



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสำหรับ *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยง  
ปลาตูกบึกอุย

Effect of feeding diets containing dried *Nostoc commune* to hybrid  
clarias catfish

(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

โดย

นาย เศรษฐ์กานต์ กองวงษ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang

Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกอูย  
Effect of feeding diet containing dry *Nostoc commune* to Hybrid clarias catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

นาย เศรษฐ์กานต์ กองวงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนิรัตน์ เรืองสมบุญรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนิรัตน์ เรืองสมบุญรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสำหรับราย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกอุย  
Effect of feeding diets containing dried *Nostoc commune* to hybrid clarias catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)



T099203



โดย  
นาย เศรษฐกานต์ กองวงษ์

ร.ศ.  
ค. ๒๕๔๘  
๒๕๔๘

เลขทนาย.....  
เลขทะเบียน 99203  
วันเดือนปี 17 JUN 2009

b.....889500  
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520  
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสำหรับ *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยง  
ปลาตูกบึกอุย

Effect of feeding diets containing dried *Nostoc commune* to hybrid  
clarias catfish

(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

โดย

นาย เศรษฐ์กานต์ กองวงษ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang

Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกอุย  
Effect of feeding diet containing dry *Nostoc commune* to Hybrid clarias catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

นาย เศรษฐกานต์ กองวงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนิรัตน์ เรืองสมบุญรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนิรัตน์ เรืองสมบุญรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสำหรับราย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกอุย  
Effect of feeding diets containing dried *Nostoc commune* to hybrid clarias catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)



T099203



ร.ศ.  
ค. ๒๕๔๘  
๒๕๔๘

เลขทนาย.....  
เลขทะเบียน 99203  
วันเดือนปี 17 JUN 2009

b.....889500  
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520  
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกก้อย

Effect of feeding diet containing dry *Nostoc commune* to Hybrid clarias catfish

(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

การให้สาหร่าย *Nostoc commune* ผสมกับอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อปลาอุกบึกก้อย โดยใช้อาหาร 4 สูตร คือ อาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *N. commune* ในปริมาณ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักปลา ใช้เวลาการเลี้ยง 60 วัน จากการทดลองพบว่า เมื่อให้อาหารปลาโดยใช้อาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร พบว่าปลาอุกบึกก้อยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่  $0.22 \pm 0.03$ ,  $0.18 \pm 0.02$ ,  $0.17 \pm 0.02$  และ  $0.16 \pm 0.01$  กรัมต่อวัน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอยู่ที่  $3.47 \pm 0.77$ ,  $3.13 \pm 0.56$ ,  $3.40 \pm 0.49$  และ  $3.52 \pm 0.39$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่  $14.80 \pm 1.72$ ,  $12.03 \pm 1.20$ ,  $11.63 \pm 0.91$  และ  $10.95 \pm 0.75$  กรัมต่อวัน ตามลำดับ และความยาวเฉลี่ยอยู่ที่  $10.74 \pm 0.40$ ,  $10.20 \pm 0.35$ ,  $10.05 \pm 0.28$  และ  $10.16 \pm 0.26$  เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร พบว่ามีระดับที่ใกล้เคียงกัน เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาอุกบึกก้อยในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองสาหร่าย 15% อยู่ที่ระดับ  $90.82 \pm 0.26$  เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ ส่วนค่าประสิทธิภาพของโปรตีนของปลาอุกบึกก้อยที่ได้รับ *Nostoc* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.86, 2.74, 2.90 และ 2.62 และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08, 0.09, 0.11 และ 0.19 ตามลำดับ ระดับภูมิคุ้มกันในปลาอยู่ที่ 0.249, 0.284, 0.338 และ 0.229 ตามลำดับ โดยมีมากที่สุดในตัวปลาที่รับอาหารผสมสาหร่าย 10% ผลของการทดลองอาหารทุกสูตรในการทดลองมีผลทำให้ระดับภูมิคุ้มกันในตัวเพิ่มมากขึ้นและระดับของคาโรนอยด์ในเนื้อปลามีระดับสูงสุดในปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สุวีร์รัตน์ เรืองสมบุญรัตน์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยดูแลเอาใจใส่ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงมาได้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้าทั้งเรื่องการเรียนรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ชีวิตต่าง ๆ นานา รวมทั้งต้องขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่เสียเวลาคอยให้ความสนับสนุนช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดมา และขอขอบพระคุณคุณยาย คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

นายเศรษฐกานต์ กองวงษ์

มีนาคม 2549



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลองและวิจารณ์	23
สรุป	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย <i>Nostoc commune</i>	6
2	ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR), น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการรอดตายของปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่าง ๆ กัน	25
3	ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCR), ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCE)ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่างกัน	26
4	ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER)และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ(NPR) ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่างๆ	27
5	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งบางส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	28
6	ค่าของ caroteniod และ Immune ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่างๆกัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่	หน้า	
1	แสดงน้ำหนักปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	38
2	แสดงความยาวปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ระดับต่างๆ ที่ทำการวัดทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	38
3	แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) ของ ปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ที่ระดับต่างๆ	39
4	แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR) ของปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>Nostoc commune</i> ที่ระดับต่างๆ	39
5	แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE) ของปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ที่ระดับต่างๆ	40
6	แสดงปริมาณคาร์บอนไนโตรเจนในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัมคาร์บอนไนโตรเจน/กรัม)	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงน้ำหนักของปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน	23
2	กราฟแสดงความยาวของปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) เป็นปลาเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรเนื่องจากเลี้ยงง่ายมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว อีกทั้งทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดี ทั้งยังเป็นที่ยอมรับของประชาชน เนื่องจากมีรสชาติดีและราคาถูกดังนั้นปลาดุกบิ๊กอุยจึงมีแนวโน้มที่เกษตรกรต้องการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ จึงได้มีการทดลองนำวิทยาการต่างๆมาใช้พัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย เพื่อให้ปลามีผลผลิตการเจริญเติบโต ความต้านทานโรคที่สูงขึ้นและมีคุณภาพสีปลาที่ต้องการของตลาดมากขึ้น

การนำสาหร่ายมาใช้ผสมอาหารเป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้ปรับปรุงการเพาะเลี้ยงเนื่องจากสาหร่ายถูกค้นพบว่าสามารถนำมาบริโภคได้และเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าสำหรับสัตว์และมนุษย์ เช่น สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.) สาหร่าย *Nostoc commune* เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันสาหร่ายเกลียวทองได้รับความนิยมนำมาผสมในอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และสารเร่งสี astaxanthin ที่มีอยู่ในสาหร่ายพวกนี้

สาหร่าย *N. commune* ก็เป็นสาหร่ายชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกับสาหร่ายเกลียวทอง จึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาผสมอาหารสัตว์ได้ ดังนั้นในปีพ.ศ. ๒๕๖๓ นี้จึงศึกษาถึงผลของสาหร่าย *N. commune* ที่ผสมในอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยเพื่อที่จะสามารถนำสาหร่าย *N. commune* นี้ไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในด้านใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากสาหร่ายเกลียวทองที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย
2. เพื่อศึกษาผลของแคโรทีนอยด์ในสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อสีของเนื้อปลาดุกบิ๊กอุย
3. เพื่อศึกษาผลของสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อระดับโปรตีนในเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยและระดับภูมิคุ้มกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### สาหร่าย *Nostoc commune*

สาหร่าย *Nostoc commune* สายพันธุ์ TISTR 8283 จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชื่อถือได้ว่าเป็นพืชชั้นต่ำที่มีลักษณะแตกต่างจากสาหร่ายในกลุ่มอื่นๆอย่างชัดเจนคือ

1. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นพวก Prokaryotic คือไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงและไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส 2. เป็นกลุ่มที่ไม่มีหนวดสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่ 3. เมื่อมีการเคลื่อนที่จะใช้วิธีที่เรียกว่า Gliding 4. มี Biloprotein เป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงและมีแคโรทีนอยด์บางชนิด เช่น Myxoxanthin และ Myxoxanthophyll 5. อาหารสะสมมีองค์ประกอบของโปรตีนเรียกว่า Cyanophycin (Fox, 1967)

*N. commune* เป็นชนิดที่มีการบริโภคที่มีการบริโภคกันมากในหลายประเทศ เช่น โบลิเวีย เอกวาดอร์ ฟิลิปปินส์ อินโดเนเซีย ญี่ปุ่น เม็กซิโก มองโกเลีย และจีน ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า ไชหิน, ดอกหิน หรือ เห็ดลาบ ประเทศจีนเรียกว่า Koxianmi ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า Ishikurage ส่วนในแถบยุโรปเรียกว่า *Nostoc* ว่า Star shot, Star jelly, Witch is butter หรือ Fairies butter สาหร่าย *Nostoc commune* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ มีลักษณะเป็นแผ่นวุ้นแบนบางคล้ายเห็ดหูหนูสีเขียวที่ขึ้นบนดิน ชาวบ้านในพื้นที่อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม นิยมเก็บไปทำลาบจึงทำให้ได้ชื่อประจำท้องถิ่นว่า เห็ดลาบ

### อนุกรมวิธาน

Division	Cyanophyta
Class	Cyanophyceae
Order	Nostocales
Family	Nostocaceae

### ลักษณะของสาหร่าย *N. commune*

*N. commune* มีลักษณะของเซลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีแคปซูลเจลใส ห่อหุ้มตัวรวมกันอย่างหนาแน่น มีลักษณะนุ่มหรือแน่นทำให้มีลักษณะผิวคล้ายแผ่นหนัง สามารถสร้างกลุ่มเซลล์ได้ทั้งขนาดเล็กขนาดใหญ่ ทรายโคลมอยู่เดี่ยวๆมีความกว้าง 5-7 ไมครอน เส้นสายมีความกว้างของเซลล์เท่ากันทั้งสาย ไม่แตกแขนง อาจมีเมือกสีใส หรือไม่มีสีหุ้มอยู่ มีเฮเทอโรซิสต์ใช้ในการตรึงไนโตรเจนกว้างประมาณ 7.25 ไมครอน ส่วนใหญ่พบว่ามีตำแหน่งอยู่ทางด้านปลายสุดของเส้นสายเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า เบซอลเฮเทอโรซิสต์ (Basal heterocyst) บางครั้งอาจพบอยู่กลางทริยโคม อาจพบอะคิเน็ต (Akinete) ซึ่งทำหน้าที่สืบพันธุ์อยู่ติดกับเฮเทอโรซิสต์ (อาภารัตน์, 2546)

สาหร่าย *N. commune* มีลักษณะเป็นวุ้นแบนบางหนา 1.0 มิลลิเมตร มีสีตั้งแต่สีน้ำเงินแกมเขียวจนถึงสีเหลือง ซึ่งคล้ายเห็ดหนูสีเขียวที่ขึ้นบนดิน ขนาดของแผ่นจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ที่พบ หากเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังและอยู่นานสาหร่ายที่พบจะมีลักษณะเป็นแผ่นขนาดใหญ่ ส่วนสาหร่าย *N. commune* แห่งจะมีลักษณะหดตัวเป็นแผ่นแข็งสีน้ำตาลถึงดำมีลักษณะขรุขระ

ลักษณะเด่นของ *N. commune* คือสามารถสร้างโพลีแซคคาไรด์แล้วปล่อยออกนอกเซลล์ได้ในลักษณะคล้ายเมือก (Extracellular polysaccharide) ที่ปล่อยออกทุกทิศทางหรืออยู่ในเซลล์รูปแคปซูลห่อหุ้ม (Capsular jelly)

### แหล่งที่อยู่อาศัย

*Nostoc* มีการแพร่กระจายไปทั่วโลกสามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นรวมทั้งเขตขั้วโลกด้วย แต่มักจะพบได้น้อยในน้ำเค็ม (Fritsch, 1945) นอกจากนี้ที่อยู่อาศัยของสาหร่ายในกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินยังสามารถพบได้ทั้งในน้ำ บ่อน้ำร้อน บนดินและก้อนหินที่ชื้นและรวมถึง ตามต้นไม้ที่ชื้นและโดยอยู่ร่วมกับแบคทีเรียในลักษณะที่เรียกว่าไลเคน (Collmatenax) ด้วย หรืออาจอาศัยอยู่ภายในต้นพืช เช่น เฟิร์น ลิเวอร์เวิร์ด อีกด้วย (Singh, 1961) Fritsch (1922) อ้างโดย Singh, 1961 ได้แบ่งที่อยู่อาศัยของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบนพื้นดินออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ผิวน้ำดิน เรียก Subterranean community
2. กลุ่มที่อาศัยอยู่ผิวน้ำดินหรือใต้ผิวน้ำดินเพียงเล็กน้อย เรียก Surface community
3. กลุ่มที่อาศัยอยู่บนซับสเตรทอื่นๆ เช่น ก้อนหิน, ลำต้นของต้นไม้ เรียก Terrestrial substrata
4. กลุ่มที่ลอยลอยอยู่ในอากาศ เรียก Aerial community

ในกลุ่ม Subterranean community เป็นที่ทราบกันว่าสาหร่ายบางชนิดมักจะพบในบริเวณที่มีแสงแดดน้อยแต่มีสารอินทรีย์สูง จัดเป็นพวก Chemo-organotrophic ได้มีการศึกษายืนยันว่า *N. muscorum* สามารถเจริญเติบโตได้ในที่มืดโดยใช้กลูโคสหรือซูโครส แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำเมื่อถูกเลี้ยงภายใต้ภาวะที่มีแสง (Alliso และคณะ, 1937 และ Myers, 1955) อ้างโดย Singh (1961) Allen (1952) อ้างโดย Singh (1961) พบว่าสาหร่ายอื่นๆเจริญเติบโตได้ช้าเมื่อไม่มีแสง แม้ว่าจะได้รับสารอาหารที่เหมาะสม อาจจะเป็นเพราะว่าสาหร่ายจะต้องดำรงชีวิตแย่งอาหารกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆในดินและดูเหมือนว่าสาหร่ายจะแข่งขันได้ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bristol (1927) อ้างโดย Singh (1961) พบว่าประชากรสาหร่ายมีความอุดมสมบูรณ์มากได้พื้นดินลงมา 1 นิ้ว และพบว่ามี 4 นิ้วได้พื้นดินมีจำนวนมากกว่า ในขณะที่ 2-3 นิ้วได้พื้นดินและต่ำกว่า 4 นิ้วได้พื้นดินมีจำนวนประชากรสาหร่ายน้อย เป็นที่ทราบกันดีว่าที่ความลึก 4 นิ้วได้พื้นดินนั้นมิกิจกรรมทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดินมากที่สุด ในประเทศไทย *Nostoc* ลอยอยู่บนผิวน้ำ (Bhuminatana, 1977)

### การสืบพันธุ์ของ *Nostoc*

ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเลย สาหร่ายสกุล *Nostoc* มีการสืบพันธุ์โดยการหักท่อน ในบางชนิดการขาดของเส้นสายจะขาดตรงจุดที่มีเฮเทอริโรซิสต์ อาจมีการสร้างโฮโมโกเนีย (Homogonia) ภายในเส้นสายที่เรียกว่าทริโคมโดยอาศัยวิธี Gliding motion การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสามารถทำได้โดยการสร้าง Akinete ซึ่งมักพบในเส้นสายที่มีความยาว เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่และมีอาหารสะสมอยู่มาก โดยได้รับอาหารมาจากเฮเทอริโรซิสต์ (Fox, 1967)

Lazaroff และ Vishniac อ้างโดย Fox (1967) ได้ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของ *N.muscorum* จากการศึกษารูปได้ว่า *N.muscorum* มีวงจรชีวิต 2 แบบ คือ Heterocystous cycle และ Sporogenous cycle ในสภาวะที่มีการสังเคราะห์แสง คือ มีแสงเพียงพอและใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงจะมีการสืบพันธุ์โดยสร้างโฮโมโกเนีย และมีหักท่อนของเส้นสายที่เฮเทอริโรซิสต์ แต่เมื่อ *N.muscorum* เจริญเติบโตในสภาวะที่ไม่มีแสงและมีกลูโคสหรือซูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนมันจะแตกเส้นสายเป็นเซลล์เดี่ยวๆในตอนแรกเซลล์ที่พร้อมตัวเป็น Motile filament (มีลักษณะเหมือนกับโฮโมโกเนีย) และเข้าสู่ระยะเฮเทอริโรซิสต์ เมื่อได้รับแสง Motile filament จะเจริญเป็น heterocystous filament หลังจากช่วงระยะ anatomosis (Fox, 1967)

### การใช้ประโยชน์จาก *Nostoc*

*Nostoc* มีทั้งประโยชน์และความสามารถก่อความรำคาญให้กับคนได้ เช่น *Nostoc* ที่ขึ้นบนสนามหญ้าก่อให้เกิดความรำคาญโดยทำให้สกปรกเลอะเทอะได้ นอกจากนี้ *Nostoc* ยังก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในน้ำดื่ม (Takenaka et al., 1998)

ในการใช้ประโยชน์จาก *Nostoc* พบว่า *Nostoc* บางชนิดสามารถนำมารับประทานได้ บางชนิดใช้เป็นยารักษาโรคมะเร็ง โรคเกาต์ ลดคอเลสเตอรอลได้อย่างมีนัยสำคัญในหนูทดลองซึ่งคาดว่าความสามารถลดคอเลสเตอรอลนี้น่าจะมาจากใยอาหารของ *Nostoc* (Hori et al., 1994 อ้างโดย อภารัตน์ , 2546) นอกจากนี้ *Nostoc* นี้ยังนำมาใช้ในการบำบัดโรคตาบอดในเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางคืน แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวกหรือความเจ็บป่วยที่ไม่รุนแรงต่างๆ มีงานวิจัยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำร้อนจาก *N. flageliforme* มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของสารโพลีแซคคาไรด์จากแหล่งธรรมชาติจะมี กลูโคส ไซโรสและกาแลคโตส ในสัดส่วน 2:1:1 โดยประมาณ (Huang et al., 1998 อ้างโดย อภารัตน์, 2546)

