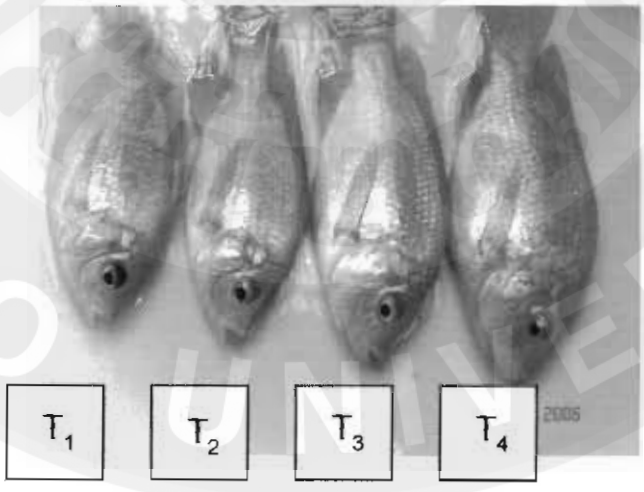
ภาพที่ 8 สาหร่ายในบ่อดิน

ภาพที่ 9 บ่ออนุบาลลูกปลาในบ่อดิน

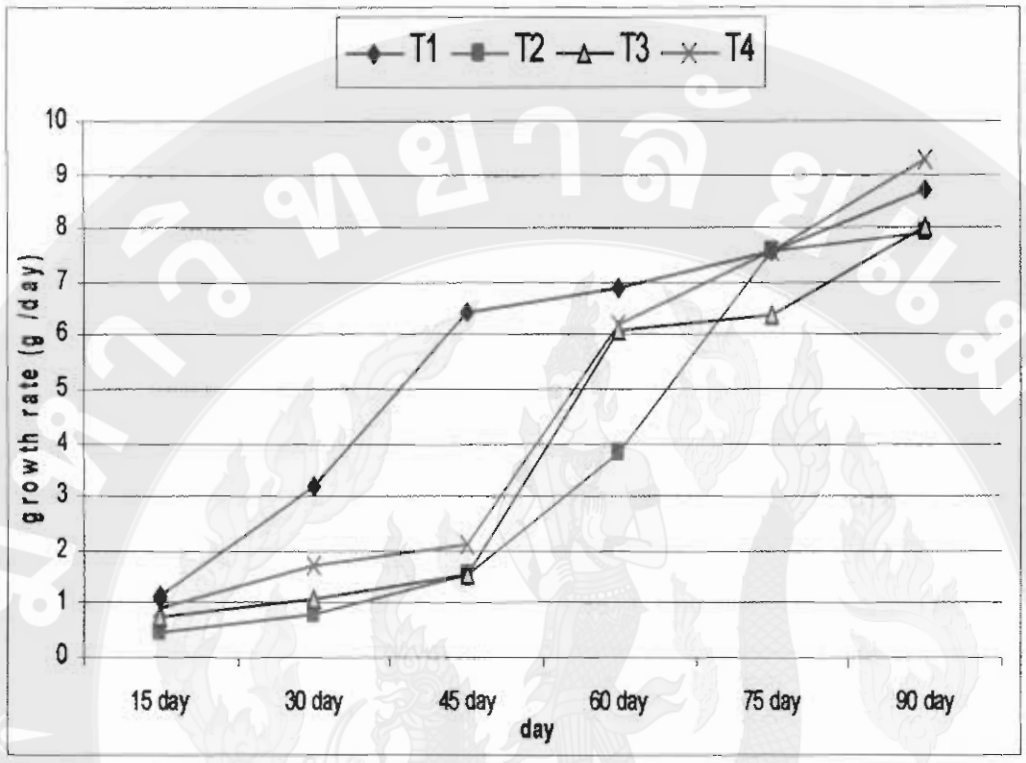


ภาพที่ 10 การสุ่มน้ำหนักลูกปลาในบ่อดิน

ภาพที่ 11 ลูกปลานิลแดงในบ่อดินอายุ 90 วัน



ภาพที่ 12 ลูกปลานิลแดงในบ่อดินแต่ละหน่วยทดลอง



ภาพที่ 13 อัตราการเจริญเติบโตของการอนุบาลลูกปลานิลแดงในบ่อดิน อายุ 90 วัน

ตารางที่ 3 ผลทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต/วัน อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และ คุณภาพน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง การอนุบาลลูกปลาในบ่อดิน

Treatment / Parameter	อาหารผง 20 % ของน้ำหนักปลา (T_1)	สาหร่าย *Spirulina* สด 20% (T_2)	สาหร่าย *Spirulina* สด 30% (T_3)	สาหร่าย *Spirulina* สด 40% (T_4)
อัตราการเติบโตจำเพาะ (% / วัน)	7.99 $\pm$ 0.11 ^{a}	7.63 $\pm$ 0.13 ^{b}	7.72 $\pm$ 0.06 ^{b}	8.00 $\pm$ 0.06 ^{a}
อัตราการเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	0.31 $\pm$ 0.02 ^{a}	0.20 $\pm$ 0.02 ^{b}	0.23 $\pm$ 0.01 ^{b}	0.30 $\pm$ 0.02 ^{a}
อัตราการรอด (%)	41.00 $\pm$ 1.00 ^{d}	44.00 $\pm$ 1.00 ^{c}	48.00 $\pm$ 1.00 ^{b}	52.00 $\pm$ 1.00 ^{a}
Feed Conversion Rate	2.05 $\pm$ 0.13 ^{a}	1.51 $\pm$ 0.03 ^{b}	0.99 $\pm$ 0.10 ^{d}	1.20 $\pm$ 0.03 ^{c}
Cost (บาท / ตัว)	0.54 $\pm$ 0.006 ^{b}	0.38 $\pm$ 0.006 ^{c}	0.37 $\pm$ 0.006 ^{c}	0.70 $\pm$ 0.006 ^{a}
ศักยภาพเศรษฐศาสตร์ (%)	371.12 $\pm$ 0.82 ^{c}	527.11 $\pm$ 0.86 ^{b}	541.18 $\pm$ 0.75 ^{a}	286.24 $\pm$ 0.68 ^{d}
pH (Units)	7.17 $\pm$ 0.06 ^{b}	7.23 $\pm$ 0.15 ^{b}	8.23 $\pm$ 0.06 ^{a}	8.23 $\pm$ 0.15 ^{a}
Conductivity (mg / l)	223.33 $\pm$ 11.55 ^{c}	213.33 $\pm$ 5.77 ^{c}	260.00 $\pm$ 10.00 ^{a}	243.00 $\pm$ 5.77 ^{b}
TDS (mg/l)	116.67 $\pm$ 11.55 ^{b}	116.67 $\pm$ 5.78 ^{b}	113.33 $\pm$ 5.77 ^{b}	140.00 $\pm$ 10.00 ^{a}
Alkalinity (mg/l $CaCO_3$)	73.23 $\pm$ 1.09 ^{b}	112.75 $\pm$ 3.70 ^{a}	107.60 $\pm$ 5.92 ^{a}	66.70 $\pm$ 2.55 ^{b}
DO (mg / l)	6.43 $\pm$ 0.15 ^{a}	6.13 $\pm$ 0.06 ^{b}	5.97 $\pm$ 0.15 ^{b}	5.87 $\pm$ 0.21 ^{b}
NH_3 – N (mg / l)	0.17 $\pm$ 0.02 ^{a}	0.15 $\pm$ 0.03 ^{ab}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{b}
PO_4 – P (mg / l)	0.003 $\pm$ 0.001 ^{ab}	0.004 $\pm$ 0.0006 ^{a}	0.005 $\pm$ 0.001 ^{a}	0.002 $\pm$ 0.0006 ^{b}

หมายเหตุ The mean $\pm$ SD in the same row with different superscribe are significant at the difference ($p \leq 0.05$).

