สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้ง ในกปลาช่อน *(Channa striata)*

Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platens* striped snake-head fish (*Channa striata*)

T104547

โดย

นาย กวิน พันธุ์สัมฤทธิ์

2ฉบ.
ก323ก
2550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104547
วัน,เดือน,ปี.....- 5 มิ.ย. 2552

b.....12159438.....
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้ง ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)*

Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platensis* on striped snake-head fish (*Channa striata*)

ชื่อนักศึกษา นาย กวิน พันธุ์สัมฤทธิ์
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ ๒๐ เดือน ก.ค. พ.ศ ๒๕๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้ง ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)*

Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platensis* on striped snake-head fish (*Channa striata*)

การใช้สาหร่ายสไปรูลินา *(Spirulina platensis)* แห้งในการผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)* เป็นเวลา 98 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 25.32±0.30, 24.39±0.04, 25.18±0.26 และ 27.64±0.28 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 14.01±0.22, 13.85±0.15, 13.87±0.19 และ 15.5±0.19 เซนติเมตรต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.24±0.004, 0.23±0.001, 0.24±0.003 และ 0.26±0.003 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.63±0.03, 2.57±0.01, 2.59±0.04 และ 2.72±0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 3.00±0.12, 3.10±0.13, 2.97±0.16 และ 2.78±0.13 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 33.41±1.42, 32.37±1.41, 33.86±1.96 และ 36.15±1.75 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเท่ากับ 0.71±0.03, 0.71±0.03, 0.70±0.04 และ 0.71±0.04 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 0.62±0.02, 1.74±0.35, 2.12±0.24 และ 3.8±0.41 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม และปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 69.20, 70.49, 75.74 และ 77.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลินาแห้งเป็นส่วนผสมในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดและปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาช่อนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการแก้ปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณนิพนธ์ จิตตำนาน ที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และ คุณ นภพล เผ่าพนัส ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์เครื่องมือ พร้อมทั้งช่วยเหลือในด้านการใช้ห้องในการปฏิบัติการทดลองจนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณ ทรงกลด ชินกร และ คุณ กิตติกานต์ กุแก้ว ที่ร่วมแรง ร่วมใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์และลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนเพื่อนๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อข้อมูลตลอดจนกำลังใจจนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่อบรมสั่งสอนและให้วิชาความรู้เป็นอย่างดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สละทั้งกำลังกาย กำลังใจและกำลังทรัพย์ส่งเสียสนับสนุนข้าพเจ้าจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

นาย กวิน พันธุ์สัมฤทธิ์

พฤษภาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลการทดลองและวิจารณ์	28
สรุป	38
เอกสารอ้างอิง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของอาหารทดสอบ 12 ชนิดที่ให้ปลาช่อน	6
2	การเจริญเติบโตในลูกปลาช่อนในอาหารทดลองที่แตกต่างในสัดส่วนของโปรตีนต่อ พลังงาน (P/E) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (±SE)	7
3	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ	8
4	ปริมาณสารอาหารในแหล่งอาหารต่างๆ 100 กรัม	12
5	ส่วนประกอบที่ได้จากการทดลองของปลา *Channa* ทั้ง 3 ชนิด	12
6	ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่ได้มาจากการทดลองจากปลาช่อนทั้ง 3 ชนิด	13
7	ปริมาณไขมันในปลาต่างๆ	14
8	ร้อยละของผลการวิเคราะห์องประกอบสารอินทรีย์สาหร่ายสไปรูลินาเปรียบเทียบกับคลอเรลลาและถั่วเหลือง	18
9	สาหร่ายสไปรูลินา (แห้ง) เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน	18
10	การเปรียบเทียบกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายระหว่างสาหร่ายสไปรูลินาและอาหารชนิดอื่นๆ	19
11	ราคาปลาช่อนปี 2539-2551	23
12	ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อ สิ้นสุดการทดลอง ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. Platensis*	30
13	ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. Platensis*	31
14	ส่วนประกอบของอาหารผสม *S. platensis* ที่เลี้ยงปลาช่อน	33
15	ส่วนประกอบในเนื้อปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. platensis*	33
16	ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ	34
17	อัตรารอดของปลาช่อน	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาช่อน	2
2	สาหร่ายสไปรูลินา	15
3	วงจรชีวิตของสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.)	17
4	น้ำหนักเฉลี่ยของปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ	28
5	ค่า pH	36
6	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(Dissloved oxygen,DO) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	37
7	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในปัจจุบันได้กลายเป็นการเพาะเลี้ยงเพื่อการค้าที่จัดได้ว่าทำรายได้ให้แก่เกษตรกร ผู้ประกอบการและประเทศชาติได้อย่างมหาศาล สำหรับผลผลิตปลาน้ำจืดในประเทศไทย ปลาช่อนจัดว่าเป็นปลาพื้นเมืองของไทยที่สามารถส่งออกจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้ เพราะเป็นปลากินเนื้อที่เจริญเติบโตดีจึงมีโปรตีนสูง ผู้คนจึงนิยมบริโภคและประกอบอาหาร ดังนั้นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพาะเลี้ยงเพื่อการเจริญเติบโตที่ดี คือ คุณค่าทางอาหารและคุณภาพของเนื้อปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อดังนั้นอาหารที่ให้ปลาช่อนกินนั้นจะต้องมีปริมาณโปรตีนในอาหารที่มาจากเนื้อสัตว์ เช่น ปลาป่น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นหากต้องการผลผลิตปลาช่อนในปริมาณสูงและมีคุณภาพดี ในการอนุบาลลูกปลาช่อนนั้นโดยทั่วไปนิยมใช้อาหารสดเนื่องจากเป็นปลากินเนื้อ เมื่อปลาช่อนเจริญเติบโตขึ้นจนมีขนาดปลานิ้วจะฝึกให้อาหารปลาช่อนด้วยอาหารเม็ดเพื่อความสะดวก สำหรับคุณภาพของอาหารเม็ดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของอาหาร และในปัจจุบันได้มีการคิดนำเอาสารสกัดธรรมชาติมาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพแก่ปลา ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำสาหร่ายสไปรูลินามาใช้ในการเลี้ยงปลาช่อนเนื่องจากสาหร่ายสไปรูลินาเป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีคุณค่าทางอาหารซึ่งมีโปรตีนสูงถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งและมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนถึง 18 ชนิด สาหร่ายสไปรูลินาจึงนับเป็นแพลงก์ตอนพืชที่ให้โปรตีนสูงทั้งยังพบว่ามีปริมาณสูงกว่าเนื้อสัตว์ จึงนับได้ว่าเป็นแหล่งโปรตีนอีกแหล่งหนึ่งที่ได้จากสาหร่าย จากการที่สาหร่ายชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสาหร่ายสไปรูลินามาใช้ผสมเป็นอาหารในการเลี้ยงปลาช่อน

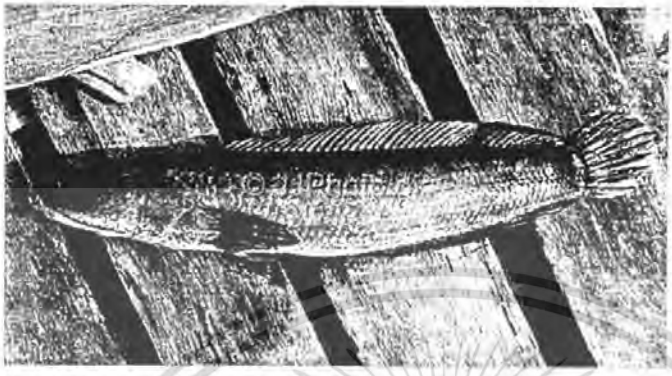
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสาหร่ายสไปรูลินาแห้งในการผสมอาหารในการเลี้ยงปลาช่อนเพื่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเนื้อปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของปลาช่อน



ภาพที่ 1 ปลาช่อน

ที่มา: http://www.jjphoto.dk/fish_archive/warm_freshwater/channa_striata.jpg

ชื่อสามัญ striped snake-head fish

อนุกรมวิธานของปลาช่อนดังนี้

Kingdom Animalia

Phylum Chordata

Class Actinopterygii

Oder Perciformes

Family Channidae

Genus *Channa*

Species *Channa striata*

ปลาช่อน (ภาพที่1) เป็นปลากินเนื้อ (carnivorous) เป็นปลาพื้นเมืองของไทยที่พบในแหล่งน้ำทั่วทุกภาค นอกจากนี้ยังพบในจีน อินเดีย ศรีลังกา ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เขมร เวียดนาม และลาว ขนาดตัวเต็มวัย ไม่เกิน 1 เมตร ขนาดเฉลี่ยคือ 60-75 เซนติเมตร ลักษณะลำตัวค่อนข้างกลมและเรียวยาว แบนข้างที่บริเวณโคนหางพื้นลำตัวสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเทาสลับด้วยลาย พาดเฉียง ข้างลำตัวสีเทาหรือสีดำ แผ่นหลังมีสีคล้ำกว่าข้างลำตัว ใต้ท้องสีขาว หัวมีลักษณะค่อนข้างแบนลาดไปทางปาก ปากใหญ่มากริมฝีปากล่างยื่นยาวกว่าริมฝีปากบนเล็กน้อยในปากมีฟันซี่เล็กๆ เรียงเป็นแถวแหลมคมมาก ครีบหลังและครีบก้นเป็นแผ่นยาวจรดโคนครีบหาง ปลายหางมนกลม ลูกปลาขนาดเล็ก ปกติลูกปลาจะอยู่รวมเป็นฝูงใหญ่และว่ายลอยคอหากินอยู่ตามริมตลิ่งพอเริ่มโตขึ้นก็จะกระจัดกระจายกันอยู่ อุปนิสัยเป็นปลาที่ก้าวร้าวชอบกัดทำร้ายและกินปลาเล็กเป็นอาหาร ปกติจะอยู่และหากินตามพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นโคลนตมตามแหล่งน้ำที่มีระดับความลึกไม่มากนัก มีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจจากอากาศเหนือ ผิวน้ำโดยตรง โดยไม่ต้องกรองอากาศผ่านช่องเหงือก ดังนั้นจึงสามารถอยู่ในแหล่งน้ำสกปรกและคับแคบ (สุรศักดิ์,2542)

การแพร่ขยายพันธุ์และการวางไข่

ปลาช่อนสามารถวางไข่ได้เกือบตลอดทั้งปี สำหรับฤดูกาลผสมพันธุ์วางไข่จะเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม-ตุลาคม แต่ช่วงที่แม่ปลามีความพร้อมมากที่สุดในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ในฤดูวางไข่จะเห็นความแตกต่างระหว่างปลาเพศผู้กับปลาเพศเมียได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กล่าวคือ ปลาเพศเมียลักษณะท้องจะอูมเป่ง ช่องเพศขยายใหญ่มีสีชมพูปนแดง ครีบท้องกว้างสั้น ส่วนปลาเพศผู้ลำตัวมีสีเข้ม ใต้คางมีสีขาว ลำตัวยาวเรียวกว่าตัวเมีย พ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์ควรมีน้ำหนักตัวประมาณ 800-1,000 กรัม ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติปลาช่อนจะสร้างรังวางไข่ตามแหล่งน้ำนิ่ง ความลึกประมาณ 30-100 เซนติเมตร โดยปลาตัวผู้จะเป็นผู้สร้างรังด้วยการกัดหญ้าหรือพันธุ์ไม้น้ำ และใช้หางโบกพัดตลอดเวลาเพื่อทำให้รังมีลักษณะเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30-40 เซนติเมตร ปลาจะกัดหญ้าที่บริเวณกลางๆ ของรัง ส่วนดินใต้น้ำปลาก็จะตีแปลงจนเรียบ (กรมประมง,2544)

หลังจากที่แม่ปลาวางไข่แล้ว พ่อแม่ปลาจะคอยรักษาไข่อยู่ใกล้ๆ เพื่อมิให้ปลาหรือศัตรูอื่นเข้ามากิน จนกระทั่งไข่ฟักออกเป็นตัว ในช่วงนี้พ่อแม่ปลาก็ยังให้การดูแลพาลูกหาอาหาร เมื่อลูกปลามีขนาด 4.5-6 เซนติเมตร จึงสามารถแยกตัวออกไปหากินตามลำพังได้ ซึ่งลูกปลาในวัยนี้มีชื่อเรียดว่าลูกครอกหรือลูกชักครอก ลูกปลาขนาดดังกล่าวน้ำหนักเฉลี่ย 0.5 กรัม ปลา 1 กิโลกรัม จะมีลูกครอกประมาณ 2,000 ตัว ซึ่งลูกครอกระยะนี้จะมีเกษตรกรผู้รวบรวมลูกปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติจับมาจำหน่ายให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาเนื้อ (ยุพินท์, 2536)

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์

ปลาช่อนที่นำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ควรเป็นปลาที่มีรูปร่างลักษณะสมบูรณ์ ไม่บอบช้ำและมีน้ำหนักตั้งแต่ 800-1,000 กรัมขึ้นไปและอายุ 1 ปีขึ้นไป ลักษณะของพ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนที่ดี เหมาะสมจะนำมาใช้ผสมพันธุ์ แม่พันธุ์ควรมีส่วนท้องอูมเล็กน้อย ลักษณะติ่งเพศมีสีแดงหรือชมพูอมแดง ถ้าเอามือบีบเบาๆ ที่ท้องจะมีไข่ไหลออกมามีลักษณะกลมสีเหลืองอ่อนใส ส่วนพ่อพันธุ์ติ่งเพศควรจะมีสีชมพูเรื่อๆ ปลาไม่ควรจะมีรูปร่างอ้วนหรือผอมจนเกินไป (ซอบ, 2518)