ชาวบ้านในพื้นที่อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม นิยมเก็บ *N. commune* มาเป็นอาหารโดยมีความเชื่อตามภูมิปัญญาท้องถิ่นว่าการบริโภคสาหร่ายเห็ดลาบจะช่วยรักษาระบบทางเดินกระเพาะอาหารและลำไส้ ( อภารัตน์, 2546) นอกจากนี้ *Nostoc* ชนิดอื่นๆที่สามารถนำมาบริโภคได้เช่น *N. flageliforme* หรือ Facai หรือ Black moss ที่นิยมนำมาเป็นอาหารสุขภาพกันในประเทศจีนและประเทศในแถบตะวันออกเฉียงใต้ ( Takenaka et al., 1998)

นอกจากประโยชน์ที่ได้จากการนำ *Nostoc* มารับประทานเป็นอาหารแล้วเรายังสามารถสกัดสารต่างๆจาก *N. commune* มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้อีกด้วย Kobayashi และคณะ (1994) อ้างโดย Kajiyama (1998) ได้ทำการศึกษาและรายงานพบว่า Antimitotic compound, Nostodione A จากสารสกัด *N. commune* ที่ขึ้นอยู่บนพื้นดินได้ Kajiyama (1998) ทำการสกัดจากพื้นดินพบว่าให้สารที่สามารถต่อต้านการเจริญของเชื้อราได้ (Antifungal) เรียกว่า Nostofungicidine ซึ่งเป็น lipopeptide ที่มี 3-amino-6-hydroxyl stearic acid (Ahs) เป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้าง Nostofungicidine พบว่ามีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus candidus* โดยความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ใช้ยับยั้งได้ (Minimum Inhibitory Concentration : MIC) เท่ากับ 1.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และนอกจากนี้ยังพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวในหนูด้วย โดยมีค่า  $IC_{50}$  หรือความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ได้ร้อยละ 50 ( Concentration required for 50% inhibition of cell growth) เท่ากับ 1.5 ไมโครโมล ต่อ NSF 60 เซลล์ ( Kajiyama , 1998)

De Calno et al., (1990) อ้างโดย Takenaka H. et al., (1998) พบว่าสารสกัด Phenolic extract จาก *Nostoc* สามารถยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นตัวก่อให้เกิดโรคในคนได้ Takenaka et al., (1998) พบว่า *N. flageliforme* ที่แยกออกมาจากดินสามารถเพิ่มกระบวนการทำงานของเซลล์ macrophage ในหนูได้ ดังนั้น *Nostoc* จึงมีศักยภาพในการนำมารับประทานเป็นอาหารเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ( Takenaka H. et al., 1998)

และนอกจากนี้ *Nostoc* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอื่นๆที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้นั้นพบว่าสามารถช่วยให้ต้นไม้และข้าวในนาที่สาหร่ายเหล่านี้อาศัยอยู่เจริญงอกงามได้ดีอีกด้วย เนื่องมาจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจึงที่เป็นที่ยึดเกาะอยู่นั้นได้รับไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักอย่างเพียงพอด้วย (Takenaka H. et al., 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc commune*

อาภารัตน์ (2546) ได้ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่บริโภคได้ พบในพื้นที่คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติป่าดงลำพัน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม พบว่ามีคุณค่าทางอาหารดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc commune*

รายการ ( หน่วย )	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม/100กรัม)	10.19
โปรตีน (กรัม/100กรัม)	20.26
เถ้า (กรัม/100กรัม)	16.2
ไขมันทั้งหมด (กรัม/100กรัม)	0.02
ใยอาหาร (กรัม/100กรัม)	43.0
วิตามินเอ (ไมโครกรัม/100กรัม)	2.31
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม/100กรัม)	0.02
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม/100กรัม)	0.01
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100กรัม)	ตรวจไม่พบ
แคลเซียม (กรัม/100กรัม)	3.55
เหล็ก (กรัม/100กรัม)	0.28
กรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100กรัม)	
Asparatic acid	3166.21
Threonine*	1193.92
Serine	1186.14
Glutamic acid	2064.97
Proline	486.36
Glycine	1044.1
Alanine	1658.27
Cystine	ตรวจไม่พบ
Valine*	1220.93
Methionine*	49.33
Isoleucine	797.17
Leucine*	1374.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ ( หน่วย )	ปริมาณ
Tyrosine	446.47
Phenylalanine*	1000.05
Histidine	886.22
Lysine*	450.99
Arginine	1015.52
Tryptophan*	35.62

\* กรดอะมิโนจำเป็น ( essential amino acid )

ที่มา : อภารัตน์. (2546)

1. รงควัตถุ (pigment) ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ในสาหร่าย *nostoc commune* มีรงควัตถุหลายชนิดได้แก่คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน (phycobilin) ที่สำคัญคือ Carotenoid และพบได้ทั่วไป ทั้งในพืชและสัตว์ในพืชดอกทำให้เกิด สีเหลือง ส้ม และแดง โดยเม็ดสีเหล่านี้อยู่ใน plastid ภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์ (Fox and Vevers, 1960) โดยสารสีของสาหร่ายเรียกรวมๆ ว่าบิลิโปรตีน (biliproteins) หรือบางครั้งเรียกว่าไฟโคบิลิโปรตีน (phycobiliprotein) ซึ่งจะพบในกลุ่มสาหร่ายแดง ดิวิชันโรโดไฟต้า (Rhodophyta) กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินดิวิชันไซยาโนไฟต้า (Cyanophyta) และดิวิชัน คริปโตไฟต้า (Cryptophyta หรือ Cryptomonadalgae) สารสีหรือรงควัตถุเหล่านี้ทำหน้าที่ดูดซับแสงโดยทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ในการสังเคราะห์แสง สารสีนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่คือ สีแดง (red phycoerythins) และสีน้ำเงิน (blue phycocyanins) สาหร่ายที่มีการเพาะเลี้ยงแพร่หลาย และนำมาสกัดสารสีน้ำเงินเป็นอุตสาหกรรมคือสไปรูลินาซึ่งสารสีน้ำเงินที่ได้คือรงควัตถุ ไฟโคไซยานิน นั่นเองที่มีค่าดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 618 นาโนเมตร มีการนำสารสีนี้ไปใช้ในอาหาร ต่างๆ เช่น ไอศกรีม หมากฝรั่ง ผลิตภัณฑ์นม ขนม น้ำผลไม้ชนิดผง ผลไม้แช่แข็ง เครื่องดื่ม

นอกจากนี้ยังอาจพบ carotenoid ภายในคลอโรพลาสต์ของใบไม้ที่มีสีเขียวด้วย แต่จะยังไม่เห็นจนกระทั่งคลอโรฟิลล์จางหายไป (Fox, 1957) carotenoid เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวประกอบไปด้วยอะตอมของคาร์บอนซึ่งต่อกันเป็นสายยาวที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองปลายมีคาร์บอนอะตอมที่ต่อกันเป็นวง โมเลกุลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ไมครอน carotenoid ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในไขมัน ดังนั้นจึงอาจเรียก carotenoid นี้ว่า lipophore (Fox Vevers, 1960) ปลาไม่สามารถสังเคราะห์ carotenoid ขึ้นมาเอง ดังนั้น จึงได้รับจากพืชหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารโดยตรง และปลาสามารถเก็บเม็ดสีเหล่านี้เอาไว้ในตัวของมัน หรืออาจเปลี่ยน carotenoid เป็นสารสีรูปอื่นได้ (Fox, 1957)

ได้แบ่ง carotenoid ออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ ตามลักษณะโครงสร้างทางเคมี คือ carotene และ xanthophyll

ก. carotene เป็นไฮโดรคาร์บอนิก ประกอบไปด้วยอะตอมของคาร์บอนกับไฮโดรเจนเรียงตัวกันเป็นสายยาวด้วย single bond สลับกับ double bond และที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองปลาย จะมีอะตอมของคาร์บอนมาเกาะกันเป็นวงที่ เรียกว่า ionone ring caroten ส่วนใหญ่จะมีสีส้ม carotene ที่สำคัญและเป็นที่ยุ้จักมาก คือ beta carotene เพราะสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้

ข. xanthophyll เกิดจากขบวนการออกซิเดชันของ carotene เป็นการเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุลของ carotene xanthophyll พบทั่วไปในธรรมชาติในรูป ester อีสเตอร์ หรือ carotenoprotein xanthophyll ที่พบในสัตว์น้ำส่วนมากได้แก่ lutein, zeaxanthin, canthaxanthin และ astaxanthin

## 2. โปรตีน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อย่างเช่น สาหร่ายเกลียวทองแห่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ระหว่าง 55 - 72 เปอร์เซ็นต์ (Hill, 1980; Nakamura, 1982; Venkaraman, 1983) Kosaric และคณะ (1974) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสาหร่ายแตกต่างกันไปตามอาหารที่ใช้เลี้ยง

Hill (1980) รายงานว่า สาหร่ายเกลียวทองประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดซึ่งเมื่อตรวจสอบกับเอกสารของประเสริฐและคณะ (2525) พบว่า ประกอบด้วยชนิดที่จำเป็นต่อปลาครบถ้วนปริมาณต่อ 100 กรัม โปรตีนมีดังนี้ คือ ไอโซลิวซีน (isoleucine) 4.13 กรัม, ลิวซีน (leucine) 5.80 กรัม, ไลซีน (lysine) 4.00 กรัม, เมทไทโอนีน (methionine) 2.17 กรัม, ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) 3.95 กรัม, ธรีโอนีน (threonine) 4.17 กรัม, ทริปโตเฟน (ทริปโตเฟน) 1.13 กรัม, วาลีน (valine) 6.00 กรัม, อาร์จินีน (arginine) 5.98 กรัม และฮิสติดีน (histidine) 1.08 กรัม Venkataraman (1983) รายงานว่า สาหร่ายเกลียวทองประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดดังกล่าวเช่นกัน Nakamura (1982) ได้กล่าวเกี่ยวกับกรดอะมิโนว่า เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อมที่สาหร่ายเจริญขึ้นมา ดังเช่น เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (sulphur amino acid) ขึ้นกับค่าความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณไนโตรเจนในอาหาร อย่างเช่น ปริมาณโปรตีนของสาหร่ายที่เลี้ยงในปุ๋ยผสมมูลสุกร 0.5, 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ระดับ  $41.15 \pm 0.35$ ,  $43.89 \pm 0.57$  และ  $44.00 \pm 0.67$  ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ไขมัน

ไขมันในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไลโนลินิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดที่จำเป็นต่อปลา

### 4. วิตามินและเกลือแร่

Hill (1980) รายงานว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินประกอบด้วยวิตามิน 10 ชนิด ปริมาณต่อกิโลกรัมสาหร่ายแห้ง อย่างเช่นสาหร่ายเกลียวทองมีดังนี้ คือ ไบโอติน (biotin) 0.4 มิลลิกรัม , วิตามินบี 2.0 มิลลิกรัม แคลเซียมแพนโทเทเนต (Ca-pantothenate) 11 มิลลิกรัม, กรดโฟลิก ( Folic acid) 0.5 มิลลิกรัม , อินอซิทอล (inosital) 350 มิลลิกรัม , กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) 118 มิลลิกรัม , ไพริดอกซิน ( pyridoxine ) 3.0 มิลลิกรัม , ไรโบฟลาวิน ( riboflavine ) 40 มิลลิกรัม, ไธอะมีน ( thiamine ) 55 มิลลิกรัม และวิตามินอี 190 มิลลิกรัม และประกอบเกลือแร่หลายชนิด ปริมาณต่อสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ แคลเซียม 1,315 มิลลิกรัม , ฟอสฟอรัส 8,942 มิลลิกรัม เหล็ก 580 มิลลิกรัม , ไวเดียม 412 มิลลิกรัม , คลอไรด์ 4,400 มิลลิกรัม , แมกนีเซียม 1,915 มิลลิกรัม , แมงกานีส 25 มิลลิกรัม , สังกะสี 39 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 15,400 มิลลิกรัม Venkataraman (1983 ) รายงานว่าสาหร่ายเกลียวทองแห้งประกอบด้วยวิตามินต่างๆ โดยมี ปริมาณต่อสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ ไธอะมีน 27.8 มิลลิกรัม , ไรโบฟลาวิน 33.4 มิลลิกรัม , โคบาลามีน ( codalamine ) 2.4 มิลลิกรัม และไบโอติน 0.06 มิลลิกรัม และ ประกอบด้วย เกลือแร่ ปริมาณต่อ 100 กรัมสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ แคลเซียม 0.75 กรัม , ฟอสฟอรัส 1.42 กรัม, โซเดียม 0.45 กรัม แมกนีเซียม 0.90 กรัม, เหล็ก 0.12กรัม และโพแทสเซียม 1.42 กรัม

การใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นอาหารสัตว์

Nakamura (1982) กล่าวว่า สาหร่ายเกลียวทองทั้งในรูปแช่แข็งและผง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการอนุบาลปลาวัยอ่อนมาก เนื่องจากมีขนาดเล็ก และย่อยง่าย ได้มีการทดลองในปลาชนิดต่างๆพบว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น ปลาเจริญถึงระยะเจริญพันธุ์เร็วขึ้น ช่วยเสริมการพัฒนาของไข่และน้ำเชื้อ และช่วยเร่งสีปลาอีกด้วย ปริมาณที่เหมาะสมในการผสมอาหารลงในอาหารผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาเพื่อการเจริญเติบโตคือ 10 – 25 เปอร์เซ็นต์

นอกจากเป็นอาหารแล้วยังสามารถเป็นอาหารสัตว์น้ำอื่นๆอีก เช่น ปลาหมึก ปู และหอย (Nakamura, 1982) มีรายงานการนำสาหร่ายเกลียวทองไปใช้ออนุบาลลูกกุ้งตระกูล *Penaeus* ในโรงเพาะฟักของประเทศไทย, ไต้หวัน และฟิลิปปินส์

Stanley และ Jones (1976) ทดลองนำ *S. platensis* (Nordstedt) แห่งไปเลี้ยงปลา bigmouth buffalo ( *Ictiobus cyprinellus* (Valenciennes)) น้ำหนัก 48 – 83 กรัม โดยให้สาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าว 29 กรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม เลี้ยงนาน 28 วัน พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 14.4 กรัม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2:1 เมื่อนำไปเลี้ยง blue tilapia (*Tilapia aurea*) พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคล้ายกับปลา bigmouth buffalo

Atack และคณะ (1979) ทดลองใช้ *S. maxima* เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับทำอาหารเม็ด เลี้ยงปลา mirror carp (*Cyprinus carpio*) ขนาดปลาน้ำ เพอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารเม็ด 30 เพอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าปลาที่เลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 1.18 เพอร์เซ็นต์ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.50:1

Choubert (1979) ทดลองใช้สาหร่ายเกลียวทองแห้งผสมในอาหารเพื่อเลี้ยงปลา rainbow trout ในอัตรา 2.5, 5, 10 และ 20 เพอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เลี้ยงนาน 56 วัน มีผลทำให้เนื้อปลามีสีน้ำตาลแกมเหลือง

วิวัฒน์ (2523) ทดลองใช้สาหร่ายเกลียวทองผง และ *Oscillatoria sp.* ผง เป็นอาหารและส่วนประกอบของอาหารผสม สำหรับเลี้ยงลูกปลาในอายุ 5 วัน เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ ผลจากการทดลองแสดงแนวโน้มให้เห็นว่า การใช้สาหร่ายเกลียวทองเป็นส่วนผสมของอาหารทำให้ลูกปลาในเจริญเติบโตดีที่สุด

ปิยพงศ์ (2527) ทดลองเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีตด้วยเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทองด้วยอัตราส่วนร้อยละ 0, 15 และ 30 ผลการทดลองพบว่าอาหารเนื้อปลาสดที่ผสมด้วยสาหร่ายเกลียวทองที่ระดับ 15 และ 30 เพอร์เซ็นต์ ผลการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ปลาที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 5.50:1 สำหรับอาหารเนื้อปลาสด มีอัตราการอาหารเป็นเนื้อ 9.45:1 นอกจากนี้อาหารเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายยังทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดสูงกว่า การทดลองครั้งนี้ทดลองกับลูกปลาขนาด 2.5 – 3.0 เซนติเมตร นาน 60 วัน

Cuzon และคณะ (1985) รายงานการใช้สาหร่ายเกลียวทองเป็นส่วนผสมของอาหารเม็ด กุ้ง *Penaeus japonicus* ระยะ juveniles พบว่าอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายเกลียวทอง 8 เพอร์เซ็นต์ ให้การเจริญเติบโตดี อัตราการตายสูง และมีสีเข้มที่สุดแต่ถ้าใช้สาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่นมาแทนสาหร่ายเกลียวทอง ปรากฏว่าสีของกุ้งจะจางลงอย่างเห็นได้ชัด

กัลยา (2529) ทดลองอนุบาลลูกปลากะพงขาว *L. calcarifer* ด้วยอาหารผสม โดยอนุบาลลูกปลากะพงขาวขนาดเฉลี่ย 2.88 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.59 กรัม ด้วยเนื้อปลาสด เนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทอง 20 เพอร์เซ็นต์ เนื้อปลาสดผสมไข่น้ำ 20 เพอร์เซ็นต์ และเนื้อปลาสดผสมกากถั่วป่น 20 เพอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 84 วัน ปรากฏว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทองละเนื้อปลาสดผสมไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าอาหารชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 8.26 และ 8.83 ตามลำดับ และมีอัตราการรอดตายเท่ากัน คือ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าอาหารชนิดอื่น

บานชื่น (2532) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายเกลียวทองสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุก พบว่าสีของเนื้อปลาดุกจะเข้มขึ้น หากใช้สาหร่ายเกลียวทองสดผสม ในอาหารปริมาณ ตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ความเข้มของสีเนื้อปลาจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ สาหร่ายเกลียวทองและระยะเวลาที่เลี้ยง