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ พบว่า ลูกปลาที่กินอาหารผง T_1 และ สาหร่าย T_4 มี อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโต /วัน มากกว่า T2และ T3 แต่ อัตราการรอดที่ T_4 มากกว่า T_3, T_2 และ T_1 ตามลำดับ มีการใช้สาหร่าย *S. platensis* สดอนุบาล และเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่ พบว่า ปลานิลมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตรารอดของลูกปลาสูงกว่า การใช้อาหารปลาทั่วไป และสาหร่าย *S. platensis* สดทำให้เนื้อปลา มีกรดไขมันจำพวก linoleic acid , Gamma-linolenic acid และ $\sum$n – 6 สูงกว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงในอาหารทั่วไป (Lu and Toshio, 2003) การนำสาหร่าย *S. platensis* และ *Cladophora* อนุบาลปลาแฟนซีคาร์ฟ พบว่า ปลาแฟนซีคาร์พที่ให้สาหร่าย *S. platensis* ผง มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอด

ตาย และคาโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาหลังการทดลอง มากกว่าอาหารผงทั่วไป และ สาหร่าย *Cladophora* ผง (จงกล และ เพ็ญรัตน์, 2547)

อัตราการแลกเนื้อ ต้นทุนการผลิตลูกปลาต่อตัว และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ที่ T_3 ดีกว่า T_2, T_1 และT_4 คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ค่า pH, และ ค่าการนำไฟฟ้า T_3 มากกว่า T_4 , T_2และT_1 ค่าตะกอนสารแขวนลอยในน้ำที่ T_4 มากกว่า T_1 , T_2และT_3 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ และ แอมโมเนียม - ไนโตรเจนที่ T_1 มากกว่า T_2, T_3 และT_4 ค่าความเป็นด่าง และค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส T_3 และ T_2 มากกว่าที่ T_1 และT_4 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองการอนุบาลในตู้กระจกและบ่อดิน

ผลการวิจัยแนวทางการลดต้นทุนการผลิตลูกปลานิลแดง โดยใช้สาหร่ายสด ที่ความหนาแน่นต่างกันจากการอนุบาลลูกปลานิลแดงในตู้กระจก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ พบว่าอาหารผงโปรตีน 40 % และสาหร่ายสด OD เท่ากับ 0.5 (T_3) ลูกปลานิลมีอัตรารอดสูงกว่าลูกปลานิล ที่กินสาหร่ายสดที่มีค่า OD เท่ากับ 0.7 (T_4) และ สาหร่ายสด ที่มีค่าOD เท่า 0.3 (T_2) อัตราการแลกเนื้อที่ T_2 ดีกว่าหน่วยทดลองที่ T_3 , T_1และT_4 ตามลำดับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ค่า pH, Conductivity และ TDS หน่วยทดลองที่ 2, 3 และ 4 มากกว่า หน่วยทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การอนุบาลลูกปลานิลแดงในบ่อดิน ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ พบว่า ลูกปลาที่กินอาหารผง 20 % และ สาหร่ายสด 40% มี อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการเจริญเติบโต /วัน มากกว่า T_2 และ T_3 แต่อัตราการรอดที่ T_4 มากกว่า T_3, T_2 และ T_1 อัตราการแลกเนื้อ T_3 ดีกว่า T_4 , T_2และT_1 ต้นทุนการผลิตลูกปลาต่อตัว และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ที่ T_3 ดีกว่า T_2, T_1 และT_4 คุณภาพน้ำค่า pH, และ ค่าการนำไฟฟ้าที่ T_3 มากกว่า T_4 , T_2และT_1 ค่าตะกอนสารแขวนลอยในน้ำที่ T_4 มากกว่า T_1 , T_2และT_3 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ และแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ T_1 มากกว่า T_2, T_3และT_4 ค่าความเป็นด่าง และค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสที่ T_3 และ T_2 มากกว่า T_1 และT_4 ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง การเลี้ยงปลานิลแดงเพศผู้ในบ่อดิน

1. **การเตรียมอุปกรณ์** มีบ่อดินขนาด 5 x 5 x 1 เมตร ทำความสะอาดบ่อ และใส่ปูนขาว 50-100 กก./ ไร่ ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน และเติมน้ำจากบ่อพักน้ำ ให้ระดับน้ำในบ่อทดลองสูง 0.80 เมตร ใส่ปุ๋ยคอก 250 กก. / ไร่ เพื่อเตรียมน้ำเขียว และติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศ โดยให้อากาศตอนกลางคืน และวันที่อากาศปิด

2. **การเตรียมสัตว์ทดลอง** ปลานิลแดง จำนวน 3,600 ตัว จากคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ใช้ปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยต่อตัว 25 – 27 กรัม มาเลี้ยงในกระชังพื้นที่ 5 x 6 x 0.80 เมตร และให้อากาศ เพื่อให้ปลาคุ้นเคยกับอาหารทดลอง 2 สัปดาห์ โดยใช้อาหารสูตรควบคุม ที่ใช้ในการทดลองนี้ (อาหารสูตรที่ 1) ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือเวลา 8.30 น. และ 16.30 น. สังเกตพฤติกรรมการยอมรับอาหาร และนำลูกปลาตรวจสอบสุขภาพ ไม่มีโรคใดๆ จากนั้นจึงคัดขนาดให้ใกล้เคียงกัน และจึงนำมาเลี้ยงในบ่อดินทดลองขนาด 5 x 5 x 1 เมตร จำนวน 100 ตัว/ ซ้ำ (300 ตัว / ชุดการทดลอง)

3. **การเตรียมสาหร่าย** นำหัวเชื้อ สาหร่ายสไปรูลิน่า (ภาพที่ 14 และ 15) จากคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มาเพาะเลี้ยงขยายในบ่อ raceway pond ขนาด 2.5 x 15 x 0.20 เมตร ความหนาแน่นของ เซลล์สาหร่ายเริ่มต้นที่ค่า OD เท่ากับ 0.30 โดยวัดจากเครื่อง Spectrophotometer รุ่น DR 2000 ที่ค่า optical density (OD) ที่ความยาวคลื่นแสง 560 นาโนเมตร เมื่อเพาะเลี้ยงประมาณ 7 วัน ค่า OD เท่ากับ 0.8- 1 เก็บเกี่ยวผลผลิตของสาหร่ายสดทุกๆ 7 วัน นำไปผสมรำ เป็นอาหารปลา และนำอาหารปลาไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เมื่อแห้งสนิท นำบรรจุถุงเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (จงกล และขจรเกียรติ์, 2548)

4. **การเตรียมอาหารทดลอง** เตรียมวัตถุดิบได้แก่ อาหารสำเร็จรูปที่ซื้อ จากร้านขายอาหารสัตว์ สาหร่ายสด รำ นำมาเตรียมสูตรอาหารผสม สาหร่ายดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 อาหารสำเร็จรูป ผสมสาหร่ายสด 0 % ระดับโปรตีน 30 %

หน่วยทดลองที่ 2 รำ 55 % ผสมสาหร่ายสด 45 % ระดับโปรตีน 30 %

หน่วยทดลองที่ 3 รำ 50 % ผสมสาหร่ายสด 50 % ระดับโปรตีน 30 %

หน่วยทดลองที่ 4 รำ 45 % ผสมสาหร่ายสด 55 % ระดับโปรตีน 30 %

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

ของ Boyd and Tucker (1992) ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total dissolved solids) ความนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen ; DO) ความเป็นด่าง (total alkalinity) แอมโมเนีย (ammonia) ออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (orthophosphate phosphorus)