การเพาะพันธุ์ปลาช่อน

ในการเพาะพันธุ์ปลาช่อนต้องเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ บ่อเพาะพันธุ์ควรมีระดับความลึกของน้ำประมาณ 1.0-1.5 เมตร และมีการถ่ายเทน้ำบ่อยๆ เพื่อกระตุ้นให้ปลากินอาหารได้ดี มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาระบบสืบพันธุ์ให้สมบูรณ์ซึ่งจะทำให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนมีน้ำเชื้อและไข่ที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น การเพาะพันธุ์ปลาช่อน ทำได้ 2 วิธีคือ

1. การเพาะพันธุ์โดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติ วิธีนี้ควรใช้บ่อเพาะพันธุ์เป็นบ่อดินขนาด 0.5-1.0 ไร่ พร้อมทั้งจัดสภาพสิ่งแวดล้อมเลียนแบบธรรมชาติโดยปล่อยพ่อแม่พันธุ์ในอัตรา 1:1 ให้ปลาเป็ดผสมรำเป็นอาหารในปริมาณร้อยละ 2.5 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา

2. การเพาะพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียมด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ฉีดเร่งให้แม่ปลาช่อนวางไข่เพื่อที่รีดไข่ให้ผสมกับน้ำเชื้อ หรือปล่อยให้ผสมกันเองตามธรรมชาติ ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ใช้ได้แก่ LHRHa หรือ LRH-a โดยใช้ร่วมกับ Domperidone (ซอบ, 2518)

การฟักไข่

ไข่ปลาช่อนมีลักษณะกลมเล็ก เป็นไข่ลอย มีไขมันมาก ไข่ที่ดีมีสีเหลือง ใส ส่วนไข่เสียจะทึบ ไข่ปลาช่อนฟักเป็นตัวภายในเวลา 30-35 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 27 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง 7.8 และความกระด้าง 56 ส่วนต่อล้าน (สุรศักดิ์, 2542)

การอนุบาลลูกปลาช่อน

ลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ลำตัวมีสีดำ มีถุงไข่แดงสีเหลืองใส ปลาจะลอยตัวในลักษณะหงายท้องขึ้นอยู่บริเวณผิวน้ำ ลอยอยู่นิ่งๆ ไม่ค่อยเคลื่อนไหว หลังจากนั้น 2-3 วัน จึงพลิกกลับตัวลงและว่ายไปมาตามปกติโดยว่ายรวมกันเป็นกลุ่มบริเวณผิวน้ำ ลูกปลาช่อนที่ฟักออกมาเป็นตัวใหม่ๆ ใช้อาหารในถุงไข่แดงที่ติดมากับตัวเมื่อถุงไข่แดงยุบวันที่ 4 จึงเริ่มให้อาหารโดยใช้ไข่แดงต้มสุกบดละลายกับน้ำผ่านผ้าขาวบางละเอียดให้ลูกปลากินวันละ 3 ครั้ง เมื่อลูกปลามีอายุย่างเข้าวันที่ 6 จึงให้ไรแดงเป็นอาหารอีก 2 สัปดาห์ และฝึกให้อาหารเสริม เช่น ปลาป่น เนื้อปลาสดสับ โดยใส่อาหารในแท่นรับอาหารรูปสี่เหลี่ยมซึ่งมีทุ่นผูกติดอยู่ ถ้าให้อาหารไม่เพียงพออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาจะแตกต่างกัน และเกิดพฤติกรรมการกินกันเองทำให้อัตราการรอดตายต่ำจึงต้องคัดขนาดลูกปลา การอนุบาลลูกปลาช่อนโดยทั่วไปจะมีอัตราการรอดประมาณร้อยละ 70 และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันร้อยละ 50 ของปริมาตรน้ำ (ซอบ, 2518)

การเลี้ยงปลาช่อน

ปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อ อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อนจึงต้องเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง โดยทั่วไปนิยมเลี้ยงด้วยปลาเป็ด อัตราการปล่อยปลา นิยมปล่อยลูกปลาขนาด 8-10 เซนติเมตร หรือ น้ำหนัก 30-35 ตัวต่อกิโลกรัม ควรปล่อยในอัตรา 40-50 ตัวต่อตารางเมตร และเพื่อป้องกันโรคซึ่งอาจจะติดมากับลูกปลา ให้ใช้ฟอร์มาลีนใส่ในบ่อเลี้ยงอัตราความเข้มข้นประมาณ 30 ส่วนในล้าน (3 ลิตรต่อน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 ตัน) ในวันแรกที่ปล่อยลูกปลาไม่จำเป็นต้องให้อาหาร ควรเริ่มให้อาหารในวันรุ่งขึ้น โดยเมื่อปล่อยลูกปลาซ่อนลงในบ่อดินแล้ว อาหารที่ให้ในช่วงลูกปลาซ่อนมีขนาดเล็ก คือ ปลาเป็ดผสมรำในอัตราส่วน 4:1 หรืออัตราส่วนปลาเป็ดร้อยละ40, รำร้อยละ30, หัวอาหารร้อยละ30 ปริมาณอาหารที่ให้ไม่ควรเกินร้อยละ 4-5 ของน้ำหนักตัวปลา วางอาหารไว้บนตะแกรงหรือภาชนะแบบลอยไว้ใต้ผิวน้ำ 2-3 เซนติเมตร ควรวางไว้หลายๆจุด การถ่ายเทน้ำ ช่วงแรกความลึกของน้ำในบ่อควรอยู่ที่ระดับ 30-40 เซนติเมตร แล้วค่อยๆเพิ่มระดับน้ำสัปดาห์ละ 10 เซนติเมตร จนได้ระดับ 50 เซนติเมตร จึงถ่ายน้ำวันละครั้ง หลังจากอนุบาลลูกปลาในบ่อดินประมาณ 2 เดือน ปลาจะเติบโตไม่เท่ากัน ใช้อวนลากลูกปลาเพื่อคัดขนาด ไม่เช่นนั้นปลาใหญ่จะกินปลาเล็ก หลังจากอนุบาลลูกปลาในช่วง 2 เดือน แล้วต้องใช้เวลาเลี้ยงอีกประมาณ 4-5 เดือน จะให้ผลผลิต 1-2 ตัวต่อกิโลกรัม เช่น เนื้อที่ 2 ไร่ 2 งาน จะได้ผลผลิตมากกว่า 6,000 กิโลกรัม และเมื่อปลาโตได้ขนาดต้องการจึงจับจำหน่ายซึ่งก่อนจับปลาควรงดอาหาร 1-2 วัน การจับขายจับโดยการสูบน้ำออก 2 ใน 3 แล้วตีอวน ระลึกไว้ว่าปลาซ่อนเป็นปลาที่ชอบมุดโคลนเลน ดังนั้นถ้าปลาเหลืออยู่น้อย ควรสูบน้ำให้แห้งแล้วจับออกให้หมด นำปลาที่ได้มาล้างโคลนออกก่อนที่จะส่งตลาด (สุรศักดิ์,2542)

ความต้องการสารอาหารของปลา

โดยทั่วไปลูกปลาที่ฟักออกจากไข่ปลาใหม่ๆ จะใช้สารอาหารที่มีอยู่ในถุงอาหาร (Yolk sac) เพื่อยังชีวิตให้คงอยู่ หลังจากใช้สารอาหารในถุงหมดแล้ว ลูกปลาจึงเริ่มหาอาหารกินเอง อาหารที่ปลากินเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็ก โดยน้ำย่อยที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหาร สารอาหารที่ได้จากการย่อยสลายอาหารจะถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าไปในระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อนำไปเลี้ยงร่างกายต่อไป ปลาจะกินอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ 3 ประการใหญ่ๆ คือ

1. การเคลื่อนไหวและการยังชีพประจำวัน
2. การเจริญเติบโต
3. การขยายพันธุ์ (ศักดิ์ชัย, 2536)

ประเภทของโภชนาการอาหาร

โปรตีน

เป็นสารอินทรีย์ซึ่งพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีโครงสร้างซับซ้อนและมีมวลโมเลกุลมาก โปรตีนมีหน่วยย่อยคือ กรดอะมิโน เรียงต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ โปรตีนมีหน้าที่สำคัญต่อโครงสร้างและกิจกรรมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด รวมทั้งไวรัสด้วย โปรตีนหลายชนิดทำหน้าที่เป็นเอนไซม์หรือหน่วยย่อยของเอนไซม์ ส่วนโปรตีนอื่นทำหน้าที่ทางด้านโครงสร้าง เช่น โครงสร้างภายในเซลล์ (cytoskeleton) กลไกทางกายภาพ และบางชนิดยังมีหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันคอยปกป้องร่างกายจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(cytoskeleton) กลไกทางกายภาพ และบางชนิดยังมีหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันคอยปกป้องร่างกายจากสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นยังมีหน้าที่เป็นขนส่งสารภายในระบบร่างกาย และเป็นแหล่งสำรองพลังงาน ยามขาดแคลนอีกด้วย โปรตีนในอาหารนั้นเป็นแหล่งของกรดอะมิโน ให้แก่สิ่งมีชีวิตแต่ไม่สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนเหล่านั้นได้เอง (กรมวิทยาศาสตร์, 2542)

ความสำคัญของโปรตีนต่อปลาต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเป็นส่วนสำคัญ และการนำส่วนที่เป็นโปรตีนที่ได้จากอาหารนี้ไปใช้ได้ย่อมสำคัญ ทั้งนี้ก็มีความสัมพันธ์ขนาด อายุและชนิดของปลา Samantaray and Mohanty (1997) รายงานว่าขนาดของปลาที่ใหญ่กว่าต้องการโปรตีนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปลาขนาดเล็ก และระดับพลังงานส่งผลต่อความต้องการโปรตีนในอาหารที่ปลานำไปใช้ในการเจริญเติบโต และได้ประเมินค่าผลตอบรับของปลาช่อน (*Channa striata*) ขนาดปลานิ้ว (fingerling) ต่ออาหารที่แตกต่างกันตามระดับโปรตีน เขาได้ทำการศึกษาถึงผลการตอบรับจากอาหารต่อการเจริญเติบโตและร้อยละการใช้ประโยชน์จากโปรตีน Apparent net protein utilization (% ANPU) ในปลาช่อนขนาดปลานิ้วในอาหารทดลอง 12 ชนิด จากสูตร brown fish meal ที่มีสารอาหารหลักเป็นโปรตีนและระดับพลังงานการย่อย 3 ระดับ (400, 440 และ 480 กิโลแคลอรี) ที่ระดับโปรตีน 4 ระดับ (35, 40, 45 และ 50%) และลิพิด (9, 13 และ 17%) ในแต่ละระดับของโปรตีน (ตารางที่1) ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดที่อาหารชนิดที่ 5 และ 9 ตามลำดับ (ตารางที่2)

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของอาหารทดสอบ 12 ชนิดที่ให้ปลาช่อน

Ingredient	Diet number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nutrient content												
Crude protein(%)	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50
Crude lipid(%)	9	13	17	9	13	17	9	13	17	9	13	17
Digestible energy(kcal)	400	440	480	400	440	480	400	440	480	400	440	480
protein to energy(P/E) ratio(mg protein/kcal)	87.5	79.5	72.9	100	90.9	83.3	112.5	102.3	93.8	125	114	104.2

ที่มา: Samantaray and Mohanty (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตในลูกปลาซ่อนในอาหารทดลองที่แตกต่างในสัดส่วนของโปรตีนต่อพลังงาน (P/E) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (±SE)

	Diet number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
initial	11.2	10.8	10.4	11.4	12.1	10.4	13.4	12.8	12.6	10.2	11.6	12.1
weight(g)	(1.9)	(2.1)	(1.6)	(1.3)	(1.1)	(1.3)	(0.8)	(1.4)	(1.1)	(2.1)	(1.7)	(1.1)
Final	19.2	16.8	15.6	22.3	29.4	17.8	24.9	25.1	29.7	18.4	22.2	23.4
weight(g)	(2.3)	(1.6)	(1.5)	(2.1)	(2.2)	(2.9)	(1.8)	(1.4)	(1.9)	(1.1)	(1.1)	(1.3)
weight	71.4^{d}	55.6^{e}	50.0^{e}	95.6^{b}	142.9^{a}	71.2^{d}	85.8^{bc}	96.1^{b}	135.7^{a}	80.4^{c}	91.4^{bc}	93.4^{b}
gain(%)	(3.3)	(6.3)	(5.4)	(8.7)	(10.9)	(6.3)	(7.8)	(0.3)	(10.6)	(8.3)	(6.4)	(8.8)
%ANPU	23.4	30.6	16.6	23.1	20.6	12.2	15.2	13.9	12.5	10.4	16.1	15.9
	(2.6)	(3.4)	(2.3)	(2.5)	(2.8)	(1.8)	(1.9)	(1.8)	(1.6)	(1.7)	(2.3)	(1.9)