วุฒิพร (2527) ทดลองหาแหล่ง carotenoid ในการเร่งสีปลาแฟนซีคาร์พ โดยผสมรงควัตถุ จากแหล่งจากแหล่งต่างๆกับอาหาร ได้แก่ สาหร่ายสไปรูไลนา, กุ้งป่น, carophyll, หอยแมลงภู่, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอร์เดอร์, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียนและฟักทอง พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูไลนา 10 เปอร์เซ็นต์ มีสีเข้มที่สุด ปลาที่ได้รับอาหารเสริม กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอร์เดอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ และกลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียน 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลลดลงมา ส่วนอาหารเสริม carotenoid จากแหล่งอื่นๆ ได้แก่ หอยแมลงภู่, carophyll red, กุ้งป่น, ฟักทอง และอาหารสูตรพื้นฐาน ให้ความเข้มของสีปลาน้อยมารงควัตถุใน อาหารทดลองแต่ละสูตรไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาแฟนซีคาร์พและได้ทดลองหาปริมาณ carotenoid ที่เหมาะสมในการเร่งสีปลา โดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอริเดอร์และกลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียน 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ผลลงใน อาหาร พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูไลนา 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มของสี มากกว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองอื่นๆ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริม carotenoid จากแหล่งอื่นๆ ในทุกระดับมีความเข้มของสีต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐานแต่ไม่แตกต่างกันระหว่างชุดการ ทดลอง

### ปลาดุกบักอูย

ปลาดุกบักอูยเป็นปลาดุกลูกผสมที่เกิดจากแม่พันธุ์ปลาดุกผสมกับพ่อพันธุ์ปลาดุก ยักษ์ โดยปลาดุกยักษ์มีถิ่นกำเนิดที่แอฟริกา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias gariepinus* (African sharpteeth catfish) ซึ่งประเทศไทยนำเข้าจากประเทศสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว และจีนบางส่วน เป็นปลาที่มีขนาดโต กินอาหารได้ทุกชนิด ทนทาน ต่อโรคและสภาพแวดล้อมดี แต่ข้อเสียมีเนื้อเหลวและสีซีด ไม่นำมารับประทาน ส่วนปลาดุกอูยเป็น ปลาพื้นเมืองไทย มีเนื้อรสชาติดี แต่ข้อเสียคือเลี้ยงโตช้า คือต้องเลี้ยงถึง 6-8 เดือน เมื่อนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมกันได้ลูกผสมที่โตเร็ว และรสชาติคล้ายปลาดุกอยู่มาก และช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยง สำหรับตลาดประเทศไทย คือ 80–100 วัน ได้ปลาขนาด 3–4 ตัว ต่อกิโลกรัม ลักษณะทั่วไป ปลาดุกบิกอูยมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างแม่ปลาดุกอูยและพ่อปลาดุกยักษ์ กระโหลกที่ท้ายทอยแหลมเป็น 3 หยัก รสชาติดี เนื้อเป็นสีเหลือง และไม่เหลว จึงเป็นที่นิยมของคนไทย (กรมประมง, 2541)

### การเพาะพันธุ์ปลาดุกบิกอูย

ปลาดุกบิกอูยเป็นลูกผสมระหว่าง ไข่ปลาดุกอูยกับน้ำเชื้อปลาดุกยักษ์ โดยการฉีดฮอร์โมนผสมเทียม

อัตราการใช้ฮอร์โมน Suprefact ประมาณ 10–30 ไมโครกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม โมนิเลียม 3–5 มิลลิกรัม / 1 กิโลกรัม ละลายน้ำเป็นสารละลายฉีดให้แม่ปลาโดยฉีดครั้งเดียว 10–14 ชั่วโมง สามารถรัดไข่

การรัดไข่ต้องรัดใส่ภาชนะเรียบร้อย และแห้งสนิท เพราะไข่ปลาดุกเป็นไข่จมติด จะติดกันเป็นก้อนเมื่อถูกน้ำ

น้ำเชื้อปลาดุกยักษ์ สามารถเก็บได้โดยการผ่าท้องปลาดุกยักษ์เพศผู้ แล้วเอาอวัยวะมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขยี้ในน้ำกลั่น แล้วนำน้ำกลั่นพร้อมด้วยน้ำเชื้อไปผสมกับไข่ที่รัดไว้แล้ว ใช้ชนไก่คนให้ทั่ว เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิอย่างทั่วถึง

การฟักไข่ เมื่อผสมไข่กับน้ำเชื้อดีแล้ว ให้ล้างไข่ด้วยน้ำสะอาด 2–3 ครั้ง แล้วนำไข่ไปราดบนแผงฟักที่เตรียมไว้ โดยราดให้กระจายเท่า ๆ กันทั้งแผง แล้วฟักไว้ในบ่อโดยเปิดอากาศตลอดเวลาประมาณ 24–30 ชั่วโมงก็จะฟักเป็นตัว (กรมประมง, 2541)

### การอนุบาล

เมื่อลูกปลาออกเป็นตัวแล้วจะเกาะกลุ่มอยู่บริเวณกันบ่อ สามารถใช้สายยางดูดไปอนุบาลที่บ่ออนุบาลต่อไป การอนุบาล 2–3 วันแรกยังไม่ต้องให้อาหาร เนื่องจากมีถุงไข่แดงอยู่ หลังจากนั้นให้กินไรแดง หรืออาร์ทีเมีย ประมาณ 5–7 วัน จึงเริ่มฝึกให้กินอาหารสมทบ ถ้ามีไรแดงมากให้กินไรแดงตลอดก็จะโตเร็วและแข็งแรงดี (กรมประมง, 2541)

### วิธีการเลี้ยง

1. เตรียมบ่อ สำหรับเลี้ยงปลาดุกบิกอูย ตามวิธีการเตรียมบ่อในใบความรู้เรื่องการเตรียมบ่อเพื่อกำจัดศัตรูปลา และสร้างแหล่งค้ำสำหรับเป็นอาหารปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปล่อยปลาลงเลี้ยง คงปล่อยลูกปลาขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเช้าหรือบ่าย ก่อนปล่อย ต้องปรับอุณหภูมิน้ำในถุงและในบ่อให้ใกล้เคียงโดยการแช่ถุงปลาไว้ในบ่อ แล้วค่อย ๆ อดน้ำในบ่อลงในถุงปลา

3. การให้อาหาร อาหารที่ให้สำหรับปลาดุกบิ๊กอุย ควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 % เนื่องจากเป็นปลากินเนื้อ และให้อาหารอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เช้า - เย็น โดยให้อาหาร 3 - 5 % ของน้ำหนักตัว (กรมประมง, 2541)

### นิสัยการกินอาหาร

โดยธรรมชาติของปลาดุกจะกินพวกสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ตามหน้าดิน ลูกปลาดุกกินอาหารพวก โปรโตซัว ไรน้ำขนาดเล็ก โรติเฟอร์และแพลงก์ตอนพืช ปลาขนาดโตขึ้นจะกินอาหารตัวอ่อนของแมลงในน้ำ กุ้ง และอาหารประเภทโปรตีนที่เน่าเปื่อย เมื่อนำมาเลี้ยงจะกินอาหารสมทบซึ่งมีส่วน ได้แก่ ปลาเบ็ด รำข้าว ปลาป่นผสมกับรำข้าวและปลายข้าวต้มเป็นต้น และสามารถฝึกนิสัยให้ปลาดุกขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำได้ (กรมประมง, 2530)

อำนาจและเวียง (2524) ได้ศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงปลาดุกด้านพบว่า อาหารผสมสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาได้แก่อาหารที่มีโปรตีน 30, 25 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารเป็นเนื้อและอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และได้สรุปว่าอาหารที่เลี้ยงปลาดุกด้านควรมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ที่เหมาะสมที่สุดคือ 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงสุดอัตราการรอดตายสูงสุด การเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดี และต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด

เชษฐพงษ์ (2526) ศึกษาผลของวิตามินละลายน้ำที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกด้านขนาด 2-3 เซนติเมตร พบว่าปลาที่ขาดวิตามินบีหนึ่ง บีสอง และวิตามินซี มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับปลาในชุดควบคุม ปลาที่ขาดวิตามินบีหนึ่งลำตัวมีสีดำมืด ปลาที่ขาดวิตามินบีสองตาจะขุ่นมัวเล็กน้อย และปลาที่ขาดวิตามินซี กระจกใสหลังจะคดงอ ปลาที่ขาดวิตามินบีหก, แพนโทธินิก แอซิด, โฟลิก แอซิด และไนอะซิน มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำและแตกต่างกับปลาในชุดควบคุม ปลาที่ขาดวิตามินบีหก มีอาการกล้ามเนื้อเกร็ง กระตุก ครีบฉีกขาดและเบื่ออาหาร มีอัตราการตายสูง ปลาที่ขาดแพนโทธินิก แอซิด มีอาการครีบฉีกขาดและตกเลือด มีบาดแผลตามผิวหนัง กกหูบวม เหงือกมีเมือกมาก บริเวณปลายกระดูกด้านท้ายมีรูเล็ก 2 รู ขนาดกัน อัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ขาดโฟลิกแอซิด ไม่พบลักษณะที่ผิดปกติภายนอก ปลาที่ขาดไนอะซิน จะมีอาการตกเลือด ที่ครีบ ตาโปน มีอาการเกร็ง กล้ามเนื้อกระตุก เมื่อทดสอบดูการฟื้นตัวหลังจากที่ขาดวิตามินเหล่านี้มาแล้ว 12 สัปดาห์ โดยเติมวิตามินละลายน้ำชนิดที่ขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงไปในการทดลอง ปรากฏ ภายใน 1 ถึง 3 สัปดาห์ อาการที่ขาดวิตามินของปลาจะลดลงจนเป็นปกติ ปลามีอัตราการเจริญเติบโตดี

ดวงรัตน์ (2526) ทดลองเลี้ยงปลาอุกด้วยอาหารผสมมีโปรตีนจากพืช 19, 24, 29 และ 34 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ทุกสูตรอาหารมีโปรตีนจากสัตว์ 6 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ปรากฏว่าอาหารที่มีโปรตีนจากพืช 19 และ 24 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารที่มีความเหมาะสมในการใช้เลี้ยงปลาอุกด้านมากกว่าอาหารผสมอีก 2 สูตร ทั้งในด้านการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการอาหารเป็นเนื้อและต้นทุนในการเลี้ยง

ประสิทธิภาพของโปรตีนจากพืชและโปรตีนจากสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา

Shell (1968) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาควรมีโปรตีนจากสัตว์อย่างน้อยที่สุด 1 ใน 3 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด นอกนั้นเป็นโปรตีนจากพืช และ National Research Council (1977) ได้ให้คำแนะนำที่สอดคล้องกัน โดยกล่าวว่า คุณภาพของอาหารโปรตีนที่ใช้เลี้ยงปลานั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบกรดอะมิโนเป็นสำคัญ อาหารโปรตีนที่ให้กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ปลาอย่างเพียงพอและครบถ้วน เป็นอาหารที่มีคุณภาพสูง ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตจากปลาปน 1 ใน 3 ในอาหารเลี้ยงปลาจะช่วยให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้น เนื่องจากปลาปนมีอะมิโนที่จำเป็นสำหรับปลาอยู่อย่างครบถ้วน

Hepher และคณะ (1971) ทดลองเลี้ยงปลาไนเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าอาหารของโปรตีนพืชและโปรตีนสัตว์ ปรากฏว่า โปรตีนจากเนื้อสัตว์มีประสิทธิภาพดีกว่าโปรตีนจากพืช สำหรับสำหรับการทดลองของอำนาจและคณะ (2517) ได้สรุปผลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของปลานิลไว้ว่า โปรตีนจากเนื้อสัตว์มีผลทำให้ปลานิลโตเร็วกว่าโปรตีนจากพืช Dabrowski และ Kozak (1979) ทดลองใช้ปลาปนและถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับปลาเงา (Grass carp) พบว่าอาหารที่มีปลาปนเป็นแหล่งโปรตีนให้การเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่มีถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน

Viola (1975) ทดลองเลี้ยงปลาไนด้วยอาหารผสม 2 ชนิด ชนิดแรกประกอบด้วยปลาปน 15 เปอร์เซ็นต์ ชนิดที่สองประกอบด้วยปลาปน 5 เปอร์เซ็นต์และถั่วเหลืองซึ่งใส่ไปทดแทนปลาปน 10 เปอร์เซ็นต์ที่หายไป โดยเติมกรดอะมิโนสังเคราะห์บางชนิด น้ำมันปลาวิตามินและเกลือแร่ในอาหารชนิดที่สอง ผลการทดลองปรากฏว่า ปลาไนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดแรกมีการเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดที่สองมาก และได้สรุปว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของปลาไนนั้น มีข้อองค์ประกอบกรดอะมิโนหรือไขมัน แต่เป็นแหล่งที่มาของโปรตีนในอาหาร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความน่ากินและประสิทธิภาพของอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith (1971) ทดลองเกี่ยวกับการย่อยอาหารของปลา Rainbow trout ได้กล่าวเกี่ยวกับอาหารที่ผลิตขึ้นโดยมีโปรตีนจากพืชเป็นส่วนใหญ่ มีเซลลูโลสเจือปนเป็นจำนวนมากว่า เซลลูโลสจำนวนมากในอาหารมีผลต่อการลดอัตราการย่อยและการดูดซึมโปรตีน ซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของปลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ปลาตุ๋นบิกอูย จำนวน 120 ตัว
2. บ่อซีเมนต์ ขนาด 95 x 95 x 85 จำนวน 4 บ่อ
3. ขวดรูปชมพู่ 250 มล. 4 ขวด
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก Soehnle Max.4 lb 6 oz,Max.2000 g.
5. ไม้บรรทัดวัดความยาวปลา
6. อาหารปลาตุ๋นขนาดเล็ก
7. สาหร่าย *Nostoc commune* ผง
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
28. หลอดย่อยโปรตีน
29. เม็ดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. ปิเปต
31. จุกยาง
32. ขวดน้ำกลั่น
33. Volumetric pipette
34. micropipette

#### สารเคมี

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

#### วิธีการ

##### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปลาทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 30 ตัว

##### วิธีการทดลอง

###### การเลี้ยงปลา

ปลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 120 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย  $1.48 \pm 0.28$  กรัม ความยาวเฉลี่ย  $4.83 \pm 0.34$  เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยทำการสุ่มปลาที่ใส่ลงในแต่ละบ่อ ระดับน้ำสูง 50 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดบ่อทุก 2 วัน โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำออก ½ แล้วเติมน้ำใหม่เข้าไปในช่วงเช้าของทุก 2 วัน

###### 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

สาหร่าย *Nostoc commune* ผง

คุณค่าทางโภชนาการสาหร่าย *Nostoc commune* ผง

Chlorophyll (น้ำหนักแห้ง) 261.47 mg/g

Carotenoid (น้ำหนักแห้ง) 0.165 mg/g

Protein 58.75 เปอร์เซ็นต์

Phycocyanin 0.092 mg/g

Phycocyerythrin 0.332 mg/g

การเตรียมอาหารที่จะทดลองให้ปลาโดย

บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมที่ให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

บ่อที่ 2 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 5%

บ่อที่ 3 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 10%

บ่อที่ 4 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 15%

วิธีการให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลาที่ 9.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา

โดยจะให้อาหาร 3% ของน้ำหนักตัวปลาและค่อยๆปรับให้เพิ่มขึ้นโดยจะสังเกตการกินอาหารที่จะให้กินจนกว่าปลาจะอิ่ม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งก่อนให้อาหารจะชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้

เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่ปลากินเหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือแล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ดคือ 0.008 กรัมแล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ทางโภชนาการ

1. ความชื้น โดยวิธีการอบแห้ง (Drying Oven)

วิธีการทดลอง

เตรียมถ้วยครุชีเบลล์ที่ล้างสะอาดแล้วนำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศา

เซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบเข้าไปในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็นแล้ว

นำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

1.1.2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ถ้วยครุชีเบลล์ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

1.1.3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1.4. นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้ว  
นำมาชั่งน้ำหนัก
- 1.1.5. นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
- 1.2. การคำนวณหาปริมาณความชื้น

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

W

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยครุชีเบล + ตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักถ้วยครุชีเบล + 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 ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูด  
ควัน
- 2.1.5. เมื่อสารละลายเย็นดีแล้ว เติมน้ำกลั่น 40 มล. แล้วเขย่า
- 2.1.6. เติมน้ำกลั่น 15-20 มล. ใส่ลงใน volumetric flask และเติมตัวอย่างที่ย่อย  
ลงไป แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.
- 2.1.7. ดูดสารที่ปรับปริมาตรขึ้นมา 20 มล. ใส่หลอดย่อยเดิม
- 2.1.8. ใส่กรดบอริก 4% ลงในฟลาสขนาด 250 มล. ประมาณ 25 มล.
- 2.1.9. อินดิเคเตอร์ผสม ( bromocresol green + methyl red) 2-3 หยด นำไป  
วางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vopodest ให้ปลาย condenser จุ่มลงใน  
สารละลายกรดบอริกใน  
ฟลาส
- 2.1.10. ดำเนินการกลั่น เมื่อกลั่นเสร็จ นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรท ด้วยกรด  
 $H_2SO_4$  0.1272 N จนได้สีชมพู
- 2.1.11. ทำ blank เช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 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. รวมสารละลายที่ได้ไปเทที่ปริมาตรที่แน่นอน
9. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร

หมายเหตุ ใช้สารละลายในข้อ 4 เป็น blank

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การบันทึกข้อมูล

### ตัวปลา

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว 10 วัน/ครั้งคือ ช่วงก่อนเริ่มการทดลองและนับไปอีก 10 วันจึงจะชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ปลาตกบึกอูยที่ทำการทดลองเกิดความเครียดและไม่ให้ตัวปลาเกิดการบอบซ้ำ

### อาหาร

ชั่งอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาก่อนให้อาหาร และจดบันทึก เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่เหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือ แล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ด คือ 0.008 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ( Growth rate ), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ( Specific growth rate ), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion rate ), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion efficiency )

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. ค่าการดูดกลืนแสงของการสกัดสีจากเนื้อปลาดุกบึกอูยโดยวิธีของ Nickell ( 1998 )  

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

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ( Steel and Torrie, 1983 ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS version 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง D 106 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร  
 ระยะเวลาการทำการทดลอง

ตั้งแต่วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 16 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2548 รวมระยะเวลาในการทดลอง 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

