ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้งในการเลี้ยงปลานิลสีแดง
(*Tilapia niloticus* Linn)
Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platensis* to Red Tilapia
(*Tilapia niloticus* Linn)

นาย นิธิ พันธุ์คงชื่น

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 16 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ
เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้งในการเลี้ยงปลานิลสีแดง (*Tilapia niloticus* Linn)

Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platensis* to Red Tilapia (*Tilapia niloticus* Linn)

T099419

โดย

นาย นิธิ พันธุ์คงชื่น

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99419
วัน เดือน ปี 15 ...
b 11882530
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
เรื่อง
ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้งในการเลี้ยงปลานิลสีแดง (*Tilapia niloticus* Linn)

Effect of feeding diets containing dried *Spirulina platensis* to Red Tilapia (*Tilapia niloticus* Linn)

การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าผสมอาหารให้ปลานิลสีแดง (น้ำหนักเฉลี่ย1.16 ±0.03 กรัม และความยาวเฉลี่ย 3.79 ± 0.04 เซนติเมตร) โดยผสมอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% ต่อน้ำหนักอาหารที่ให้ปลากิน และมีเปอร์เซนต์โปรตีนในอาหาร 37.7, 41.33, 43.1 และ 45.63 ตามลำดับ โดยให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าการผสมสาหร่าย *Spirulina platensis* แห้งที่ระดับต่างๆกันในอาหารไม่มีผลทำให้ อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, น้ำหนักเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง, ความยาวเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง, เปอร์เซนต์โปรตีนในเนื้อปลา แตกต่างกัน และพบว่าปลาที่รับอาหารผสมสไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% ต่อน้ำหนักอาหารที่ให้ปลากิน มีค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) 1.19, 1.19, 1.10 และ 1.11 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) 83.97, 84.10, 93.56 และ 90.00 ตามลำดับ จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (PER) 2.23, 2.03, 2.17 และ 1.97 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยประโยชน์สุทธิของโปรตีนในอาหาร (NPR) 2.34, 1.76, 2.61 และ 1.90 ตามลำดับ การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าผสมอาหารให้ปลานิลสีแดง ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามีค่าปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ย 0.54, 0.59, 0.69 และ 1.72 ไมโครกรัมต่อกรัมเนื้อปลา ตามลำดับ โดยการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าผสมอาหาร 15% มีปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ยมากที่สุด เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าที่ 15% มีปริมาณคาโรทีนอยด์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับกลุ่มทดลองอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำเนิดข้าพเจ้าและเลี้ยงดูข้าพเจ้าจนถึงทุกวันนี้ และอบรมข้าพเจ้าให้เป็นคนดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษนี้ จนเสร็จสมบูรณ์ในที่สุด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้สั่งสอนวิชาความรู้ต่างๆ จนสามารถเรียนจบได้ และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ ของภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ช่วยในการจัดอุปกรณ์ต่างๆ และยังให้คำปรึกษาอีกมากมาย

นาย นิธิ พันธุ์คงชื่น

มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลองและวิจารณ์	22
สรุป	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์สาหร่ายเกลียวทอง	9
2	สาหร่ายสไปรูลิน่า (แห้ง) เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน	10
3	ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), น้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	23
4	ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างกัน	26
5	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง, เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารและ ปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลา	27
6	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งก่อนการทดลอง	28
7	ค่าประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีน (NPR) และค่าภูมิต้านทานโรคในปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างกัน	29

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักเฉลี่ย ปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	36
2	แสดงความยาวเฉลี่ยปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆที่ทำการวัดทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	36
3	แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) เฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับรับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ	36
4	แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, (FCR) ของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ	37
5	แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE) ของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่		หน้า
6	แสดงปริมาณคาโรทีนอยด์ในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์/กรัม)	37

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ	22
2	แสดงความยาวเฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลานิลสีแดง (*Tilapia niloticus* Linn.) เป็นปลาเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ เลี้ยงง่าย โตไว เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศเนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม รสชาติดี เนื้อปลาที่สุกจะมีสีขาวนุ่ม แยกเป็นชิ้นเล็กๆได้ดี ในสหรัฐอเมริกา ปลาทั้งตัวมีราคาปอนด์ละ 1.5 เหรียญ เนื้อปลาแล่ราคาปอนด์ละ 4 เหรียญ ในประเทศญี่ปุ่นนิยมเนื้อปลานิลสีแดงมาทำเป็นปลาดิบ ราคาซื้อขายกิโลกรัมละ 1500 เยน ดังนั้นปลานิลสีแดงจึงมีแนวโน้มที่เกษตรกรต้องการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เลี้ยงให้ได้ปริมาณที่มากจึงต้องเลี้ยงแบบหนาแน่นทำให้อาหารนั้นต้องมีคุณภาพและโภชนาการที่ดี แต่มีปัญหาที่พบบ่อยคือปลามีผลผลิตและการเจริญเติบโตต่ำ เป็นโรคง่าย คุณภาพสีปลายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจของตลาดมากนัก จึงได้มีการทดลองนำวิทยาการต่างๆ มาใช้ปรับปรุงการเพาะเลี้ยงปลานิลสีแดง เพื่อให้ปลามีผลผลิต การเจริญเติบโต ความต้านทานโรคที่สูงขึ้นและมีคุณภาพสีปลาเป็นที่ต้องการของตลาด จึงได้มีการทดลองใช้สาหร่ายสไปรูไลน่าเพื่อเป็นอาหารปลา เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลิน่านั้นเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีคุณค่าทางอาหารสูง กล่าวคือมีระดับโปรตีนสูงเท่ากับเมล็ดถั่ว,ข้าวและถั่วเหลืองที่ระหว่าง 50- 70% (Linda *et al.*, 2000) และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพเนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็น นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วยโปรวิตามิน คาโรทีนอยด์และกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด ซึ่งคาโรทีนอยด์นั้นเป็นสารที่ทำให้เกิดสีในผิวหนังและเนื้อปลา (Hill, 1980)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งมาใช้ผสมเป็นอาหาร เพื่อศึกษา ผลต่อการเจริญเติบโต ปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อของปลาและคุณภาพสีของเนื้อ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการผสมสาหร่ายสไปรูไลน่า ในอาหารต่อการเจริญเติบโต ปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาต่อการเร่งสีของปลานิลสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

การตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของปลานิลสีแดง

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ได้นำเข้ามาครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2508 โดยเจ้าฟ้าชาย อากิฮิโต มกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้จัดส่งปลานิลจำนวน 50 ตัว ทูลเกล้าถวายแก่องค์สมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งพระองค์ทานทรงให้เลี้ยงไว้ในบ่อดินเนื้อที่ประมาณ 10 ตรม. ในพระราชวังดุสิต หลังจากนั้น 1 ปี ได้ทรงพระราชกรุณาโปรดเกล้าพระราชทานชื่อปลาชนิดนี้ว่า "ปลานิล" และได้พระราชทานทูลเกล้าลูกปลาขนาดเล็ก ซึ้งเกิดจากพ่อแม่ที่เลี้ยงไว้จำนวน 10,000 ตัวให้กรมประมงเพื่อให้นำไปเพาะขยายพันธุ์ ต่อมากรมประมงได้ส่งเสริมให้ประชาชนเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย

จากการเพาะขยายพันธุ์ปลานิล ปรากฏว่ามีลูกปลาจำนวนหนึ่งมีลักษณะสีสรรของลำตัวแตกต่างจากพ่อแม่อย่างเด่นชัด กล่าวคือ สีของลำตัวเป็นสีดำปนน้ำตาลอมชมพูเหลือง ส้มหรือแดงอย่างชัดเจน เหตุการณ์นี้นักพันธุศาสตร์ได้ศึกษาและพบว่า อาจจะเกิดจากการผ่าเหล่า (Mutation) ซึ้งอาจเกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลธรรมดาหรือจากการผสมข้ามพันธุ์ (Cross breeding) ของปลาในตระกูล Tilapia ด้วยกันเองในธรรมชาติ

ในปี พ.ศ.2510 สถานีประมงจังหวัดสุรินทร์นำปลาที่เกิดจากปลานิลพระราชทานไปแจกให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงขยายพันธุ์ ขณะนั้นเอง นายนิตย์ คูเจริญไพศาล ได้พบลูกปลานิลสีแดง ตาสีฟ้า 1 ตัว อยู่ร่วมกับปลานิลธรรมดาจึงแยกมาเลี้ยงจนทราบภายหลังว่าเป็นตัวเมีย และนำไปผสมพันธุ์กับปลานิลธรรมดา ลูกที่ออกมาก็มีทั้งแดง, แดงตกกระและดำ จึงได้ทำการคัดพันธุ์จนได้ปลานิลสีแดงจำนวนมาก ในปี พ.ศ.2511 สถานีประมงจังหวัดอุบลราชธานีได้นำปลานิลสีแดงจากสถานีประมงจังหวัดสุรินทร์ไปเลี้ยงเป็นสถานีแรก

ในปี 2525 ฝ่ายวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติได้นำปลานิลสีแดงขนาด 2-3 cm จำนวน 1000 ตัว จากสถานีประมงจังหวัดอุบลราชธานีมาเลี้ยงไว้เพื่อการคัดเลือกพันธุ์และศึกษาวิจัยด้านพันธุกรรมของปลานิลสีแดง เพื่อที่จะนำพันธุ์ปลานิลสีแดงที่คัดเลือกพันธุ์แล้วแจกจ่ายให้เกษตรกรต่อไป

อย่างไรก็ตาม สำหรับปลานิลสีแดงที่พบในประเทศไทย ยังไม่มีการทดสอบทางพันธุกรรมให้แน่ชัดว่ามีต้นกำเนิดมาอย่างไร แต่จากการศึกษาถึงประวัติความเป็นมาของปลาในตระกูล Tilapia ที่เลี้ยงอยู่ในประเทศไทยกับการศึกษาถึงลักษณะภายของปลานิลสีแดงสายธุ์ไทยปัจจุบัน และจากการตรวจสอบโดยวิธี electrophoresesis (โดยมหาวิทยาลัยสเตอร์สิ่งและมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์) สรุปได้ว่า ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทยในปัจจุบันเป็นลูกผสมระหว่างปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาหมอเทศ *(Oreochromis mossambicus)* โดยมีความถี่ของยีนปลานิลประมาณ 78% และปลาหมอเทศ 22% ปลานิลที่พบมีลักษณะของปลาหมอเทศและปลานิลรวมกัน คือปากเฉียงขึ้นคล้ายปลาหมอเทศ และลักษณะลำตัวคล้ายปลานิล