6. **การเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล**

6.1 **การตรวจสอบพฤติกรรม และลักษณะที่แสดงออกภายนอก** ในขณะทำการทดลองสังเกตลักษณะภายนอกทั่วไปของปลาทุกชุดทดลอง เพื่อติดตามสุขภาพของปลา การกินอาหารของปลา และความสะอาดของน้ำ ในบ่อโดยเปลี่ยนถ่ายน้ำครั้งละ 20 % ของปริมาตรน้ำทั้งหมด

6.2 **การศึกษาการเจริญเติบโตของปลา** ชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ เพื่อทราบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยการสุ่มปลามา 10 -15 ตัว แล้วหาค่าเฉลี่ย เก็บข้อมูลนำไปประเมินค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้น (% Weight gain) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR % /วัน) อัตราการเจริญเติบโต (ADG ; กรัม / ตัว / วัน) อัตราการรอด (%) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (%)

6.3 **การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทดลอง** สุ่มตัวอย่างปลาก่อนเริ่มทดลอง และหลังทดลองแต่ละชุดการทดลองจำนวน 10 ตัว ไปผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 48 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรด และโลหะหนักในเนื้อ ตามวิธีของ AOAC (1990)

6.4 **การศึกษาปริมาณคาโรทีนอยด์ในอาหารปลา และเนื้อปลา** ในอาหารปลาทดลอง ใช้ปริมาณ 20 กรัม/ ซ้ำ และ ในเนื้อปลา โดยสุ่มปลา 4-5 ตัว จากทุกชุดการทดลอง นำมาสับให้ละเอียด นำไปผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยอบที่อุณหภูมิ 60 ° C นาน 12 ชั่วโมง และบดให้ละเอียดเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปริมาณ 20 กรัม/ ซ้ำ ทั้งอาหารปลา และเนื้อปลา นำมาสกัดหาปริมาณคาโรทีนอยด์ ตามวิธี ของ (Sommer *et al.*, 1992)

7. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ** เปรียบเทียบผลของการใช้สาหร่ายสด ต่อ น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต / วัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการรอดตาย ปริมาณคาโรทีนอยด์ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี แต่ละหน่วยทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่าง Treatment โดยวิธี Duncan Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต

1.1 **น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว** เมื่อเริ่มต้นทดลองน้ำหนักเฉลี่ยของปลาอยู่ในช่วง 21.00 $\pm$ 1.00 – 27.67 $\pm$ 2.08 กรัม (ตาราง 5) น้ำหนักของปลาเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เลี้ยงและเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่เดือนที่ 2 ($p < 0.05$) ของการเลี้ยง โดยในเดือนที่ 2 และ 3 ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 45 – 55 % มีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดควบคุม ($p < 0.05$) ส่วนเดือนที่ 4 ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50 % มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวดีกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 5 พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 45 – 55 % และไม่เสริมสาหร่าย มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 5)

ตารางที่ 5 น้ำหนักตัวเฉลี่ย(กรัม/ ตัว)ของปลานิลแดง ในแต่ละหน่วยทดลอง ระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน

หน่วยทดลอง	สาหร่าย (%)	ระยะเวลาการเลี้ยง (เดือน)					
		0	1	2	3	4	5
T1	0	27.67 ±2.08^{ns}	44.45 ±3.85^{ns}	45.00 ±3.00^{b}	58.33 ±7.64^{b}	103.33 ±5.77^{a}	111.67 ±12.58^{ns}
T2	45	25.00 ± 3.00^{ns}	43.55 ±3.85^{ns}	46.33 ±4.51^{ab}	61.00 ±3.00^{a}	93.33 ±5.77^{ab}	97.67 ±2.52^{ns}
T3	50	21.00 ± 1.00^{ns}	45.00±3.33^{ns}	47.33 ±0.58^{ab}	66.67 ±11.55^{a}	96.00 ±5.29^{a}	110.67 ±6.03^{ns}
T4	55	27.25 ± 1.39^{ns}	45.00±1.67^{ns}	52.33 ±2.52^{a}	62.67±6.43^{a}	85.00 ±5.00^{b}	108.33 ±14.43^{ns}

1.2 **น้ำหนักเพิ่มขึ้น** น้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร อยู่ในช่วง 306.46 $\pm$ 66.39 – 384.99 $\pm$118.84 % และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

1.3 **อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ** ปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร อยู่ในช่วง 0.78 $\pm$ 0.09 – 0.87 $\pm$ 0.15 % / ตัว / วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

1.4 **อัตราการเจริญเติบโต** (กรัม / ตัว / วัน) ปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร อยู่ในช่วง 0.48 $\pm$ 0.02 - 0.54 $\pm$ 0.05 กรัม / ตัว / วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

1.5 **อัตราการรอดตาย** ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % อัตราการรอด 80.00 $\pm$ 2.00 % ซึ่งมีค่ามากกว่าปลาที่กินอาหารผสมสาหร่าย 50 % , 45 % และปลาที่กินอาหารไม่ผสม สาหร่าย ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที 6)

1.6 **อัตราการแลกเนื้อ** ปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร อยู่ในช่วง 1.28 $\pm$ 3.29 – 1.79 $\pm$ 0.49 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต / วัน อัตราการรอดตาย และอัตราการแลกเนื้อ ของปลานิลแดง ในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน

หน่วยทดลอง	สาหร่าย (%)	น้ำหนักเพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม / ตัว / วัน)	อัตราการรอดตาย (%)	อัตราการแลกเนื้อ (% / ตัว / วัน)
T_1	0	306.46 ± 66.39^{ns}	0.78 ± 0.09^{ns}	0.53 ± 0.04^{ns}	63.00 ±1.73^{c}	1.78 ± 0.62^{ns}
T_2	45	322.07 ± 60.65^{ns}	0.81 ± 0.07^{ns}	0.49 ± 0.01^{ns}	64.33 ± 1.15^{c}	1.43 ± 1.16^{ns}
T_3	50	384.99 ± 18.84^{ns}	0.87 ± 0.15^{ns}	0.54 ± 0.05^{ns}	73.33 ± 1.53^{b}	1.28 ± 3.29^{ns}
T_4	55	317.30 ± 57.03^{ns}	0.81 ± 0.07^{ns}	0.48 ± 0.02^{ns}	80.00 ± 2.00^{a}	1.79 ± 0.49^{ns}

1.7 **ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน** ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % มีค่าเท่ากับ 0.13 $\pm$ 0.02 ซึ่งสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50%, 45 %และชุดควบคุม ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 7)

1.8 **ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์** ของปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50 % และ 45 % มีค่าเปอร์เซ็นต์ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % และชุดควบคุม ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 7)

2. **คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลา**

คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาก่อนทดลองของปลา ทั้ง 4 สูตรอยู่ในช่วง 0.63$\pm$ 0.01 – 0.67$\pm$0.01 mg/g fish และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7) ส่วน คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาหลังการทดลองของปลา ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย แต่ละระดับมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นในอาหารทดลอง โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่าย มีปริมาณคาโรทีนอยด์ต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ และคาโรทีนอยด์ ในเนื้อปลานิลแดงก่อนและหลังทดลอง ในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน

หน่วยทดลอง	สาหร่าย (%)	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (%)	คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาก่อนทดลอง (mg / g fish)	คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาหลังทดลอง (mg / g fish)
T_1	0	0.09 ± 0.02^{b}	104.56 ± 0.01^{c}	0.63 ± 0.01^{ns}	4.07 ± 0.10^{c}
T_2	45	0.09 ± 0.01^{b}	141.23 ± 0.07^{a}	0.65 ± 0.01^{ns}	10.23 ± 0.62^{b}
T_3	50	0.11 ± 0.01^{ab}	149.03 ± 0.15^{a}	0.66 ± 0.01^{ns}	11.88 ± 0.47^{a}
T_4	55	0.13 ± 0.02^{a}	132.65 ± 0.07^{b}	0.67 ± 0.01^{ns}	12.43 ± 0.39^{a}

3. **องค์ประกอบทางโภชนาการของปลา** องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง แสดงในตารางที่ 8 โดยพบว่า

โปรตีน ในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % มีค่ามากกว่าในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50 % , 45 % และชุดควบคุม ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

ไขมัน ในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 45 % มีเปอร์เซ็นต์ไขมันมากกว่าเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % , 50 % และชุดควบคุม และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

คาร์โบไฮเดรต เนื้อปลาที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่าย (ชุดควบคุม) และในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 45 % มีค่ามากกว่าในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % และ 50 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

เยื่อใย เนื้อปลาที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่าย (ชุดควบคุม) เนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % และ 50 % มีเปอร์เซ็นต์ เยื่อใยมากกว่า เนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 45 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

ความชื้น เนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50 % มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากกว่า เนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % , 45 % และชุดควบคุม (ไม่ผสมสาหร่าย) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

เถ้า เนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 50 % มีเปอร์เซ็นต์เถ้ามากกว่าเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 55 % , 45 % และชุดควบคุม (ไม่ผสมสาหร่าย) ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางโภชนาการของปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงทั้ง 5 เดือน

องค์ประกอบทางโภชนาการ (% โดยน้ำหนักแห้ง)	T_1 **สาหร่าย 0 %**	T_2 **สาหร่าย 45 %**	T_3 **สาหร่าย 50 %**	T_4 **สาหร่าย 55 %**
โปรตีน	23.23 ± 0.12^{c}	24.66 ± 0.68^{b}	25.37 ± 0.25^{b}	26.53 ± 0.38^{a}
ไขมัน	3.64 ± 0.07^{b}	5.51 ± 0.30^{a}	3.33 ± 0.15^{b}	3.38 ± 0.24^{b}
คาร์โบไฮเดรท	45.69 ± 0.52^{a}	45.01 ± 0.43^{a}	39.92 ± 0.45^{b}	40.54 ± 0.43^{b}
เยื่อใย	3.43 ± 0.19^{a}	2.45 ± 0.31^{b}	3.46 ± 0.13^{a}	3.58 ± 0.18^{a}
ความชื้น	12.44 ± 0.29^{c}	12.94 ± 0.56^{c}	14.58 ± 0.36^{a}	13.68 ± 0.16^{b}
เถ้า	11.57 ± 0.21^{c}	9.43 ± 0.15^{d}	13.30 ± 0.21^{a}	12.29 ± 0.06^{b}

4. **คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง** จากตารางที่ 9 พบว่า **อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด – ด่าง** (pH) ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 45 % , 50 % , 55 % และชุดควบคุม (ไม่ผสมสาหร่าย) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total dissolved solid) (TDS ; mg / l)) ในบ่อปลากินอาหารผสมสาหร่าย 45 % และ 50 % มีค่ามากกว่าในบ่อปลาที่กินอาหารไม่ผสมสาหร่าย (ชุดควบคุม) และบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9)

ความนำไฟฟ้า (conductivity ; µs / cm) ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 50 % มีค่ามากกว่าในบ่อปลาที่กินอาหารผสมสาหร่าย 45 % , 55 % และชุดควบคุม (ในบ่อปลาที่กินอาหารไม่ผสมสาหร่าย) ตามลำดั และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9)

ค่าความเป็นด่าง (total alkalinity) **และค่าออกซิเจนละลายน้ำ** (dissolved oxygen) ในบ่อปลาที่กินอาหารผสมสาหร่าย 55 % และ 50 % มากกว่า บ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 45 % แต่ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม (ไม่ผสมสาหร่าย) และทั้ง 4 หน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9)

แอมโมเนีย (ammonia ; NH_3 – N) ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 % ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ไม่ผสมสาหร่าย) แต่มากกว่าบ่อที่ปลากินสาหร่าย 50 % และ 45 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9)

ออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (Orthophosphates phosphorus) ในบ่อปลากินอาหารไม่ผสมสาหร่าย มีค่ามากกว่าในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 %,45 % และ 50 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	T_1 สาหร่าย 0 %	T_2 สาหร่าย 45 %	T_3 สาหร่าย 50 %	T_4 สาหร่าย 55 %
อุณหภูมิน้ำ (° C)	26.80 ± 1.00 ^{ns}	27.27 ± 0.29 ^{ns}	27.33 ± 0.29 ^{ns}	28.17 ± 0.29 ^{ns}
pH	7.09 ± 0.26 ^{ns}	7.18 ± 0.07 ^{ns}	7.27 ± 0.25 ^{ns}	7.00 ± 0.20 ^{ns}
TDS (mg / l)	123.33 ± 5.77 ^{b}	143.33 ± 5.77 ^{a}	133.33 ± 15.28 ^{ab}	120.00 ± 0.00 ^{b}
Conductivity (µs / cm)	240.00 ± 20.00 ^{c}	313.33 ± 5.77 ^{b}	346.67 ± 5.77 ^{a}	240.00 ± 10.00 ^{c}
Alkalinity (mg / l)	27.33 ± 0.58 ^{a}	25.83 ± 0.76 ^{b}	27.33 ± 0.29 ^{a}	27.50 ± 0.50 ^{a}
DO (mg / i)	10.90 ± 0.26 ^{ab}	10.40 ± 0.35 ^{b}	11.20 ± 0.00 ^{a}	11.40 ± 0.35 ^{a}
NH_3-N (mg / l)	0.14 ± 0.01 ^{a}	0.09 ± 0.01 ^{c}	0.11 ± 0.00 ^{b}	0.15 ± 0.00 ^{a}
PO_4-P (mg / l)	0.17 ± 0.01 ^{a}	0.10 ± 0.01 ^{c}	0.10 ± 0.00 ^{c}	0.14 ± 0.01 ^{b}

ตารางที่ 10 ปริมาณโลหะหนัก ในเนื้อปลานิลแดง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน

สารโลหะหนัก	T_1 สาหร่าย 0 %	T_2 สาหร่าย 45 %	T_3 สาหร่าย 50 %	T_4 สาหร่าย 55 %
Pb (ตะกั่ว ; mg /kg)	0.06 ± 0.002 ^{ns}	0.06 ± 0.001 ^{ns}	0.07 ± 0.002 ^{ns}	0.07 ± 0.002 ^{ns}
Arsenic (สารหนู ; mg / kg)	0.56 ± 0.02 ^{ns}	0.57 ± 0.01 ^{ns}	0.59 ± 0.02 ^{ns}	0.58 ± 0.03 ^{ns}
Hg (ปรอท;mg / kg)	0.009 ± 0.001 ^{ns}	0.008 ± 0.004 ^{ns}	0.008 ± 0.002 ^{ns}	0.009 ± 0.003 ^{ns}