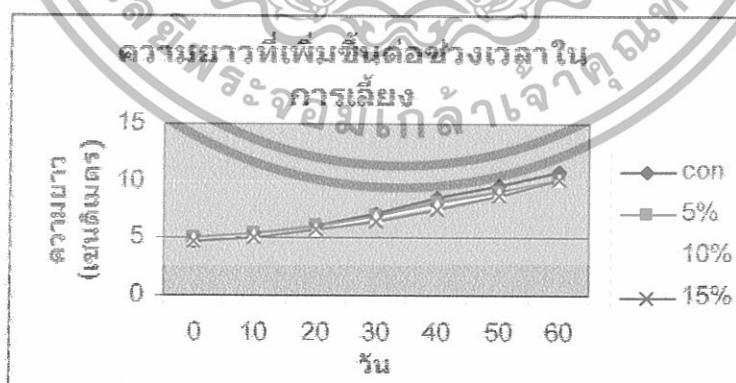
## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การเจริญเติบโตของปลาตุ๊กบักอูย

จากการทดลองเพาะเลี้ยงปลาตุ๊กบักอูยซึ่งมีความยาวและน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ  $4.83 \pm 0.51$  เซนติเมตรและ  $1.48 \pm 0.42$  กรัมด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ในระดับของสาหร่ายที่ผสมกับอาหารสำเร็จรูปที่แตกต่างกัน มี 4 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหารที่ให้ในแต่ละวัน โดยให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวเป็นเวลา 60 วัน และวัดการเจริญเติบโตทุกๆ 10 วัน ทำการวัดการเจริญเติบโตโดยเก็บน้ำหนักและความยาว (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1. น้ำหนัก (กรัม) ของปลาตุ๊กบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน



ภาพที่ 2. ความยาว (เซนติเมตร) ของปลาตุ๊กบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงให้เห็นว่าระดับการเจริญเติบโตของกลุ่ม 0 , 5 , 10, 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่  $14.80 \pm 1.72$ ,  $12.03 \pm 1.20$ ,  $11.63 \pm 0.91$  และ  $10.95 \pm 0.75$  ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยมีระดับมากที่สุดที่กลุ่มควบคุม แต่ทั้ง 4 กลุ่มการทดลองเมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงได้ว่าสำหรับ *N. commune* ในระดับที่ใช้ 5 – 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบักอูย ส่วนความยาวของตัวปลาที่เลี้ยงในบ่อของกลุ่ม 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ระดับ  $10.74 \pm 0.39$ ,  $10.20 \pm 0.35$ ,  $10.05 \pm 0.28$  และ  $10.16 \pm 0.26$  ตามลำดับ ความยาวของแต่ละกลุ่มการทดลองเมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าทั้งน้ำหนักและความยาวของปลาดุกบักอูยในแต่ละกลุ่มการทดลองจะมีระดับที่สูงที่สุดอยู่ที่กลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ของน้ำหนักและความยาวทั้งสอง

#### อัตราการเจริญจำเพาะ ( SGR )

อัตราการเจริญจำเพาะของปลาในแต่ละกลุ่มการทดลองอยู่ที่  $3.47 \pm 0.77$ ,  $3.13 \pm 0.56$ ,  $3.40 \pm 0.49$  และ  $3.52 \pm 0.39$  ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยอัตราการเจริญจำเพาะในแต่ละกลุ่มการทดลอง เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าโปรตีนในอาหารสูงซึ่งไม่ได้ทำให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลาดุกบักอูยดีกว่ากลุ่มที่มีโปรตีนต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nandeesh และคณะ (2001) ในปลา *catla* ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในกลุ่มที่ได้รับโปรตีนในระดับต่างๆเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในปลา *rohu* ที่ได้รับโปรตีนสูงกว่า 25% จะมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจะมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

#### อัตราการรอด

อัตราการรอดตายของลูกปลาดุกบักอูยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสำหรับ *N. commune* ผง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสำหรับ *N. commune* ผง 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าอัตราการรอดตายมีระดับที่ใกล้เคียงกัน

การตายของลูกปลาดุกบักอูยในการทดลองนี้เกิดจากปลาที่มีขนาดการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในบ่อเลี้ยงเนื่องจากปลาที่มีอัตราการกินอาหารที่แตกต่างกันทำให้ปลาที่มีกรกินอาหารน้อยลงมีขนาดเล็กและไม่ยอมกินอาหาร จากการทำการวัดการเจริญเติบโตด้วยการซึ่ง

น้ำหนักและวัดความยาวในห้องปฏิบัติการทำให้ปลาเกิดอาการช็อกและตายในที่สุดเนื่องจากปลา มีความอ่อนแอจากการไม่กินอาหาร

ตารางที่ 2 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR), น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการรอดตายของปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย *Nostoc* ที่ระดับต่าง ๆ กัน

	ปริมาณ (%)			
	0	5	10	15
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/วัน)	0.22±0.03 <sup>A</sup>	0.18±0.02 <sup>A</sup>	0.17±0.02 <sup>A</sup>	0.16±0.01 <sup>A</sup>
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	3.47±0.77 <sup>A</sup>	3.13±0.56 <sup>A</sup>	3.40±0.49 <sup>A</sup>	3.52±0.39 <sup>A</sup>
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(กรัม/ตัว)	14.80±1.72 <sup>A</sup>	12.03±1.20 <sup>A</sup>	11.63±0.91 <sup>A</sup>	10.95±0.75 <sup>A</sup>
ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(ซม./ตัว)	10.74±0.40 <sup>A</sup>	10.20±0.35 <sup>A</sup>	10.05±0.28 <sup>A</sup>	10.16±0.26 <sup>A</sup>
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	93.33	100	100	93.33

<sup>ab,c,d</sup> ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCR) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE)

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ในปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงในสาหร่ายที่ระดับต่างกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ 0.93, 0.91, 0.87 และ 0.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ระดับที่ดีที่สุดอยู่ที่กลุ่มสาหร่าย 10% ที่ระดับ 0.87% และกลุ่มการทดลองที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีระดับที่น้อยที่สุดที่ระดับ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) แต่ละกลุ่มการทดลองได้ผลดังนี้ 90.99, 91.72, 94.63 และ 90.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กลุ่มการทดลอง 10 % มีระดับที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 3)

โดยทั่วไปอาหารที่ให้ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 1.00 จัดเป็นอาหารคุณภาพสูง สำหรับสัตว์น้ำประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.625 (Parker, 1987) ถ้าอาหารสัตว์น้ำมีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำกว่า 0.50 จัดเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
FCR	0.92	0.91	0.87	0.92
FCE	90.99	91.72	94.63	90.95

ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER), ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR)

ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) ในปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงในสาหร่ายที่ระดับต่างกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีระดับอยู่ที่ 2.86, 2.74, 2.90 และ 2.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารแสดงถึงการประเมินความสามารถของโปรตีนในอาหารที่ทำให้สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในแต่ละกลุ่มการทดลองมีระดับที่ใกล้เคียงกันและที่มากที่สุดอยู่ที่อยู่ที่กลุ่มสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์

เวียง (2542) กล่าวว่า อาหารที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนเป็น 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพสูง เพราะอาหารที่ให้สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำหนักของโปรตีนในอาหาร อาหารที่มีคุณภาพควรมีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนไม่ต่ำกว่า 0.5

ในการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการทดลองของ วิมล (2539) รายงานว่าปลาอุก ลูกผสมที่กินอาหารที่มีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ 94.6 – 95.1 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพของโปรตีนเท่ากับ 1.91 – 2.43

ประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) มีระดับอยู่ที่ 0.08, 0.09, 0.11 และ 0.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยการใช้ประโยชน์สุทธิของโปรตีนหรือสัดส่วนของโปรตีนทั้งหมดที่อยู่ในตัวปลาต่อโปรตีนทั้งหมดที่กินเข้าไปในกลุ่มการทดลองสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ มีระดับสูงที่สุด แสดงได้ว่าโปรตีนที่ปลากินเข้าไปถูกใช้ประโยชน์และถูกสะสมเป็นโปรตีนในตัวปลาหรือเนื้อเยื่อในร่างกายได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองสาหร่าย 0, 5, และ 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER)และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ(NPR) ในปลาอุกบึกที่อยู่ในระดับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
PER	2.86	2.74	2.90	2.62
NPR	0.08	0.09	0.11	0.19

การทดลองเลี้ยงลูกปลาอุกบึกด้วยอาหารผสมอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* ผง ที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 60 วัน พบว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพของโปรตีนและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีระดับใกล้เคียงกันกับสูตรอาหารที่ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง จึงอาจกล่าวได้ว่าการเลี้ยงลูกปลาอุกบึกอยู่นั้น การผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ลงไปในอาหารไม่ช่วยให้มีอัตราการเจริญที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บานชื่น (2532) ได้ทำการทดลองเลี้ยงลูกปลาอุกบึกด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสดที่แตกต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายเกลียวทองสด ทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพของโปรตีนและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าสูตรอาหารที่ผสมสาหร่ายเกลียวทอง

การศึกษการให้อาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ในการเลี้ยงปลาอุกบึก พบว่าการผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ลงไปในอาหาร มีผลให้ปริมาณของโปรตีนจากพืช และโปรตีนจากสัตว์ ในอาหารเปลี่ยนแปลงไป ทำให้โปรตีนจากพืชเพิ่มขึ้น แต่โปรตีนจากสัตว์ลดลง ซึ่งมีผลทำให้กลิ่นและรสของอาหารไม่ชวนกิน ซึ่งเกิดได้จากปลามีอาการตอบสนองต่ออาหารน้อยกว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง จะเห็นได้ชัดในอาหารที่มีผสมสาหร่าย *N. commune* ผง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอำนาจ (2525) ที่ว่า กลิ่นและรสชาติของอาหาร เป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้ปลากินอาหาร เมื่อกลิ่นและรสไม่ชวนกินอาหาร ปลาจึงไม่ยอมกินอาหาร จึงทำให้ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน การทดลองของ Viola (1985) ก็ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกัน

การที่ปริมาณของโปรตีนจากสัตว์ในอาหารลดลง ทำให้ปลาต้องหาโปรตีนจากแหล่งอื่น มาทดแทนโปรตีนจากสัตว์ที่ขาดหายไป สำหรับโปรตีนจากพืชที่เพิ่มขึ้น ส่วนที่เพิ่มได้มาจากสาหร่าย *N. commune* ผง ที่ผสมลงไป ดังนั้นปลาจึงต้องนำโปรตีนจากสาหร่าย *N. commune* มาใช้เพื่อทดแทนโปรตีนจากสัตว์ แต่เนื่องจากปลาอุกบึกมีลักษณะทางเดินอาหารแตกต่าง

จากปลากินพืช (FAO, 1980) ฉะนั้นจึงไม่สามารถย่อยสาหร่าย *N. commune* มาใช้ได้ไม่ตีเท่าที่ควร มีผลให้ปลาถูกบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง เจริญเติบโตช้ากว่า และนอกจากนี้การผสมสาหร่าย *N. commune* ผงลงไป นอกจากจะทำให้สัดส่วนของโปรตีนจากพืชและโปรตีนจากสัตว์เปลี่ยนไปแล้ว ยังทำให้เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบอื่นๆ ในอาหารเปลี่ยนแปลงไปด้วย สิ่งเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาด้วย

### ระดับโปรตีนในเนื้อปลา

จากการทดลองเพาะเลี้ยงปลาถูกบักอูยด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับต่างๆกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน ได้ทำการตรวจวัดค่าโปรตีนในเนื้อปลาในสภาพแห้ง และสภาพสด

จากทดลองเลี้ยงปลาถูกบักอูยด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *N. Commune* ทั้ง 4 ระดับ ให้ผลโปรตีนและความชื้นดังนี้ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้ง บางส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	ปริมาณ (%)			
	0	5	10	15
% โปรตีนของเนื้อปลาก่อนเริ่มการทดลอง	71.27±0.71	71.27±0.71	71.27±0.71	71.27±0.71
% โปรตีนอาหาร	37.7±0.05 <sup>A</sup>	40.02±0.06 <sup>B</sup>	39.55±0.19 <sup>B</sup>	41.52±0.57 <sup>C</sup>
% ความชื้นของเนื้อปลาสด	77.84±0.49 <sup>A</sup>	78.1±0.59 <sup>A</sup>	79.35±0.46 <sup>A</sup>	78.22±0.42 <sup>A</sup>
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสด	18.72±0.33 <sup>A</sup>	18.80±0.64 <sup>A</sup>	17.89±0.52 <sup>A</sup>	20.52±0.46 <sup>B</sup>
% ความชื้นของเนื้อปลาในสภาพแห้ง	3.86±0.27 <sup>A</sup>	5.55±1.33 <sup>A</sup>	4.21±0.13 <sup>A</sup>	3.6±0.09 <sup>A</sup>
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพแห้ง	81.23±0.81 <sup>A</sup>	81.08±1.39 <sup>A</sup>	82.99±1.05 <sup>A</sup>	90.82±0.26 <sup>B</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> ในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับโปรตีนที่ได้ของกลุ่มการทดลอง 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพสด คือ 18.72 ± 0.33, 18.80 ± 0.64, 17.89 ± 0.52 และ 20.52 ± 0.46 ตามลำดับ และระดับโปรตีนในสภาพแห้งคือ 81.23 ± 0.81, 81.08 ± 1.39, 82.99 ± 1.05 และ 90.82 ± 0.26 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระดับโปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองระดับสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลอง 0 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ว่าการผสมสาหร่าย *N. commune* กับอาหารสำเร็จรูปที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีระดับโปรตีนที่สูงที่สุดในการทดลองนี้ ส่วนระดับความชื้นของเนื้อปลาสดและเนื้อปลาสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองต่างๆ เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ของกลุ่มระดับสาหร่ายที่ต่างกัน

เมื่อนำระดับโปรตีนและความชื้นในเนื้อของปลาดุกชนิดอื่นมาเปรียบเทียบกับ กองโภชนาการ (2530) โดยแสดงจากคุณค่าอาหารที่กินได้ 100 กรัมโดยปลาดุกอูยมีความชื้นอยู่ที่ 76.50 เปอร์เซ็นต์ และปลาดุกด้าน 78.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับโปรตีนของปลาดุกอูยอยู่ที่ 20.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาดุกด้าน 18.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระดับโปรตีนและความชื้นในเนื้อของปลาดุกชนิดอื่นมีระดับที่ใกล้เคียงกันกับการทดลองนี้

ระดับ คาโรทีนอยด์ (Carotenoid) และ ระดับภูมิคุ้มกัน (Immune)

Carotenoid ในปลาดุกอูยที่เลี้ยงในอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับต่างกัน มีระดับอยู่ที่  $0.12 \pm 0.01$ ,  $0.29 \pm 0.05$ ,  $0.32 \pm 0.04$  และ  $0.46 \pm 0.06$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6) พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $0.46 \pm 0.06$  ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* 10, 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ยเท่ากับ  $0.32 \pm 0.04$ ,  $0.29 \pm 0.05$  และ  $0.12 \pm 0.01$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาที่ทดลองในสูตรอาหารผสมสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหารผสมสาหร่าย 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มสาหร่าย 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ อาหารที่ผสมสาหร่าย *N. commune* 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ที่น้อยที่สุด แต่ระดับที่ผสมสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลามากที่สุดในการทดลอง

จากผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณคาโรทีนอยด์มากกว่ากลุ่มการทดลองที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายลงในอาหาร ซึ่งอาจเป็นเพราะได้รับสาหร่ายที่มีปริมาณคาโรทีนอยด์ในปริมาณที่มากขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ในการผสมสาหร่ายลงไป ซึ่งส่งผลต่อการสะสมปริมาณคาโรทีนอยด์มากกว่าเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสาหร่ายมีรงควัตถุจำพวกคาโรทีนอยด์ ซึ่งแสดงว่า *N. commune* มีผลต่อการปรับปรุงสีในปลาตู้บิกอูย และระดับที่ผสมสาหร่าย 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลที่ไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายที่สั้นเกินไปทำให้การเพิ่มขึ้นของ คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บานซึน (2532) โดยทำการศึกษากการใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ขนาด 3 นิ้ว เพื่อศึกษามวลของสาหร่ายเกลียวทองที่มีต่อสีของปลาตู้บิกอูย ผลจากการวัดระดับความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสดทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เป็นดังนี้คือ ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเมื่อเลี้ยงปลาจนครบ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมสาหร่ายสาหร่ายเกลียวทองสด 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหาร และเมื่อวัดความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ก็ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหาร แต่เมื่อทำการวัดความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสัปดาห์ที่ 8 พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสด 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.910 ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสด 10, 5, และ 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ยเท่ากับ 0.786, 0.602 และ 0.398 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาที่ทดลองในแต่ละสูตรอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ระดับภูมิคุ้มกัน (Immune) ในปลาตู้บิกอูยที่เลี้ยงในอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอาหาร มีระดับอยู่ที่ 0.249, 0.284, 0.338 และ 0.229 ตามลำดับ โดยระดับที่มากกว่า 0.219 จะมีผลต่อ ภูมิคุ้มกันแสดงว่าทุกกลุ่มการทดลองอาหารมีผลต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันขึ้นโดยกลุ่มสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันมากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าของ caroteniod และ Immune ในปลาตู้บิกอูยที่ได้รับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างๆกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
caroteniod ( $\mu\text{g}$ )	0.12 $\pm$ 0.01 <sup>A</sup>	0.29 $\pm$ 0.05 <sup>B</sup>	0.32 $\pm$ 0.04 <sup>B</sup>	0.46 $\pm$ 0.06 <sup>C</sup>
Immune	0.249	0.284	0.338	0.229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill (1980) กล่าวว่าเพลงก้ตอนในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีคุณค่าทางอาหารที่สูงกล่าวคือมีโปรตีนที่สูงและเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพเนื่องจากประกอบด้วยโปรวิตามิน แคลโรทีนอยด์และกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hayashi และคณะ (1996, 1993) โดยนำสารสกัดจากสไปรูไลนามาทดลองใช้ในการยับยั้งเชื้อไวรัสหลายชนิด พบว่าสารสกัดจากสไปรูไลนาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัส Herpes simplex virus type 1 และ Human immunodeficiency virus type 1 ที่ก่อให้เกิดโรคเริมและเอดส์ได้ โดยสารสกัดที่ได้จาก สไปรูไลนาที่มีผลยับยั้งไวรัส เรียกว่า แคลเซียม สไปรูแลน (Calcium spirulan) เป็นโมเลกุลน้ำตาลโพลีแซคคาไรด์ ประกอบด้วยซัลเฟอร์ (sulfur) และแคลเซียม (calcium) และจากการศึกษาของ ปิยาลัย และคณะ (2545) พบว่าสารสกัดจากสไปรูไลนาความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาวได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการเพาะเลี้ยงปลาอุกบีกอู๋ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสาหร่าย *Nostoc commune* ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำหนักรอาหาร ปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% ส่วนระดับโปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองระดับสาหร่าย 15% ให้ผลระดับโปรตีนที่ดีที่สุด คือ  $20.52 \pm 0.46$  และ  $90.82 \pm 0.26$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ โดยระดับความชื้นของเนื้อปลาสดและเนื้อปลาในสภาพแห้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในแต่ละกลุ่มการทดลอง ซึ่งระดับสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำหนักรอาหารนั้นเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงปลาอุกบีกอู๋ให้เพิ่มระดับโปรตีนมากที่สุดและระดับสาหร่าย 0, 5, และ 10 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันจากการทดลอง อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีระดับที่ใกล้เคียงกัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในกลุ่มทดลองระดับสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ระดับ 94.63% ส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) ในการทดลอง ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) ที่ดีที่สุดอยู่ที่กลุ่มระดับสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ 2.90 และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) ที่กลุ่มระดับสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ คือ 0.19 ซึ่งมีความมากที่สุดในการทดลอง ระดับภูมิคุ้มกันในตัวปลาสูงขึ้นดีที่สุดในการใช้สาหร่าย 10 % ผสมในอาหาร และสารสีคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลามีมากขึ้นตามเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของสาหร่าย อาหารผสมสาหร่าย 15 % ช่วยให้เนื้อปลามีสีที่เข้มขึ้นมากที่สุดในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2530 ข. ปลาที่เพาะเลี้ยงง่ายตามโครงการบำรุงพันธุ์ปลาแบบประชาอาสา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 112 น.
- กรมประมง. 2541. การเพาะเลี้ยงปลาดุกบึกอูย. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 30 น.
- กัลยา ยงพุกษา. 2529. การอนุบาลลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ด้วยอาหารผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ชลบุรี.
- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยในสวนที่กินได้ 100 กรัม. กองโภชนาการ กรมอนามัย, กรุงเทพฯ. 120 น.
- เชษฐพงษ์ บุตรเทพ. 2526. ผลของวิตามินละลายน้ำที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดวงรัตน์ มีแก้ว. 2526. การเจริญเติบโตของปลาดุกดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากพืชต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, มะลิ บุญยรัตผลิน และ นันทิยา อุนประเสริฐ. 2525. อาหารปลา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 87 น.
- ปิยะพงศ์ โชติพันธ์. 2527. การทดลองเลี้ยงลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ด้วยเนื้อปลาบดผสมสาหร่ายสไปรูไลนาผง, น. 1-14. ใน รายงานประจำปี 2525- 2526. สถานีวิจัยประมงศรีราชา, ชลบุรี.
- ปิยาลัย เหมทานนท์, สภาพร ติเรกบุษราคัม และ วิษณะ บุญญาวิวัฒน์. 2547. การใช้สาหร่ายสไปรูไลนา (*Spirulina phtensis*) ในการป้องกันโรคตัวดวงขาวในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus mondon*). เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2547. มหาวิทยาลัยลัดกษณ์. นครศรีธรรมราช.
- วิวัฒน์ ธารุทธิ. 2523. การใช้ *Spirulina sp.* และ *Oscillatoria sp.* เป็นอาหารและส่วนประกอบของอาหารผสม สำหรับเลี้ยงลูกปลาใน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุคาโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ, *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิมล จันทโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์ และ ทศนีย์ เสริมวัฒนากุล. 2539. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารปลาคุณภาพผสมที่ผลิตโดยอ้างอิงข้อมูลความต้องการสารอาหารสำเร็จรูปจากโรงงาน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 179. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ. 20 น.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2540. โภชนาการสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.
- บานชื่น ชลสวัสดิ์. 2532. การใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาวและปลาดุกอุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 78 น.
- อาภารัตน์ มหาจันทร์ อุษา กลิ่นหอม มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์ เจษฎา ทิพย์สุขศรี และวัชรีย์ กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็ดคลาบ (*Nostoc commune*, Cyanophyta). 1-84 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์. 2525. อาหารปลา. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 180 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์ และ เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2524. ความต้องการโปรตีนของปลาดุกด้าน. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 16 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์, วิทย์ ธารชลาณุกิล และ ประวิทย์ สุวรินทร์. 2527. ผลของระดับโปรตีนแหล่งที่มาของโปรตีนในอาหารผสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิล. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 22 น.
- Allen, M. B. 1952. *Arch. Mikrobiol.* 17-34 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.
- Alison, F. E. และ Hoover, S. R. 1935. *Trans. 3<sup>rd</sup> Intern. Congr. Soil Sci. Moscow.* 3: 24 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah as the time of India. New Delhi. 11-175.
- Alison, F. E. และ Hoover, S. R. และ Morris, H. J. 1937. *Bot. Gaz.* 98:433 อ้างโดย Singh,R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Atack T.H., K. Jauncey and A.J. Metty. 1979. The utilization of some single cell proteins by fingerling mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 18: 337-348.
- Bhomiratana, A. 1977. 6<sup>th</sup> report on the production and utilization of algae as a protein source in Thailand. *Algae Project*. Kasetsart University Institute of Food Research and Product Development. 98 – 100.
- Brittol, B.M. 1927 อ้างโดย Singh, R.N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11 – 175.
- Choubert, G. 1979. tentative utilization of spirulin algae as a source of carotenoid pigments for rainbow trout. *Aquaculture* 18 : 135:143.
- Cuzon, G. , R. dos Santos, M. Hew and G. Poullaouec. 1985. Use of spirulina in shrimp (*Penaeus Japonnicus*) diet. *ASFA* 1. 15(2) : 345.
- Dabrowski, K. and B. Kozak. 1979. The use of fish meal and soyabean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. *Aquaculture* 18 ; 107-114.
- FAO. 1980. Fish feed technology. Lectures presented at the FAO/UNDP Training course in Fish feed technology, held at the college of Fisheries, University of Washington, Seattle, Washing, U.S.A., 9 October – 15 December 1978. 395 p.
- Fox, M. H. 1967. An introduction to the algae. 25 – 36.
- Fritsch, F. E. 1922. *T. Ecol.* 10 : 220. อ้างโดย Singh, R.N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal sah at the time of India. New delhi. 11 – 175.
- Fritsch, F. E. 1945. The structure and reproduction of the algae. 2 : 768. Cambridge university Press. อ้างโดย Singh, R. N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.
- Hepher, B., J. Chervinski and H. Tagari. 1971. Studies on carp nutrition III., Experiments on the affect on fish yield of dietary protein source and concentration. *Bamidgeh* 23 (1) : 11-37
- Hill., C. 1980. *The Secrets of Spirulina*. University of the Trees Press, Boudier Creek, California. 218 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Huang, A., Liu, Y., Paulsen, B. S. and Klaveness, D. 1998. Studies on polysaccharide from three edible species of *Nostoc* (cyanobacteria) with different colony morphologies : comparison of monosaccharide composition and viscosities of polysaccharides from field colonies and suspension culture. *J. Phycol.* 34:962-968. อ้างโดย อภาภรณ์ มหาขันต์ อา กลิ่นหอม มยุรีตั้งธนาภูวัฒน์ เจาภา ทิพยะสุขศรี และวัชร กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็บลาบ(*Nostoc Commune*, Cyanophyya). 1 – 84 น.
- Hori, K., Ishibashi, G. and Okita, T. 1994. Hypocholesterolemic effect of blue – green alga. *Ishikurage (Nostoc commune)* in rat fed atherogennic diet. *Plant Food hum. Nutr.* 45 : 63 – 70. อ้างโดย รัตน์ มหาขันต์ อา กลิ่นหอม มยุรีตั้งธนาภูวัฒน์ เจาภา ทิพยะสุขศรี และวัชร กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็บลาบ(*Nostoc Commune*, Cyanophyya). 1 – 84 น.
- Kratz,W.A. Myers, J. 1955. *Amer. T. Bot.* 42:282 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of blue green algae in nitrogen Economy of India. *Indian Council of Agricultural research. Pyarelal Sah at the of India. New delhi.* 11-175.
- Nandeesh, M.C.,Gangadhara, B.,Manissery, J.K., and L.V. Venkataraman.2001. Growth performance of two Indian major carps,catta (*Catta catta*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*.*Bioresource Technology.* 80 : 117 – 120.
- National Research Council. 1977. *Nutrient Requirement of Warmwater Fish.* National Academy of Sciences, Washington, D.C. 78 P.
- Nakamura, H. 1982. *Spirulina : Food for a Hungry World , a Pioneer is Story in Aquaculture.* University of the Trees Press, Boulder Creek , California. 215 p.
- Parker, N.C. 1987. Feed conversion indices controversy or convention *The Progressive fish Culturists* 49(3):161 – 166.
- Shell, E. W. 1968 . *Feedds and feeding of warmwater fish in north america.* FAO *Fish.Rep.* 14(3): 320 – 325.
- Smith, R.R. 1971. A method for measuring digestibility and metabolizable energy of fish feeds. *Prog. Fish. Cult.* 33(3) : 132 – 134.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Stanley, J.G. and J. B. Jones. 1976. Feeding algae to fish. *Aquaculture* 7 : 219 – 223.
- Takenaka., Y. Yamaguchi, S. Sakaki, K. Watarai, N. Tanaka, M. Hori, H. Seki, M. Tsuchida, A. Yamada, T. Nishimori and T. Morinaga. 1998. Safety evaluation of *Nostoc* Flageliforme (*Nostocales*, *Cyannophyceae*) as a potential food. *Food and chemical Toxicology*. 36: 1073 – 1077.
- Venkataraman, L.V. 1983. A Monograph on *Spirulina Platensis*. Central Food Technological Research Institute, Mysore. 100 p.
- Viola, S. 1975. Experiments on nutrition of carp growing in cage, Part 2 : Partial substitution of fish meal. *Bamidgeh* 27(2) : 40 – 48.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงน้ำหนักปลาตุ๋นบักกอย (กรัม) ที่ได้รับ *Nostoc commune* ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

วัดครั้งที่	ปริมาณสาหร่าย (%)			
	0%	5%	10%	15%
1	1.62±0.08	1.61±0.06	1.40±0.04	1.26±0.06
2	2.25±0.19	1.92±0.10	1.77 ±0.08	1.55±0.06
3	3.30±0.40	2.74±0.20	2.42±0.13	2.25±0.14
4	4.94±0.47	4.02±0.33	3.60±0.19	3.58±0.24
5	8.33±0.94	6.37±0.55	5.66±0.37	5.38±0.30
6	10.85±1.22	9.06±0.83	8.07±0.64	7.78±0.46
7	14.80±1.72	12.03±1.20	11.62±0.90	10.95±0.74

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความยาวปลาตุ๋นบักกอย (เซนติเมตร) ที่ได้รับ *Nostoc commune* ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

วัดครั้งที่	ปริมาณสาหร่าย (%)			
	0%	5%	10%	15%
1	4.79±0.08	4.98±0.08	4.84±0.06	4.71±0.07
2	5.44±0.14	5.36±0.10	5.26±0.10	5.03±0.09
3	6.14±0.20	6.06±0.14	5.83±0.10	5.66±0.12
4	7.17±0.25	6.91±0.20	6.78±0.13	6.51±0.13
5	8.53±0.33	8.15±0.25	7.79±0.18	7.54±0.17
6	9.53±0.37	9.02±0.30	8.90±0.23	8.80±0.21
7	10.74±0.39	10.2±0.34	10.04±0.28	10.15±0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) ของปลาอุกบึกอู๋ที่ได้รับ  
*Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณสาหร่าย(%)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม)
0%	0.219643 ± 0.029116
5%	0.177333 ± 0.019757
10%	0.170667 ± 0.01538
15%	0.163214 ± 0.012085

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion rate,FCR) ของ  
ปลาอุกบึกอู๋ที่ได้รับ *Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	ปลากินอาหารรวม		FCR (1)/(2)
	(กรัม) (1)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)(2)	
<i>N. commune</i> 0%	341.76	368.89	0.926455
<i>N. commune</i> 5%	285.23	312.38	0.913087
<i>N. commune</i> 10%	267.64	306.72	0.872587
<i>N. commune</i> 15%	249.53	271.05	0.920605

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE) ของปลาดุกบักอูยที่ได้รับ *Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น		FCE (%) [(1)*100]/(2)
	(กรัม)(1)	(กรัม) (2)	
<i>N. commune</i> 0%	341.76	375.6	90.99042
<i>N. commune</i> 5%	285.23	310.97	91.72267
<i>N. commune</i> 10%	267.64	282.83	94.62928
<i>N. commune</i> 15%	249.53	274.36	90.94985

ตารางผนวกที่ 6 แสดงปริมาณค่าโรทีนอยด์ในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์/กรัมเนื้อปลา)

	5%	10%	15%
0%			
0.11	0.44	0.31	0.67
0.14	0.28	0.42	0.44
0.14	0.18	0.36	0.54
0.10	0.26	0.22	0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห่งในการเลี้ยงปลาอุกบึกก้อย

Effect of feeding diet containing dry *Nostoc commune* to Hybrid clarias catfish

(*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*)

การให้สาหร่าย *Nostoc commune* ผสมกับอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อปลาอุกบึกก้อย โดยใช้อาหาร 4 สูตร คือ อาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *N. commune* ในปริมาณ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักปลา ใช้เวลาการเลี้ยง 60 วัน จากการทดลองพบว่า เมื่อให้อาหารปลาโดยใช้อาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร พบว่าปลาอุกบึกก้อยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่  $0.22 \pm 0.03$ ,  $0.18 \pm 0.02$ ,  $0.17 \pm 0.02$  และ  $0.16 \pm 0.01$  กรัมต่อวัน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอยู่ที่  $3.47 \pm 0.77$ ,  $3.13 \pm 0.56$ ,  $3.40 \pm 0.49$  และ  $3.52 \pm 0.39$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่  $14.80 \pm 1.72$ ,  $12.03 \pm 1.20$ ,  $11.63 \pm 0.91$  และ  $10.95 \pm 0.75$  กรัมต่อวัน ตามลำดับ และความยาวเฉลี่ยอยู่ที่  $10.74 \pm 0.40$ ,  $10.20 \pm 0.35$ ,  $10.05 \pm 0.28$  และ  $10.16 \pm 0.26$  เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% ต่อน้ำหนักอาหาร พบว่ามีระดับที่ใกล้เคียงกัน เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาอุกบึกก้อยในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองสาหร่าย 15% อยู่ที่ระดับ  $90.82 \pm 0.26$  เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ ส่วนค่าประสิทธิภาพของโปรตีนของปลาอุกบึกก้อยที่ได้รับ *Nostoc* ที่ระดับ 0%, 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.86, 2.74, 2.90 และ 2.62 และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08, 0.09, 0.11 และ 0.19 ตามลำดับ ระดับภูมิคุ้มกันในปลาอยู่ที่ 0.249, 0.284, 0.338 และ 0.229 ตามลำดับ โดยมีมากที่สุดในตัวปลาที่รับอาหารผสมสาหร่าย 10% ผลของการทดลองอาหารทุกสูตรในการทดลองมีผลทำให้ระดับภูมิคุ้มกันในตัวเพิ่มมากขึ้นและระดับของคาโรนอยด์ในเนื้อปลามีระดับสูงสุดในปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สุวีร์รัตน์ เรืองสมบุญธรรม เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยดูแลเอาใจใส่ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงมาได้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้าทั้งเรื่องการเรียนรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ชีวิตต่าง ๆ นานา รวมทั้งต้องขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่เสียเวลาคอยให้ความสนับสนุนช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดมา และขอขอบพระคุณคุณยาย คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

นายเศรษฐกานต์ กองวงษ์

มีนาคม 2549



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลองและวิจารณ์	23
สรุป	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย <i>Nostoc commune</i>	6
2	ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR), น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการรอดตายของปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่าง ๆ กัน	25
3	ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCR), ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCE)ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่าง ๆ กัน	26
4	ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER)และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ(NPR) ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่างๆ	27
5	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งบางส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	28
6	ค่าของ caroteniod และ Immune ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย <i>Nostoc</i> ที่ระดับต่างๆกัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	38
2	แสดงความยาวปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ระดับต่างๆ ที่ทำการวัดทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง	38
3	แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) ของปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ที่ระดับต่างๆ	39
4	แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR) ของปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>Nostoc commune</i> ที่ระดับต่างๆ	39
5	แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE) ของปลาอุกบีกอูยที่ได้รับ <i>N. commune</i> ที่ระดับต่างๆ	40
6	แสดงปริมาณคาร์บอนอยด์ในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัมคาร์บอนอยด์/กรัม)	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงน้ำหนักของปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน	23
2	กราฟแสดงความยาวของปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) เป็นปลาเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและเป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกรเนื่องจากเลี้ยงง่ายมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว อีกทั้งทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดี ทั้งยังเป็นที่ยอมรับโรคของประชาชน เนื่องจากมีรสชาติดีและราคาถูกดังนั้นปลาดุกบิ๊กอุยจึงมีแนวโน้มที่เกษตรกรต้องการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ จึงได้มีการทดลองนำวิทยาการต่างๆมาใช้พัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย เพื่อให้ปลามีผลผลิตการเจริญเติบโต ความต้านทานโรคที่สูงขึ้นและมีคุณภาพสีปลาที่ต้องการของตลาดมากขึ้น