ปลานิลสีแดงมีรูปร่างของลำตัวเหมือนกับปลานิล แต่มีริมฝีปากเฉียงขึ้นและบริเวณครีบหางไม่มีลายเป็นเส้นตามขวาง ลำตัวมีสีแดง ส้ม ขาว เกล็ดสีทองและบางตัวสีแดงมีเกล็ดสีเงินเป็นหย่อมๆ สีของในตาแตกต่างกันเช่น นัยน์ตาสีดำวงรอบตาสีเหลือง นัยน์ตาสีดำวงรอบตาสีแดง มีเกล็ด 3 แถวที่บริเวณแก้ม ครีบหลังมีอันเดียว ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-17 อัน และก้านครีบอ่อน 12-13 อัน ครีบอกมีเฉพาะก้านครีบอ่อน 13 อัน ครีบสะโพกมีครีบแข็ง 1 อัน ครีบอ่อน 5 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 3 อัน และก้านครีบอ่อน 9-10 อัน ครีบหางมีก้านครีบอ่อน 16-18 อัน บนแถบเส้นข้างตัวมีเกล็ด 28-33 เกล็ด เกล็ดรอบคอดหางมีประมาณ 18-19 อัน (มานพและคณะ, 2530)

อนุกรมวิธาน

Phylum Vertebrata

Class Osteichthyes

Order Perciformes

Family Cichidae

Genus Oreochromis

Species Niloticus

ลักษณะทั่วไปของปลานิลสีแดงคล้ายคลึงกับปลานิลธรรมดา แตกต่างกันที่สีของลำตัวคือสีบริเวณลำตัวของปลานิลมีสีส้ม แดง เหลืองหรือชมพู ซึ่งแตกต่างจากปลานิลธรรมดาที่มีลำตัวเป็นสีเขียวหรือเทาปนน้ำเงิน จำนวนก้านครีบและสัดส่วนบนลำของปลานิลสีแดงกับปลานิลธรรมดาแตกต่างกันน้อยมาก ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจน คือสีของผนังช่องท้องของปลานิลแดงเป็นสีขาวเนื่องจากไม่มีเม็ดสีดำ และในช่องท้องของปลานิลสีแดงมีไขมันมากกว่าปลานิลธรรมดาหลายเท่า

การจำแนกเพศ

สังเกตได้อยากกว่าปลานิล เนื่องจากรูปร่างลักษณะภายนอกตลอดจนสีสรรของปลานิลสีแดงตัวผู้และตัวเมียคล้ายคลึงกันมาก เมื่อปลามีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 10 cm ขึ้นไปจึงจะสามารถดูความแตกต่างของอวัยวะเพศระหว่างตัวผู้และตัวเมียได้ชัดเจนขึ้น ปลานิลสีแดงตัวผู้จะมีติ่งเพศยื่นยาว (genital papillae) มีช่องเปิด (genital pore) เพียงช่องเดียวอยู่ตรงปลายติ่ง ทำหน้าที่เป็นช่องขับถ่ายและเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางออกของน้ำเชื้อ ส่วนตัวเมียจะมีติ่งเพศสั้น ค่อนข้างกลม บนติ่งเพศมีช่องเปิด 2 ช่อง ช่องแรกอยู่ตรงส่วนปลายทำหน้าที่เป็นช่องขับถ่าย อีกช่องหนึ่งอยู่ถัดไปทางส่วนหน้าตรงบริเวณกลางติ่งมีสีชมพูเรื่อๆ ทำหน้าที่เป็นช่องปล่อยไข่ เราจะสังเกตเพศได้อีกวิธีหนึ่งด้วยการดูลักษณะของครีบหลัง โดยปลานิลสีแดงตัวผู้จะมีครีบหลังยาวเกินปลายคอดหาง ลักษณะนี้จะไม่ปรากฏแน่นอนในปลานิล นอกจากนี้เรายังดูสีของลำตัว ปลานิลตัวผู้จะมีสีสันสวยและเข้มต่างกับตัวเมีย โดยเฉพาะในฤดูผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์และวางไข่

ปลานิลสีแดงสามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้ตลอดปีใช้เวลา 2-3 เดือนต่อครั้ง ขนาด อายุและช่วงการสืบพันธุ์ของปลาแต่ละตัวจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมทางสรีระวิทยาของปลาเอง การผสมพันธุ์มีลักษณะเหมือนกับปลาในสกุลปลานิลอื่นๆ ที่จัดเป็นพวกที่ฝักไข่ในปากแม่ปลา ในขณะที่ปลานิลสีแดงยังไม่โตได้ขนาดผสมพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะที่จะวางไข่ ปลาจะอยู่รวมกันเป็นฝูง เมื่อสภาพเหมาะสมปลาตัวผู้จะเริ่มสร้างรังบริเวณชานบ่อตื้นๆโดยการใช้ปากขุด ปลาตัวผู้ก็จะชวนเชิญให้ตัวเมียเข้ามาที่รัง ทั้งตัวผู้และตัวเมียซึ่งเป็นคู่ผสมพันธุ์จะกันไม่ให้ปลาตัวอื่นเข้ามาใกล้รัง หลังจากเคล้าเคลียกันแล้วปลาก็จะผสมพันธุ์กันโดยตัวผู้ใช้บริเวณหน้าผากดุนที่ใต้ท้องของตัวเมีย เพื่อเป็นการกระตุ้นและเร่งเร้าให้ตัวเมียวางไข่ ตัวเมียจะวางไข่ครั้งละ 10-12 ฟอง ปริมาณไข่ที่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่ปลา แม่ปลาขนาดน้ำหนัก 200-250 g จะให้ลูกปลารุ่นละประมาณ 400-1000 ตัว แล้วตัวผู้จะว่ายไปเหนือไข่พร้อมกับปล่อยน้ำเชื้อลงไป หลังจากผสมพันธุ์เสร็จตัวเมียจะอมไข่ไว้ในปากทันที (มานพและคณะ, 2530)

การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง

การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงเพื่อให้ได้ผลดี จะต้องเอาใจใส่ในทุกระยะ เช่น การเตรียมบ่อ การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ การเพาะและการตรวจสอบลูกปลา เป็นต้น วิธีการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงคล้ายกับการเพาะปลานิล การเพาะแบงออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1.การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงในบ่อดิน

2.การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงในบ่อซีเมนต์

3.การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงในถังไฟเบอร์และในตู้กระจก (มานพและคณะ, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงปลานิล

ในปัจจุบันปลานิลและปลานิลสีแดงได้มีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการเจริญเติบโตรวดเร็ว เลี้ยงง่าย กินอาหารได้แทบทุกชนิด สามารถเลี้ยงได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวปลานิลจึงถูกนำมาเลี้ยงกันมาก ผลผลิตของปลานิลได้มาจากการเลี้ยงที่มีอยู่ 3 แบบ ซึ่งแบ่งตามความหนาแน่นของปลาที่ปล่อยเลี้ยงชนิดและปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงและความยุ่งยากของการจัดการ ได้แก่

1. แบบพื้นบ้าน (Extensive) มีการปล่อยปลาที่ไม่แน่นอน เพื่อให้เจริญเติบโตมีการใส่ปุ๋ยในบ่อเพื่อสร้างอาหารธรรมชาติ เมื่อปลาโตได้ขนาดก็จับขาย ปล่อยให้ตัวเล็กเจริญเติบโตต่อไป
2. แบบกึ่งพัฒนา (Semi intensive) เป็นการเลี้ยงซึ่งปล่อยปลาอย่างรู้จำนวน เพื่อให้เจริญเติบโตมีการใส่ปุ๋ยและเสริมด้วยอาหาร ซึ่งมีอาหารยังไม่สมบูรณ์นัก
3. แบบพัฒนา (Intensive) เป็นการเลี้ยงที่ใช้เทคโนโลยีสูงในบ่อคอนกรีตหรือกระชัง ซึ่งปล่อยปลาในอัตราสูง ปลาจำเป็นต้องได้รับอาหารที่มีคุณภาพสูง มีการถ่ายเทน้ำตลอดและใช้เครื่องตีน้ำ เพื่อคุณภาพน้ำให้ดีอยู่เสมอ (มานพและคณะ, 2536)

อุปนิสัยการกินอาหาร

ปลานิลสีแดงเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหารเช่นเดียวกับปลานิลธรรมดา แต่ค่อนข้างจะชอบกินสัตว์มากกว่า คือ มีนิสัยค้อนข้างก้าวร้าว กินปลาอื่นที่มีขนาดเล็กกว่า พ่อแม่ปลามักจะจับลูกปลากินเป็นอาหารทันทีที่ลูกปลาเริ่มแตกฝูง ซึ่งลักษณะพฤติกรรมเช่นนี้ไม่ปรากฏในปลานิลธรรมดา

ลูกปลานิลสีแดงมีอุปนิสัยในการรวมฝูง เช่นเดียวกับปลานิล แต่เมื่อโตขึ้นการรวมฝูงจะหายไป นอกจากนี้ปลานิลสีแดงขนาดใหญ่จะมีนิสัยชอบกระโดดซึ่งแตกต่างจากปลานิลธรรมดา ปลานิลสีแดงเป็นปลาที่กินทั้งเนื้อและพืชเป็นอาหาร ในน้ำจืดกิน สาหร่าย แพลงค์ตอนพืชและสัตว์ ไดอะตอม และของเน่าเปื่อยต่างๆ จึงกล่าวได้ว่าเป็นปลาที่กินอาหารได้แทบทุกชนิดเหมือนปลานิลธรรมดา (มานพและคณะ, 2530)

ปลานิลส่วนใหญ่ที่เลี้ยง เป็นปลาที่กินอาหารตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตกในตอนกลางคืนปลาจะหยุดกินอาหาร แต่การย่อยอาหารยังคงดำเนินต่อไป ปลานิลกินอาหารได้ทั้งบนผิวน้ำ กลางน้ำและก้นบ่อ ด้วยลักษณะนี้เองปลานิลจึงสามารถกินอาหารจำพวกพืช แพลงค์ตอนและอินทรีย์สารก้นบ่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังสามารถย่อยโปรตีนจากสาหร่ายและแพลงค์ตอนในบ่อได้สูงถึง 68% และ 65% ตามลำดับ (มานพและคณะ, 2536)

ความต้องการสารอาหารของปลา

โดยทั่วไปลูกปลาที่ฟักออกจากไข่ปลาใหม่ๆจะใช้อาหารที่มีอยู่ในถุงอาหาร (Yolk sac) เพื่อยังชีวิตให้คงอยู่ หลังจากใช้อาหารในถุงอาหารหมดแล้ว ลูกปลาจึงจะเริ่มหาอาหารกินเอง อาหารที่ปลากินเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็ก โดยน้ำย่อยที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหาร สารอาหารที่ได้จากการย่อยสลายอาหารจะถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าไปในระบบหมุนเวียนของเลือด เพื่อนำไปเลี้ยงร่างกายต่อไป ปลาจะกินอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ 3 ประการใหญ่ๆคือ

1. การเคลื่อนไหว และยังชีพประจำวัน
2. การเจริญเติบโต
3. การขยายพันธุ์ (ศักดิ์ชัย, 2536)

โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่มาก เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและจำเป็นในเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายของคนและสัตว์ โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่มาก เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและจำเป็นในเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายของคนและสัตว์ (ประเทือง, 2536) โดยทั่วไปลูกปลานิลขนาดเล็ก ระหว่าง 1-10 กรัม ต้องการโปรตีนในอาหารประมาณ 34-36% เพื่อการเจริญเติบโตสูงสุด เมื่อปลาโตระหว่าง 10-100 กรัม โปรตีนประมาณ 28-30% ก็เพียงพอทำให้ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มต่อวันได้สูง และเมื่อปลามีขนาดมากกว่า 100 กรัม ความต้องการโปรตีนในอาหารจะลดลงเหลือ 20-25% จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการของปลา (มานพและคณะ, 2536)

ไขมัน

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูง เป็นสารอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในสารละลายอินทรีย์ ไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญของเยื่อเซลล์ เป็นแหล่งสะสมพลังงาน และแหล่งพลังงานของร่างกาย (ศักดิ์ชัย, 2536) กรดไขมันจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและเป็นโครงสร้างของเซลล์ปลานิล ต้องการกรดไขมันจำพวก w-6 ซึ่งมีมากในน้ำมันถั่วเหลือง ถึงแม้ว่าปลานิลจะย่อยไขมันในอาหารได้ดี แต่การนำไขมันที่ย่อยได้ไปใช้เป็นพลังงานมีขีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำกัด ไขมันที่มีในอาหารถ้ามีมากเกิน 5% ส่วนที่เกินจะไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ คือไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต (มานพ, 2536)

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน ในอัตราส่วน 1 : 1 : 2 คาร์โบไฮเดรตมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ เป็นแหล่งพลังงานของสัตว์และพืชทั่วไป ซึ่งได้แก่ อาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล (ศักดิ์ชัย, 2536) ปลาใช้ประโยชน์จากแป้งได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ย่อยแป้งที่ปลาสร้างขึ้น มีรายงานว่าเอนไซม์อะไมเลสถูกสร้างขึ้นตลอดความยาวของทางเดินอาหารของปลานิล ดังนั้นปลานิลจึงสามารถใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตได้ดี (มานพและคณะ, 2536)

วิตามิน

วิตามิน เป็นสารอาหารที่ร่างการต้องการเพียงเล็กน้อย แต่มีความจำเป็นสำหรับชีวิตเพราะขบวนการทางชีวเคมีต่างๆในร่างกายต้องอาศัยวิตามินในจำนวนที่เพียงพอเป็นตัวช่วยเหลือตลอดเวลา ถึงแม้ว่าร่างกายมีสารอาหารอื่นอยู่ครบก็ตาม หากขาดวิตามินซึ่งเป็นตัวเร่งขบวนการจะทำให้เกิดความผิดปกติต่างๆภายในร่างกายขึ้นได้ วิตามินมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆช่วยในการต้านทานโรค (ประเทือง, 2536) วิตามินทุกตัวจำเป็นต่อปลานิลแต่จำเป็นต้องมีในอาหารหรือไม่ขึ้นอยู่ว่าปลาสังเคราะห์ขึ้นเองได้หรือไม่ จากการศึกษา ปลานิลต้องการวิตามินดีในอาหารประมาณ 375 หน่วย/กก.ปลาที่ขาดวิตามินดีจะเจริญเติบโตช้า สำหรับวิตามินอีความต้องการจะขึ้นอยู่กับไขมัน ถ้าอาหารมีไขมัน 3% ควรมีวิตามินอี 10 มก./กก. ส่วนวิตามินตัวอื่นยังมีการศึกษากันน้อยในปลานิล (มานพและคณะ, 2536)

อาหารและการให้อาหาร

อาหารปลาที่คุณภาพดีต้องมีสัดส่วนของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุครบทั้งคุณภาพและปริมาณพอดีกับความต้องการของปลาที่เลี้ยง การเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีราคาสูงอาจทำให้เกิดสภาวะขาดทุนได้ ในขณะที่ปลามีราคาต่ำ ดังนั้นการเลี้ยงปลาจึงควรเลี้ยงให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งอาจจะไม่ได้ผลผลิตสูงสุดเสมอไป แนวทางประการหนึ่งสามารถกระทำได้โดยลดต้นทุนอาหารให้ต่ำลง หรือให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากอาหารจัดเป็นต้นทุนผันแปรสูงสุดของการเลี้ยงปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่ใช้โดยทั่วไปมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือวิธีการเลี้ยงปลาแต่โดยทั่วไปแล้วอาจแบ่งอาหารเหล่านี้ได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. อาหารธรรมชาติ หมายถึง อาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในแหล่งน้ำ หรือบ่อเลี้ยงมีทั้งพืชและสัตว์

2. อาหารสด หมายถึง อาหารที่มีกลิ่นในการกระตุ้นการกินอาหารของปลา ช่วยให้ปลากินอาหารมากขึ้น แต่คุณค่าอาหารสดก็ไม่แน่นอนมักมีกลิ่นเหม็น ไม่สามารถรักษาคุณภาพให้คงที่ได้นาน

3. อาหารสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ผลิตออกมาให้มีแร่ธาตุอาหารครบถ้วนตามความต้องการของสัตว์น้ำแต่ละชนิด หรือแต่ละขนาด อาหารเม็ดจัดเป็นอาหารที่นิยมใช้ในการเลี้ยงปลาเพราะมีความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษา และการขนส่ง สาเหตุที่ได้รับความนิยมอย่างมากคืออาหารเม็ดมีอัตราการแลกเนื้อต่ำ และมีราคาค้อนข้างคงที่

4. อาหารผสมสด หมายถึง อาหารที่ได้จากการนำเอาอาหารสด โดยเฉพาะปลาเป็ดมาผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอัตราส่วนแตกต่างกัน แล้วทำการผลิตออกมาเป็นเม็ด

ปลานิลสีแดงกินอาหารได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่อาหารธรรมชาติ อาหารผง และอาหารเม็ด อาหารเม็ดสำหรับปลานิลสีแดงปกติจะประกอบด้วยวัตถุดิบเพียง 3-4 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบจากพืช ปลานิลสีแดงเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะแท้และมีลำไส้ยาว ในธรรมชาติปลานิลจะกินอาหารต่อเนื่องตลอดวัน การย่อยอาหารจึงเป็นไปอย่างช้าๆ ประมาณว่าการย่อยจะเสร็จสมบูรณ์ต้องใช้เวลาถึง 18-24 ชั่วโมง ดังนั้นการให้อาหารปริมาณน้อยๆแต่บ่อยครั้งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารได้มากขึ้น (มานพและคณะ, 2536)

ในขณะนี้ ปลานิลสีแดง มีความต้องการของตลาดต่างประเทศมาก เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม รสชาติดี เนื้อนุ่ม ในประเทศญี่ปุ่นนิยมเนื้อปลานิลแดงมาทำเป็นปลาดิบ ราคากิโลกรัมละ 1500 เยน ดังนั้นปลานิลแดงจึงมีแนวโน้มในการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ แต่ปัญหาที่มักพบคือ มีผลผลิตและการเจริญเติบโตต่ำ เป็นโรคง่าย อีกทั้งคุณภาพสีปลายังไม่เป็นที่พึงพอใจของตลาดมากนัก จึงได้มีการทดลองนำวิทยาการต่างๆ มาใช้ปรับปรุง เพื่อให้ปลาที่มีผลผลิต การเจริญเติบโต และคุณภาพสีปลาให้เป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น โดยหนึ่งในวิทยาการนั้นคือ การนำเอาสาหร่าย "สไปรูลิน่า" มาใช้เป็นอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพของปลาให้มีคุณภาพดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีววิทยาทั่วไปของสไปรูไลน่า

สไปรูลิน่า (*Spirulina spp.*) หรือ สาหร่ายเกลียวทอง คือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) ที่มีขนาดเล็กจนมองด้วยตาเปล่าแทบไม่เห็น แต่มีขนาดใหญ่กว่า Chlorella ประมาณ 100 เท่า ประกอบด้วยเซลล์หลายๆ เซลล์เรียงต่อกันเป็นสาย บิดเป็นเกลียวคล้ายเกลียวของลวดสปริง เรียกเกลียวนี้ว่า "trichome" ไม่มีกิ่งก้าน หรือเซลล์สืบพันธุ์ เจริญเติบโตโดยการแบ่งเซลล์เท่านั้น นิวเคลียสกระจายทั่วไปในไซโตพลาสซึมมีรูปร่างไม่แน่นอนจึงจัดเป็นพวกโปรคารีโอท ชนิดที่พบโดยมากมีเม็ดอากาศเล็กๆอยู่ภายในเซลล์ทำให้สไปรูไลน่ามีคุณสมบัติลอยตัวได้ดี พบในแหล่งน้ำต่างๆ เช่นบ่อเลี้ยงปลา บ่อน้ำเสียพบทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย รูปร่างที่เป็นเกลียวเป็นลักษณะเฉพาะของสกุล (Genus) ขนาดและความกว้างของเกลียวแตกต่างกันไปตามแต่ชนิด (สุชาติ, 2529)

สไปรูลิน่าอยู่ในครอบครัวเดียวกับสาหร่ายขนแมว (*Oscillatoria spp.*) แต่การบิดเป็นเกลียวเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้แตกต่างจากสาหร่ายขนแมว แต่การบิดเป็นเกลียวจะกลายเป็นเส้นตรงได้ภายใต้สภาวะบางอย่าง ทำให้สไปรูไลน่าและสาหร่ายขนแมวคล้ายกันมาก (ธิดา, 4546)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์สาหร่ายเกลียวทอง

องค์ประกอบสารอินทรีย์	สาหร่ายสไปรูลินา	คลอเรลลา	ถั่วเหลือง
โปรตีน	69.5%-71%	40-56%	39%
คาร์โบไฮเดรต	12.5%	10-25%	36%
ไขมัน	8%	10-30%	19%
วิตามิน	โปรวิตามิน,เอ,บี1,บี2,บี6, บี12,อี,แพนโทเธนิคแอซิด, นิโคตินิคแอซิด,โฟลิคแอซิด	โปรวิตามิน,เอ,บี1,บี2, บี6,นิโคตินิคแอซิด	บี1,บี2,บี6
สารให้สี	คลอโรฟิลล์,แคโรทีนอยด์, ไฟโคไซยานิน	คลอโรฟิลล์,แคโรทีนอยด์	

ที่มา : เจียมจิตต์ (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 สาหร่ายสไปรูลิน่า (แห้ง) เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน

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

ที่มา : เจียมจิตต์ (2521)

อนุกรมวิธานของสไปรูลิน่า

Phylum Cyanophyta (Cyanochloronta)

Class Cyanophyceae (Cyanobacteria)