จากตารางที่ 10 ปริมาณโลหะหนัก จำพวก ตะกั่ว สารหนู และ ปรอท ในเนื้อปลานิลแดง ตลอดระยะเวลา การเลี้ยงทั้ง 5 เดือน ทั้ง 4 หน่วยทดลอง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตราฐานของกระทรวงสาธารณสุข (2529) กำหนดค่า ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม ค่าสารหนูไม่เกิน

2 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม ค่าปรอท ไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม และ ทั้ง 4 หน่วยทดลองตะกั่ว สารหนู และ ปรอท ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการทดลองการเลี้ยงปลานิลเพศผู้ในบ่อดิน

1. สามารถใช้สาหร่ายสไปรูลินาสดทดแทนปลาป่นหรือแหล่งอาหารโปรตีนสูงจากแหล่งอื่น ในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลแดงได้ถึง 50 – 55 % โดยช่วยเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร

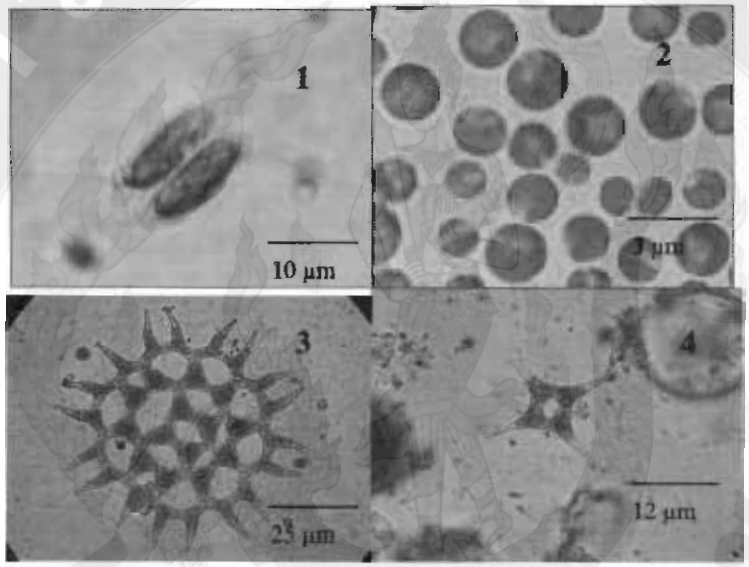
2. การผสมสาหร่ายสไปรูลินามีผลต่อการเพิ่มระดับคุณค่าทางโภชนาการ และคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลา โดยระดับสาหร่ายที่สามารถส่งผลต่อ คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลา ดีที่สุด คือ อาหารผสมสาหร่าย 55 %

ความหลากหลาย และความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืช กับคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

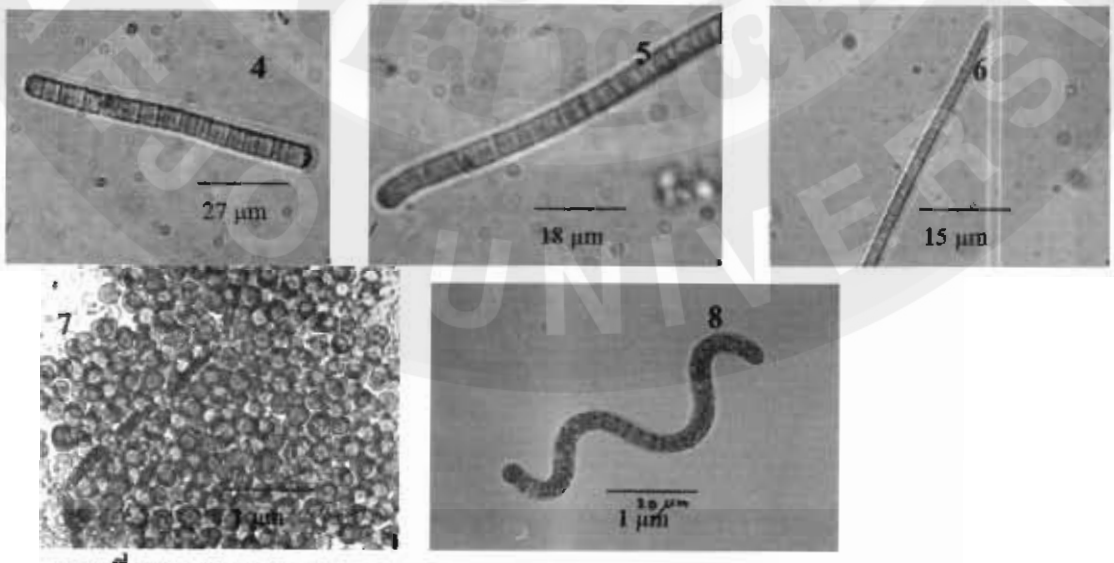
ความหลากหลาย แพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง เก็บตัวอย่างเดือนละ1 ครั้ง พบว่า แพลงก์ตอนพืช พบ 4 Divisions มากที่สุด Division Chlorophyta Cyanophyta , Euglenophyta และ Chrysophyta มีจำนวนดังนี้ 950.240 X 10^3 cell / l , 560.210 X 10^3 cell / l , 125.810 X 10^3 cell / l และ 10.180 X 10^3 cell / l ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 45 % , 50 % , 55 % และชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าความเป็นด่าง และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ในบ่อปลาที่กินอาหารผสมสาหร่าย 55 % และ 50 % มากกว่า บ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 45 % แต่ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม ค่าแอมโมเนีย ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 % ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่มากกว่าบ่อที่ปลากินสาหร่ายสไปรูลินาสด 50 % และ 45 % ตามลำดับ ค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในบ่อปลากินอาหารไม่ผสมสาหร่าย มีค่ามากกว่าในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด 55 % , 45 % และ 50 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการสำรวจความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชพบ 4 Division คิดเป็น % ดังนี้ Division Chlorophyta 57.75 % (ภาพที่ 17) Divison Cyanophyta 34 % (ภาพที่18) Division Eglenophyta 7.59 % (ภาพที่ 19) Division Divisiion Chrysophyta 0.61 % (ภาพที่ 20)

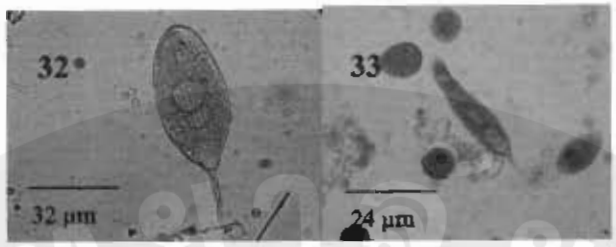


ภาพที่ 17 Chlorophyta พบ 1. *Scenedesmus* sp., 2.*Chlorella* sp., 3. *Pediastrum* sp., 4. *Staurastrum* sp.

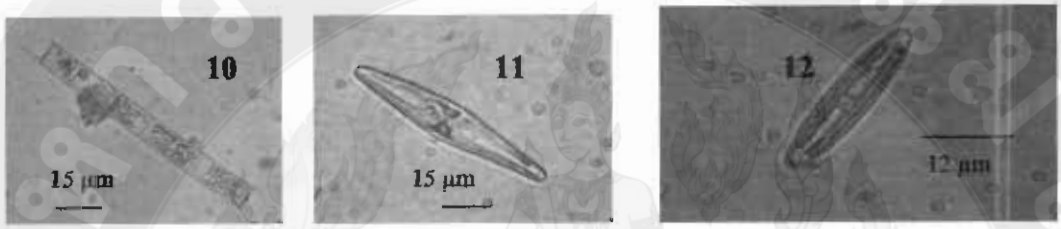


ภาพที่18 Division Cyanophyta พบ 4 - 6.*Oscillatoria* sp. 7. *Microcystis* sp., 8. *Spirulina* sp.