ที่มา: Samantaray and Mohanty (1997)

วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน

วัตถุดิบประเภทนี้ต้องมีโปรตีนมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ

1. แหล่งโปรตีนจากสัตว์

ได้แก่ ปลาป่น ปลาสด เลือดป่น ขนไก่ป่น เนื้อกระดูกป่น กุ้งป่น เศษไก่ป่น ไส้ไก่ หัวไก่ ปูป่น ผลิตภัณฑ์จากนม ฯลฯ

2. แหล่งโปรตีนจากพืช

ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากเมล็ดฝ้าย กากมะพร้าวอัด กากงา กากองุ่น ใบกระถินป่น โปรตีนสกัดเข้มข้นจากข้าวโพด จากข้าวสาลี ฯลฯ (กรมประมง, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ

วัตถุดิบ	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	กาก	NFE*	เถ้า
ปลาป่น	9.7	55	6	2.4	3.3	24.6
ปลาสด	67.5	18	13	-	-	1.5
เนื้อกระดูกป่น	7.4	49.1	10.3	2.6	0.7	29.9
เลือดป่น	10.4	81.5	1	0.7	1.6	4.8
ขนไก่ป่น	8.1	84.2	2.8	1	0.5	3.4
หัวและเปลือกกุ้งป่น	10	40.6	2.6	14.2	2.6	30
เศษไก่ป่น	6.5	57.5	15	2.3	3.1	15.6
ไส้ไก่สด	73.7	13.9	11.2	-	-	1.2
หัวไก่สด	38.8	26.9	26.4	0.3	-	7.6
เศษปลาหมึกป่น	8.1	74.8	8.8	-	4.9	3.4
ปูป่น	6.5	31	2.1	10.6	13.7	36.1
น้ำต้มปลาข้น	49	31	4	0.5	-	10
ดักแก้ไหม	4.7	56.8	31.3	3.9	6.4	5.2
เนื้อหอยเชอรี่	78	11.3	0.6	-	-	4.4
กากถั่วเหลือง	11.8	46.9	1.3	6.5	25.1	8.4
กากถั่วลิสง	7	48	5.8	7	27.1	5.1
กากเมล็ดฝ้าย	9.8	41.7	1.5	11.3	28.8	6.9
กากมะพร้าวอัด	8.5	20.8	6.3	12	45.4	7
กากเมล็ดงา	8	40.4	10.6	6.4	24.2	10.4
ใบกระถินป่น	10	23.9	2.9	9.4	49.5	3.2
กากนุ่น	8.5	29.5	3.3	23.4	-	7.3
กากเบียร์	8.1	26	12.1	0.9	-	10.9
ใบหม่อนสี	8.8	22.2	4.8	12.7	46.9	15.5

ที่มา : (กรมประมง, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารชีวโมเลกุลที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คำว่าคาร์โบไฮเดรตมีรากศัพท์มาจากคำว่า คาร์บอน (carbon) และคำว่าไฮเดรต (hydrate) อิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งรวมกันก็หมายถึงคาร์บอนที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ เนื่องจากสูตรเคมีอย่างง่ายก็คือ $(C \cdot H_2O)n$ ซึ่ง $n \geq 3$ หน่วยที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรตก็คือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือโมโนแซคคาร์ไรด์ คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักซึ่งให้พลังงานเท่ากับ โปรตีน คือ 4 กิโลแคลอรีต่อ 1 กรัม ประกอบด้วย C คาร์บอน H ไฮโดรเจน และ O ออกซิเจน เป็นอัตราส่วน 1:2:1 คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็นน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยวแบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือกลูโคส ฟรัสโทส กาแลคโตส โมเลกุลคู่ โมเลกุลใหญ่ และไม่ใช่น้ำตาลคือ แป้ง (กรมวิทยาศาสตร์,2542)

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในสัตว์น้ำเนื่องจากทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของสารเคมีที่มีบทบาทสำคัญในร่างกาย และเป็นแหล่งพลังงานที่สัตว์สะสมไว้ในยามฉุกเฉิน (เวียง, 2542) แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ ได้แก่ รำ ปลายข้าว ข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่พบในรูปไกลโคไลปิด ไกลโคโปรตีน และไกลโคเจน ที่จะสะสมในร่างกาย ซึ่งจะถูกสลาย และเผาผลาญเป็นพลังงานเมื่อร่างกายต้องการ หรืออาจเปลี่ยนเป็นรูปไขมันสะสมในเนื้อเยื่อของร่างกายทำให้ปลาอ้วนขึ้น ทั้งนี้คาร์โบไฮเดรตจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลา ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ประเภท และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตในอาหาร รวมทั้งความสุก ดิบในอาหาร (วีรพงศ์, 2536; เวียง, 2542) นอกจากนี้ Anderson et. al. (1984) รายงานว่า ปลานิลที่ได้รับเด็กซ์ตริน (dextrin) และแป้งข้าวโพดในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับเด็กซ์ตริน และแป้งข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยปลานิลจะเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อได้รับเด็กซ์ตริน และแป้งข้าวโพด ที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์

Hemre et al. (2003) กล่าวว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของธาตุอาหารหลักมีความสำคัญที่จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของอาหาร ขบวนการย่อยของพันธะแอลฟา (แอลฟา-link) ของคาร์โบไฮเดรต (แป้ง, dextrin และน้ำตาล) แตกต่างกันไปตามระดับความสำคัญในตัวปลา สัมประสิทธิ์การย่อยได้ Apparent digestibility ceoefficent (ADC) จาก 10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 90เปอร์เซ็นต์ จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ปลา และระดับคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด แหล่งหรือชนิด ประสิทธิภาพการย่อยได้ทั้งหมดของคาร์โบไฮเดรตพบว่าแป้งอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ประสิทธิภาพการย่อยประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นอาหารประเภทแป้งในปลากินเนื้อที่เคลื่อนไหวบ่อยๆ พบว่าปริมาณแป้งที่สูงๆ จากอาหารส่งผลกระทบต่อการย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมัน

เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นแหล่งพลังงานสำคัญเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยไขมันสามารถให้พลังงานได้มากถึง 9 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งมากกว่าคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน (ซึ่งให้พลังงาน 4 แคลอรีต่อกรัม) โดยไขมันจะประกอบขึ้นด้วยกรดไขมัน (Fatty acids) ชนิดต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและมีผลต่อร่างกายแตกต่างกันไป ไขมันยังสามารถแบ่งตามการมีพันธะคู่ของคาร์บอนอะตอมภายในกรดไขมันได้แก่

1.กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) ซึ่งไม่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน ปกติพบได้ใน ไขมันจากสมองสัตว์หรือเครื่องในสัตว์

2.กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) ซึ่งมีพันธะคู่พบได้ในไขมันพืช (กรมวิทยาศาสตร์,2542)

Hemre et al. (2003) กล่าวว่าไขมันมีอิทธิพลต่อความเร็วของสารอาหารทั้งหมดที่เคลื่อนที่ผ่านส่วนของลำไส้ เมื่ออาหารประเภทไขมันเคลื่อนที่จะถูกเอนไซม์ในลำไส้ไฮโดรไลซ์ การเพิ่มของระดับไขมันในอาหารส่งผลต่อการผลิตน้ำดีทำให้เพิ่มความคงตัวของการทำงานของเอนไซม์บางตัวในการไฮโรไลซิสแป้ง เช่น อะไมเลส อย่างไรก็ตาม ผลจากไขมันต่อการทำงานของเอนไซม์พบว่าจะแปรผันตามส่วนประกอบของกรดไขมัน ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะไม่เป็นผลดีต่อการย่อยแป้งของกรดไขมันอิ่มตัว

วัตถุดิบจำพวกไขมัน หรือน้ำมัน

เป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงาน กรดไขมันที่จำเป็น วิตามินที่ละลายในไขมันและบางครั้งใช้เป็นสารแต่งกลิ่นอาหารเพื่อกระตุ้นให้สัตว์น้ำกินอาหารได้มากขึ้นน้ำมันที่ใช้

ผสมอาหารสัตว์น้ำ แบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. น้ำมันจากสัตว์

ได้แก่ น้ำมันปลา น้ำมันปลาหมึก น้ำมันหมู ฯลฯ

2. น้ำมันจากพืช

ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน ฯลฯ (กรมประมง, 2538)

วิตามิน

วิตามินมีอยู่ 2 กลุ่ม

1. กลุ่มที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามิน A, D, E และ K
2. กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ วิตามินซี และวิตามินบีรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินเป็นสารประกอบ ที่พบในสารอาหารทั่วๆ ไป แต่พบในปริมาณน้อย

หน้าที่สำคัญของวิตามิน

1. จำเป็นต่อการบำรุงรักษา การเจริญเติบโต และเพื่อการสืบพันธุ์
2. ร่างกายต้องการวิตามินในปริมาณเล็กน้อย
3. ถูกใช้ในขบวนการเมตาโบลิซึม
4. ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ภายในร่างกาย (กรมวิทยาศาสตร์, 2542)

ระดับความต้องการวิตามินในอาหารสัตว์น้ำ

จากการศึกษาของ สุพิศ (2536) พบว่าความต้องการวิตามินของสัตว์น้ำมีความแตกต่างกัน และยังขึ้นอยู่กับความหนาแน่นอุณหภูมิ แหล่งของสารอาหาร ขนาดและอายุของปลา การเติมวิตามินในอาหารสัตว์น้ำ โดยทั่วไปเติมมากกว่าปริมาณที่สัตว์น้ำต้องการจริง เพราะวิตามินสลายหรือถูกทำลายง่าย เช่น วิตามินอี วิตามินซีและวิตามินบี 6 (Thiamin) วิตามินอีและวิตามินซี สูญเสียในระหว่างการผลิต โดยมีความร้อน ความชื้นและpH เป็นตัวทำลาย และสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษาด้วย สำหรับวิตามิน บี 6 ถูกทำลายโดยเอ็นไซม์ ซึ่งโดยทั่วไปพบมากในอาหารที่ผลิตโดยใช้ปลาสด

เกลือแร่

เกลือแร่มีบทบาทและหน้าที่สำคัญใน ร่างกายหลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย เป็นองค์ประกอบของ เซลล์เนื้อเยื่อและเส้นประสาท เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ ฮอร์โมน และวิตามิน นอกจากนี้ เกลือแร่ยังทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในทุกอวัยวะ จ ากความสำคัญและหน้าที่ ดังกล่าวนั้น จะเห็นว่า เกลือแร่เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญยิ่งต่อร่างกาย ซึ่งร่างกายต้องได้ รับเพียงพอ ร่างกายจึงจะเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่และแข็งแรง อาหารทั่วไปที่เป็นแหล่งของ เกลือแร่ทั้งชนิดหลักและชนิดปริมาณน้อยแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดของอาหาร ตัวอย่าง เกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อร่างกายประกอบด้วย แคลเซียม ฟอสฟอรัส ไอโอดีน เหล็ก แมกนีเซียม สังกะสี ทองแดง และโพแทสเซียม เป็นต้น (กรมวิทยาศาสตร์, 2542)

วัตถุดิบจำพวกวิตามินและแร่ธาตุ

วิตามินและแร่ธาตุที่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารมักอยู่ในรูปสารประกอบเคมี และเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้ปริมาณน้อยมากในสูตรอาหารจึงทำให้เกิดปัญหาในการผสมให้ทั่วถึงในทุกๆ ส่วน ดังนั้นจึงไม่นิยมผสมวิตามินและแร่ธาตุแต่ละตัวลงในอาหารโดยตรง วิตามินและแร่ธาตุจึงมักถูกผสมไว้ก่อนล่วงหน้ากับสื่อบางชนิด เช่น กากถั่วเหลือง รำ แกลบบด หรือหินปูน แล้วเรียกสารผสมเหล่านี้ว่า "สารผสมล่วงหน้า (พรีมิกซ์)" บางครั้งอาจเรียกว่า "อาหารเสริม" แล้วจึงนำสารผสมล่วงหน้านี้ไปผสมกับอาหารต่อไป (สุพิศ , 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของปลาช่อน

ปลากินเนื้อเป็นปลาที่แบ่งตามลักษณะการกินของปลาจึงเป็นแหล่งคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ โดยเฉพาะซึ่งปลากินเนื้อจะมีโปรตีนประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ และเต็มไปด้วยกรดอะมิโนที่มีประโยชน์ มีทั้งกรดอะมิโนที่จำเป็นเช่น histidine, threonine, argionine, valine, methionine, tryptophan, phenylalanine, isoleucine, leucine, lycine และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น aspartic acid, glutamic acid, asparagines, serine, glycine, alanine, tyrosine, cystine, hydroxyproline, praline ดังนั้นปริมาณกรดอะมิโนจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลาและคุณค่าทางโภชนาการของผู้บริโภคด้วย (Rahman et al., 1995) นอกจากนี้ปลายังมีเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนได้ดีกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และปลาช่อนยังมีโปรตีนมากกว่าแหล่งอาหารจากส่วนของเนื้อสัตว์บางชนิด (ตารางที่4) (ธวัชชัย ,2549)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณสารอาหารในแหล่งอาหารต่างๆ 100 กรัม