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Genus Spirulina

Species *Spirulina platensis*

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสไปรูลิน่าเพื่อเป็นอาหารปลา

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ไม่มีอะไรดีไปกว่าอาหารธรรมชาติ สาหร่ายสไปรูลิน่าจัดเป็นอาหารธรรมชาติชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะประกอบด้วยโปรตีนสูงถึง 50-70% ของน้ำหนักแห้งสูงเท่ากับถั่ว, ข้าวและถั่วเหลือง อีกทั้งประกอบด้วย กรดอะมิโนหลายชนิดในอัตราที่พอเหมาะ มีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10-15 ไขมัน ร้อยละ 2-6 มีวิตามินบีและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นสูงวิตามินที่สำคัญเช่น บี1, บี2, บี6 และดีเท่ากับระดับเบต้าคาโรทีนซึ่งเป็นสารกลับของวิตามินเอในระหว่างการดูดซึม (Linda and Lee, 2000) และมีกรดอะมิโนทั้งชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็น นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยโปรวิตามิน แคโรทีนอยด์ และกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด (Hill, 1980) การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งผสมกับส่วนผสมอื่นๆใช้เลี้ยงสัตว์จะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น การคงอยู่ของไนโตรเจนในร่างกายอยู่ในระดับใกล้เคียงกับโปรตีนอื่นๆ ไม่มีพิษ หากเพิ่ม Methionine ให้กับอาหารที่เตรียมจากสาหร่ายสไปรูลิน่าแล้วจะทำให้คุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น ในลูกกุ้งและปลาวัยอ่อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สาหร่ายสไปรูลิน่าจะช่วยเพิ่มน้ำหนักและความยาวได้ นอกจากนี้ยังทำให้มีการเจริญทางเพศเร็ว สามารถผสมพันธุ์ได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สุชาติ, 2529) ปัจจุบันนิยมการใช้สาหร่ายเกลียวทองเป็นแหล่งโปรตีนเพราะผนังเซลล์ประกอบด้วยมิวโคโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ง่ายกว่าเซลลูโลส จึงทำให้สไปรูลิน่าสามารถถูกย่อยง่ายกว่าสาหร่ายชนิดอื่น (Linda and Lee, 2000)

การทดลองใช้สไปรูลิน่าเป็นอาหารในสัตว์น้ำหลายชนิด ทั้งในปลาสวยงามและสัตว์น้ำที่ใช้บริโภค พบว่าทำให้การเจริญเติบโตดีและยังช่วยเร่งสีได้ดีอีกด้วยนอกจากนั้นยังใช้ในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนเนื่องจากสไปรูลินามีคุณสมบัติย่อยง่าย ทำให้สไปรูลินาทั้งในรูปแช่แข็งและผงมีคุณสมบัติเหมาะสมในการอนุบาลปลาวัยอ่อน (Nakamura, 1982 อ้างโดย วันเพ็ญและกาญจนา, 2547)

ลักขณา (2543) ได้ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากสาหร่ายเกลียวทองแห้งในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่พบว่าความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย 40% มีความยาวเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนอัตรารอดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อพบว่าไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง

เสาวลักษณ์ (2540) ได้ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแปลงเพศด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายเกลียวทองสด ในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลที่ได้รับสาหร่ายที่ 30% สูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มทดลองอื่นๆ ส่วนที่สาหร่าย 40% ต่ำที่สุด แต่พบว่าลูกปลานิลแปลงเพศในทุกกลุ่มการทดลองมีความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) ส่วนอัตรารอดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อพบว่าไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง

Nandeesha และคณะ (2001) ได้ศึกษาทดลอง โดยใช้สไปรูไลน่าแห้งแทนที่โปรตีนจากเนื้อปลา ที่ระดับ 25, 50, 75, 100% เพื่อใช้เลี้ยงปลา catla *(Catla catla)* และ ปลา rohu *(Labeo rohita)* เป็นเวลา 90 วัน พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อจบการทดลองของปลา catla ที่เลี้ยงด้วยอาหารสไปรูลิน่าระดับต่างๆ เมื่อเทียบกับอาหารที่ไม่ผสมสไปรูไลน่า พบว่าไม่แตกต่างกัน แต่น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อจบการทดลองของปลา rohu พบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสไปรูไลน่าที่ 50, 75, 100% มีน้ำหนักเฉลี่ยที่แตกต่างกับที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ผสมสไปรูไลน่า และที่มีสไปรูไลน่า 25%

โชติ และคณะ (2548) ทดลองใช้ปลาสดผสมสไปรูลิน่าสด 0, 10 และ 20% โดยน้ำหนักในอาหาร สำหรับเลี้ยงลูกปลากะรังดอกแดง เลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ลูกปลากะรังดอกแดงที่เลี้ยงด้วยปลาสดผสมสไปรูไลน่าสด 10 และ 20% มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดอย่างเดียวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บานชื่น (2532) ทดลองใช้สไปรูลิน่าสดเป็นส่วนประกอบของอาหารที่มีส่วนผสมของสไปรูลิน่าตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้สีของเนื้อปลาดุกอุยเข้มขึ้นตามปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เลี้ยง ส่วนการเจริญเติบโตในปลาตะเพียนขาวจะไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในปลาดุกอุยอาหารที่ไม่มีสไปรูลิน่าจะทำให้เติบโตดีกว่า

Hirano และ Suyama (1986) อ้างโดย วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ทดลองใช้ สไปรูลิน่าเลี้ยงปลา Ayu (*Plecoglossus altivelis*) พบว่าอาหารที่มีสไปรูลินา 50 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดีและยังทำให้กลิ่นรสและความละเอียดอ่อนของเนื้อปลาดีขึ้นด้วย

Choubert (1979) อ้างโดย ชลธิชา (2541) กล่าวว่า สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งของรงควัตถุที่ดีในการใช้เร่งสีปลา และได้รายงานถึงการองค์ประกอบของแคโรทีนอยด์พบว่ามีรงควัตถุรวมประมาณ 1.7 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้งของสไปรูลิน่า Silva and Anderson (1995) กล่าวว่า สารให้สี ได้แก่ คาโรทีนอยด์, ไฟโคบิลิโปรตีน สีสันของปลาเกิดจากการสะสมของรงควัตถุ (Pigments) พวกคาโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นแหล่งสารที่สำคัญที่สุดสำหรับปลาและพวกครัสเตเซียน ซึ่งให้ผลในการเร่งสีปลาสวยงามซึ่งคาโรทีนอยด์เป็นสารสีที่พบได้ทั่วไปทั้งในพืชและสัตว์ แต่สัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ขึ้นมาเองได้ ดังนั้นจะต้องได้รับจากพืชหรือสัตว์ที่เป็นอาหารโดยตรงและสามารถเก็บเม็ดสีเอาไว้ในตัวของมันหรืออาจเปลี่ยนคาโรทีนอยด์เป็นสารสีรูปอื่นได้ (Chien *et al*., 2005) ได้มีการทดลองใช้สไปรูลิน่าเป็นอาหารในสัตว์น้ำหลายชนิด ทั้งในปลาสวยงามและสัตว์น้ำที่ใช้บริโภค พบว่าทำให้การเจริญเติบโตดีและยังช่วยเร่งสีได้ดีอีกด้วย

มะลิและนันทิยา (2528) ได้ทดลองใช้รงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐาน อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆคือ สาหร่ายสไปรูลิน่าแห้ง กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10%, 5%, 15% และ 5% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตรารอดของปลานิลสีแดง แต่มีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบมากที่สุด ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงเข้มควรใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า 10%

วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ได้ทำการทดลองโดยพัฒนาคุณภาพอาหารปลาสวยงามโดยใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งมาปรับปรุงคุณภาพสีของปลารันชู โดยการนำสาหร่ายมาใช้ทดแทนคาโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่มีราคาสูงในการเลี้ยงปลาสวยงามให้มีคุณภาพดีจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาสูตรอาหารให้มีคุณภาพเหมาะสมกับความต้องการของชนิดและสายพันธุ์ของปลา ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตแล้วยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดอีกด้วย พบว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงปลารันชูด้วยอาหารที่มีปริมาณสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นส่วนประกอบที่มีส่วนปริมาณแตกต่างกัน 5 สูตรคือ 0, 8, 10, 12 และ 14% พบว่าปลารันชูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมจะมีสีเข้มกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมในปริมาณ 12และ14%จะมีความเข้มของสีมากที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ได้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเร่งสีปลาก็เนื่องจากว่าในสาหร่ายสไปรูลิน่ามีสารคาโรทีนอยด์ที่พบคือ ซีแซนทินและแอสตาแซนทินเป็นส่วนประกอบหลัก (Bauemfeind,1981 อ้างโดย วันเพ็ญและกาญจนา, 2547)

ชลธิชา (2541) ได้ทำการทดลองศึกษาผลของ แอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลานิลสีแดง พบว่า การผสมแอสตาแซนทินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกันในอาหาร ไม่มีผลทำให้ปลานิลสีแดงมีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตรารอดและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแตกต่างกัน แต่พบว่าหลังจากที่ปลาได้รับอาหารทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินระดับ 50, 100, 200, 300 ม.ก ต่อ ก.ก. จะมีสีแดงเข้มกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมแอสตาแซนทิน

มะลิและคณะ (2537) ได้ทดลองเสริม แคนตาแซนทิน และ แอสตาแซนทิน ที่ระดับต่างๆในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำ พบว่าทั้งแคนตาแซนทิน และ แอสตาแซนทินมีส่วนช่วยปรับปรุงสีของกุ้งกุลาดำและช่วยให้กุ้งสีฟ้าลดจำนวนลง การเสริมแอสตาแซนทินที่ 50 มก.ต่อกก.อาหารเลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพียงพอที่จะช่วยให้กุ้งมีสีได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพอาหาร

วุฒิพร (2527) อ้างโดย วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ทดลองใช้คาโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินา กุ้งป่น แคโรฟิลล์เรด หอยแมลงภู่ ดอกดาวเรืองและฟักทอง เพื่อใช้เร่งสีปลาแฟนซีคาร์พ พบว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าสามารถเร่งสีปลาแฟนซีคาร์พได้ดีที่สุด โดยใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหารและใช้เวลาเลี้ยงอย่างน้อย 8 สัปดาห์จะทำให้ปลาคาร์พมีสีแดงเข้มขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการทดลองว่ามีการใช้สาหร่ายในด้านการต้านทานโรคกับสัตว์ ซึ่ง ปิยาลัยและคณะ (2547 ก) ได้ทำการทดลองโดยการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าในการป้องกันโรคตัวแดงดวงขาว (White spot syndrome) ในกุ้งกุลาดำ(*Peneaus monodon*) โดยผสมสไปรูลินาในอาหารเม็ดในอัตราส่วน 0, 0.0005, 0.005, 0.05, 0.5, 5 และ 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมให้กุ้งกิน และมาทดสอบความต้านทานเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาว พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดผสมสไปรูลินา มีอัตราการตายเฉลี่ย 60, 56, 56, 36, 52, 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการติดเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาวของกุ้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอดตายที่ตรวจโดยวิธี immunohistrochemistry เท่ากับ 75, 75, 66.67, 50, 83.33, 22.22 และ 15% ตามลำดับ โดยชุดทดลองที่ให้อาหารเม็ดผสมสไปรูลินา 10 กรัมต่อกิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงและการติดเชื้อแตกต่างจากกุ้งที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปิยาลัยและคณะ (2547 ข) ได้ทำการทดลอง โดยใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งผสมอาหารไข่ตุ๋นนมในอัตราส่วน 0, 0.5, 1 และ 5% ในการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) เมื่อทดสอบความต้านทานเชื้อ *Vibrio harveyi* ซึ่งเป็นแบคทีเรียเรืองแสง โดยชุดทดลองที่ให้อาหารไข่ตุ๋นนมผสมสไปรูลินา 5% มีอัตราการติดเชื้อกลุ่มวิบริโอต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลานิลสีแดง จำนวน 120 ตัว
2. บ่อซีเมนต์ขนาด 175 × 275 × 75 ซม. และ กระชังขนาด 80 × 105 × 80 ซม.
3. ขวดรูปชมพู่ 250 มล. 4 ขวด
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก Soehnle Max.4 lb 6 oz,Max.2000 g.
5. ไม้บรรทัดวัดความยาวปลา
6. อาหารปลาดุกขนาดเล็ก
7. สาหร่ายสไปรูไลนาผง
8. ขวดที่ฉีดน้ำ
9. แท่งแก้วคนสาร
10. ตู้อบแห้ง (Drying oven)
11. โถดูดความชื้น
12. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
13. คีมจับ (Tong)
14. vortex
15. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
16. หลอด centrifuge
17. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
18. หลอดทดลอง
19. บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
20. กระบอกตวง
21. ขวดรูปชมพู่
22. กรวยแก้ว
23. กระดาษฟลอยด์
24. appendop
25. tip
26. เข็มฉีดยาขนาดเล็ก
27. ถุงพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. หลอดย่อยโปรตีน
29. เม็ดแก้ว
30. ปิเปต
31. จุกยาง
32. ขวดน้ำกลั่น
33. Volumetric pipette
34. micropipette