การนำสาหร่ายมาใช้ผสมอาหารเป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้ปรับปรุงการเพาะเลี้ยงเนื่องจากสาหร่ายถูกค้นพบว่าสามารถนำมาบริโภคได้และเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าสำหรับสัตว์และมนุษย์ เช่น สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.) สาหร่าย *Nostoc commune* เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันสาหร่ายเกลียวทองได้รับความนิยมนำมาผสมในอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และสารเร่งสี astaxanthin ที่มีอยู่ในสาหร่ายพวกนี้

สาหร่าย *N. commune* ก็เป็นสาหร่ายชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกับสาหร่ายเกลียวทอง จึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาผสมอาหารสัตว์ได้ ดังนั้นในปีพ.ศ. นี้จึงศึกษาถึงผลของสาหร่าย *N. commune* ที่ผสมในอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยเพื่อที่จะสามารถนำสาหร่าย *N. commune* นี้ไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในด้านใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากสาหร่ายเกลียวทองที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย
2. เพื่อศึกษาผลของแคโรทีนอยด์ในสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อสีของเนื้อปลาดุกบิ๊กอุย
3. เพื่อศึกษาผลของสาหร่าย *N. commune* ที่มีต่อระดับโปรตีนในเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยและระดับภูมิคุ้มกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### สาหร่าย *Nostoc commune*

สาหร่าย *Nostoc commune* สายพันธุ์ TISTR 8283 จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชื่อถือได้ว่าเป็นพืชชั้นต่ำที่มีลักษณะแตกต่างจากสาหร่ายในกลุ่มอื่นๆอย่างชัดเจนคือ

1. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นพวก Prokaryotic คือไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงและไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส 2. เป็นกลุ่มที่ไม่มีหนวดสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่ 3. เมื่อมีการเคลื่อนที่จะใช้วิธีที่เรียกว่า Gliding 4. มี Biloprotein เป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงและมีแคโรทีนอยด์บางชนิด เช่น Myxoxanthin และ Myxoxanthophyll 5. อาหารสะสมมีองค์ประกอบของโปรตีนเรียกว่า Cyanophycin (Fox, 1967)

*N. commune* เป็นชนิดที่มีการบริโภคที่มีการบริโภคกันมากในหลายประเทศ เช่น โบลิเวีย เอกวาดอร์ ฟิลิปปินส์ อินโดเนเซีย ญี่ปุ่น เม็กซิโก มองโกเลีย และจีน ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า ไชหิน, ดอกหิน หรือ เห็ดลาบ ประเทศจีนเรียกว่า Koxianmi ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า Ishikurage ส่วนในแถบยุโรปเรียกว่า *Nostoc* ว่า Star shot, Star jelly, Witch is butter หรือ Fairies butter สาหร่าย *Nostoc commune* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ มีลักษณะเป็นแผ่นวุ้นแบนบางคล้ายเห็ดหูหนูสีเขียวที่ขึ้นบนดิน ชาวบ้านในพื้นที่อำเภอณาเขือก จังหวัดมหาสารคาม นิยมเก็บไปทำลาบจึงทำให้ได้ชื่อประจำท้องถิ่นว่า เห็ดลาบ

### อนุกรมวิธาน

Division	Cyanophyta
Class	Cyanophyceae
Order	Nostocales
Family	Nostocaceae

### ลักษณะของสาหร่าย *N. commune*

*N. commune* มีลักษณะของเซลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีแคปซูลเจลใส ห่อหุ้มตัวรวมกันอย่างหนาแน่น มีลักษณะนุ่มหรือแน่นทำให้มีลักษณะผิวคล้ายแผ่นหนัง สามารถสร้างกลุ่มเซลล์ได้ทั้งขนาดเล็กขนาดใหญ่ ทรัยโคมอยู่เดี่ยวๆมีความกว้าง 5-7 ไมครอน เส้นสายมีความกว้างของเซลล์เท่ากันทั้งสาย ไม่แตกแขนง อาจมีเมือกสีใส หรือไม่มีสีหุ้มอยู่ มีเฮเทอโรซิสต์ใช้ในการตรึงไนโตรเจนกว้างประมาณ 7.25 ไมครอน ส่วนใหญ่พบว่ามีตำแหน่งอยู่ทางด้านปลายสุดของเส้นสายเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า เบซอลเฮเทอโรซิสต์ (Basal heterocyst) บางครั้งอาจพบอยู่กลางทริยโคม อาจพบอะคิเน็ต (Akinete) ซึ่งทำหน้าที่สืบพันธุ์อยู่ติดกับเฮเทอโรซิสต์ (อาภารัตน์, 2546)

สาหร่าย *N. commune* มีลักษณะเป็นวุ้นแบนบางหนา 1.0 มิลลิเมตร มีสีตั้งแต่สีน้ำเงินแกมเขียวจนถึงสีเหลือง ซึ่งคล้ายเห็ดหูหนูสีเขียวที่ขึ้นบนดิน ขนาดของแผ่นจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ที่พบ หากเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังและอยู่นานสาหร่ายที่พบจะมีลักษณะเป็นแผ่นขนาดใหญ่ ส่วนสาหร่าย *N. commune* แห่งจะมีลักษณะหดตัวเป็นแผ่นแข็งสีน้ำตาลถึงดำมีลักษณะขรุขระ

ลักษณะเด่นของ *N. commune* คือสามารถสร้างโพลีแซคคาไรด์แล้วปล่อยออกนอกเซลล์ได้ในลักษณะคล้ายเมือก (Extracellular polysaccharide) ที่ปล่อยออกทุกทิศทางหรืออยู่ในเซลล์รูปแคปซูลห่อหุ้ม (Capsular jelly)

### แหล่งที่อยู่อาศัย

*Nostoc* มีการแพร่กระจายไปทั่วโลกสามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นรวมทั้งเขตขั้วโลกด้วย แต่มักจะพบได้น้อยในน้ำเค็ม (Fritsch, 1945) นอกจากนี้ที่อยู่อาศัยของสาหร่ายในกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินยังสามารถพบได้ทั้งในน้ำ บ่อน้ำร้อน บนดินและก้อนหินที่ชื้นและรวมถึง ตามต้นไม้ที่ชื้นและโดยอยู่ร่วมกับแบคทีเรียในลักษณะที่เรียกว่าไลเคน (Collmatenax) ด้วย หรืออาจอาศัยอยู่ภายในต้นพืช เช่น เฟิร์น ลิเวอร์เวิร์ด อีกด้วย (Singh, 1961) Fritsch (1922) อ้างโดย Singh, 1961 ได้แบ่งที่อยู่อาศัยของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบนพื้นดินออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ผิวน้ำดิน เรียก Subterranean community
2. กลุ่มที่อาศัยอยู่ผิวน้ำดินหรือใต้ผิวน้ำดินเพียงเล็กน้อย เรียก Surface community
3. กลุ่มที่อาศัยอยู่บนซับสเตรทอื่นๆ เช่น ก้อนหิน, ลำต้นของต้นไม้ เรียก Terrestrial substrata
4. กลุ่มที่ลอยลอยอยู่ในอากาศ เรียก Aerial community

ในกลุ่ม Subterranean community เป็นที่ทราบกันว่าสาหร่ายบางชนิดมักจะพบในบริเวณที่มีแสงแดดน้อยแต่มีสารอินทรีย์สูง จัดเป็นพวก Chemo-organotrophic ได้มีการศึกษายืนยันว่า *N. muscorum* สามารถเจริญเติบโตได้ในที่มืดโดยใช้กลูโคสหรือซูโครส แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำเมื่อถูกเลี้ยงภายใต้ภาวะที่มีแสง (Alliso และคณะ, 1937 และ Myers, 1955) อ้างโดย Singh (1961) Allen (1952) อ้างโดย Singh (1961) พบว่าสาหร่ายอื่นๆเจริญเติบโตได้ช้าเมื่อไม่มีแสง แม้ว่าจะได้รับสารอาหารที่เหมาะสม อาจจะเป็นเพราะว่าสาหร่ายจะต้องดำรงชีวิตแย่งอาหารกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆในดินและดูเหมือนว่าสาหร่ายจะแข่งขันได้ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bristol (1927) อ้างโดย Singh (1961) พบว่าประชากรสาหร่ายมีความอุดมสมบูรณ์มากได้พื้นดินลงมา 1 นิ้ว และพบว่ามี 4 นิ้วได้พื้นดินมีจำนวนมากกว่า ในขณะที่ 2-3 นิ้วได้พื้นดินและต่ำกว่า 4 นิ้วได้พื้นดินมีจำนวนประชากรสาหร่ายน้อย เป็นที่ทราบกันดีว่าที่ความลึก 4 นิ้วได้พื้นดินนั้นมิกิจกรรมทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดินมากที่สุด ในประเทศไทย *Nostoc* ลอยอยู่บนผิวน้ำ (Bhuminatana, 1977)

### การสืบพันธุ์ของ *Nostoc*

ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเลย สาหร่ายสกุล *Nostoc* มีการสืบพันธุ์โดยการหักท่อน ในบางชนิดการขาดของเส้นสายจะขาดตรงจุดที่มีเฮเทอริโรซิสต์ อาจมีการสร้างโฮโมโกเนีย (Homogonia) ภายในเส้นสายที่เรียกว่าทริโคมโดยอาศัยวิธี Gliding motion การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสามารถทำได้โดยการสร้าง Akinete ซึ่งมักพบในเส้นสายที่มีความยาว เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่และมีอาหารสะสมอยู่มาก โดยได้รับอาหารมาจากเฮเทอริโรซิสต์ (Fox, 1967)

Lazaroff และ Vishniac อ้างโดย Fox (1967) ได้ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของ *N.muscorum* จากการศึกษารูปได้ว่า *N.muscorum* มีวงจรชีวิต 2 แบบ คือ Heterocystous cycle และ Sporogenous cycle ในสภาวะที่มีการสังเคราะห์แสง คือ มีแสงเพียงพอและใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงจะมีการสืบพันธุ์โดยสร้างโฮโมโกเนีย และมีหักท่อนของเส้นสายที่เฮเทอริโรซิสต์ แต่เมื่อ *N.muscorum* เจริญเติบโตในสภาวะที่ไม่มีแสงและมีกลูโคสหรือซูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนมันจะแตกเส้นสายเป็นเซลล์เดี่ยวๆในตอนแรกเซลล์ที่พร้อมตัวเป็น Motile filament (มีลักษณะเหมือนกับโฮโมโกเนีย) และเข้าสู่ระยะเฮเทอริโรซิสต์ เมื่อได้รับแสง Motile filament จะเจริญเป็น heterocystous filament หลังจากช่วงระยะ anatomosis (Fox, 1967)

### การใช้ประโยชน์จาก *Nostoc*

*Nostoc* มีทั้งประโยชน์และความสามารถก่อความรำคาญให้กับคนได้ เช่น *Nostoc* ที่ขึ้นบนสนามหญ้าก่อให้เกิดความรำคาญโดยทำให้สกปรกเลอะเทอะได้ นอกจากนี้ *Nostoc* ยังก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในน้ำดื่ม (Takenaka et al., 1998)

ในการใช้ประโยชน์จาก *Nostoc* พบว่า *Nostoc* บางชนิดสามารถนำมารับประทานได้ บางชนิดใช้เป็นยารักษาโรคมะเร็ง โรคเกาต์ ลดคอเลสเตอรอลได้อย่างมีนัยสำคัญในหนูทดลองซึ่งคาดว่าความสามารถลดคอเลสเตอรอลนี้น่าจะมาจากใยอาหารของ *Nostoc* (Hori et al., 1994 อ้างโดย อภารัตน์ , 2546) นอกจากนี้ *Nostoc* นี้ยังนำมาใช้ในการบำบัดโรคตาบอดในเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางคืน แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวกหรือความเจ็บป่วยที่ไม่รุนแรงต่างๆ มีงานวิจัยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำร้อนจาก *N. flageliforme* มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของสารโพลีแซคคาไรด์จากแหล่งธรรมชาติจะมี กลูโคส ไซโรสและกาแลคโตส ในสัดส่วน 2:1:1 โดยประมาณ (Huang et al., 1998 อ้างโดย อภารัตน์, 2546)

ชาวบ้านในพื้นที่อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม นิยมเก็บ *N. commune* มาเป็นอาหารโดยมีความเชื่อตามภูมิปัญญาท้องถิ่นว่าการบริโภคสาหร่ายเห็ดลาบจะช่วยรักษาระบบทางเดินกระเพาะอาหารและลำไส้ ( อภารัตน์, 2546) นอกจากนี้ *Nostoc* ชนิดอื่นๆที่สามารถนำมาบริโภคได้เช่น *N. flageliforme* หรือ Facai หรือ Black moss ที่นิยมนำมาเป็นอาหารสุขภาพกันในประเทศจีนและประเทศในแถบตะวันออกเฉียงใต้ ( Takenaka et al., 1998)

นอกจากประโยชน์ที่ได้จากการนำ *Nostoc* มารับประทานเป็นอาหารแล้วเรายังสามารถสกัดสารต่างๆจาก *N. commune* มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้อีกด้วย Kobayashi และคณะ (1994) อ้างโดย Kajiyama (1998) ได้ทำการศึกษาและรายงานพบว่า Antimitotic compound, Nostodione A จากสารสกัด *N. commune* ที่ขึ้นอยู่บนพื้นดินได้ Kajiyama (1998) ทำการสกัดจากพื้นดินพบว่าให้สารที่สามารถต่อต้านการเจริญของเชื้อราได้ (Antifungal) เรียกว่า Nostofungicide ซึ่งเป็น lipopeptide ที่มี 3-amino-6-hydroxyl stearic acid (Ahs) เป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้าง Nostofungicide พบว่ามีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus candidus* โดยความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ใช้ยับยั้งได้ (Minimum Inhibitory Concentration : MIC) เท่ากับ 1.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และนอกจากนี้ยังพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวในหนูด้วย โดยมีค่า  $IC_{50}$  หรือความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ได้ร้อยละ 50 ( Concentration required for 50% inhibition of cell growth) เท่ากับ 1.5 ไมโครโมล ต่อ NSF 60 เซลล์ ( Kajiyama , 1998)

De Calno et al., (1990) อ้างโดย Takenaka H. et al., (1998) พบว่าสารสกัด Phenolic extract จาก *Nostoc* สามารถยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นตัวก่อให้เกิดโรคในคนได้ Takenaka et al., (1998) พบว่า *N. flageliforme* ที่แยกออกมาจากดินสามารถเพิ่มกระบวนการทำงานของเซลล์ macrophage ในหนูได้ ดังนั้น *Nostoc* จึงมีศักยภาพในการนำมารับประทานเป็นอาหารเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ( Takenaka H. et al., 1998)

และนอกจากนี้ *Nostoc* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอื่นๆที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้นั้นพบว่าสามารถช่วยให้ต้นไม้และข้าวในนาที่สาหร่ายเหล่านี้อาศัยอยู่เจริญงอกงามได้ดีอีกด้วย เนื่องมาจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจึงที่เป็นที่ยึดเกาะอยู่นั้นได้รับไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักอย่างเพียงพอด้วย (Takenaka H. et al., 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc commune*

อาภารัตน์ (2546) ได้ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่บริโภคได้ พบในพื้นที่คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติป่าดงลำพัน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม พบว่ามีคุณค่าทางอาหารดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Nostoc commune*

รายการ ( หน่วย )	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม/100กรัม)	10.19
โปรตีน (กรัม/100กรัม)	20.26
เถ้า (กรัม/100กรัม)	16.2
ไขมันทั้งหมด (กรัม/100กรัม)	0.02
ใยอาหาร (กรัม/100กรัม)	43.0
วิตามินเอ (ไมโครกรัม/100กรัม)	2.31
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม/100กรัม)	0.02
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม/100กรัม)	0.01
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100กรัม)	ตรวจไม่พบ
แคลเซียม (กรัม/100กรัม)	3.55
เหล็ก (กรัม/100กรัม)	0.28
กรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100กรัม)	
Asparatic acid	3166.21
Threonine*	1193.92
Serine	1186.14
Glutamic acid	2064.97
Proline	486.36
Glycine	1044.1
Alanine	1658.27
Cystine	ตรวจไม่พบ
Valine*	1220.93
Methionine*	49.33
Isoleucine	797.17
Leucine*	1374.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ ( หน่วย )	ปริมาณ
Tyrosine	446.47
Phenylalanine*	1000.05
Histidine	886.22
Lysine*	450.99
Arginine	1015.52
Tryptophan*	35.62

\* กรดอะมิโนจำเป็น ( essential amino acid )

ที่มา : อภารัตน์. (2546)

1. รงควัตถุ (pigment) ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ในสาหร่าย *nostoc commune* มีรงควัตถุหลายชนิดได้แก่คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน (phycobilin) ที่สำคัญคือ Carotenoid และพบได้ทั่วไป ทั้งในพืชและสัตว์ในพืชดอกทำให้เกิด สีเหลือง ส้ม และแดง โดยเม็ดสีเหล่านี้อยู่ใน plastid ภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์ (Fox and Vevers, 1960) โดยสารสีของสาหร่ายเรียกรวมๆ ว่าบิลิโปรตีน (biliproteins) หรือบางครั้งเรียกว่าไฟโคบิลิโปรตีน (phycobiliprotein) ซึ่งจะพบในกลุ่มสาหร่ายแดง ดิวิชันโรโดไฟต้า (Rhodophyta) กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินดิวิชันไซยาโนไฟต้า (Cyanophyta) และดิวิชัน คริปโตไฟต้า (Cryptophyta หรือ Cryptomonadalgae) สารสีหรือรงควัตถุเหล่านี้ทำหน้าที่ดูดซับแสงโดยทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ในการสังเคราะห์แสง สารสีนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่คือ สีแดง (red phycoerythins) และสีน้ำเงิน (blue phycocyanins) สาหร่ายที่มีการเพาะเลี้ยงแพร่หลาย และนำมาสกัดสารสีน้ำเงินเป็นอุตสาหกรรมคือสไปรูลินาซึ่งสารสีน้ำเงินที่ได้คือรงควัตถุ ไฟโคไซยานิน นั่นเองที่มีค่าดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 618 นาโนเมตร มีการนำสารสีนี้ไปใช้ในอาหาร ต่างๆ เช่น ไอศกรีม หมากฝรั่ง ผลิตภัณฑ์นม ขนม น้ำผลไม้ชนิดผง ผลไม้แช่แข็ง เครื่องดื่ม