แหล่งอาหาร	โปรตีน(กรัม)	ไขมัน(กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)
ปลาช่อน	19.1	0.1	0.1
ปลากะพง	18.2	0.4	0
ไก่/เนื้อน่อง	18.8	3.9	0
วัว/เนื้อติดมัน	17.2	22.1	0
หมู/เนื้อติดมัน	11.9	45	0

ที่มา : ธวัชชัย (2549)

Channa spp. ซึ่งเป็นปลาช่อนที่อยู่ในตระกูล Channidae อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดเขตร้อน เป็นปลากินเนื้อดังนั้นจึงเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ (Moshin and Ambak, 1983) รวมไปถึงแหล่งกรดอะมิโนที่สำคัญอีกมากมาย เช่น aspartic acid, glycine และ glutamic acid จากการศึกษาของ Zuraini et al., (2005) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดอะมิโนในปลา *Channa spp.* 3 ชนิด ในเขตของมาเลเซีย พบว่าจากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนจากธรรมชาติของปลาทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ *C.striatus*,*C.micropeltes* และ *C.lucius* นี้จะอยู่ในช่วง 19.9-23.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ตารางที่5)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบที่ได้จากการทดลองของปลา *Channa* ทั้ง 3 ชนิด

Species	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Moisture
C. striatus	23.0±0.7	5.7±1.9	1.8±0.07	83.5±6.7
C. micropeltes	22.1±0.6	9.3±2.7	1.0±0.01	82.1±9.1
C. lucius	19.9±1.3	11.9±4.2	1.2±0.11	80.0±5.4

ที่มา: Zuraini et al., (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดอะมิโนที่พบ(%ของโปรตีนทั้งหมด)(ตารางที่ 6) กรดอะมิโนที่สำคัญที่พบส่วนใหญ่คือ glutamic acid, aspartic acid และ lysine มีค่าอยู่ในช่วง 9.7-21.7 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด ระดับของกรดอะมิโนใน *C.striatus* อยู่ในช่วง 0.9-21.7 เปอร์เซ็นต์ *C.micropeltes* อยู่ในช่วง 0.1-19.4 เปอร์เซ็นต์ และ *C.lucius* อยู่ในช่วง 0.6-21.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ปลาช่อนมีคุณค่าทางโภชนาการคือ โปรตีน และกรดไขมัน และยังเต็มไปด้วยกรดอะมิโน จึงเป็นแหล่งทดแทนโปรตีนและไขมันแก่ผู้บริโภคด้วย (Zuraini et al., 2005)

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่ได้มาจากการทดลองจากปลาช่อนทั้ง 3 ชนิด

Amino acid	*Channa striatus*	*Channa micropeltes*	*Channa lucius*
Aspartic acid	11.4±0.12	11.7±1.4	10.6±1.23
Glutamic acid	21.7±0.9	19.4±1.9	21.2±1.97
Serine	4.8±0.03	5.2±0.77	4.9±0.26
Glycine	4.3±0.19	3.7±0.15	3.6±0.06
Histidine	1.2±0.02	1.7±0.07	1.8±0.04
Arginine	5.9±0.15	7.2±0.54	6.0±0.17
Threonine	4.2±0.0.06	4.6±0.45	4.3±0.26
Alanine	5.8±0.73	4.2±0.75	6.1±0.34
Proline	3.2±0.21	3.2±0.23	3.0±0.18
Tyrosine	3.6±0.14	3.8±0.51	3.6±0.26
Valine	4.2±0.09	4.4±0.26	4.4±0.51
Methionine	3.4±0.11	4.0±0.91	3.6±0.16
Cystine	0.9±0.15	0.1±0.03	0.6±0.05
Isoleucine	3.8±0.25	4.0±0.17	3.8±0.14
Leucine	7.5±0.85	7.4±0.97	7.7±0.76
Phenylalanine	4.3±1.2	4.8±0.65	4.6±0.48
Lysine	9.7±0.57	10.9±1.05	10.1±1.42

ที่มา: Zuraini et al., (2005)

นอกจากนี้เนื้อปลาก็ยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สำคัญอีกหลายชนิดด้วยกัน ทั้งโอเมก้า 3 เช่น กรดไอโคซาเพนตะอีโนอิก (EPA) และกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก (DHA) จะพบได้มากในปลาทะเล และปลาน้ำจืดที่นิยมเลี้ยงเพื่อจำหน่าย เช่น ปลาจะละเม็ดดำ ปลาจาระเม็ดขาว ปลากะพงขาว ปลาสวาย ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลิด ปลาดุก และปลาช่อน เมื่อนำมาต้มหรือนึ่งจะให้กรดไขมันโอเมก้า 3 สูงและปลาช่อนจัดว่าเป็นปลาที่มีไขมันสูงด้วย (ตารางที่ 7) (ครรชิต, 2545)

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณไขมันในปลาต่างๆ

ปลาที่มีไขมันต่ำมาก ≤ 2 กรัมต่อ 100 กรัม	ปลาที่มีไขมันต่ำ ≥ 2-4 กรัมต่อ 100 กรัม	ปลาที่มีไขมันปานกลาง ≥ 4-5 กรัมต่อ 100 กรัม	ปลาที่มีไขมันสูง ≥8-20 กรัมต่อ 100 กรัม
ปลาไหล	ปลาทูนึ่ง	ปลาสลิด	ปลาช่อน
ปลากราย	ปลากะพงขาว	ปลาตะเพียน	ปลาสวาย
ปลานิล	ปลาจะละเม็ดดำ	ปลาจะละเม็ดขาว	ปลาดุก
ประกะพงแดง	ปลาอินทรี		ปลาสำลี
ปลาเก๋า			

ที่มา: ครรชิต (2545)

แหล่งอาหารของปลา

ปลาได้รับอาหาร 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ อาหารธรรมชาติและอาหารสมทบ

อาหารธรรมชาติ

อาหารธรรมชาติ หมายถึง อาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในบ่อปลา มีความสัมพันธ์กันในลักษณะวงจรชีววิทยา สัตว์กินพืชสีเขียวเป็นอาหาร และกินสัตว์ด้วยกันเองเป็นอาหารด้วย (ศักดิ์ชัย, 2536) อาหารที่เป็นจำพวกสัตว์ได้แก่ ลูกน้ำ หนอนแดง ลูกแมลงปอ ไส้เดือน ตัวอ่อนของหอย ลูกกุ้ง แมลงน้ำชนิดต่างๆ รวมถึงแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก เช่น *Euglena sp.*, *Branchionus sp.* เป็นต้น ส่วนอาหารที่เป็นจำพวกพืช ได้แก่ พืชน้ำต่างๆ ที่เกิดขึ้นในน้ำ ได้แก่ ไข่น้ำ แหน สาหร่าย หญ้า เป็นต้น และพวกแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ *Chorella sp.*, *Spirulina sp.*, *Nitzchia sp.* เป็นต้น (ศักดิ์ชัย, 2536)

อาหารสมทบ

อาหารสมทบ หมายถึง อาหารที่ให้เพิ่มเติมแก่ปลา เพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตปลาให้มากขึ้น โดยใช้ระยะเวลาการเลี้ยงสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของอาหารปลา แบ่งออกอย่างกว้างๆ ได้ 2 แบบ คือ

1. แบบเปียก เป็นอาหารที่ผู้เลี้ยงปลาประกอบขึ้นเอง โดยวิธีการผสมวัสดุอาหารต่างๆ คลุกเล้าให้เข้ากันและอาหารสดที่ให้ปลากินโดยตรง วัสดุที่นิยมใช้ ได้แก่ปลายข้าว รำ กากถั่ว กากเบียร์ ปลาป่น ปลาเป็ด กากมะพร้าว เศษอาหารจากครัวเรือน เครื่องในสัตว์ ผักบุ้ง ผักตบชวา เป็นต้น

2. แบบแห้ง เป็นอาหารที่ผู้เลี้ยงปลาสามารถประกอบขึ้นเองได้ อาหารแบบแห้งสามารถเก็บได้เป็นเวลานาน สะดวกในการใช้เลี้ยงปลาและขนส่งไปยังสถานที่ต่างๆ อาหารแห้งแบ่งออกได้ ดังนี้ คือ

อาหารผง ประกอบด้วยวัสดุอาหารชนิดต่างๆ มีลักษณะแห้ง และเป็นผงละเอียดผสมรวมกัน

อาหารชนิดเม็ดจมน้ำ เป็นอาหารที่ทำมาจากวัสดุ อาหารชนิดต่างๆผสมคลุกเคล้าหรือบดให้เข้ากัน ผสมน้ำเล็กน้อยแล้วนำมาผ่านเครื่องอัดเม็ด

อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำเป็นอาหารที่มีส่วนประกอบเหมือนกับอาหารชนิดเม็ดจมน้ำ แต่ละวิธีการซับซ้อนกว่าจะต้องมีการอัดอากาศเข้าไปเพื่อให้อาหารที่ผลิตออกมาสามารถลอยน้ำได้ ทำให้สามารถสังเกตการณ์กินอาหารของปลา (ศักดิ์ชัย, 2536)

สาหร่ายสไปรูลินา

ภาพที่ 2 สาหร่ายสไปรูลินา

ที่มา: http://digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue2/images/spirulina1.gif

อนุกรมวิธานสาหร่ายสไปรูลินา ดังนี้

Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Genus *Spirulina*

Species *Spirulina platensis*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

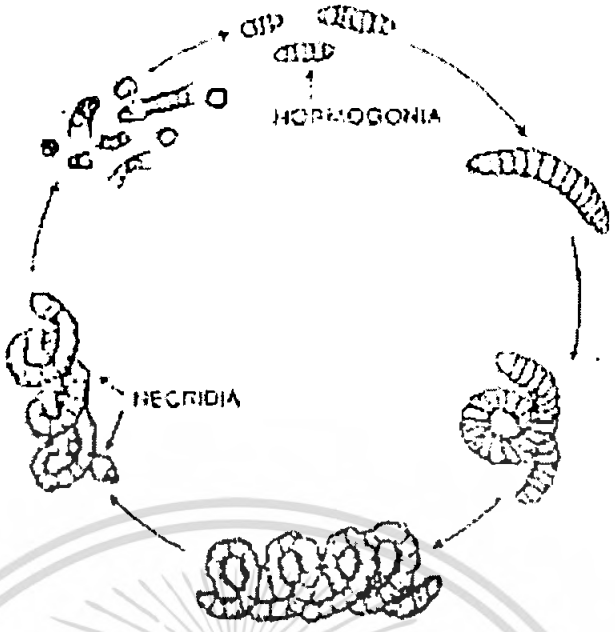
สาหร่ายสไปรูลินาหรือสาหร่ายเกลียวทอง มาจากคำว่าภาษาอังกฤษว่า สไปรัล (Spiral) หมายถึง รูปเกลียววนแบบขดหอย จุดกำเนิดดั้งเดิม ของสาหร่ายเกลียวทองคือประเทศเม็กซิโก ทวีปแอฟริกาและที่อื่น ๆ อีกหลายแห่ง สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* หรือ *Arthrospira*) คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green alga หรือ Cyanobacterium) สกุลหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็น เซลทรงกระบอกหลายเซลเรียงต่อกันเป็นเส้นสายตรง หรือขดเป็นเกลียว หรือ เป็นวง ไม่มีกิ่งก้าน เรียกว่า ไตรโคม (trichome) โดยเซลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-12 ไมโครเมตร ขนาดความกว้าง ยาว ของไตรโคมขึ้นกับชนิด (Species) ของสาหร่าย และสภาวะแวดล้อมที่สาหร่ายเจริญเติบโต สาหร่ายสไปรูลินาเป็นจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่มีการเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซล (binary fission) เท่านั้น เซลสาหร่ายสไปรูลินาไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และคลอโรพลาสต์ แต่มีผนังเซลประกอบด้วยเยื่อหุ้มชั้นนอก (outer membrane) และเยื่อพลาสมา (plasma membrane) ที่มีชั้นของเปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) แทรกอยู่ระหว่างเยื่อทั้งสอง และมีเยื่อไทลาคอยด์ (thylakoid mebrane) ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และเป็นแหล่งที่พบรงควัตถุสังเคราะห์แสงต่างๆ เช่น คลอโรฟิลล์-เอ (chlorophyll-a) คาโรทีนอยด์ (carotenoids) ไฟโคไซยานิน (phycocyamin) และ อัลโลไฟโคไซยานิน (allophycocyanin) นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินาบางสายพันธุ์อาจมีถุงอากาศเล็กๆ (gas vacuoles) อยู่ภายในไซโตพลาสซึมทำให้สามารถลอยตัวได้ (มารศรี, 2541)

การเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลินา

วงจรชีวิต

วงจรชีวิตของสาหร่ายสไปรูลินา ไตรโคมที่เจริญเติบโตเต็มที่ มีการสร้างเซลที่มีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า เนคริเดีย (necridia) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะถูกย่อยทำให้ไตรโคมแตกหักออกเป็นท่อนสั้นๆ ขนาดประมาณ 2-4 เซลที่มีลักษณะเหมือนกันเป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า โฮโมโกเนีย (homogonia) จากนั้นจึงมีการแบ่งตัวเพิ่มความยาวหรือจำนวนเซลของแต่ละโฮโมโกเนียจนเป็นไตรโคมที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.)
ที่มา: Richmond (1986)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