สารเคมี

1. สารละลาย acetone
2. BHT
3. conc.H_2SO_4
4. กรดบอริก 4%
5. อินดิเคเตอร์ผสม (bromocresol green + methyl red)
6. NaOH
7. H_2SO_4 0.1272 N
8. Magnesium sulphate

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปลาทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 30 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

การเลี้ยงปลา

ปลานิลสีแดงที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 120 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.16±0.03 กรัม ความยาวเฉลี่ย 3.79±0.04 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในบ่อกระชังขนาด 80 × 105 × 80 เซนติเมตร กระชังละ 30 ตัว โดยทำการสุ่มปลาที่ใส่ลงในแต่ละบ่อ ระดับน้ำสูง 65 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดบ่อทุก 2 วัน โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำออก ½ แล้วเติมน้ำใหม่เข้าไปในช่วงเช้าของทุก 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อาหารและวิธีการให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลา เป็นอาหารปลาดุกอุยขนาดเล็ก (7911, ของบริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) มีส่วนประกอบคือ ปลาป่น,กากถั่วเหลือง, รำละเอียด, กากมะพร้าวอัด, ถั่วเหลืองนึ่ง, ข้าวโพด, ปลายข้าว, วิตามินและเกลือแร่)

คุณค่าทางโภชนาการ

โปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

ไขมันไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นไม่มากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์

กากไม่มากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์

สาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina platensis*) แห้งผง

การเตรียมอาหารที่จะทดลองให้ปลาโดย

บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมที่ให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

บ่อที่ 2 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งผง 5%

บ่อที่ 3 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งผง 10%

บ่อที่ 4 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งผง 15%

ซึ่งสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งมีปริมาณเปอร์เซนต์โปรตีนในสาหร่าย 40.75$\pm$2.03% และมีสารสีดังนี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มก./ก.นน.แห้ง) 250.35$\pm$4.62 มก./ก.

ปริมาณคาโรทีนอยด์ (มก./ก.นน.แห้ง) 0.009$\pm$0.001 มก./ก.

ปริมาณไฟโคไซยานิน (มก./ก.นน.แห้ง) 1.74$\pm$0.49 มก./ก.

วิธีการให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลาที่ 9.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา โดยจะให้อาหาร 3%-4% ของน้ำหนักตัวปลาและค่อยๆปรับให้เพิ่มขึ้นโดยจะสังเกตการกินอาหารที่จะให้กินจนกว่าปลาจะอิ่ม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งก่อนให้อาหารจะชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้

เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่ปลากินเหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือแล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ดคือ 0.008 กรัมแล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

1. ความชื้น โดยวิธีการอบแห้ง (Drying Oven)

1.1 วิธีการทดลอง

1.1.1 เตรียมถ้วยครูซิเบลที่ล้างสะอาดแล้วนำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99419

1.1.1 เตรียมถ้วยครูซิเบลที่ล้างสะอาดแล้วนำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบเข้าใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็นแล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

1.1.2 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ถ้วยครูซิเบลที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

1.1.3 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

1.1.4 นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

1.1.5 นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

1.2. การคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(A-B) \times 100}{W}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยครูซิเบล + ตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักถ้วยครูซิเบล + ตัวอย่างหลังอบ

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการหาวิเคราะห์

2. การหาปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gerhardt

2.1. วิธีการทดลอง

2.1.1. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 1 กรัมใส่ลงในหลอดย่อยขนาด 250 มล.

2.1.2. ใส่ catalyst mixture 7 กรัม/ 1 ตัวอย่าง

2.1.3. ใส่กรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล. นำไปย่อยบนเตาย่อย จนได้สารละลายในหลอดเป็นสีฟ้าใส

2.1.4. ปิดสวิทช์ไฟแล้วยกชุดหลอดย่อยวางไว้เหนือเตาย่อย ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

2.1.5. เมื่อสารละลายเย็นดีแล้ว เติมน้ำกลั่น 40 มล. แล้วเขย่า

2.1.6. เติมน้ำกลั่น 15-20 มล.ใส่ลงใน volumetric flask และเติมตัวอย่างที่ย่อยลงไป แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

2.1.7. ดูดสารที่ปรับปริมาตรขึ้นมา 20 มล. ใส่หลอดย่อยเดิม

2.1.8. ใส่กรดบอริก 4% ลงในฟลาสขนาด 250 มล. ประมาณ 25 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9. อินดิเคเตอร์ผสม (bromocresol green + methyl red) 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vopodest ให้ปลาย condenser จุ่มลงในสารละลายกรดบอริกใน

ฟลาส

2.1.10. ดำเนินการกลั่น เมื่อกลั่นเสร็จ นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตรเตรท ด้วยกรด H_2SO_4 0.1272 N จนได้สีชมพู

2.1.11. ทำ blank เช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

2.2. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$\% \text{ crude protein} = \frac{1.4\,(V_2 - V_1)N \times 6.25}{W} = \frac{1.4\,(V)N \times 6.25}{W}$$

V = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรท

ดังนั้น $V_2 - V_1$ คือปริมาณของแอมโมเนีย โดยทั่วไป V_1 มักมีค่าเป็นศูนย์

N = ความเข้มข้นเป็น Normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

การสกัดสีจากเนื้อปลาโดยวิธีของ Nickell (1998)

วิธีการทดลอง

บดเนื้อปลาให้ละเอียด

1. ชั่งปลาประมาณ 3 กรัมของน้ำหนักสด ใส่ในหลอดแก้ว
2. ใส่ 0.1 กรัม ของmagnesium sulphate
3. ใส่ acetone (ที่ผสม 0.01 มล./ล. ของ BHT) ลงไป 3 มล.
4. ใส่เม็ดแก้วลงไปและเขย่าบน vortex 3 นาที
5. ล้างด้วย acetone ปรับให้เป็น 8 มล.
6. นำไปเข้าเครื่อง centrifuge นำเฉพาะสารละลายตอนบนออกไปใส่หลอดใหม่
7. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 4-7 จนกว่าจะสกัดสีออกหมด
8. รวมสารละลายที่ได้ไปเซ็ตปริมาตรที่แน่นอน
9. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร

หมายเหตุ ใช้สารละลายในข้อ 4 เป็น blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหา immune โดยการเจาะเลือดปลา

วิธีการทดลอง

1. ดูดเลือดปลาจากบริเวณเส้นข้างตัว กลางลำตัวจนถึงหาง
2. ใส่ใน appendop โดยแต่ละชุดการทดลอง 2 ซ้ำ ใส่ให้ปริมาณเท่ากัน
3. ต้องวาง appendop ในโฟมที่มีน้ำแข็งตลอดเวลาป้องกันเลือดแข็งตัว
4. นำเลือดใน appendop ไปปั่นเข้าเครื่อง centrifuge
5. ดูดส่วนที่เป็นของเหลวส่วนบนทิ้ง และดูดเลือดกลับใส่ appendop นำไปวัดค่า immune ที่สถาบันสุขภาพสัตว์น้ำ กรมประมง

การบันทึกข้อมูล

ตัวปลา

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว 10 วัน/ครั้งคือ ช่วงก่อนเริ่มการทดลองและนับไปอีก 10 วันจึงจะชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ปลาดุกบิ๊กอุยที่ทำการทดลองเกิดความเครียดและไม่ให้ตัวปลาเกิดการบอบช้ำ

อาหาร

ชั่งอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาก่อนให้อาหาร และจดบันทึก เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่เหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือ แล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ด คือ 0.008 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) (กรัม/วัน)

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

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate,SGR) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

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

3. ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean fish length) (เซนติเมตร/ตัว)
4. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean fish weight) (กรัม/ตัว)
5. ปริมาณคาโรทีนอยด์ที่สกัดจากเนื้อปลานิลสีแดงโดยวิธีของ Nickell (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

6. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR)

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

7. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE)(เปอร์เซ็นต์)

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

8. ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency ratio, PER)

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

9. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา (Net protein retention, NPR) (เปอร์เซ็นต์)

$$= [(\text{โปรตีนในตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{โปรตีนในตัวปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})/\text{โปรตีนที่ปลากิน}] \times 100$$

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1986 อ้างโดย ปิยาลัย, 2547) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยใช้โปรแกรม SPSS version 10

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง B120 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทดลอง

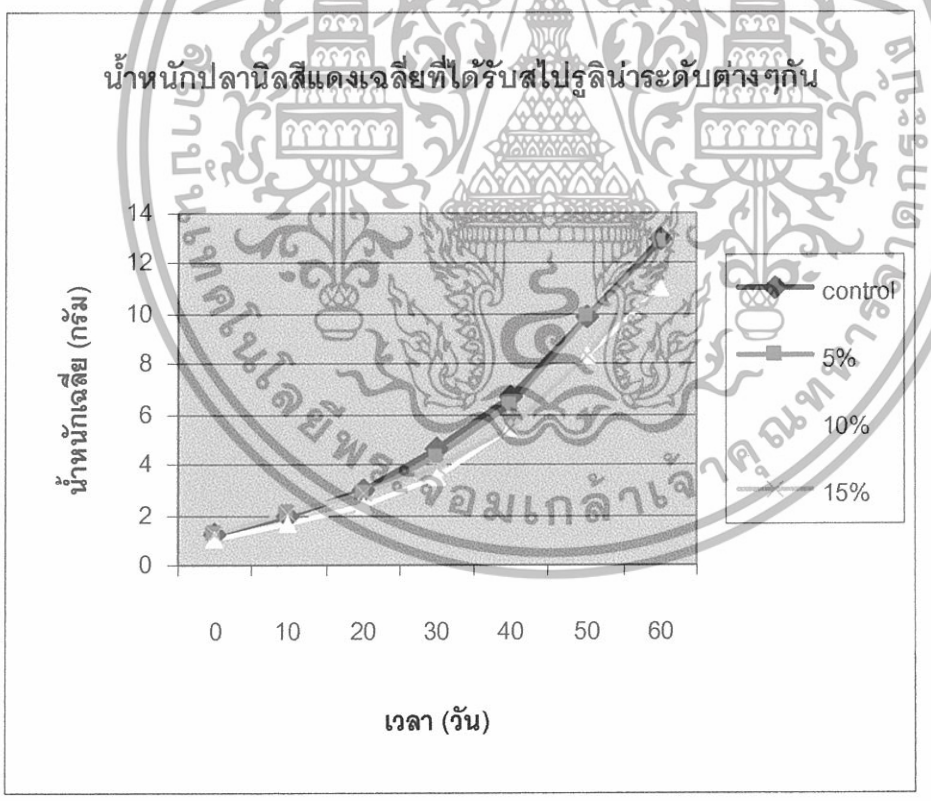
ตั้งแต่วันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ.2548 ถึงวันที่14 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2548 รวมระยะเวลาในการทดลอง 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

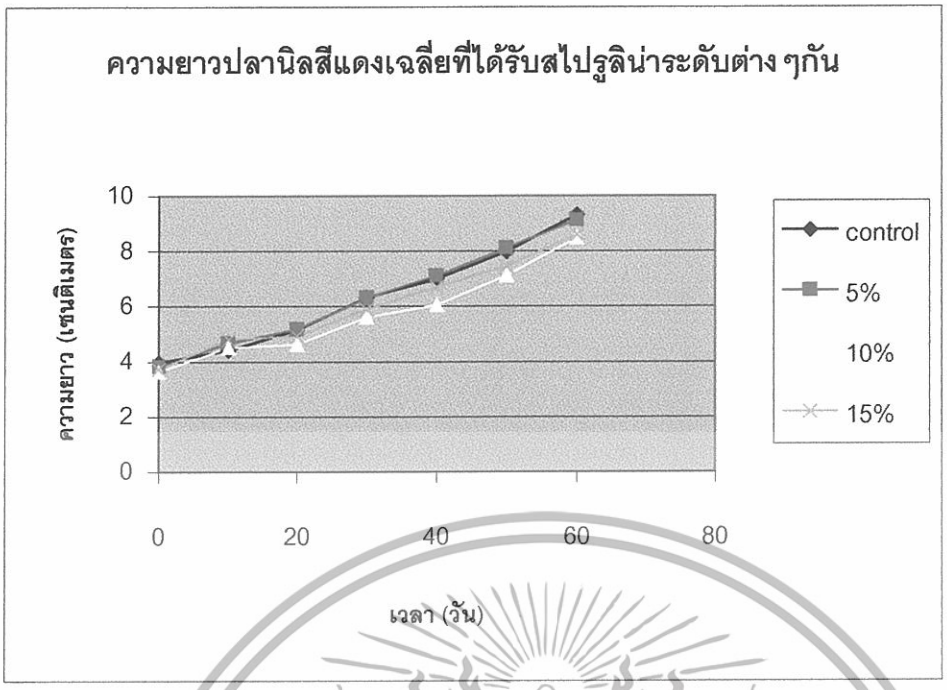
อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate)

จากการทดลองพบว่าปลานิลสีแดงซึ่งมีความยาวและน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.79±0.04 เซนติเมตร และ 1.16±0.03 กรัม เมื่อให้อาหารปลาโดยใช้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% เป็นเวลา 60 วัน พบว่าปลานิลสีแดงมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.19±0.02, 0.19 ± 0.02, 0.17 ± 0.02 และ 0.18 ± 0.02 กรัมต่อวันตามลำดับ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายจะดีที่สุด รองลงมาคือผสมสาหร่าย 5%, 15% และ 10% ตามลำดับ (ภาพที่ 1) และ ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการทดลองพบว่า ความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายจะดีที่สุด รองลงมาคือผสมสาหร่าย 5%, 15% และ 10% ตามลำดับ (ภาพที่ 2) แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าทั้ง 4 กลุ่มการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลานิลสีแดงที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาสีแดงที่ได้รับอาหารผสมสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ

ตารางที่ 3 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง, ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	ปริมาณ *S.platensis*(%)			
	0	5	10	15
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/วัน)	0.19±0.02[a]	0.19±0.02[a]	0.17±0.02[a]	0.18±0.02[a]
SGR (%/วัน)	3.73±0.22[a]	3.57±0.23[a]	3.75±0.21[a]	3.6±0.19[a]
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(กรัม/ตัว)	12.94±1.5[a]	12.86±1.42[a]	11.06±1.1[a]	11.92±1.22[a]
ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(ซม./ตัว)	9.32±0.39[a]	9.15±0.37[a]	8.48±0.28[a]	8.61±0.31[a]

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายผสมอยู่ ก็อาจจะเป็นไปได้ว่าการผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชเป็นส่วนผสมในอาหารปลานิลสีแดงจะไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณโปรตีนในอาหารควบคุมน่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับ วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ที่ทดลองเลี้ยงปลาทองสายพันธุ์รันชูด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งในปริมาณ 0, 8, 10, 12 และ 14% เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า การเจริญของลูกปลารันซูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายในปริมาณต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันกับลูกปลารันซูในกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสม เช่นเดียวกันกับการทดลองของ โชติและคณะ (2005) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลากะรังดอกแดงด้วยเนื้อปลาสด ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าสด 0, 10 และ 20% โดยน้ำหนักในอาหาร เป็นเวลา 60 วัน พบว่าลูกปลากระรังดอกแดงที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดผสมสไปรูลิน่าสด 10 และ 20% มีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดอย่างเดียวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการทดลองนอกจากนี้ Nandeesha *et al.* (2001) ได้ทดลองเลี้ยงปลา Catla และ rohu ซึ่งเป็นปลาในตระกูลปลาคาร์พด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งแทนที่โปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% เป็นเวลา 90 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลา Catla ที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผสมสไปรูลิน่า แต่ในปลา rohu ที่ได้รับสาหร่ายในระดับที่มากกว่า 25% ขึ้นไป พบว่ามีการเจริญเติบโตที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate,SGR)

จากการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลสีแดงที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย สไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.73±0.22, 3.57±0.23, 3.75±0.21 และ 3.6±0.19% ต่อวันตามลำดับ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของปลาที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nandeesha *et al.* (2001) ในปลา catla ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันในกลุ่มที่ได้รับสไปรูลินาในระดับต่างๆเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในปลา rohu ที่ได้รับสไปรูลินาสูงกว่า 25% จะมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจะมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

น้ำหนักเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean fish weight)

จากการทดลองพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลสีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย สไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามีค่าเฉลี่ย 12.94±1.5, 12.86±1.42, 11.06±1.1 และ 11.92±1.22 กรัม/ตัวตามลำดับ และพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลสีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3) จากการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ผสมสไปรูไลน่า อาจจะเป็นไปได้ว่าอาหารในกลุ่มควบคุมนั้นจะมีปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารเพียงพอต่อการเพิ่มน้ำหนักของปลานิลสีแดง ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ ลักขณา (2543) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากสาหร่ายเกลียวทองแห้งในปริมาณ 0%,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองในทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแตกต่างกับการทดลองของ เสาวลักษณ์ (2540) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแปลงเพศด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายเกลียวทองสด ในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลที่ได้รับสาหร่ายที่ 30% สูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ส่วนที่สาหร่าย 40% ต่ำที่สุด นอกจากนี้วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ที่ทดลองเลี้ยงปลาทองสายพันธุ์รันชูด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งในปริมาณ 0, 8, 10, 12 และ 14% เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2.6-5 กรัม โดยปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลิน่า 14% จะมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองอื่นๆ และการทดลองของ Nandeesha *et al.* (2001) ที่ได้ทดลองเลี้ยงปลา Catla และ rohu ด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าแห้งแทนที่โปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% เป็นเวลา 90 วัน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดกการทดลองของปลา Catla ที่ได้รับสาหร่ายในทุกระดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายผสมอยู่ แต่ในปลา Rohu พบว่าการแทนที่สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 50% ขึ้นไปทำให้น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มควบคุมและยังแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุมด้วย

ความยาวเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean fish length)

จากการทดลองพบว่าความยาวเฉลี่ยของปลานิลสีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย สไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามีค่าเฉลี่ย 9.32$\pm$0.3, 9.15$\pm$0.37, 8.48$\pm$0.28 และ 8.61$\pm$0.31 ซม./ตัวตามลำดับ และพบว่าความยาวเฉลี่ยของปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3) ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ ลักขณา (2543) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากสาหร่ายเกลียวทองแห้งในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate,FCR)

จากการทดลองพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลสีแดง ที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามีค่าเฉลี่ย 1.19, 1.19, 1.10 และ 1.11 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษาของ เวียง (2542) กล่าวว่า อาหารที่ให้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงกว่าค่าเฉลี่ยสำหรับปลาทั่วไปคือ 1.6 เป็นอาหารที่นักโภชนาการถือว่ามีคุณภาพต่ำ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ มีค่าต่ำกว่า 1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าอาหารมีคุณภาพที่ดีใช้ได้ และจากการทดลองนี้พบว่า ปลานิลสีแดงกลุ่มสไปรูลินา 10% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีสุดคือ 1.10

ตารางที่ 4 ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในปลานิลแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับต่างกัน

	ปริมาณ *S.platensis*(%)			
	0	5	10	15
FCR	1.19	1.19	1.10	1.11
FCE	83.97	84.10	93.56	90.00

สอดคล้องกับ ลักขณา (2543) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากสาหร่ายเกลียวทองแห้งในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 0.74, 0.71, 0.69, 0.72 ตามลำดับ เมื่อทดสอบพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) และการทดลองของ เสาวลักษณ์ (2540) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแปลงเพศด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายเกลียวทองสด ในปริมาณ 0%, 20%, 30% และ 40% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 0.84, 0.71, 0.69, 0.74 ตามลำดับ เมื่อทดสอบพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้วิมลและกิจจา (2535) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันคือ 16.5, 25 และ 30%ตามลำดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคือ 1.48, 1.59 และ 1.46 ตามลำดับ และการทดลองของ นันทิยา และคณะ (2528) ทดลองเลี้ยงปลานิลสีแดงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 4 ระดับ คือ 16, 24, 32 และ 40% เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 2.05, 1.70, 1.69 และ 1.56 ตามลำดับ ที่ระดับโปรตีน 40% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency,FCE)

จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.97, 84.10, 93.56 และ 90 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษาของ เวียง (2542) กล่าวว่า โดยทั่วไปอาหารที่มีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเป็น 100 แสดงว่าเป็นอาหารที่มีคุณภาพสูง สำหรับสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อโดยเฉลี่ยเท่ากับ 62.5 ดังนั้นอาหารสัตว์น้ำที่มีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยเฉพาะต่ำกว่า 50 ถือว่าเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่ามากกว่า 62.5 แสดงว่าเป็นอาหารที่มีคุณภาพดี

เปอร์เซนต์โปรตีนเฉลี่ยของเนื้อปลาสีนิลแดงในสภาพแห้ง

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซนต์โปรตีนเฉลี่ยของเนื้อปลานิลสีแดงในสภาพแห้งที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.34, 92.21, 92.77 และ 92.33% ตามลำดับ และพบว่า เปอร์เซนต์โปรตีนเฉลี่ยของเนื้อปลานิลสีแดงในสภาพแห้งที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น, เปอร์เซนต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง, เปอร์เซนต์โปรตีนในอาหารและปริมาณคาโรทีนอยด์ (μg)/g ในเนื้อปลานิลสีแดง

	ปริมาณ *S.platensis*(%)			
	0	5	10	15
%โปรตีนในอาหาร	37.7 ± 0.05^{a}	41.33±0.24^{b}	43.11±0.21^{c}	45.63±0.01^{d}
% ความชื้นของเนื้อปลาในสภาพสด	76.86±0.18^{a}	76.79±0.33^{a}	77.76±0.18^{a}	76.65±0.53^{a}
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสด	22.66±0.25^{a}	22.79±0.35^{a}	21.78±0.16^{a}	23.16±0.66^{a}
% ความชื้นในสภาพแห้ง	5.21±0.31^{a}	6.14±0.56^{ab}	5.26±0.35^{a}	6.87±0.41^{b}
% โปรตีนในสภาพแห้ง	92.84±0.62^{a}	92.21±0.78^{a}	92.77±0.48^{a}	92.33±0.55^{a}
ปริมาณคาโรทีนอยด์ (μg)/g	0.54±0.3^{a}	0.59±0.3^{a}	0.69±0.33^{ab}	1.72±0.44^{b}

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดลอง ในอาหารที่มีสไปรูลิน่าที่ ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ามี เปอร์เซนต์โปรตีนเฉลี่ย 37.7, 41.33, 43.1 และ 45.63 ดังนั้นถึงแม้ว่าปริมาณโปรตีนที่ได้จากสาหร่ายในอาหารจะมีมากขึ้น ก็มิได้ทำให้โปรตีนสะสมในตัวปลาเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด สอดคล้องกับการทดลองของ วิมลและกิจจา (2535) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันคือ 16.5, 25 และ 30% ตามลำดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซนต์โปรตีนของน้ำหนักแห้งของเนื้อปลานิลสีแดงเฉลี่ยคือ 89.86, 91.23 และ 91.11% ตามลำดับ และเมื่อทดสอบแล้วไม่แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ Jantrarotai *et al.* (1995) ทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ระดับแตกต่างกัน 25%, 30%, 35%, 40% และ 45% เลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซนต์โปรตีนของน้ำหนักแห้ง (dry basis) ของเนื้อปลาดุกลูกผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยคือ 58.33, 58.63, 58.18, 60.48 และ 59.35% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อมีระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นในอาหารก็มิได้ทำให้ให้โปรตีนสะสมในตัวปลาเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด นอกจากนั้นแล้วยังได้มีผู้ทำการทดลองโดยนำเอาของเหลือทิ้งทางการเกษตรนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารปลานิลเพื่อเป็นแหล่งทดแทนโปรตีนที่มีราคาแพง โดย Pouomogne *et al.* (1997) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ด้วยอาหารผสมเปลือกโกโก้ที่ระดับ 0, 10, 20% ของอาหาร โดยมีระดับโปรตีน 28% เลี้ยงเป็นเวลา 13 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซรต์โปรตีนของน้ำหนักสดเฉลี่ยคือ 14.2, 13.9, 13.5% ตามลำดับ เมื่อทดสอบพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 6 ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น, เปอร์เซนต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งก่อนการทดลอง

	1	2	3	เฉลี่ย
% ความชื้นของเนื้อปลาในสภาพสด	80.72±0.24	81.49±024	81.39±0.24	81.20±0.24
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสด	17.23±0.18	17.86±0.18	17.51±0.18	17.53±0.18
% ความชื้นในสภาพแห้ง	9.0±0.64	6.9±0.64	8.6±0.64	8.17±0.64
% โปรตีนในสภาพแห้ง	89.15±0.2	89.85±0.2	89.5±0.2	89.5±0.2

ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (PER)

จากการทดลองพบว่า ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.23, 2.03, 2.17 และ 1.97 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) จากการศึกษาของ เวียง (2542) กล่าวว่า อาหารที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนเป็น 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพสูงเพราะอาหารที่ให้สัตว์กินทำให้สัตว์น้ำมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำหนักของโปรตีนในอาหาร อาหารที่มีคุณภาพควรมีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนไม่ต่ำกว่า 0.5 จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพของโปรตีน มีค่าใกล้เคียงกันอาจจะเป็นเพราะปลานิลสีแดงได้รับปริมาณโปรตีนในระดับที่ใกล้เคียงกัน และนั้นอาจจะทำให้อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้การทดลองของ วิมลและกิจจา (2535) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันคือ 16.5, 25 และ 30% ตามลำดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารมีค่าเฉลี่ย 2.98, 2.44, 2.11 ตามลำดับ และการทดลองของ Nandeesha *et al.* (2001) ที่ได้ทดลองเลี้ยงปลา Catla และ rohu ด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าแทนที่โปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารของปลา Catla คือ1.63, 1.53, 1.38, 1.60 และ 1.51 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) และ ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีน (NPR) ในปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างกัน และค่าภูมิต้านทานโรค (immune)

	ปริมาณ *S.platensis*(%)			
	0	5	10	15
PER	2.23	2.03	2.17	1.97
NPR	2.34	1.76	2.61	1.90
Immune	0.097	0.081	0.084	0.082

ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนในอาหาร(Net protein retention, NPR)

จากการทดลองพบว่า ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนในอาหารของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.34, 1.76, 2.61 และ 1.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) โดยเวียง (2542) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของโปรตีนในตัวสัตว์น้ำคือน้ำหนักของโปรตีนที่สัตว์น้ำเก็บสะสมไว้ในร่างกายจากโปรตีนที่กิน จึงเรียกค่านี้ว่า ค่าการเก็บสะสมโปรตีน ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนในอาหารสำหรับปลาโดยเฉลี่ยมีค่าเป็น 0.163 หรือ 16% อาหารที่มีคุณภาพดีควรให้ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนสูงกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งจะเห็นได้ว่า จากการทดลอง ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนในอาหารในกลุ่ม 10% จะดีที่สุด อาจเป็นเพราะปลาสามารถเก็บสะสมโปรตีนจากอาหารที่มีสไปรูไลน่าได้ดีพอๆกับอาหารที่ไม่ได้ผสมสไปรูไลน่า

ปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลสีแดง

จากการทดลองพบว่า ปริมาณคาโรทีนอยด์เฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับ ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ย ปริมาณคาโรทีนอยด์เท่ากับ 0.54$\pm$0.3, 0.59$\pm$0.3, 0.69$\pm$0.33 และ 1.72$\pm$0.44 ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และพบปริมาณคาโรทีนอยด์ที่ระดับ 15% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่ม 0 และ 5% แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 10% จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการผสมสไปรูลิน่าที่ระดับ 15% ทำให้มีปริมาณคาโรทีนอยด์ในเนื้อสูงที่สุด ซึ่งอาจจะแสดงว่าสไปรูลิน่ามีผลต่อการปรับปรุงสีในปลานิลสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับ มะลิและนันทิยา (2528) ได้ทดลองใช้รงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐานเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐานที่ไม่มีรงควัตถุ อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆคือ สาหร่ายสไปรูลินา กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10%, 5%, 15% และ 5% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าสาหร่ายสไปรูลินามีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบมากที่สุดในปลานิลสีแดง ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงเข้มควรใช้สาหร่ายส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปรูลินา 10% ส่วนกลีบดอกดาวเรือง มีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบ เช่นเดียวกับสาหร่ายสไปรูลินาต่างกันที่โทนสีไปทางแดงเหลืองทองและกลีบดอกดาวเรืองยังทำให้จะงอยปากและโคนครีบเป็นสีเหลือง ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงส้มควรใช้กลีบดอกดาวเรือง 5 เปอร์เซ็นต์เลี้ยง ส่วนหัวกุ้งสด มีผลต่อการเร่งสีของลายบนตัว หัวและครีบแต่เร่งได้ช้ากว่า ถ้าต้องการสีปลาให้เป็นสีแดงเพลิงควรใช้หัวกุ้งสด 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้น ไม่มีผลต่อการเร่งสีปลาทั้งยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงปลา นอกจากนี้การทดลองของ ชลธิชา (2541) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลสีแดงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินที่ระดับ 0, 50, 100, 200, 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินจะมีสีของลำตัวแดงเข้มกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมแอสตาแซนทิน และการทดลองของ บานชื่น (2532) อ้างโดย วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ทดลองเลี้ยงปลาดุกอุยด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุกอุย พบว่าส่วนประกอบของอาหารที่มีส่วนผสมของสไปรูลินาตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้สีของเนื้อปลาดุกอุยเข้มขึ้นตามปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เลี้ยง และยังมีการทดลองของ วันเพ็ญและกาญจนา (2547) ที่ทดลองเลี้ยงปลาทองสายพันธุ์รันชูด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าในปริมาณ 0, 8, 10, 12 และ 14% เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ปลารันชูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นส่วนผสมจะมีสีเข้มกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมในปริมาณ 12 และ 14% จะมีความเข้มของสีมากที่สุด

ค่าภูมิต้านทานโรคในเลือดปลา (Immune)