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้



ภาพที่ 19 Division Euglenophyta พบ 32. *Phacus* sp., 33. *Euglena* sp.



ภาพที่ 20 Division Chrysophyta พบ 10.*Aulacoscira* sp.,11 *Melosira* sp.,12.*Gomphonema* sp.

ความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืช กับคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

แพลงก์ตอนพืชแปรผกผันกับค่า NH_3-N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) กล่าวคือ เมื่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณ NH_3 – N ลดลง

สรุปผลการสำรวจความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืช

ความหลากหลาย แพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง เก็บตัวอย่างเดือนละ1 ครั้ง พบว่า แพลงก์ตอนพืช พบ 4 Divisions มากที่สุด ที่ Division Chlorophyta Cyanophyta , Euglenophyta และ Chrysophyta ตามลำดับ ค่าแอมโมเนีย ในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่าย 55 % ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่มากกว่าบ่อที่ปลากินสาหร่ายสไปรูลินาสด 50 % และ 45 % ตามลำดับ ค่าออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในบ่อปลากินอาหารไม่ผสมสาหร่าย มีค่ามากกว่าในบ่อที่ปลากินอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด 55 % , 45 % และ 50 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า อาหารผสมสาหร่าย สูตรอาหารของปลานิล 55 % ส่งผลให้การเจริญเติบโต (อัตราการรอดตาย : ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน) ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งมีปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน (Positive control) ในขณะที่สาหร่าย 45 % ให้ผลไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ซึ่งอัตราการรอดตาย คล้ายการทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด 100 % เลี้ยงปลานิลทำให้ปลามีอัตราการรอดสูงกว่าสูตรอาหารควบคุม (Lu *et al.*, 2004) ผลการศึกษาครั้งนี้ คล้ายกับการทดลอง Nandeesha *et al.*(1998) ในการทดลองใช้ปลายี่สกเทศ พบว่า การแทนที่ปลาป่นด้วย สาหร่าย สไปรูลินาสูงกว่า 25 % ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และ คล้ายกับการทดลอง วุฒิพร และอัญชลี (2548) การทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า 10 % ผสมในอาหารปลาดุก มีผลให้ปลาดุกมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีที่สุด และปลาดุกมีปริมาณของคาโรทีนอยด์ในเนื้อเพิ่มขึ้น และมีการทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าผง 10-15 % ผสมในอาหารปลานิลแดง ทดแทนปลาป่นเพื่อให้โปรตีนในอาหารปลาเท่ากับ 30 % มีผลให้ปลานิลแดง มีอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด และปลานิลแดง มีปริมาณของคาโรทีนอยด์ในเนื้อเพิ่มขึ้น (จงกล และคณะ, 2546) ซึ่ง Duncan and Klesius (1996) กล่าวว่า สาหร่ายสไปรูลินาเป็นแหล่งโปรตีนที่มีศักยภาพในอาหารสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูงอีกทั้งยังประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่ในปริมาณสูง นอกจากนี้ผนังเซลล์ยังมีองค์ประกอบที่ง่ายต่อการย่อย เนื่องจากไม่มีเซลลูโลส อย่างไรก็ตามระดับการผสม สาหร่ายสไปรูลินาในอาหารปลาแต่ละชนิดมีระดับแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกินอาหารของปลา และการย่อยโปรตีนจากพืชของปลาแต่ละชนิดแตกต่างกัน

จากการศึกษาของ Sato and Regier (1971) พบว่า ระดับของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลามีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับที่อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาสดในอาหาร ซึ่งอยู่ในรูปของคาโรทีนอยด์รวม (total carotenoids) โดยการสะสมของคาโรทีนอยด์ปลา พบว่า มีการสะสมบริเวณผิวหนัง เนื้อ ไข่ และตับ และมีการทดลอง นำเบตาคาโรทีน ลูทีน (Lutein) และซีเอแซนทีน ที่มีคาร์บอนกัมมันตรังสี (radio – actuve carbon) ผสมในอาหารปลาเราโบว์เทราท์ จากนั้น 48 ชั่วโมง สามารถตรวจพบ คาโรทีนอยด์ทั้ง 3 ชนิด ที่บริเวณผิวหนัง เนื้อ ตับ และระบบทางเดินอาหารสอดคล้องกับ Latscha (1991) กล่าวว่า สาหร่ายสไปรูลินามีผล ต่อการเกิดสีในหนังและเนื้อของสัตว์น้ำ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณ และระยะเวลา รวมทั้ง คาโรทีนอยด์มีผลต่อสุขภาพของปลา โดยสามารถลดความเครียด ทำให้ปลามีสุขภาพดี สามารถทนต่อเชื้อก่อโรคต่าง ๆ ได้

ดีขึ้น (Nakano *et al*., 2003) ผลจากทดลองในครั้งนี้ ปริมาณโลหะหนัก จำพวก ตะกั่ว สารหนู และ ปรอท ในเนื้อปลานิลแดง ตลอดระยะเวลา การเลี้ยงทั้ง 5 เดือน ทั้ง 4 หน่วยทดลอง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตราฐานของกระทรวงสาธารณสุข (2529) กำหนดค่า ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ค่าสารหนูไม่เกิน 2 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม ค่าปรอท ไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม

โครงการฝึกอบรมเรื่อง
" การเพาะเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด "

วัตถุประสงค์ของโครงการฝึกอบรม

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด ในระดับพื้นบ้าน ให้มีคุณภาพและถูกต้องตามหลักวิชากา
2. เผยแพร่องค์ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาทับทิมให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ เพื่อเป็นอาหารที่มีคุณภาพบริโภคในครัวเรือน และจำหน่ายในชุมชน

กลุ่มเป้าหมาย

เกษตรกรและผู้สนใจ จำนวน 40 คน

วัน เวลา และสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาในการดำเนินการฝึกอบรม จำนวน 1 วัน คือ ในวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2549 ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อุปกรณ์และสถานที่

1. **อุปกรณ์**
   - บ่อเลี้ยงปลานิล ขนาด 5 เมตรx 5 เมตร x 1 เมตร จำนวน 12 บ่อ
   - เครื่องสูบน้ำและเครื่องปั๊มลม
   - บ่อเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา ขนาด 2.5 เมตร x 15 เมตร จำนวน 2 บ่อ
   - เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ เช่น pH meter , DO meter , Spectrophoto meter , เครื่องแก้ว
   - ระบบลมและเครื่องตีน้ำ
   - ผ้าขาวบางขนาดตา 120 ไมครอน (μm) ใช้ในการกรองเก็บสาหร่าย
   - เครื่องชั่งสาร
   - ถังน้ำ
   - สารอาหารเลี้ยงสาหร่าย
   - ลูกปลานิลแดง
   - รำข้าว
2. **สถานที่**
   - ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
   - บ่อเลี้ยงปลานิลแดง
   - ห้องปฏิบัติการและโรงเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

แผนการดำเนินงานโครงการฝึกอบรม

1. **ขออนุมัติโครงการ**

โดยทำหนังสือขออนุมัติโครงการการฝึกอบรมไปยังสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร เพื่อเสนอผู้อำนวยการเกี่ยวกับหลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ของโครงการ กลุ่มเป้าหมาย รอผลอนุมัติโครงการ