1.แสง
2. อุณหภูมิ
3.สารอาหาร
4. ความเค็ม
5. ความเป็นกรด - ด่าง (pH) เป็นต้น (มารศรี, 2541)

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเกลียวทอง

สาหร่ายเกลียวทอง จะมีคุณค่าทางอาหารเช่นเดียวกับอาหารชนิดอื่น ๆ คือมีโปรตีนสูงถึง 65-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ ที่มีโปรตีนสูง เช่น ถั่วเหลือง ซึ่งให้โปรตีนเพียง 37 เปอร์เซ็นต์ (ผุสดี, 2541) สาหร่ายเกลียวทองจึงนับเป็นพืชที่ให้โปรตีนสูง ทั้งยังพบว่าโปรตีนของสาหร่ายเกลียวทองมีปริมาณสูงกว่าเนื้อสัตว์ (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) สาหร่ายเกลียวทอง จึงนับได้ว่าเป็นแหล่งโปรตีนอีกแหล่งหนึ่งได้ นอกจากนี้ ยังประกอบไปด้วย กรดแกมม่าไลโนเลนิก (GLA) สูงกว่าพืชชนิดอื่น ๆ

สาหร่ายสไปรูลินา มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณร้อยละ 12-20 นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินายังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการผลิตสารเคมีสำคัญซึ่งพบไม่ค่อยพบในสิ่งมีชีวิตอื่น โดยประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายพันธะ (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยเฉพาะกรดแกมม่า - ลิโนเลนิค หรือ GLA (g -linolenic acid, 18:3 w 6), รงควัตถุธรรมชาติ เช่น ไฟโคไซยานิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104547

(phycocyanin) และคาโรทีนอยด์ ชนิด myxoxanthophyll, zeaxanthin และสารพวกโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) เป็นต้น (มารศรี,2541)

ตารางที่ 8 ร้อยละของผลการวิเคราะห์องประกอบสารอินทรีย์สาหร่ายสไปรูลินาเปรียบเทียบกับคลอเรลลาและถั่วเหลือง

องค์ประกอบสารอินทรีย์	สาหร่ายสไปรูลินา	คลอเรลลา	ถั่วเหลือง
โปรตีน	69.5%-71%	40-56%	39%
คาร์โบไฮเดรต	12.50%	10-25%	36%
ไขมัน	8%	10-30%	19%
วิตามิน	โปรวิตมิน, เอ,บี1,บี2,บี6, บี12 ,อี ,แพนโทเธนิคแอซิด, นิโคตินิคแอซิด, โฟลิคแอซิด	โปรวิตมิน,เอ,บี1, บี2, บี6, นิโคตินิคแอซิด	
สารให้สี	คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ไฟโคไซยานิน	คลอโรฟิลล์. แคโรทีนอยด์	

ที่มา: เจียมจิตต์ (2531)

ตารางที่ 9 สาหร่ายสไปรูลินา (แห้ง) เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน

เนื้อวัว	18-20%	ถั่วเหลือง	33-35%
ไข่	10-25%	ปลาทู ปลาอินทรี	20%
ข้าวสาลี	6-10%	คลอเรลลา	40-56%
ข้าวจ้าว	7%	สาหร่ายสไปรูลินา	69.5-71%

ที่มา: เจียมจิตต์ (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายระหว่างสาหร่ายสไปรูลิน่าและอาหารชนิดอื่นๆ

กรดอะมิโน	สาหร่ายสไปรูลิน่า (%)	คลอเรลลา (%)	ถั่วเหลือง (%)	เนื้อวัว (%)	ไข่ (%)	ปลาทูปลาอินทรี (%)	ปริมาณมาตรฐาน (%)
ไอโซลิวซีน	3.3-3.9	3.9	1.8	0.93	0.67	0.83	4.2
ลิวซีน	5.9-6.5	6.01	2.7	1.7	1.08	1.28	4.8
ไลซีน	2.6-3.3	3.9	2.58	1.76	0.89	1.95	4.2
เมทไธโอนีน	1.3-2.0	0.61	0.48	0.43	0.4	0.58	2.2
ซีสตีน	0.5-0.7	0.48	0.48	0.23	0.35	0.38	4.2
เฟนนีลอะลานีน	2.6-3.3	3	1.98	0.86	0.65	0.61	2.8
ไทโรซีน	2.6-3.3	2.53	1.38	0.68	0.49	0.61	0
ทรีโอนีน	3.0-3.6	2.3	1.62	0.86	0.59	0.99	2.8
ทริปโตแฟน	1.0-1.6	0.59	0.55	0.25	0.2	0.3	1.4
วาลีน	4.0-4.6	3.3	1.86	1.05	0.83	1.02	4.2

ที่มา: เจียมจิตต์ (2531)

วิตามินและเกลือแร่ในสาหร่ายเกลียวทอง

สาหร่ายเกลียวทอง มีวิตามินอยู่ในปริมาณต่างๆ กัน วิตามิน ที่น่าสนใจได้แก่ วิตามิน B12 ซึ่งปกติจะมีมากในเนื้อสัตว์ และมีปริมาณ น้อยมากในพืชทั่ว ๆ ไป แต่สาหร่ายเกลียวทองเป็นสาหร่ายที่มีวิตามิน B12 สูง วิตามินอีกชนิดหนึ่งที่มีมากในสาหร่ายเกลียวทองคือ วิตามิน A ซึ่งอยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีน มีบทบาทสำคัญในการลดอนุมูลอิสระ (free radical) ส่งผลให้ภูมิคุ้มกันโรคสูง และยังเป็นแหล่งอาหารที่มีวิตามิน E, วิตามิน C, วิตามิน B1, B6 และไนอาซีนสูง นอกจากวิตามินต่าง ๆ แล้ว สาหร่ายเกลียวทองยังอุดมไปด้วยเกลือแร่ที่จำเป็นอีกมากมาย เช่น ธาตุเหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง เซเลเนียม และแคลเซียม นอกจากนี้เม็ดสีในสาหร่ายเกลียวทอง ยังประกอบด้วยสีเขียวของคลอโรฟิลล์ สีน้ำเงินของไฟโคไซยานิน สีส้มของเบต้าแคโรทีนและแซนโตฟิลล์ มีรายงานวิจัยหลายเรื่องพิสูจน์ว่า คลอโรฟีลล์หรืออนุพันธ์มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียและสัตว์ การเผาผลาญอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหายใจ กระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดง การทำงานของฮอร์โมน และการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย (สุพิศ, 2536)

การใช้สาหร่าย *Spirulina platensis* สดอนุบาลและเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่ พบว่าปลานิลมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตรารอดของลูกปลาสูงกว่า การใช้อาหารปลาทั่วไปและสาหร่าย *Spirulina platensis* สดทำให้เนื้อปลามีกรดไขมันจำพวก linoleic acid, Gamma – linoleic acid และ á n-6 สูงกว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงในอาหารทั่วไป (Lu and Toshio, 2003)

พีรดา และคณะ 2549 ยื่นการจดสิทธิบัตรในประเทศไทย ของการพัฒนากระบวนการสร้างกรดไขมันที่มีพันธะคู่สามพันธะในโมเลกุล, gamma-linolenic acid หรือ GLA และ alpha-linolenic acid หรือ ALA โดยการพัฒนาลำดับ นิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโนของยีนเดลต้า 6-ดีแสททูเรส(delta 6- desaturase) และยีน เดลต้า 12-ดีแสททูเรส (delta 12-desaturase) ของไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลิน่า (*Spirulina platensis*) ในเซลล์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

จงกล และคณะ (2545) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพ เนื้อปลานิลแดงโดย ใช้สาหร่าย สไปรูไลนา แ ละสาหร่ายไก นำสาหร่ายมาผสมในอาหาร 4 สูตร ดังนี้ 1. อาหารผสมสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ 2.อาหารผสมสาหร่าย *Cladophora* 5 เปอร์เซ็นต์ 3.อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina. platensis* 5 เปอร์เซ็นต์ 4.อาหารผสมสาหร่าย *S.platensis* 10 เปอร์เซ็นต์ นำอาหารผสมเลี้ยงปลาในกระชังระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงใน สูตรอาหารผสมสาหร่าย *S. platensis* 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่าอาหารผสมสาหร่าย *Cladophora* 5 เปอร์เซ็นต์ อาหารผสมสาหร่าย *S. platensis* 5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารผสมสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ความเชื่อมั่น ($p \leq 0.05$)

Samantaray and Mohanty (1997) ได้ทำการศึกษาอัตราการแลกเนื้อ (FCR) อัตราประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) และอัตราการเจริญเติบโตในแต่ละวันของปลาช่อน (*Channa striata*) ขนาดปลานิ้ว (fingerling) ในอาหารทดลอง 12 ชนิดจากสูตร brown fish meal ที่มีสารอาหารหลักเป็นโปรตีนและระดับพลังงานการย่อย 3 ระดับ (400, 440 และ 480 กิโลแคลอรี) ที่ระดับโปรตีน 4 ระดับ (35, 40, 45 และ 50 เปอร์เซ็นต์) และลิพิด (9, 13 และ 17 เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละระดับของโปรตีน ซึ่งค่า PER และ FCR ในอาหารที่ระดับโปรตีนต่ำ (35-40 เปอร์เซ็นต์) ปลามีศักยภาพในส่วนของการใช้ประโยชน์จากปริมาณโปรตีนกว่าอาหารที่ระดับโปรตีนสูง (45-50 เปอร์เซ็นต์) โดยปริมาณโปรตีนที่สูงที่สุดที่ระดับพลังงาน 440 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม (ลิพิด 13 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสูงกว่า 2 ระดับอื่น (400 และ 480 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม) หรือระดับลิพิด (9และ17 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ค่า PER สูงสุดและ PER ต่ำสุดที่ได้จากสัดส่วน P/E คือ 90.9 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลอรี สำหรับเปอร์เซ็นต์ ADG มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าเฉลี่ยของโปรตีนที่เข้าสู่ปลาต่อวัน แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์ของ ADG ในความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วน Pต่อE บ่งชี้ว่าอาหารที่มีสัดส่วน P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อE 90.9 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลอรี เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่มากที่สุดในปลาช่อนขนาดปลานิ้ว

บานชื่น (2532) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุกอุย พบว่าส่วนประกอบของอาหารที่มีส่วนผสมของสไปรูลินาตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้สีของเนื้อปลาดุกอุยเข้มขึ้นตามปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เลี้ยง

มะลิและคณะ (2537) มีการทดลองของผลของแคนตาแซนทินและแอสตาแซนทินซึ่งเป็นสารรงควัตถุที่มีอยู่ในสาหร่ายสไปรูลินา โดยเติมสารรงควัตถุที่ระดับต่างๆ ในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำนำมาเลี้ยงด้วยอาหารทดสอบ 6 สูตร คือ สูตรควบคุมที่เป็นสูตรที่ไม่มีการเสริมสารรงควัตถุใดๆ สูตร 1 และ 2 เสริมแคนตาแซนติน ที่ระดับ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ส่วนสูตร 3, 4 และ 5 เสริมแอสตาแซนตินที่ระดับ 25, 50 และ 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ สรุปว่าทั้งแคนตาแซนทิน และ แอสตาแซนทินมีส่วนช่วยปรับปรุงสีของกุ้งกุลาดำและช่วยให้กุ้งสีฟ้าลดจำนวนลง แอสตาแซนทินมีประสิทธิภาพสูงกว่าแคนตาแซนทินประมาณ 2.8 เท่า กุ้งจะสะสมสารรงควัตถุในเนื้อเยื่อในรูปของแอสตาแซนทินเป็นส่วนใหญ่ การเสริมแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารเลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพียงพอที่จะให้กุ้งมีสีได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ

ชลธิชา (2541) ซึ่งศึกษาผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตรารอดและความต้านทานต่อแบคทีเรีย *Streptococcus sp.* ของปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแทนซินที่ระดับ 0, 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เป็นเวลา 90 วัน พบว่าการใช้แอสตาแซนทินผสมในอาหารที่ระดับ 0, 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตอัตรารอดและความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus sp.* แต่มีผลต่อสีของลำตัวและเนื้อปลานิลสีแดง

มะลิและนันทิยา (2541) ได้ทดลองรงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐานที่ไม่มีรงควัตถุ อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆ คือ สาหร่ายสไปรูลินาแห้ง กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10, 5, 15, 5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าสาหร่ายสไปรูลินาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดของปลานิลแดง แต่มีความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบมากที่สุด ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงเข้มควรใช้สาหร่ายสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลีบดอกดาวเรืองไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตรารอด แต่มีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบ เช่นเดียวกับสาหร่ายสไปรูลินาต่างกันที่โทนเสียงไปทางแดงเหลืองทองและกลีบดอกดาวเรืองยังทำให้งอยปากและโคนครีบเป็นสีเหลือง ถ้าต้องการเร่งปลาให้เป็นสีแดงส้มควรใช้กลีบดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเรือง 5 เปอร์เซ็นต์เลี้ยง ส่วนหัวกุ้งสดมีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตและเร่งสีของลายบนตัว หัว และครีบเร่งได้ช้ากว่า ถ้าต้องการให้เป็นสีแดงเพลิงควรใช้หัวกุ้งสด 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้นไม่มีผลต่อการเร่งสีปลาทั้งยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงปลา

นอกจากนี้ยังมีการทดลองว่ามีการใช้สาหร่ายในด้านการต้านทานโรคกับสัตว์ซึ่ง ปิยาลัยและคณะ (2547 ก) ได้ทำการทดลองโดยการใช้สาหร่ายสไปรูลินาในการป้องกันโรคตัวแดงดวงขาว (White spot syndrome) ในกุ้งกุลาดำ (*Peneaus monodon*) โดยผสมสไปรูลินาแห้งในอาหารเม็ดในอัตราส่วน 0, 0.0005, 0.005, 0.5, 5 และ 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมให้กุ้งกินเวลา 7 วัน และมาทดสอบความต้านทานเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาว แล้วเลี้ยงต่อ 17 วัน พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดผสมสไปรูลินา มีอัตราการตายเฉลี่ย 60, 56, 56, 36, 52, 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการติดเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาวของกุ้งที่รอดตายที่ตรวจโดย immunohistrochemistry เท่ากับ 75, 75, 66.67, 50, 83.33, 22.22 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดทดลองที่ให้อาหารเม็ดผสมสไปรูลินา 10 กรัมต่อกิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงและการติดเชื้อแตกต่างจากกุ้งที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปิยาลัยและคณะ (2547 ข) ได้ทำการทดลอง โดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาแห้งผสมอาหารไข่ตุ๋นนมในอัตราส่วน 0, 0.5, 1 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน โดยการอุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguienisis*) เมื่อทดสอบความต้านทานเชื้อ *Vibrio harveyi* ซึ่งเป็นแบคทีเรียเรืองแสง โดยชุดทดลองที่ให้อาหารไข่ตุ๋นนมผสมสไปรูลินา 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการติดเชื้อกลุ่มวิบริโอต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาปลาซ่อน

ตารางที่ 11 แสดงราคาปลาซ่อนปี 2539-2551

ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2539	76.67	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	76.90	82.50	82.50	82.50	82.50	82.50	78.42
2540	82.39	79.74	75.00	75.00	77.37	82.50	82.50	82.50	82.50	82.50	82.50	82.50	80.58
2541	82.50	82.50	82.50	80.83	80.00	81.82	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	83.35
2542	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	80.91	80.00	80.00	80.00	83.41
2543	78.50	77.50	80.54	86.56	92.50	90.68	88.55	85.00	84.64	83.57	87.27	87.50	85.23
2544	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	88.00	87.50	87.50	87.50	87.54
2545	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	82.50	91.67	97.50	97.50	97.50	89.93
2546	97.50	95.53	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	86.92
2547	85.00	86.00	94.66	95.17	95.16	95.00	95.00	100.25	102.50	102.50	102.50	102.50	96.35
2548	102.50	102.50	104.78	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	108.32
2549	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
2550	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
2551	110.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110.00

ที่มา: http://203.148.172.199/pricestat/report2.asp?mode=A&product=520

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลาช่อน จำนวน 360 ตัว
2. กระชัง 12 กระชัง
3. บ่อซีเมนต์ จำนวน 3 บ่อ
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก Soehnle Max.4 lb 6 oz,Max.2000 g.
5. ไม้บรรทัดวัดความยาวปลา
6. อาหารลูกกบไฮเกร์ด
7. สาหร่ายสไปรูลินาผง
8. ขวดฉีดน้ำ
9. ช้อนตักสาร
10. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
11. vortex
12. เม็ดแก้ว
13. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
14. หลอด centrifuge
15. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Spectophotometer)
16. หลอดทดลอง
17. บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ
18. กระบอกตวง
19. ขวดรูปชมพู่
20. กระดาษฟลอยด์
21. appendop
22. ถุงพลาสติก
23. ปิเปต
24. จุกยาง
25. ขวดน้ำกลั่น

สารเคมี

1. สารละลาย acetone
2. Magnesium sulphate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปลาช่อนออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 30 ตัว

วิธีการทดลอง

การเลี้ยงปลาช่อน

ปลาช่อนที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 360 ตัว มีน้ำหนักประมาณ 2.06±0.5 กรัม นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ จำนวน 3 บ่อๆ ละ 4 กระชังๆ ละ 30 ตัว โดยทำการสุ่มปลาที่ใส่ลงไปแต่ละกระชัง ระดับน้ำสูง 45 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดน้ำและทำความสะอาดทุก 3 วัน

อาหารและวิธีการให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อน เป็นอาหารลูกกบขนาดเล็ก (อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ 9961 ไฮเกร์ด มีส่วนประกอบคือ ปลาป่น, กากถั่วเหลือง, ข้าวโพดและปลายข้าว วิตามิน เกลือแร่ และสารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์)

คุณค่าทางโภชนาการ

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

สาหร่ายสไปรูลินาผง

การเตรียมอาหารที่ใช้ทดลองให้ปลาช่อน โดย

กระชังที่ 1 เป็นกระชังที่ควบคุมการให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

กระชังที่ 2 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายสไปรูลินาผง 10 เปอร์เซ็นต์

กระชังที่ 3 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายสไปรูลินาผง 20 เปอร์เซ็นต์

กระชังที่ 4 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายสไปรูลินาผง 30 เปอร์เซ็นต์

วิธีการให้อาหาร

การให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลา 9.00 นาฬิกา และ 15.00 นาฬิกา โดยจะให้ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และเมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่ปลากินเหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือแล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ดคือ 0.008 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดคาโรทีนอยด์จากเนื้อปลาโดยวิธีของ Nickell (1998)

วิธีการทดลอง

บดเนื้อให้ละเอียด

1. ชั่งปลาประมาณ 3 กรัมของน้ำหนักสด ใส่ในหลอดแก้ว
2. ใส่ 0.1 กรัมของ magnesium sulphate
3. ใส่ acetone ลงไป 3 มล.
4. ใส่เม็ดแก้วลงไปและเขย่าบน vortex 3 นาที
5. ล้างด้วย acetone ปรับให้เป็น 8 มล.
6. นำเข้าเครื่อง centrifuge นำเฉพาะสารละลายตอนบนออกกไปใส่หลอดใหม่
7. ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 4-7 จนกว่าจะสกัดสีออกหมด
8. รวมสารละลายที่ได้ไปเช็คปริมาตรที่แน่นอน
9. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร

หมายเหตุ : ใช้สารละลายในข้อ 4 เป็น blank

การบันทึกข้อมูล

ตัวปลาช่อน

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวช่วงก่อนทำการทดลองและนับไปอีก 14 วันจึงจะชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ปลาช่อนที่ทำการทดลองเกิดความเครียดและไม่ให้ตัวปลาเกิดอาการบอบช้ำ

อาหาร

ชั่งอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อนก่อนให้อาหาร และจดบันทึก เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่เหลือมานำจำนวนเม็ดที่เหลือ แล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ด คือ 0.0028 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Efficiency)

1. อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate)(กรัมต่อวัน)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3. ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean Fish Length)(เซนติเมตรต่อตัว)

4. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean Fish Weight)(กรัมต่อตัว)

5. ปริมาณคาโรทีนอยด์ที่สกัดจากเนื้อปลาช่อนโดยวิธีของ 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

6. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate, FCR)

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

7. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Efficiency, FCE)

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

8. ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein Efficiency Ratio, PER)

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

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง D106 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือน มิถุนายน ถึง ธันวาคม พ.ศ.2550

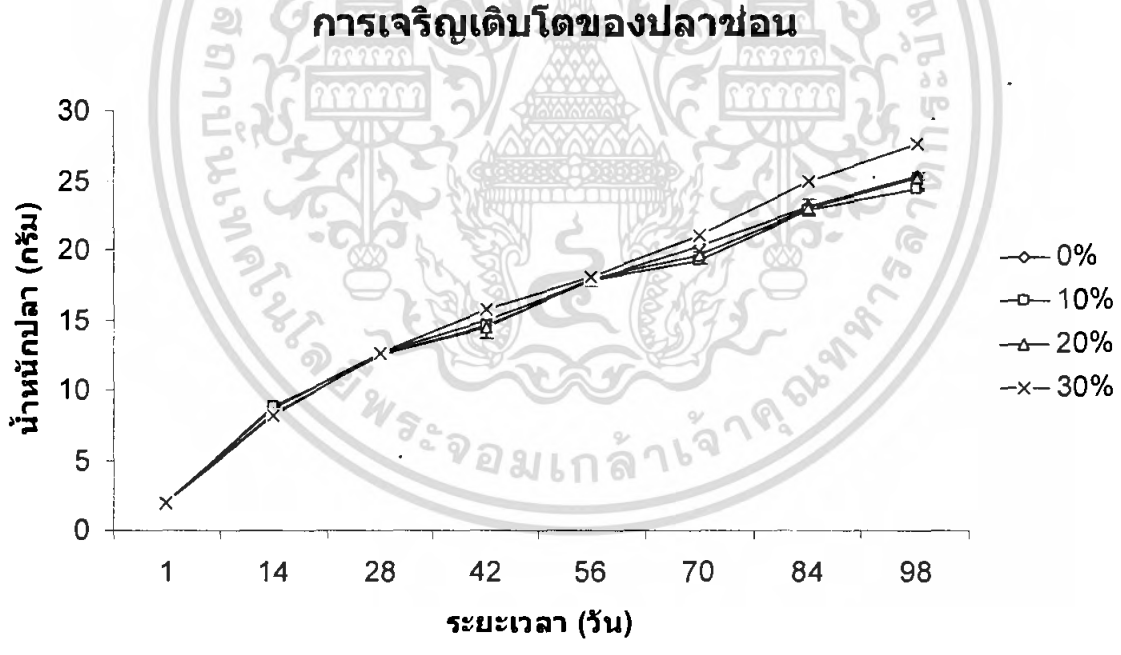
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการใช้อาหารผสม *Spirulina platensis* แห้งต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อน

น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการทดลองพบว่าปลาช่อนที่น้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ1.96±0.02 กรัม เมื่อให้อาหารปลาโดยให้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 0,10, 20, 30 เปอร์เซ็นต์ เ ป็นเวลา 98 วัน การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.64±0.28 กรัมต่อตัว และมีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.39±0.04 กรัมต่อตัว และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 25.32±0.30 และ 25.18±0.26 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ภาพที่ 4 และตารางที่ 12)



ภาพที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ

เนื่องจากปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อจึงมีความต้องการโปรตีนในอาหารที่กินเพื่อการเจริญเติบโตของปลาเองมีปริมาณสูงซึ่งจากการศึกษาของ Wee (1986) แสดงเห็นถึงปลาช่อนขนาดปลานิ้วต้องการปริมาณโปรตีนในอาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ ในการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดและ นอกจากนี้ปลาช่อนขนาดลูกปลาต้องการโปรตีนในอาหารมากถึง 55 เปอร์เซ็นต์ ในการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด (Qin,1996) สาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปรูลินาเป็นสาหร่ายที่มีโปรตีนสูง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) จากการทดลองครั้งนี้ กลุ่มปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด (ตารางที่ 12) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนในอาหารมากที่สุด (ตารางที่ 14) สำหรับการศึกษาของ Nandeesha et al., 2001 ซึ่งทดลองในปลา Catla และ rohu ซึ่งเป็นปลาตระกูลปลาคาร์พที่ได้ทดลองที่ได้ทำการทดลองโดยให้สาหร่ายสไปรูลินาแทนที่โปรตีนจากอาหารที่ระดับ 25 , 50, 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 90 วัน ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในการเจริญเติบโตในปลา Catla ในการทดแทนสาหร่ายสไปรูลินาทุกระดับ แต่ในปลา rohu ที่ได้รับสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่มากขึ้นซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในแต่ละระดับของสาหร่ายสไปรูลินาที่มากขึ้นไปตามลำดับ เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Stanley and Jones (1976) ที่ได้ทดลองนำสาหร่ายสไปรูลินาแห้งไปผสมอาหารในการเลี้ยงปลา blue tilapia (*Tilapia auxa*) และปลา bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus*) โดยให้ที่ปริมาณ 4.2 กรัมต่อกิโลกรัมต่อกรัมของน้ำหนักตัว 21 วัน, 5.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว 14 วันและ 29.1 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว 28 วัน พบว่าปลาทั้งสองมีการเจริญเติบโตที่ดีมาก แต่เมื่อลดปริมาณของสาหร่ายลงอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงด้วย ส่วนการทดลองของโชติและคณะ (2005) ได้ทดลองใช้สไปรูลินาสดผสมกับเนื้อปลาสดเป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลากระรังดอกแดงที่อัตราส่วน 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วัน พบว่าลูกปลากระรังดอกแดงที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดผสมสาหร่าย สไปรูลินาสด 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงกว่าการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดอย่างเดียว