นอกจากนี้ยังอาจพบ carotenoid ภายในคลอโรพลาสต์ของใบไม้ที่มีสีเขียวด้วย แต่จะยังไม่เห็นจนกระทั่งคลอโรฟิลล์จางหายไป (Fox, 1957) carotenoid เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวประกอบไปด้วยอะตอมของคาร์บอนซึ่งต่อกันเป็นสายยาวที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองปลายมีคาร์บอนอะตอมที่ต่อกันเป็นวง โมเลกุลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ไมครอน carotenoid ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในไขมัน ดังนั้นจึงอาจเรียก carotenoid นี้ว่า lipophore (Fox Vevers, 1960) ปลาไม่สามารถสังเคราะห์ carotenoid ขึ้นมาเอง ดังนั้น จึงได้รับจากพืชหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารโดยตรง และปลาสามารถเก็บเม็ดสีเหล่านี้เอาไว้ในตัวของมัน หรืออาจเปลี่ยน carotenoid เป็นสารสีรูปอื่นได้ (Fox, 1957)

ได้แบ่ง carotenoid ออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ ตามลักษณะโครงสร้างทางเคมี คือ carotene และ xanthophyll

ก. carotene เป็นไฮโดรคาร์บอนิก ประกอบไปด้วยอะตอมของคาร์บอนกับไฮโดรเจนเรียงตัวกันเป็นสายยาวด้วย single bond สลับกับ double bond และที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองปลาย จะมีอะตอมของคาร์บอนมาเกาะกันเป็นวงที่ เรียกว่า ionone ring caroten ส่วนใหญ่จะมีสีส้ม carotene ที่สำคัญและเป็นที่ยุ้จักมาก คือ beta carotene เพราะสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้

ข. xanthophyll เกิดจากขบวนการออกซิเดชันของ carotene เป็นการเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุลของ carotene xanthophyll พบทั่วไปในธรรมชาติในรูป ester อีสเตอร์ หรือ carotenoprotein xanthophyll ที่พบในสัตว์น้ำส่วนมากได้แก่ lutein, zeaxanthin, canthaxanthin และ astaxanthin

## 2. โปรตีน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อย่างเช่นสาหร่ายเกลียวทองแห่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ระหว่าง 55 – 72 เปอร์เซ็นต์ (Hill, 1980; Nakamura, 1982; Venkaraman, 1983) Kosaric และคณะ (1974) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสาหร่ายแตกต่างกันไปตามอาหารที่ใช้เลี้ยง

Hill (1980) รายงานว่า สาหร่ายเกลียวทองประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดซึ่งเมื่อตรวจสอบกับเอกสารของประเสริฐและคณะ (2525) พบว่า ประกอบด้วยชนิดที่จำเป็นต่อปลาครบถ้วนปริมาณต่อ 100 กรัม โปรตีนมีดังนี้ คือ ไอโซลิวซีน (isoleucine) 4.13 กรัม, ลิวซีน (leucine) 5.80 กรัม, ไลซีน (lysine) 4.00 กรัม, เมทไทโอนีน (methionine) 2.17 กรัม, ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) 3.95 กรัม, ธรีโอนีน (threonine) 4.17 กรัม, ทริปโตเฟน (ทริปโตเฟน) 1.13 กรัม, วาลีน (valine) 6.00 กรัม, อาร์จินีน (arginine) 5.98 กรัม และฮิสติดีน (histidine) 1.08 กรัม Venkataraman (1983) รายงานว่า สาหร่ายเกลียวทองประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดดังกล่าวเช่นกัน Nakamura (1982) ได้กล่าวเกี่ยวกับกรดอะมิโนว่า เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อมที่สาหร่ายเจริญขึ้นมา ดังเช่น เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (sulphur amino acid) ขึ้นกับค่าความเป็นกรด – ด่างและปริมาณไนโตรเจนในอาหาร อย่างเช่น ปริมาณโปรตีนของสาหร่ายที่เลี้ยงในปุ๋ยผสมมูลสุกร 0.5, 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ระดับ  $41.15 \pm 0.35$ ,  $43.89 \pm 0.57$  และ  $44.00 \pm 0.67$  ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ไขมัน

ไขมันในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไลโนลิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดที่จำเป็นต่อปลา

### 4. วิตามินและเกลือแร่

Hill (1980) รายงานว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินประกอบด้วยวิตามิน 10 ชนิด ปริมาณต่อกิโลกรัมสาหร่ายแห้ง อย่างเช่นสาหร่ายเกลียวทองมีดังนี้ คือ ไบโอติน (biotin) 0.4 มิลลิกรัม , วิตามินบี 2.0 มิลลิกรัม แคลเซียมแพนโทเทเนต (Ca-pantothenate) 11 มิลลิกรัม, กรดโฟลิก ( Folic acid) 0.5 มิลลิกรัม , อินอซิทอล (inosital) 350 มิลลิกรัม , กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) 118 มิลลิกรัม , ไพริดอกซิน ( pyridoxine ) 3.0 มิลลิกรัม , ไรโบฟลาวิน ( riboflavine ) 40 มิลลิกรัม, ไธอะมีน ( thiamine ) 55 มิลลิกรัม และวิตามินอี 190 มิลลิกรัม และประกอบเกลือแร่หลายชนิด ปริมาณต่อสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ แคลเซียม 1,315 มิลลิกรัม , ฟอสฟอรัส 8,942 มิลลิกรัม เหล็ก 580 มิลลิกรัม , ไวเดียม 412 มิลลิกรัม , คลอไรด์ 4,400 มิลลิกรัม , แมกนีเซียม 1,915 มิลลิกรัม , แมงกานีส 25 มิลลิกรัม , สังกะสี 39 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 15,400 มิลลิกรัม Venkataraman (1983 ) รายงานว่าสาหร่ายเกลียวทองแห้งประกอบด้วยวิตามินต่างๆ โดยมี ปริมาณต่อสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ ไธอะมีน 27.8 มิลลิกรัม , ไรโบฟลาวิน 33.4 มิลลิกรัม , โคบาลามีน ( codalamine ) 2.4 มิลลิกรัม และไบโอติน 0.06 มิลลิกรัม และ ประกอบด้วย เกลือแร่ ปริมาณต่อ 100 กรัมสาหร่ายแห้งมีดังนี้คือ แคลเซียม 0.75 กรัม , ฟอสฟอรัส 1.42 กรัม, โซเดียม 0.45 กรัม แมกนีเซียม 0.90 กรัม, เหล็ก 0.12กรัม และโพแทสเซียม 1.42 กรัม

การใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นอาหารสัตว์

Nakamura (1982) กล่าวว่า สาหร่ายเกลียวทองทั้งในรูปแช่แข็งและผง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการอนุบาลปลาวัยอ่อนมาก เนื่องจากมีขนาดเล็ก และย่อยง่าย ได้มีการทดลองในปลาชนิดต่างๆพบว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น ปลาเจริญถึงระยะเจริญพันธุ์เร็วขึ้น ช่วยเสริมการพัฒนาของไข่และน้ำเชื้อ และช่วยเร่งสีปลาอีกด้วย ปริมาณที่เหมาะสมในการผสมอาหารลงในอาหารผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาเพื่อการเจริญเติบโตคือ 10 – 25 เปอร์เซ็นต์

นอกจากเป็นอาหารแล้วยังสามารถเป็นอาหารสัตว์น้ำอื่นๆอีก เช่น ปลาหมึก ปู และหอย (Nakamura, 1982) มีรายงานการนำสาหร่ายเกลียวทองไปใช้ออนุบาลลูกกุ้งตระกูล *Penaeus* ในโรงเพาะฟักของประเทศไทย, ไต้หวัน และฟิลิปปินส์

Stanley และ Jones (1976) ทดลองนำ *S. platensis* (Nordstedt) แห่งไปเลี้ยงปลา bigmouth buffalo ( *Ictiobus cyprinellus* (Valenciennes)) น้ำหนัก 48 – 83 กรัม โดยให้สาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าว 29 กรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม เลี้ยงนาน 28 วัน พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 14.4 กรัม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2:1 เมื่อนำไปเลี้ยง blue tilapia (*Tilapia aurea*) พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคล้ายกับปลา bigmouth buffalo

Atack และคณะ (1979) ทดลองใช้ *S. maxima* เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับทำอาหารเม็ด เลี้ยงปลา mirror carp (*Cyprinus carpio*) ขนาดปลาน้ำจืด เพอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารเม็ด 30 เพอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าปลาที่เลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 1.18 เพอร์เซ็นต์ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.50:1

Choubert (1979) ทดลองใช้สาหร่ายเกลียวทองแห้งผสมในอาหารเพื่อเลี้ยงปลา rainbow trout ในอัตรา 2.5, 5, 10 และ 20 เพอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เลี้ยงนาน 56 วัน มีผลทำให้เนื้อปลามีสีน้ำตาลแกมเหลือง

วิวัฒน์ (2523) ทดลองใช้สาหร่ายเกลียวทองผง และ *Oscillatoria* sp. ผง เป็นอาหารและส่วนประกอบของอาหารผสม สำหรับเลี้ยงลูกปลาในอายุ 5 วัน เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ ผลจากการทดลองแสดงแนวโน้มให้เห็นว่า การใช้สาหร่ายเกลียวทองเป็นส่วนผสมของอาหารทำให้ลูกปลาในเจริญเติบโตดีที่สุด

ปิยพงศ์ (2527) ทดลองเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีตด้วยเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทองด้วยอัตราส่วนร้อยละ 0, 15 และ 30 ผลการทดลองพบว่าอาหารเนื้อปลาสดที่ผสมด้วยสาหร่ายเกลียวทองที่ระดับ 15 และ 30 เพอร์เซ็นต์ ผลการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ปลาที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 5.50:1 สำหรับอาหารเนื้อปลาสด มีอัตราการอาหารเป็นเนื้อ 9.45:1 นอกจากนี้อาหารเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายยังทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดสูงกว่า การทดลองครั้งนี้ทดลองกับลูกปลาขนาด 2.5 – 3.0 เซนติเมตร นาน 60 วัน

Cuzon และคณะ (1985) รายงานการใช้สาหร่ายเกลียวทองเป็นส่วนผสมของอาหารเม็ด กุ้ง *Penaeus japonicus* ระยะ juveniles พบว่าอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายเกลียวทอง 8 เพอร์เซ็นต์ ให้การเจริญเติบโตดี อัตราการตายสูง และมีสีเข้มที่สุดแต่ถ้าใช้สาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่นมาแทนสาหร่ายเกลียวทอง ปรากฏว่าสีของกุ้งจะจางลงอย่างเห็นได้ชัด

กัลยา (2529) ทดลองอนุบาลลูกปลากะพงขาว *L. calcarifer* ด้วยอาหารผสม โดยอนุบาลลูกปลากะพงขาวขนาดเฉลี่ย 2.88 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.59 กรัม ด้วยเนื้อปลาสด เนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทอง 20 เพอร์เซ็นต์ เนื้อปลาสดผสมไข่น้ำ 20 เพอร์เซ็นต์ และเนื้อปลาสดผสมกากถั่วป่น 20 เพอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 84 วัน ปรากฏว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาสดผสมสาหร่ายเกลียวทองละเนื้อปลาสดผสมไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าอาหารชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 8.26 และ 8.83 ตามลำดับ และมีอัตราการรอดตายเท่ากัน คือ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าอาหารชนิดอื่น

บานชื่น (2532) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายเกลียวทองสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุก พบว่าสีของเนื้อปลาดุกจะเข้มขึ้น หากใช้สาหร่ายเกลียวทองสดผสม ในอาหารปริมาณ ตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ความเข้มของสีเนื้อปลาจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ สาหร่ายเกลียวทองและระยะเวลาที่เลี้ยง

วุฒิพร (2527) ทดลองหาแหล่ง carotenoid ในการเร่งสีปลาแฟนซีคาร์พ โดยผสมรงควัตถุ จากแหล่งจากแหล่งต่างๆกับอาหาร ได้แก่ สาหร่ายสไปรูไลนา, กุ้งป่น, carophyll, หอยแมลงภู่, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอร์เดอร์, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียนและฟักทอง พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูไลนา 10 เปอร์เซ็นต์ มีสีเข้มที่สุด ปลาที่ได้รับอาหารเสริม กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอร์เดอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ และกลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียน 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลลดลงมา ส่วนอาหารเสริม carotenoid จากแหล่งอื่นๆ ได้แก่ หอยแมลงภู่, carophyll red, กุ้งป่น, ฟักทอง และอาหารสูตรพื้นฐาน ให้ความเข้มของสีปลาน้อยมากรงควัตถุใน อาหารทดลองแต่ละสูตรไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาแฟนซีคาร์พและได้ทดลองหาปริมาณ carotenoid ที่เหมาะสมในการเร่งสีปลา โดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา, กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอร์เดอร์และกลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียน 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ผลลงใน อาหาร พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูไลนา 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มของสี มากกว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองอื่นๆ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริม carotenoid จากแหล่งอื่นๆ ในทุกระดับมีความเข้มของสีต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐานแต่ไม่แตกต่างกันระหว่างชุดการ ทดลอง

### ปลาดุกบักอูย

ปลาดุกบักอูยเป็นปลาดุกลูกผสมที่เกิดจากแม่พันธุ์ปลาดุกผสมกับพ่อพันธุ์ปลาดุก ยักษ์ โดยปลาดุกยักษ์มีถิ่นกำเนิดที่แอฟริกา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias gariepinus* (African sharpteeth catfish) ซึ่งประเทศไทยนำเข้าจากประเทศสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว และจีนบางส่วน เป็นปลาที่มีขนาดโต กินอาหารได้ทุกชนิด ทนทาน ต่อโรคและสภาพแวดล้อมดี แต่ข้อเสียมีเนื้อเหลวและสีซีด ไม่นำรับประทาน ส่วนปลาดุกอูยเป็น ปลาพื้นเมืองไทย มีเนื้อรสชาติดี แต่ข้อเสียคือเลี้ยงโตช้า คือต้องเลี้ยงถึง 6-8 เดือน เมื่อนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมกันได้ลูกผสมที่โตเร็ว และรสชาติคล้ายปลาดุกอู่มาก และช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยง สำหรับตลาดประเทศไทย คือ 80–100 วัน ได้ปลาขนาด 3–4 ตัว ต่อกิโลกรัม ลักษณะทั่วไป ปลาดุกบิกอูมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างแม่ปลาดุกอูและพ่อปลาดุกยักษ์ กระโหลกที่ท้ายทอยแหลมเป็น 3 หยัก รสชาติดี เนื้อเป็นสีเหลือง และไม่เหลว จึงเป็นที่นิยมของคนไทย (กรมประมง, 2541)

### การเพาะพันธุ์ปลาดุกบิกอู

ปลาดุกบิกอูเป็นลูกผสมระหว่าง ไข่ปลาดุกอูกับน้ำเชื้อปลาดุกยักษ์ โดยการฉีดฮอร์โมนผสมเทียม

อัตราการใช้ฮอร์โมน Suprefact ประมาณ 10–30 ไมโครกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม โหมดินเลียม 3–5 มิลลิกรัม / 1 กิโลกรัม ละลายน้ำเป็นสารละลายฉีดให้แม่ปลาโดยฉีดครั้งเดียว 10–14 ชั่วโมง สามารถรัดไข่

การรัดไข่ต้องรัดใส่ภาชนะเรียบร้อย และแห้งสนิท เพราะไข่ปลาดุกเป็นไข่จมติด จะติดกันเป็นก้อนเมื่อถูกน้ำ

น้ำเชื้อปลาดุกยักษ์ สามารถเก็บได้โดยการผ่าท้องปลาดุกยักษ์เพศผู้ แล้วเอาอวัยวะมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขยี้ในน้ำกลั่น แล้วนำน้ำกลั่นพร้อมด้วยน้ำเชื้อไปผสมกับไข่ที่รัดไว้แล้ว ใช้ชนไก่คนให้ทั่ว เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิอย่างทั่วถึง

การฟักไข่ เมื่อผสมไข่กับน้ำเชื้อดีแล้ว ให้ล้างไข่ด้วยน้ำสะอาด 2–3 ครั้ง แล้วนำไข่ไปราดบนแผงฟักที่เตรียมไว้ โดยราดให้กระจายเท่า ๆ กันทั้งแผง แล้วฟักไว้ในบ่อโดยเปิดอากาศตลอดเวลาประมาณ 24–30 ชั่วโมงก็จะฟักเป็นตัว (กรมประมง, 2541)

### การอนุบาล

เมื่อลูกปลาออกเป็นตัวแล้วจะเกาะกลุ่มอยู่บริเวณก้นบ่อ สามารถใช้สายยางดูดไปอนุบาลที่บ่ออนุบาลต่อไป การอนุบาล 2–3 วันแรกยังไม่ต้องให้อาหาร เนื่องจากมีถุงไข่แดงอยู่ หลังจากนั้นให้กินไรแดง หรืออาร์ทีเมีย ประมาณ 5–7 วัน จึงเริ่มฝึกให้กินอาหารสมทบ ถ้ามีไรแดงมากให้กินไรแดงตลอดก็จะโตเร็วและแข็งแรงดี (กรมประมง, 2541)

### วิธีการเลี้ยง

1. เตรียมบ่อ สำหรับเลี้ยงปลาดุกบิกอู ตามวิธีการเตรียมบ่อในใบความรู้เรื่องการเตรียมบ่อเพื่อกำจัดศัตรูปลา และสร้างแหล่งค้ำสำหรับเป็นอาหารปลา

2. การปล่อยปลาลงเลี้ยง คงปล่อยลูกปลาขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเช้าหรือบ่าย ก่อนปล่อย ต้องปรับอุณหภูมิน้ำในถุงและในบ่อให้ใกล้เคียงโดยการแช่ถุงปลาไว้ในบ่อ แล้วค่อย ๆ อดน้ำในบ่อลงในถุงปลา