2. **การประชาสัมพันธ์และรับสมัครผู้เข้าร่วมฝึกอบรม**

โดยการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- สถานีวิทยุชุมชนแม่โจ้ (FM 95.5)
- สถานีวิทยุ มก.
- สถานีวิทยุชุมชนป่าเหมือด

3. **รวบรวมเอกสารวิชาการและเนื้อหาของหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกอบรม**

โดยนำเอาผลของงานวิจัยที่ได้วิจัยในปีที่ 1 (2548) และปีที่ 2 (2549) โดยแยกเนื้อหาเอกสารวิชาการเป็นหลักการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการและบ่อกลางแจ้ง และการทำอาหารปลาทับทิม โดยอาจารย์จงกล พรมยะ อาจารย์ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน และนางสาวณัฐฌา กันทะมูล เป็นผู้ตรวจสอบรายละเอียดของเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย

บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลานิลแดงและปลาทับทิม

บทที่ 2 คุณสมบัติของน้ำและการรักษาโรคในการเพาะเลี้ยงปลานิล

บทที่ 3 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis*

บทที่ 4 การใช้สาหร่ายสไปรูลินาในการอนุบาลและเลี้ยงปลานิลแดง

4. **จัดเตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายและห้องปฏิบัติการเลี้ยงเชื้อสาหร่าย**

- เตรียมบ่อและปรับปรุงบ่อสาหร่าย แบบบ่อแฝด จำนวน 2 บ่อ ขนาดบ่อ 2.5 x 15 ม.
- เตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล ขนาด 5 x 5 x 1 ม. จำนวน 12 บ่อ
- เตรียมห้องปฏิบัติการเลี้ยงเชื้อสาหร่าย ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอนพืช

5. **จัดทำหนังสือเชิญผู้เข้าร่วมฝึกอบรม**

หลังจากมีการประชาสัมพันธ์และรับสมัคร โดยทำหนังสือเชิญและให้ส่งแบบตอบรับกลับมา ตามจำนวนที่เปิดรับสมัคร

สรุปผลการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงานโครงการฝึกอบรม

1. **ขออนุมัติโครงการ**

เมื่อผู้อำนวยการสำนักวิจัยฯ อนุมัติโครงการและงบประมาณในการดำเนินการ คณะทำงานก็ได้ดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้

2. **การประชาสัมพันธ์และรับสมัครผู้เข้าร่วมฝึกอบรม**

โดยการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- สถานีวิทยุชุมชนแม่โจ้
- สถานีวิทยุ มก.
- สถานีวิทยุป่าเหมือด

3. **รวบรวมเอกสารวิชาการและเนื้อหาของหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกอบรม**

โดยนำเอาผลของงานวิจัยที่ได้วิจัยในปีที่ 1 (2548) และปีที่ 2 (2549) โดยแยกเนื้อหาเอกสารวิชาการเป็นหลักการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการและบ่อกลางแจ้ง และการทำอาหารปลาทับทิม โดยอาจารย์จงกล พรมยะ อาจารย์ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน และนางสาวณัฐฌา กันทะมูล เป็นผู้ตรวจสอบรายละเอียดของเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย

บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลานิลแดงและปลาทับทิม

บทที่ 2 คุณสมบัติของน้ำและการรักษาโรคในการเพาะเลี้ยงปลานิล

บทที่ 3 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis*

บทที่ 4 การใช้สาหร่ายสไปรูลินาในการอนุบาลและเลี้ยงปลานิลแดง

เมื่อเอกสารวิชาการและเนื้อหาของหลักสูตรของการฝึกอบรม ได้รับการตรวจสอบแล้ว ได้จ้างเหมานายนิรัญ แก้วสม จัดพิมพ์เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม จำนวน 50 เล่ม

4. **จัดเตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายและห้องปฏิบัติการเลี้ยงเชื้อสาหร่าย**

- เตรียมบ่อและปรับปรุงบ่อสาหร่าย แบบบ่อแฝด จำนวน 2 บ่อ ขนาดบ่อ 2.5 x 15 ม.
- เตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล ขนาด 5 x 5 x 1 ม. จำนวน 12 บ่อ
- เตรียมห้องปฏิบัติการเลี้ยงเชื้อสาหร่าย ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอน

- เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการฝึกอบรม เช่น รำ

5. **จัดทำหนังสือเชิญผู้เข้าร่วมฝึกอบรม**

หลังจากมีการประชาสัมพันธ์และรับสมัคร โดยทำหนังสือเชิญและให้ส่งแบบตอบรับกลับมา ตามที่เปิดรับสมัคร จำนวน 40 คน แต่มีผู้สมัครเพิ่มอีก 10 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 50 คน

6. **ดำเนินการฝึกอบรม**

ดำเนินการในวันศุกร์ที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2549 ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังแสดงในตารางฝึกอบรม

ตารางที่ 11 ตารางหลักสูตรการฝึกอบรม

ในการฝึกอบรมโครงการอบรมการเพาะเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

เวลา วัน	09.00 - 10.30	10.30 - 10.40	10.40 - 12.00	12.00 - 13.00	13.00 - 14.30	14.30 - 14.40	14.40 - 16.00
13 ต.ค 49	หลักการเลี้ยงปลาทับทิม อ.จงกล พรมยะ	พักรับประทานอาหาร	การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาเพื่อเป็นอาหารปลาทับทิม อ.จงกล พรมยะ	พักรับประทานอาหาร	ปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา อ.ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน	พักรับประทานอาหาร	ปฏิบัติการการทำอาหารปลาทับทิมจากสาหร่ายสไปรูลินา อ.จงกล พรมยะ

ในการฝึกอบรมโครงการการเพาะเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด มีผู้เข้าร่วมฝึกอบรมจำนวน 50 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. ดาบตำรวจกิตติเกษม แก้วดวงดี
2. คุณเกษมกฤช จงกิจดี
3. คุณคนึง เอี่ยมศรี
4. คุณเครือวัลย์ เรือนคำ
5. คุณดวงดี บุญลอย
6. คุณดวงคำ ธิคิน

7. คุณดำรงค์ วรรณาภรณ์
8. คุณทัศนาธร ประสม
9. คุณทัศนีย์ ตาปิง
10. คุณธนากูล ธาตุทอง
11. คุณธนพล ธนันต์วณิช
12. คุณนพดล ดวงชื่น
13. คุณนรา ไชยเทศ
14. คุณนริน ทรายคำ
15. คุณนิติธร วงศ์เชษฐา
16. คุณนิพนธ์ พิมเสน
17. คุณประหยัด ศิริมูล
18. คุณประสิทธิ์ เพ็งกาศ
19. คุณพวงเพชร จันทิมา
20. คุณพิมพิกา สาขาเรือน
21. คุณพิมพิศา จะกู
22. คุณเพ็ญจันทร์ ตันสุหัช
23. คุณภาสกร จันทิมา
24. คุณมนัส พรหมอารีรักษ์
25. คุณลัดดาวัลย์ ชูแก้ว
26. คุณเลิศชัย อรรจนสุพพัติ
27. คุณวาทิน ดงหงษ์
28. คุณวิฑูร ชูแก้ว
29. คุณวิทวัส อารีกุล