จากการทดลองพบว่า ค่าภูมิต้านทานโรคในเลือดปลาเฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับ ระดับ 0, 5, 10 และ 15% มีค่าเฉลี่ย 0.097, 0.081, 0.084 และ 0.082 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าถึงแม้สาหร่ายจะเพิ่มขึ้นก็ไม่ได้ทำให้ค่าภูมิต้านทานโรคในเลือดเพิ่มขึ้นตาม แต่มีผลทำให้ภูมิต้านทานโรคในเลือดของปลาดุกเพิ่มสูงขึ้น นอกจากกนี้ ปิยาลัยและคณะ (2547) ได้ทำการทดลองโดยการใช้สาหร่ายสไปรูลินาในการป้องกันโรคตัวแดงดวงขาว (White spot syndrome) ในกุ้งกุลาดำ(*Peneaus monodon*) โดยผสมสไปรูลินาในอาหารเม็ดในอัตราส่วน 0, 0.0005, 0.005, 0.05, 0.5, 5 และ 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมให้กุ้งกิน และมาทดสอบความต้านทานเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาว พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดผสมสไปรูลินา มีอัตราการตายเฉลี่ย 60, 56, 56, 36, 52, 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการติดเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาวของกุ้งที่รอดตายที่ตรวจโดยวิธี immunohistrochemistry เท่ากับ 75, 75, 66.67, 50, 83.33, 22.22 และ 15% ตามลำดับ โดยชุดทดลองที่ให้อาหารเม็ดผสมสไปรูลินา 10 กรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงและการติดเชื้อแตกต่างจากกุ้งที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเขายังได้ทดลอง ปิยาลัยและคณะ (2547) โดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาผสมอาหารไข่ตุ๋นนมในอัตราส่วน 0, 0.5, 1 และ 5%ในการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) เมื่อทดสอบความต้านทานเชื้อ *Vibrio harveyi* ซึ่งเป็นแบคทีเรียเรืองแสง โดยชุดทดลองที่ให้อาหารไข่ตุ๋นนมผสมสไปรูลินา 5% มีอัตราการติดเชื้อกลุ่มวิบริโอต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การใช้สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) แห้งผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในการเลี้ยงปลานิลสีแดง (*Tilapia niloticus* Linn.) เป็นเวลา 60 วัน ซึ่งมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.16±0.03 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.79±0.04 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลานิลสีแดงมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.19±0.02 , 0.19±0.02, 0.17±0.02 และ 0.18±0.02 กรัม/วัน ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 9.32±0.3, 9.15±0.37, 8.48±0.28 และ 8.61±0.31 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 12.94±12.86, 12.86±1.42,11.06±1.1 และ 11.92±1.22 กรัม/ตัว อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 3.73±0.22, 3.57±0.23, 3.75±0.21 และ 3.60±0.19 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เท่ากับ 1.19, 1.19, 1.10, 1.11 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) เท่ากับ 83.97, 84.1, 93.56, 90.0 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพแห้งบางส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 92.84±0.62, 92.21±0.78, 92.7±0.48 และ 92.33±0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) เท่ากับ 2.23, 2.03, 2.17 และ 1.97 ตามลำดับ ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีน (NPR) เท่ากับ 2.34, 1.76, 2.61 และ 1.90 ตามลำดับ ปริมาณคาโรทีนอยด์จากการสกัดเนื้อปลาเท่ากับ 0.54±0.3, 0.59±0.30, 0.69±0.33 และ 1.72±0.44 μg carotenoid /g ตามลำดับ ค่าภูมิต้านทานโรค (Immune) ในเลือดปลาเท่ากับ 0.097, 0.081, 0.084 และ 0.082 ตามลำดับ จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า ปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลินาเป็นส่วนผสม พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต เมื่อเทียบกับปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า แต่ปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายสไปรูลิน่าที่ 15% จะมีปริมาณคาโรทีนอยด์สูงที่สุดและเมื่อมองดูจะมีสีตัวที่เข้มกว่าตัวอื่น ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายสไปรูลินานอกจากจะเป็นแหล่งโปรตีนแล้วยังเป็นแหล่งรงควัตถุในการปรับปรุงสีได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

สุชาติ อิงธรรมจิตร์. 2529. สาหร่ายเกลียวทอง(สไปรูลินา). *วารสารการประมง*. 39(6) : 615-622.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์ สุภัทรา อุไรวรรณ์ และพรรณศรี จริโมภาส. 2530. ปลานิลสีแดง .เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 10 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรุงเทพฯ. 16 น.

บานชื่น ชลสวัสดิ์. 2532. การใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาวและปลาดุกอุย. วิทยานิพนท์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. น.10-80.

วิมล จันทรโรทัย กิจจา ใจเย็น. 2535. การศึกษาชนิดของอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเลี้ยงลูกปลานิลสีแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 123 สถาบันวิจัยประมงนน้ำจืด กรุงเทพฯ. 11 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรกรรมลพบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 142 น.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์ ภานุ เทวรัตน์มณีกุล พรรณศรี จริโมภาส สุจินต์หนูขวัญ กำชัย ลาวัณยวุฒิ วีระ วัชรกรโยธิน และ ดร.วิมล จันทรโรชัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ฉบับที่ 23 กรุงเทพฯ. 96 น.

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

มะลิ บุณยรัตผลิน จารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์ ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์ บุญช่วย. 2537. ผลของแคนตาแซนตินและแอสตาแซนตินที่ระดับต่างๆต่อสีของกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.กรุงเทพฯ. 11 น.

เสาวลักษณ์ พิมพ์ภูลาด. 2540. การอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายเกลียวทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตรารอดและความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus sp.* ของปลานิลสีแดง (*Tilapia nilotica* Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร. 78 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนาศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ.ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 น.

ลักขณา วงศ์ตาขี่. 2543. การอนุบาลลูกปลานิลแดงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทอง. . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ธิดา เพชรมณี. 2546. การเพาะเลี้ยงสไปรูลินาแบบเศรษฐกิจพอเพียง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ วันที่ 18-19 เมษายน 2546. 25 น.

ปิยาลัย เหมทานนท์ มณีย์ กรรณรงค์ ศุภรา ตรีเภรี และอิทธิกร เหมทานนท์. 2547. ผลของการใช้สไปรูไลนา(*Spirulina platensis*)ในการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) ระยะโพสท์ลาร์วา(พี10-พี20). เอกสารวิชาการฉบับที่ 43. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งนครศรีธรรมราช สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.กรุงเทพฯ.10 น.

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

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์. 2547. การปรับปรุงคุณภาพปลารันฐูโดยใช้รงควัตถุคาโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูไลนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง.กรุงเทพฯ. 9 น.

โชติ เขียนด้วง ปิยาลัย เหมทานนท์ และชัยวัฒน์ วิชัยวัฒนะ. 2548. การใช้สไปรูไลนาสดเป็นส่วนประกอบอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลากะรังดอกแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 44. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งนครศรีธรรมราช สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. กรุงเทพฯ. 14 น.

Hill,C.1980. It would be the Manna from Heven; New Food and New Aspirations Food from Sunlight. King sport Press, pp 322-334. อ้างโดย ปิยาลัย เหมทานนท์ มณีย์ กรรณรงค์ ศุภรา ตรีเภรี และอิทธิกร เหมทานนท์. 2543. ผลของการใช้สไปรูไลนา(*Spirulina platensis*)ในการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) ระยะโพสท์ลาร์วา(พี10-พี20). เอกสารวิชาการฉบับที่ 43. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งนครศรีธรรมราช สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.กรุงเทพฯ.10 น.

Bauernfeind, J.C.1981. Carotenoids as colorants and vitamin A. Precursors. : Technological and nutritional application, Academic Press, New York. 938 p. อ้างโดย วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์. 2547.การปรับปรุงคุณภาพปลารัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูโดยใช้รงควัตถุคาโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูไลนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง.กรุงเทพฯ. 9 น.

Nakamura,H.1982. Spirulina : Food for a Hungry World. Aquacuture University of the Tress Press, Boulder Creek, California. 215 p. อ้างโดย วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และ กาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์. 2547.การปรับปรุงคุณภาพปลารันชูโดยใช้รงควัตถุคาโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูไลนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง.กรุงเทพฯ.9 น.

Jantrarotai,W., Sitasit, P. and Amonrat Sermwatanakul.1995. Quantifying dietary protein level for maximum growth and diet utilization of Hybrid *Clarias* Catfish *(Clarias macrocephalus* ×*C.gariepinus)*. Technical paper No.164. National Inland Fisheries Institute Bangkok, Thailand. 11 p.

Silva, S.S.D. and Trevor A. Anderson.1995.Fish Nutrition in Aquaculture.Chapman & Hall. 319 p.

Pouomogne V., Tkam G., and J-B.Pouemegne. 1997. A preliminary evaluation of cacao husks in In practical diets for juvenile Nile tilapia *O.niloticus* Aquaculture. 156:211-219.

Nickell, D.C. and N.R. Bromage. 1998. The effect of timing and duration of feeding astaxanthin on the development and variation of the fillet colour and efficiency of pigmentation in rainbowt rout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 169 : 233-246.

Linda, E.G. and Lee W. Wilox.2000. Algae. Prentice-Hall. 640 p.

Nandeesha, 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*.Bioresource Technology. 80 : 117 – 120.

Chien, Y.U., and Wen-Chung Shiau. 2005. The effects of dietary supplementation of algae and synthetic astaxanthin on body astaxanthin, survival, growth and low dissolved oxygen stress resistance of kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus* Bate. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 318 : 201-211.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆ

วัน	0	10	20	30	40	50	60
control	1.18±0.06	1.96±0.14	2.95±0.27	4.64±0.49	6.65±0.82	9.89±1.27	12.94±1.49
5%	1.25±0.06	2.02±0.13	2.83±0.21	4.35±0.37	6.43±0.58	9.90±0.98	12.86±1.42
10%	0.99±0.05	1.68±0.07	2.39±0.10	3.51±0.18	5.47±0.34	8.29±0.55	11.06±1.10
15%	1.22±0.08	2.02±0.14	2.87±0.22	3.88±0.34	5.43±0.53	8.33±0.80	11.92±1.22

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความยาวเฉลี่ย (ซม.) ปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าระดับต่างๆ

วัน	0	10	20	30	40	50	60
control	3.96±0.07	4.42±0.09	5.15±0.17	6.33±0.22	7.02±0.30	7.99±0.32	9.32±0.39
5%	3.83±0.09	4.67±0.10	5.17±0.11	6.30±0.17	7.11±0.23	8.09±0.27	9.15±0.37
10%	3.65±0.07	4.49±0.06	4.60±0.08	5.61±0.11	6.05±0.17	7.12±0.23	8.48±0.28
15%	3.73±0.08	4.80±0.09	4.94±0.11	5.88±0.14	6.70±0.30	7.45±0.24	8.61±0.31

ตารางผนวกที่ 3 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) (กรัม/วัน) เฉลี่ยของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลิน่าที่ระดับต่างๆ

ชุดการทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย
control	0.19 ± 0.02
Spirulina 5%	0.19 ± 0.02
Spirulina 10%	0.17 ± 0.02
Spirulina 15%	0.18 ± 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate,FCR) ของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	ปลากินอาหาร รวม (กรัม) (1)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)(2)	FCR (1) / (2)
control	377.7	317.17	1.190844027
*Spirulina*5%	371.35	312.32	1.189004867
*Spirulina*10%	290	271.34	1.068769809
*Spirulina*15%	320.14	288.1	1.111211385

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency,FCE) ของปลานิลสีแดงที่ได้รับสไปรูลินาที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)(1)	ปลากินอาหาร รวม (กรัม) (2)	FCE (%)[(1)*100]/(2)
control	317.17	377.7	83.97405348
*Spirulina*5%	312.32	371.35	84.10394507
*Spirulina*10%	271.34	290	93.56551724
*Spirulina*15%	288.1	320.14	89.99187855

ตารางผนวกที่ 6 แสดงปริมาณคาโรทีนอยด์ในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัม.คาโรทีนอยด์/กรัม)

control	5%	10%	15%
1.449	0.0904	1.661	1.725
0.35	0.697	0.525	0.492
0.111	0.199	0.215	2.423
0.261	1.396	0.389	2.244

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้