เช่นเดียวกับในการทดลองเลี้ยงปลารันฐูด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลินาเป็นส่วนผสมที่ระดับ 0, 8, 10, 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูลินาจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสไปรูลินาผสมและพบว่าสไปรูลินาที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 3.8 กรัม (วันเพ็ญและกาญจนา, 2547)

ความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ความยาวเฉลี่ยของปลาช่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยาวเฉลี่ย 14.01±0.22, 13.85±0.15, 13.87±0.19 และ 15.5±0.19 เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบค่าทางสถิติพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าปลาช่อนที่ได้รับสไปรูลินา 30 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเฉลี่ยสูงกว่าทุกกลุ่ม เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลินามีคุณค่าทางโภชนาการและโปรตีนสูง ซึ่งผลต่อการพัฒนาความยาวมากกว่ากลุ่มอื่น (ตารางที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต(Growth rate)

จากการทดลองเมื่อคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของปลาช่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.26±0.003 กรัมต่อวัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.23±0.001 กรัมต่อวัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.24±0.004 และ 0.24±0.003 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่4 และตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. platensis*

	ปริมาณ *S. platensis* (เปอร์เซ็นต์)			
	0	10	20	30
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	0.24±0.004b	0.23±0.001a	0.24±0.003ab	0.26±0.003c
SGR(เปอร์เซ็นต่อวัน)	2.63±0.03a	2.57±0.01a	2.59±0.04a	2.72±0.02b
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(กรัมต่อตัว)	25.32±0.30b	24.39±0.04a	25.18±0.26ab	27.64±0.28c
ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(เซนติเมตรต่อตัว)	14.01±0.22b	13.85±0.15b	13.87±0.19b	15.5±0.19a

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

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR)

จากการทดลองอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไปรูลินา 30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.72±0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวันและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายไปรูลินา 0, 10, 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.63±0.03 , 2.57±0.01 และ 2.59±0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองของ Nandeesha et al. (2001) ในปลา catla และ rohu โดยการใช้สไปรูลินาแห้งแทนที่โปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25, 50, 75, 100 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 90 วัน โดยในปลา calta ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มที่ได้รับสไปรูลินาในระดับต่างๆ เทียบกับกลุ่มควบคุม แค่ในปลา rohu ที่ได้รับสไปรูลินาสูงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจำเพาะจะมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งต่างกับการทดลองของ Jantrarotai et al. (1995) ได้ทดลองศึกษาระดับโปรตีนที่ระดับ 25, 30, 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับระดับโปรตีนที่ 25 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่า SGR ไม่มีความแตกต่างกันในปลาที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 35 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสูงสุดคือที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ โดยแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่า SGR จะเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เหมาะสมเมื่อถึงระดับโปรตีนที่ต้องการ แต่หลังจากนั้นค่อยๆ ลดลงในระดับโปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้น

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR)

จากการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อน กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00±0.12, 3.10±0.13, 2.97±0.16 และ 2.78±0.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 13 ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. platensis*

	ปริมาณ *S. platensis* (เปอร์เซ็นต์)			
	0	10	20	30
FCR	3.00±0.12a	3.10±0.13a	2.97±0.16a	2.78±0.13a
FCE	33.41±1.42a	32.37±1.41a	33.86±1.96a	36.15±1.75a
PER	0.71±0.03a	0.71±0.03a	0.70±0.04a	0.71±0.04a

ในการทดลองของ Jantrarotai et al. (1995) ได้ทดลองศึกษาระดับโปรตีนที่ระดับ 25, 30, 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ที่มีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลาดุกลูกผสมพบว่า FCR ของปลาที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 25% จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.14 และต่ำสุดที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1.07 ซึ่งที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ที่มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารสูงสุดโดยดูจากค่า FCR ต่ำสุด ส่วนการทดลองของโชติและคณะ (2548) ที่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองโดยใช้สไปรูลินาสดผสมกับเนื้อปลาสดเป็นอาหารอนุบาลลูกปลากะรังดอกแดงที่ระดับ 0, 10 และ 20 เป็นเวลา 60 วัน พบว่าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อน้อยที่สุด เท่ากับ 13.54 รองลงมาคือที่ระดับ 10 และ 0 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 14.10 และ 17.67 ตามลำดับ ที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีสูงกว่าสำหรับค่าเฉลี่ยสำหรับปลาทั่วไป อาจเป็นเพราะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด ส่วนการทดลองของ วิมลและกิจจา (2535) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน คือ 1.48, 1.59 และ 1.46 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าโปรตีนในอาหารสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลแดงดีกว่ากลุ่มที่มีโปรตีนต่ำกว่า นอกจากนี้มะลิและนันทิยา (2541) ได้ทดลองรงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐานที่ไม่มีรงควัตถุ อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆ คือ สาหร่ายสไปรูลินาแห้ง กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10, 5, 15, 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าส่าหร่ายสไปรูลินาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดของปลานิลแดง

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE)

จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อน กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.41±1.42, 32.37±1.41, 33.86±1.96 และ 36.15±1.75 ตามลำดับ (ตารางที 13) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency ratio, PER)

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสาหร่ายสไปรูลินาในสภาพแห้งที่ผสมในอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 47.46, 45.81, 48.08 และ 50.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14) และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 78.07, 79.65, 86.17 และ 91.83 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 15) เมื่อคำนวณประสิทธิภาพของโปรตีนในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.71±0.03, 0.71±0.03, 0.70±0.04 และ0.71±0.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ส่วนประกอบของอาหารผสม *S. platensis* ที่เลี้ยงปลาช่อน

	ปริมาณ *S.platensis*			
	0	10	20	30
โปรตีน (%)	46.52±0.02b	45±0.06a	48.08±0.06c	50.76±0.03d
ไขมัน (%)	1.72±0.03a	2.07±0.10a	2.04±0.04a	3.01±0.28b
เยื่อใย (%)	2.61±0.03a	3.93±0.09b	4.58±0.02c	4.81±0.12c
ฟอสฟอรัส (%)	1.06±0.01a	1.13±0.01b	1.34±0.03c	1.34±0.02c
แคลเซียม (%)	2.40±0.02c	2.23±0.01b	2.08±0.04b	2.05±0.05a

ตารางที่ 15 ส่วนประกอบในเนื้อปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *S. platensis*

	ปริมาณ S.platensis			
	0	10	20	30
โปรตีน (%)	69.20±0.07a	70.49±0.57c	75.74±0.24b	77.92±0.79c
ไขมัน (%)	5.90±0.12ab	6.36±0.13bc	6.59±0.09c	5.67±0.33c
เยื่อใย (%)	-	-	-	-
ฟอสฟอรัส(%)	0.96±0.005b	0.99±0.01bc	1.02±0.01c	0.74±0.02a
แคลเซียม (%)	0.56±0.005b	0.56±0.03b	0.59±0.01b	0.43±0.002a

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และอัตราประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) เป็นค่าส่วนหนึ่งที่บ่งบอกถึงการเจริญเติบโตว่าเป็นอย่างไรทั้งนี้ Samantaray and Mohanty (1997) ได้ทำการศึกษาถึงผลการตอบรับจากอาหารต่อการเจริญเติบโตในปลาช่อน (*Channa striata*) ขนาดปลานิ้ว (fingerling) ในอาหารทดลอง 12 ชนิดจากสูตร brown fish meal ที่มีสารอาหารหลักเป็นโปรตีนและระดับพลังงานการย่อย 3 ระดับ (400, 440 และ 480 กิโลแคลอรี) ที่ระดับโปรตีน 4 ระดับ (35, 40, 45 และ 50 เปอร์เซ็นต์) และลิพิด (9, 13 และ 17 เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละระดับของโปรตีน และได้หาค่า PER และ FCR ซึ่งการลดลงกับการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ค่า PER สูงสุดและ PER ต่ำสุดที่ได้จากสัดส่วน โปรตีนต่อพลังงาน คือ 90.9 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลอรี ค่า FCR ที่ต่ำในการทดลองครั้งนี้โดยเฉพาะในปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ค่า FCR และ PER กับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารมากขึ้นทำให้มีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมที่สุด ตามลำดับผลของการศึกษาในครั้งนี้บ่งชี้ว่าพลังงานในอาหารที่ระดับโปรตีนทั้งหมด ส่งผลต่อ PER ของปลาช่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนอกจากนี้การชะล้างสารอาหารที่เพิ่มขึ้นในการศึกษาครั้งนี้บางครั้งก็เป็นผลมาจาก FCR ที่ต่ำ (Samantaray and Mohanty 1997)

นอกจากนี้การใช้สาหร่าย *Spirulina platensis* สดอนุบาลและเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่ พบว่าปลานิลมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตรารอดของลูกปลาสูงกว่าการใช้อาหารปลาทั่วไปและสาหร่าย *Spirulina platensis* สดทำให้เนื้อปลามีกรดไขมันจำพวก linoleic acid , Gamma – linoleic acid และ â n-6 สูงกว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงในอาหารทั่วไป (Lu and Toshio , 2003)

ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาซ่อน

จากการทดลองการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาซ่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสไปรูลินาที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.8±0.41 ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์ต่อกรัม และมีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และกลุ่มปลาที่ได้รับการผสมสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.62±0.02 ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์ต่อกรัมและมีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่าในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย10 และ 20 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยเท่ากับ 1.74±0.35 และ 2.12±0.24 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาซ่อนที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ

	ปริมาณ *S. platensis* (%)			
	0	10	20	30
ปริมาณแคโรทีนอยด์ (µg/g)	0.62±0.02a	1.74±0.35b	2.12±0.24b	3.8±0.41c

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

เนื่องจากแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในผักและผลไม้สีแดง ส้ม และเหลือง ยังพบในสาหร่ายสไปรูลินาด้วย (มะลิ ,2530) ซึ่ง ปรียาภรณ์ (2538) ศึกษาวิธีการเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ 5 วิธีพบว่า วิธีที่ 2 (เลี้ยงในอาหารเหลวในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร) ให้ปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด คือ 2.0 มิลลกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัมเซลล์ รองลงมาคือวิธีที่ 1 (เลี้ยงในอาหารเหลวในหลอดทดลอง), วิธีที่ 3 (เลี้ยงในทรายบริสุทธิ์), วิธีที่ 4 (เลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อ) และวิธีที่ 5 (เลี้ยงในหลอดวุ้นเอียง) ให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 1.486 , 1.31 , 0.856 และ 0.79 มิลลิกรัมแคโรทีนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อกรัมเซลล์ (mg. carotenoidต่อg. cell) ตามลำดับ จากการทดลองในครั้งนี้ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนจะมีปริมาณมากขึ้นตามระดับของอาหารที่ผสมในสาหร่ายในระดับที่มากขึ้น ส่งผลต่อสีของเนื้อปลาเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เข้มขึ้นด้วย สอดคล้องกับการทดลองของบานชื่น (2532) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุกอุย พบว่าส่วนประกอบของอาหารที่มีส่วนผสมของสไปรูลินาตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป จะทำให้สีของเนื้อปลาดุกอุยเข้มขึ้นตามปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เลี้ยง

มะลิและนันทิยา (2528) ได้ทดลองรงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐานที่ไม่มีรงควัตถุ อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆ คือ สาหร่ายสไปรูลินาแห้ง กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10, 5, 15, 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าสาหร่ายสไปรูลินาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดของปลานิลแดง แต่มีความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบมากที่สุด ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงเข้มควรใช้สาหร่ายสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลีบดอกดาวเรืองไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตรารอด แต่มีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบ เช่นเดียวกับสาหร่ายสไปรูลินาต่างกันที่โทนเสียงไปทางแดงเหลืองทองและกลีบดอกดาวเรืองยังทำให้งอยปากและโคนครีบเป็นสีเหลือง ถ้าต้องการเร่งปลาให้เป็นสีแดงส้มควรใช้กลีบดอกดาวเรือง 5 เปอร์เซ็นต์เลี้ยง ส่วนหัวกุ้งสดมีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตและเร่งสีของลายบนตัว หัวและครีบเร่งได้ช้ากว่า ถ้าต้องการให้เป็นสีแดงเพลิงควรใช้หัวกุ้งสด 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้นไม่มีผลต่อการเร่งสีปลาทั้งยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตรารอด

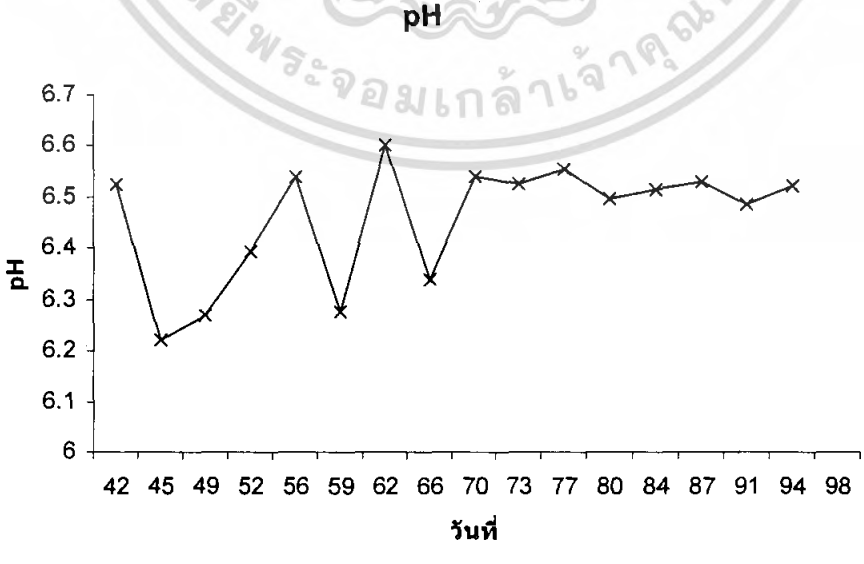
ตารางที่ 17 อัตรารอดของปลาช่อน

สาหร่าย(%)	จำนวนปลา(ตัว)	จำนวนปลาที่เหลือ(ตัว)	อัตราการรอด (%)	เฉลี่ย(%)
0	21	14	66.67	71.72
	18	12	66.67	
	11	9	81.82	
10	19	17	89.74	78.44
	24	17	70.83	
	8	6	75.00	
20	14	7	50.00	70.00
	10	8	80.00	
	10	8	80.00	
30	13	6	46.15	55.38
	10	7	70.00	
	10	5	50.00	

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาช่อน

เริ่มวัดตั้งแต่วันที่ 42 โดยวัดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยวัดทั้ง 3 บ่อ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

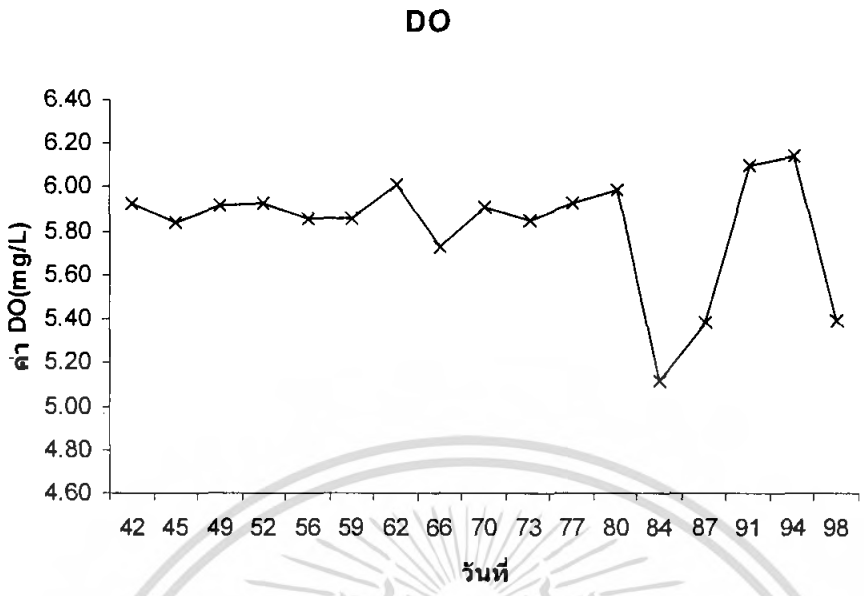
ค่า pH



ภาพที่ 5 ค่า pH

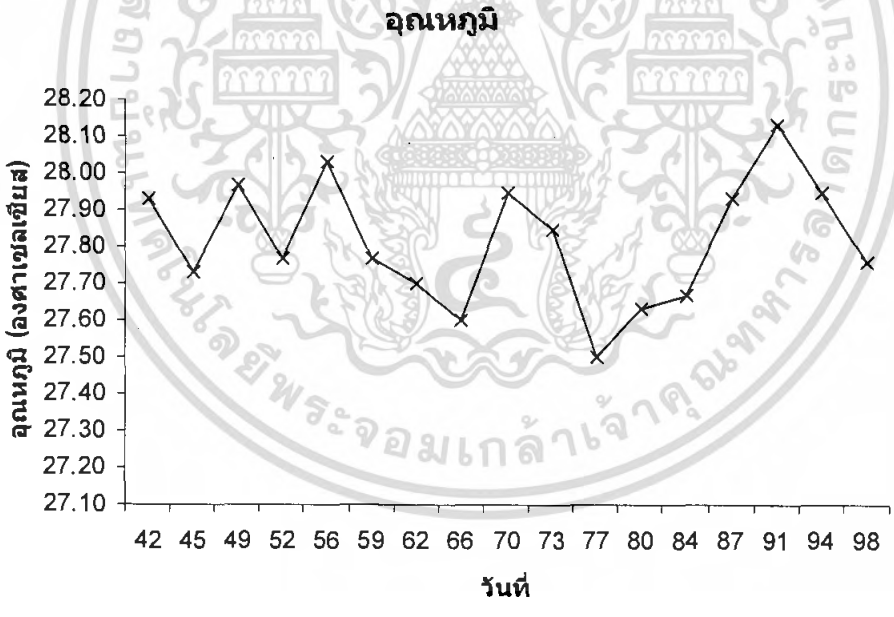
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณ DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)



ภาพที่ 6 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissloved oxygen,DO) (มิลลิกรัมต่อลิตร)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 7 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การใช้สาหร่ายสไปรูลินา *(Spirulina platensis)* แห้งในการผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลาช่อน *(channa striata)* เป็นเวลา 98 วัน ซึ่งมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.96±0.02 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลาช่อนมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 25.32±0.30, 24.39±0.04, 25.18±0.26 และ 27.64±0.28 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 14.01±0.22, 13.85±0.15, 13.87±0.19 และ 15.5±0.19 เซนติเมตรต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.24±0.004, 0.23±0.001, 0.24±0.003 และ 0.26±0.003 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.63±0.03, 2.57±0.01, 2.59±0.04 และ 2.72±0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 3.00±0.12, 3.10±0.13, 2.97±0.16 และ 2.78±0.13 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 33.41±1.42, 32.37±1.41, 33.86±1.96 และ 36.15±1.75 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร 0.71±0.03, 0.71±0.03, 0.70±0.04 และ 0.71±0.04 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 0.62±0.02, 1.74±0.35, 2.12±0.24 และ 3.8±0.41 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม และปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 69.20, 70.49, 75.74, และ 77.92 ตามลำดับ จากการการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า อาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลินาแห้งเป็นส่วนผสมในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดและปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาช่อนมากที่สุด นอกจากนี้การให้อาหารทดลองผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่แตกต่างกันนี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลินาแห้งเป็นส่วนผสมมีความเข้มสีในเนื้อปลามากกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสม ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายสไปรูลินานอกจากจะเป็นแหล่งโปรตีนแล้วยังเป็นรงควัตถุในการปรับปรุงสีในปลาช่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. 2542.ปลาไทย.พิมพ์ครั้งที่ 2 ,กรุงเทพฯ:เอมซัพพลาย

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. 2544. การเลี้ยงปลาช่อน. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.

ยุพินท์ วิวัฒนชัยเศรษฐ์. 2536. การเลี้ยงปลาช่อนที่สุพรรณบุรี.วารสารการประมง ปีที่ 46 ฉบับที่ 4. หน้า 315-319.

ชอบ ประพันธ์เนติวุฒิ. 2518. การเลี้ยงปลาช่อนที่ลงทุนน้อยแต่กำไรมาก. วารสารการประมง ปีที่28 เล่มที่ 1. หน้า 21-24.

กรมประมง. 2538. ปลาหมอ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 42 หน้า.

กรมวิทยาศาสตร์. 2542. โปรตีน. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 หน้า.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 253 หน้า.

สุพิศ ทองรอด. 2536. อาหารพ่อแม่พันธุ์ สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ต.บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี

ธวัชชัย สันติกุล 2549 หนังสือพิมพ์เทคโนโลยีชาวบ้าน ระบบการย่อยอาหารของปลา 21 มกราคม

ครรชิต จุดประสงค์ 2545 สารพันคุณค่าจากเนื้อปลา สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 199น.

มารศรี เรืองจิตชัชวาล. 2541. การเพาะเลี้ยง Spirulina โดยใช้น้ำหมักจากมูลไก่. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เจียมจิตต์ บุญสม. 2531. ความลับของสาหร่ายเกลียวทอง ผลของการรักษาโรคที่นายแพทย์ชาวญี่ปุ่นค้นพบ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพ. 237 น.

จงกล พรมยะ เพ็ญรัตน์ หงส์วิทยากร และศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร 2545 การปรับปรุงคุณภาพ เนื้อปลานิลแดงโดยใช้ *Spirulina platensis and Cladophora sp.* คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะลิ บุญรัตผลิน จารุรัตน์ วรรณณกวัฒน์ ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์ บุญช่วย. 2537.ผลของแอนตาแซนตินและแอสตาแซนตินที่ระดับต่างๆ ต่อสีของกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.กรุงเทพ. 11น.

ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตรารอดและความด้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย Streptococcus sp. ของปลานิลสีแดง (Tilapia nilotica Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร

ปิยาลัย เหมทานนท์ มณีย์ กรรณรงค์ ศุภรา ตรีเภรี และอิทธิกร เหมทานนท์. 2547. ผลของการใช้สไปรูไลนา(*Spirulina platensis*)ในการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย(*Penaeus merguiensis*)ระยะโพสท์ราวา(พี10-พี20). เอกสารวิชาการฉบับที่ 43. ศูนย์วิจัยลัพีฒนาประมงชายฝั่งนครศีธรรมราช สำนักวิจัยลัพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.กรุงเทพ. 10น.

ปิยาลัย เหมทานนท์ สถาพร ดิเรกบุษราคัม และวิษณุ บุญญาวิวัฒน์. 2547. การใช้สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*)ในการป้องกันโรคตัวแดงดวงขาวในกุ้งกุลาดำ(*Peneaus monodon*) วารสารการประมง. 57(4) : 353-356

มะลิ บุญยรัตผลิน และ นันทิยา อุ่นประเสริฐ.2528. ผลของสารสีที่ได้จากแหล่งต่างๆต่อการเปลี่ยนสีและการเจริญเติบโตของปลานิลแดง.รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2528 กรมประมง.น.38-51.

ปรียาภรณ์ แจ้งการกิจ. 2538. การผลิตแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินาโดยวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร

มะลิ บุญยรัตนผลิน 2530 อาหารปลาดุก.วารสารเกษตรวันนี้ 6(69):47-82 อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542.โภชนศาตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ.ภาควิชาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง กรุงเทพ.255น.

วันเพ็ญและกาญจนา, 2547 วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และ กาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์. 2547 การปรับปรุงคุณภาพปลารันชูโดยใช้รงควัตถุแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4 สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพันธ์ไม้น้ำ กรมประมง กรุงเทพฯ9.น.

บานชื่น ชลสวัสดิ์. 2532. การใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาวและปลาดุกอุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. น.10-80

ไม่มีชื่อผู้แต่ง.2551.

www.http://203.148.172.199/pricestat/report2.asp?mode=A&product=520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prommeenate, P., Kurdrit, P. Sirijuntarut, M. and Hongsthong, A. 2007 .Expression of Fatty Acid Desaturase Enzymes from Cyanobacterium *Spirulina platensis* in Yeast *Saccharomyces cerevisiae*" Kasetsart J. (Nat. Sci.) 41(1): 130-135.

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.

Hemre, G.-I., Ø. Karlsenb, 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.

Mohsin,A.K.,&Ambak,M.A.1983. Freshwatershes of Peninsular Malaysia. Serdang, Malaysia UniversitiPertanian Malaysia(Publ.).

Samantaray and K., S.S. Mohanty. 1997. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striate*. Aquaculture. 156:241-249.

Zuraini, A., M.N. Somchit, M.H. Solihah, Y.M. Goh, A.K. Arifah, M.S. Zakaria, N. Somchit, M.A. Rajion, Z.A. Zakaria and A.M. Mat Jais. 2005. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian Channa spp. Fish. Food Chemistry. 97:674-678.

Rahman S.,Ahmed Regina,Zhongyi Li, Yasuhiko Mukai, Maki Yamamoto, Behjat Kosar-Hashemi, Sharon Abrahams, and Matthew K. Morell.1995.Comparison of Starch-Branching Enzyme Genes Reveals Evolutionary Relationships Among Isoforms. Characterization of a Gene for Starch-Branching Enzyme IIa from the Wheat D Genome Donor *Aegilops tauschii* Plant Physiol125:1314-1324

Richmond, A. 1986 In CRC Handbook of Microalgal Culture (edited by Richmond, A.),CRC press, Inc., Boca Raton, Florida, p. 216.

Lu,J. and T. Takeuchi.2003.Spawning and egg quality of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations.Aquaculture.234:652-640.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nsndeesha, M.C.,Gangadhara, B.,Manissery, J.K., and L.V. Venkataraman.2001. Growth performance of two Indian major carps,catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*.Biorasourse Technology.80:117-120

Wee, K.L., 1982. The biology and culture of snakeheads. In: J.F. Muir and R.J. Roberts (Editors), Recent Advances in Aquaculture. Westview Press, Boulder, CO, pp. 180-21 I.

Qin, J. and Fast, A.W., 1996. Effects of feed application rates on growth, survival and feed conversion of juvenile snakehead (Channa srriafus). J. World Aquaculture Sot., 27: 52-56.

Stanley,J.N.and Jack B.Jones.1976.Feedind algae to fish.Aquacuture.7:219-223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้