30. คุณวิไล ลอยรัตน์
31. คุณวีระพงษ์ แสนจ๊ะ
32. คุณวีรพร ปานโชติ
33. คุณวีระยุทธ วงศ์เชษฐา
34. คุณศรีวรรณ สาขาก่อง
35. จ่าสิบโทสมชาย สินธุบุญ
36. คุณสมทอง ไชยศรี
37. คุณสมบัติ พูลสวัสดิ์
38. คุณสรสิทธิ์ สมณะ
39. คุณเสนาะ เพ็งพุ่ม
40. คุณอดิศักดิ์ นพรัตน์
41. คุณอดุลย์ เพิ่มพูน
42. คุณอภิเดช ศักดิ์ติเดช
43. คุณอภิเดช อย่างอิ่น
44. คุณอมร บุญลา
45. คุณอินถา ชัชชนะ
46. คุณอุดม ตันตราวัฒน์
47. คุณอุไรวรรณ จันทะสินธุ์
48. คุณเอื้องคำ จอมเม็ด
49. คุณอำพร คำศรีใจ
50. คุณอำไพวรรณ จันทร์แสนตอ

ภาพที่ 21 อาจารย์จงกล พรมยะ
(หลักการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม)

ภาพที่ 22 ผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรม

ภาพที่ 23 อาจารย์ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน
(การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ)

ภาพที่ 24 ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 25 ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 26 แนะนำสารอาหารในการเพาะเลี้ยง

ภาพที่ 27 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา

ภาพที่ 28 สาธิตการทำอาหารปลาทับทิม

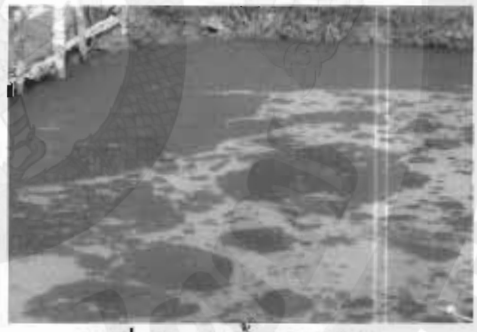
ภาพที่ 29 สาธิตการทำอาหารปลาทับทิม

ภาพที่ 30 อาหารปลาทับทิม

ภาพที่ 31 การตอบข้อซักถาม

ภาพที่ 32 การรับประทานอาหารร่วมกัน

ภาพที่ 33 การรับประทานร่วมกัน



ภาพที่ 34 บ่อเลี้ยงปลาทับทิม

ภาพที่ 35 บ่อเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา

ภาพที่ 36 คณะผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรม

เอกสารอ้างอิง

จงกล พรมยะ . 2545 . **การเพาะเลี้ยงสาหร่าย** *Spirulina platensis* **เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้** . รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

จงกล พรมยะ และเพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร . 2546 . **การใช้สาหร่าย** *Spirulina platensis* **เพื่อเร่งสีปลาแฟนซีคาร์ฟ** , การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 1 20 – 21 มีนาคม 2546 ห้องประชุม 10 อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จงกล พรมยะ, เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร และชนกันต์ จิตมนัส .2546. **การพัฒนา สาหร่าย** *Spirulina platensis* **ระดับพื้นบ้านเพื่อเป็นอาหารเร่งสีเนื้อปลานิลแดง.** การประชุมสัมมนาวิชาการ งานวันเกษตร และเทคโนโลยี ครั้งที่3 ระหว่างวันที่ 5-6 ธันวาคม 2546 ณ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย)

จงกล พรมยะ และขจรเกียรติ์ แซ่ตัน. 2548. **การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาเพื่อสุขภาพ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

จารุวรรณ แผงนาง. 2543. **การวิเคราะห์หาคาโรทีนอยด์และโปรตีนในสาหร่าย** *Spirulina* **sp.,** *Spirogyna* **sp. และ** *Cladophora* **sp.** ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. 2538. **การเลี้ยงปลานิล**.เอกสารแนะนำกรมประมง. กรุงเทพ. 26 หน้า.

ยุพิน วิวัฒนชัยเศรษฐ์. 2541. **การเลี้ยงปลานิลในกระชังที่จังหวัดขอนแก่น**. วารสารการประมง 51. (21,167 – 177)

วาสนา แก้วไพรวัน. 2544. **ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับสารอาหารในบ่อเลี้ยงปลานิลบ้านแม่แก๊ดน้อย ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

วัชรชัย ประณต. 2542. **การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลานิลที่จับได้ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2529. **มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน**.ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ลงวันที่ 21 มกราคม 2529.

วุฒิพร พรหมขุนทอง และอัญชลี พิพัฒนวัฒนากุล . 2548. **ผลของสาหร่ายสไปรูไลนาต่อการเจริญเติบโต และระดับแอนติบอดี ในปลาดุกพันธุ์ผสม** (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus* (Burchell) .วารสาร สงขลานครินทร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ปีที่ 27 (ฉบับพิเศษ 1) 115-132.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis.Washington DC.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. 1992. Water Quality and Pond Soil Analysis for Aquacult. Auburn University , Alabama.

De Silva, S. S., Gunasekera, R.M. and Keembiyahetty, C., 1986. Optimum ration and feeding frequency in *Oreochromis niloticus* young. P. 559 – 564. In J.L. Maclean, L. B. Dizon and L. V. Hosillos (eds.) The First Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

Duncan, P. L. and Klesius, P. H. 1996. Effects of feeding *Spirulina* on specific and non – specific immune responses of channel catfish. J. of Aquat. Anim. Heal., 8 : 308 – 313.

Jauncey, K., Ross, B. 1982. Aguide to tilapia feeds and beeding Insititute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland. P. 164 – 165.

Latscha, T. 1991. Carotenoid in aquatic animal nutrition. In Proceedings of the aquaculture feed processing and Nutrition Workshop. Pp. 68 – 79. (eds. Akiyama, D. M.and Tan , R. K. H.) Thailand and Indonesia, 19 – 25 september 1991, Thailand.

Lu, J. and Takeuchi T. 2002. Taste of Tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina*. Fisheries science 68 (supp. 1). The Japanese Society of Fisheries Science Tokyo JAPAN. P. 987 – 988.

Lu, J. and Takeuchi T. 2003. Taste of Tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina*. Fisheries science 68 (supp. 1) , The Japanese Society of Fisheries Science Tokyo JAPAN, P. 987 – 988.

Lu J ., Toshio T. and Hiroo S. 2004. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Article in press, corrected Proof-Not to users.

Lu J. and Takeuchi T. 2004. Spawning and egg quality of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations . Aquaculture, 234, 625-640.

Nandeesha, M. C., Gangadhara, B., Varghese, T.J. and keshavanath, P. 1998. Effect of Feeding *Spirulina platensis* on the growth , proximate composition and organoleptic quality of common carp , L. Aquacult. Res., 29 : 305 – 312.

Nakono, T., Yamaguchi, T., Sato, M. and Iwama, G. K. 2003. Biological effects of carotenoids infish. International Seminar "Effective Utilization of Marine Food Resource". Songkhla, Thailand. 18 December. Pp. 1 – 15.

Pium Sombun, S. 2001. Production, Accessibility and Consumption Patterns of Aquaculture Products in Thailand. FAO Fisheries Circular. No. 973.

Phang S. M., Miah M.S., Yeoh B.G. Hashim M. 2000. *Spirulina* production in a high rate pond treating SAGO STARCH factory wastewater. 4th Asia – Pacific conference on algal biotechnology, Hong Kong Convention and Exhibition centre , China. P.81.

Sato, A. and Regier, L. W. 1971. Pigmentation of brook Trout (*Savelinus fonliwafis*) by feeding dried crustacean waste. J. Fish. Res. Board. Can., 28 : 509 – 512.

Sommer, T. R., D'Souza, F. M. L. and Morrisy , N. m. 1992. Pigmentation of adult rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using the green alga *Haematococcus pluvialis*. Aquacult. 106 : 63 – 74.