3. การให้อาหาร อาหารที่ให้สำหรับปลาดุกบักอูย ควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 % เนื่องจากเป็นปลากินเนื้อ และให้อาหารอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เช้า - เย็น โดยให้อาหาร 3 - 5 % ของน้ำหนักตัว (กรมประมง, 2541)

### นิสัยการกินอาหาร

โดยธรรมชาติของปลาดุกจะกินพวกสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ตามหน้าดิน ลูกปลาดุกกินอาหารพวก โปรโตซัว ไรน้ำขนาดเล็ก โรติเฟอร์และแพลงก์ตอนพืช ปลาขนาดโตขึ้นจะกินอาหารตัวอ่อนของแมลงในน้ำ กุ้ง และอาหารประเภทโปรตีนที่เน่าเปื่อย เมื่อนำมาเลี้ยงจะกินอาหารสมทบซึ่งมีส่วน ได้แก่ ปลาเบ็ด รำข้าว ปลาป่นผสมกับรำข้าวและปลายข้าวต้มเป็นต้น และสามารถฝึกนิสัยให้ปลาดุกขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำได้ (กรมประมง, 2530)

อำนาจและเวียง (2524) ได้ศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงปลาดุกด้านพบว่า อาหารผสมสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาได้แก่อาหารที่มีโปรตีน 30, 25 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารเป็นเนื้อและอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และได้สรุปว่าอาหารที่เลี้ยงปลาดุกด้านควรมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ที่เหมาะสมที่สุดคือ 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงสุดอัตราการรอดตายสูงสุด การเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดี และต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด

เชษฐพงษ์ (2526) ศึกษาผลของวิตามินละลายน้ำที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกด้านขนาด 2-3 เซนติเมตร พบว่าปลาที่ขาดวิตามินบีหนึ่ง บีสอง และวิตามินซี มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับปลาในชุดควบคุม ปลาที่ขาดวิตามินบีหนึ่งลำตัวมีสีดำมืด ปลาที่ขาดวิตามินบีสองตาจะขุ่นมัวเล็กน้อย และปลาที่ขาดวิตามินซี กระจกหลังจะคดงอ ปลาที่ขาดวิตามินบีหก, แพนโทธินิก แอซิด, โฟลิค แอซิด และไนอะซิน มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำและแตกต่างกับปลาในชุดควบคุม ปลาที่ขาดวิตามินบีหก มีอาการกล้ามเนื้อเกร็ง กระตุก ครีบฉีกขาดและเบื่ออาหาร มีอัตราการตายสูง ปลาที่ขาดแพนโทธินิก แอซิด มีอาการครีบฉีกขาดและตกเลือด มีบาดแผลตามผิวหนัง กกหูบวม เหงือกมีเมือกมาก บริเวณปลายกระดูกด้านท้ายมีรูเล็ก 2 รู ขนาดกัน อัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ขาดโฟลิคแอซิด ไม่พบลักษณะที่ผิดปกติภายนอก ปลาที่ขาดไนอะซิน จะมีอาการตกเลือด ที่ครีบ ตาโปน มีอาการเกร็ง กล้ามเนื้อกระตุก เมื่อทดสอบดูการฟื้นตัวหลังจากที่ขาดวิตามินเหล่านี้มาแล้ว 12 สัปดาห์ โดยเติมวิตามินละลายน้ำชนิดที่ขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงไปในการทดลอง ปรากฏ ภายใน 1 ถึง 3 สัปดาห์ อาการที่ขาดวิตามินของปลาจะลดลงจนเป็นปกติ ปลามีอัตราการเจริญเติบโตดี

ดวงรัตน์ (2526) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารผสมมีโปรตีนจากพืช 19, 24, 29 และ 34 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ทุกสูตรอาหารมีโปรตีนจากสัตว์ 6 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ปรากฏว่าอาหารที่มีโปรตีนจากพืช 19 และ 24 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารที่มีความเหมาะสมในการใช้เลี้ยงปลาดุกด้านมากกว่าอาหารผสมอีก 2 สูตร ทั้งในด้านการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการอาหารเป็นเนื้อและต้นทุนในการเลี้ยง

ประสิทธิภาพของโปรตีนจากพืชและโปรตีนจากสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา

Shell (1968) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาควรมีโปรตีนจากสัตว์อย่างน้อยที่สุด 1 ใน 3 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด นอกนั้นเป็นโปรตีนจากพืช และ National Research Council (1977) ได้ให้คำแนะนำที่สอดคล้องกัน โดยกล่าวว่า คุณภาพของอาหารโปรตีนที่ใช้เลี้ยงปลานั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบกรดอะมิโนเป็นสำคัญ อาหารโปรตีนที่ให้กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ปลาอย่างเพียงพอและครบถ้วน เป็นอาหารที่มีคุณภาพสูง ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตจากปลาปน 1 ใน 3 ในอาหารเลี้ยงปลาจะช่วยให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้น เนื่องจากปลาปนมีอะมิโนที่จำเป็นสำหรับปลาอยู่อย่างครบถ้วน

Hepher และคณะ (1971) ทดลองเลี้ยงปลาไนเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าอาหารของโปรตีนพืชและโปรตีนสัตว์ ปรากฏว่า โปรตีนจากเนื้อสัตว์มีประสิทธิภาพดีกว่าโปรตีนจากพืช สำหรับสำหรับการทดลองของอำนาจและคณะ (2517) ได้สรุปผลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของปลานิลไว้ว่า โปรตีนจากเนื้อสัตว์มีผลทำให้ปลานิลโตเร็วกว่าโปรตีนจากพืช Dabromski และ Kozak (1979) ทดลองใช้ปลาปนและถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับปลาเงา (Grass carp) พบว่าอาหารที่มีปลาปนเป็นแหล่งโปรตีนให้การเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่มีถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน

Viola (1975) ทดลองเลี้ยงปลาไนด้วยอาหารผสม 2 ชนิด ชนิดแรกประกอบด้วยปลาปน 15 เปอร์เซ็นต์ ชนิดที่สองประกอบด้วยปลาปน 5 เปอร์เซ็นต์และถั่วเหลืองซึ่งใส่ไปทดแทนปลาปน 10 เปอร์เซ็นต์ที่หายไป โดยเติมกรดอะมิโนสังเคราะห์บางชนิด น้ำมันปลาวิตามินและเกลือแร่ในอาหารชนิดที่สอง ผลการทดลองปรากฏว่า ปลาไนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดแรกมีการเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดที่สองมาก และได้สรุปว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของปลาไนนั้น มีข้อองค์ประกอบกรดอะมิโนหรือไขมัน แต่เป็นแหล่งที่มาของโปรตีนในอาหาร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความน่ากินและประสิทธิภาพของอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith (1971) ทดลองเกี่ยวกับการย่อยอาหารของปลา Rainbow trout ได้กล่าวเกี่ยวกับอาหารที่ผลิตขึ้นโดยมีโปรตีนจากพืชเป็นส่วนใหญ่ มีเซลลูโลสเจือปนเป็นจำนวนมากว่า เซลลูโลสจำนวนมากในอาหารมีผลต่อการลดอัตราการย่อยและการดูดซึมโปรตีน ซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของปลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ปลาตุ๋นบิกอูย จำนวน 120 ตัว
2. บ่อซีเมนต์ ขนาด 95 x 95 x 85 จำนวน 4 บ่อ
3. ขวดรูปชมพู่ 250 มล. 4 ขวด
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก Soehnle Max.4 lb 6 oz,Max.2000 g.
5. ไม้บรรทัดวัดความยาวปลา
6. อาหารปลาตุ๋นขนาดเล็ก
7. สาหร่าย *Nostoc commune* ผง
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
28. หลอดย่อยโปรตีน
29. เม็ดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. ปิเปต
31. จุกยาง
32. ขวดน้ำกลั่น
33. Volumetric pipette
34. micropipette

#### สารเคมี

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

#### วิธีการ

##### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปลาทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 30 ตัว

##### วิธีการทดลอง

###### การเลี้ยงปลา

ปลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 120 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย  $1.48 \pm 0.28$  กรัม ความยาวเฉลี่ย  $4.83 \pm 0.34$  เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยทำการสุ่มปลาที่ใส่ลงในแต่ละบ่อ ระดับน้ำสูง 50 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดบ่อทุก 2 วัน โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำออก ½ แล้วเติมน้ำใหม่เข้าไปในช่วงเช้าของทุก 2 วัน

###### 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

สาหร่าย *Nostoc commune* ผง

คุณค่าทางโภชนาการสาหร่าย *Nostoc commune* ผง

Chlorophyll (น้ำหนักแห้ง) 261.47 mg/g

Carotenoid (น้ำหนักแห้ง) 0.165 mg/g

Protein 58.75 เปอร์เซ็นต์

Phycocyanin 0.092 mg/g

Phycocyerythrin 0.332 mg/g

การเตรียมอาหารที่จะทดลองให้ปลาโดย

บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมที่ให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

บ่อที่ 2 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 5%

บ่อที่ 3 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 10%

บ่อที่ 4 เป็นบ่อที่ให้อาหารเม็ดผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ผง 15%

วิธีการให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลาที่ 9.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา

โดยจะให้อาหาร 3% ของน้ำหนักตัวปลาและค่อยๆปรับให้เพิ่มขึ้นโดยจะสังเกตการกินอาหารที่จะให้กินจนกว่าปลาจะอิ่ม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งก่อนให้อาหารจะชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้

เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่ปลากินเหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือแล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ดคือ 0.008 กรัมแล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ทางโภชนาการ

1. ความชื้น โดยวิธีการอบแห้ง (Drying Oven)

วิธีการทดลอง

เตรียมถ้วยครุชีเบลล์ที่ล้างสะอาดแล้วนำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศา

เซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบเข้าไปในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็นแล้ว

นำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

1.1.2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ถ้วยครุชีเบลล์ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

1.1.3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1.4. นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้ว  
นำมาชั่งน้ำหนัก
- 1.1.5. นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
- 1.2. การคำนวณหาปริมาณความชื้น

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

W

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยครุชีเบล + ตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักถ้วยครุชีเบล + 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.
- 2.1.9. อินดิเคเตอร์ผสม ( bromocresol green + methyl red) 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vopodest ให้ปลาย condenser จุ่มลงในสารละลายกรดบอริกในฟลาส
- 2.1.10. ดำเนินการกลั่น เมื่อกลั่นเสร็จ นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรท ด้วยกรด  $H_2SO_4$  0.1272 N จนได้สีชมพู
- 2.1.11. ทำ blank เช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 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. รวมสารละลายที่ได้ไปเทที่ปริมาตรที่แน่นอน
9. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร

หมายเหตุ ใช้สารละลายในข้อ 4 เป็น blank

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การบันทึกข้อมูล

### ตัวปลา

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว 10 วัน/ครั้งคือ ช่วงก่อนเริ่มการทดลองและนับไปอีก 10 วันจึงจะชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ปลาตกบึกอูยที่ทำการทดลองเกิดความเครียดและไม่ให้ตัวปลาเกิดการบอบซ้ำ

### อาหาร

ชั่งอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาก่อนให้อาหาร และจดบันทึก เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่เหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือ แล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ด คือ 0.008 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ( Growth rate ), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ( Specific growth rate ), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion rate ), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion efficiency )

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. ค่าการดูดกลืนแสงของการสกัดสีจากเนื้อปลาดุกบึกอูยโดยวิธีของ Nickell (1998)  

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

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1983) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS version 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง D 106 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร  
 ระยะเวลาการทำทดลอง

ตั้งแต่วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ.2548 ถึงวันที่16 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2548 รวมระยะเวลาในการทดลอง 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

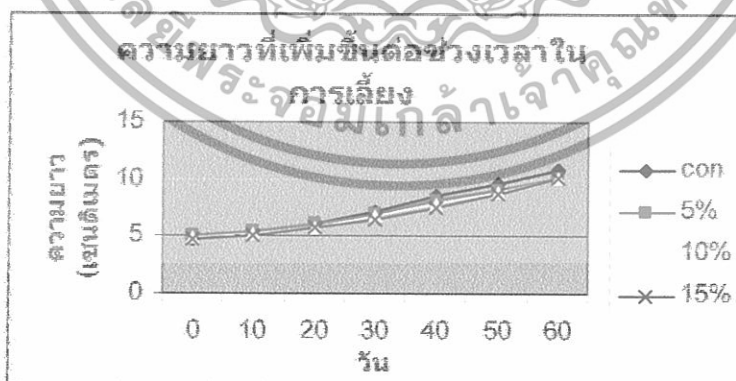
## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การเจริญเติบโตของปลาตุ๊กบักอูย

จากการทดลองเพาะเลี้ยงปลาตุ๊กบักอูยซึ่งมีความยาวและน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ  $4.83 \pm 0.51$  เซนติเมตรและ  $1.48 \pm 0.42$  กรัมด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *Nostoc commune* ในระดับของสาหร่ายที่ผสมกับอาหารสำเร็จรูปที่แตกต่างกัน มี 4 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหารที่ให้ในแต่ละวัน โดยให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวเป็นเวลา 60 วัน และวัดการเจริญเติบโตทุกๆ 10 วัน ทำการวัดการเจริญเติบโตโดยเก็บน้ำหนักและความยาว (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1. น้ำหนัก (กรัม) ของปลาตุ๊กบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน



ภาพที่ 2. ความยาว (เซนติเมตร) ของปลาตุ๊กบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายในระดับต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงให้เห็นว่าระดับการเจริญเติบโตของกลุ่ม 0 , 5 , 10, 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่  $14.80 \pm 1.72$ ,  $12.03 \pm 1.20$ ,  $11.63 \pm 0.91$  และ  $10.95 \pm 0.75$  ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยมีระดับมากที่สุดที่กลุ่มควบคุม แต่ทั้ง 4 กลุ่มการทดลองเมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงได้ว่าสำหรับ *N. commune* ในระดับที่ใช้ 5 – 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบักอูย ส่วนความยาวของตัวปลาที่เลี้ยงในบ่อของกลุ่ม 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ระดับ  $10.74 \pm 0.39$ ,  $10.20 \pm 0.35$ ,  $10.05 \pm 0.28$  และ  $10.16 \pm 0.26$  ตามลำดับ ความยาวของแต่ละกลุ่มการทดลองเมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าทั้งน้ำหนักและความยาวของปลาดุกบักอูยในแต่ละกลุ่มการทดลองจะมีระดับที่สูงที่สุดอยู่ที่กลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ของน้ำหนักและความยาวทั้งสอง

#### อัตราการเจริญจำเพาะ ( SGR )

อัตราการเจริญจำเพาะของปลาในแต่ละกลุ่มการทดลองอยู่ที่  $3.47 \pm 0.77$ ,  $3.13 \pm 0.56$ ,  $3.40 \pm 0.49$  และ  $3.52 \pm 0.39$  ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยอัตราการเจริญจำเพาะในแต่ละกลุ่มการทดลอง เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าโปรตีนในอาหารสูงซึ่งไม่ได้ทำให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลาดุกบักอูยดีกว่ากลุ่มที่มีโปรตีนต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nandeesh และคณะ (2001) ในปลา *catla* ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในกลุ่มที่ได้รับโปรตีนในระดับต่างๆเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในปลา *rohu* ที่ได้รับโปรตีนสูงกว่า 25% จะมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจะมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

#### อัตราการรอด

อัตราการรอดตายของลูกปลาดุกบักอูยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสำหรับ *N. commune* ผง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสำหรับ *N. commune* ผง 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าอัตราการรอดตายมีระดับที่ใกล้เคียงกัน

การตายของลูกปลาดุกบักอูยในการทดลองนี้เกิดจากปลาที่มีขนาดการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในบ่อเลี้ยงเนื่องจากปลาที่มีอัตราการกินอาหารที่แตกต่างกันทำให้ปลาที่มีกรกินอาหารน้อยลงมีขนาดเล็กและไม่ยอมกินอาหาร จากการทำการวัดการเจริญเติบโตด้วยการชั่ง

น้ำหนักและวัดความยาวในห้องปฏิบัติการทำให้ปลาเกิดอาการช็อกและตายในที่สุดเนื่องจากปลา มีความอ่อนแอจากการไม่กินอาหาร

ตารางที่ 2 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR), น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการรอดตายของปลาอุกบึกกู่ที่ได้รับสาหร่าย *Nostoc* ที่ระดับต่าง ๆ กัน

	ปริมาณ (%)			
	0	5	10	15
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/วัน)	0.22±0.03 <sup>A</sup>	0.18±0.02 <sup>A</sup>	0.17±0.02 <sup>A</sup>	0.16±0.01 <sup>A</sup>
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	3.47±0.77 <sup>A</sup>	3.13±0.56 <sup>A</sup>	3.40±0.49 <sup>A</sup>	3.52±0.39 <sup>A</sup>
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(กรัม/ตัว)	14.80±1.72 <sup>A</sup>	12.03±1.20 <sup>A</sup>	11.63±0.91 <sup>A</sup>	10.95±0.75 <sup>A</sup>
ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(ซม./ตัว)	10.74±0.40 <sup>A</sup>	10.20±0.35 <sup>A</sup>	10.05±0.28 <sup>A</sup>	10.16±0.26 <sup>A</sup>
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	93.33	100	100	93.33

<sup>ab,c,d</sup> ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(FCR) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE)

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ในปลาอุกบึกกู่ที่เลี้ยงในสาหร่ายที่ระดับต่างกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ 0.93, 0.91, 0.87 และ 0.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ระดับที่ดีที่สุดอยู่ที่กลุ่มสาหร่าย 10% ที่ระดับ 0.87% และกลุ่มการทดลองที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีระดับที่น้อยที่สุดที่ระดับ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) แต่ละกลุ่มการทดลองได้ผลดังนี้ 90.99, 91.72, 94.63 และ 90.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่กลุ่มการทดลอง 10 % มีระดับที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 3)

โดยทั่วไปอาหารที่ให้ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 1.00 จัดเป็นอาหารคุณภาพสูง สำหรับสัตว์น้ำประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.625 (Parker, 1987) ถ้าอาหารสัตว์น้ำมีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำกว่า 0.50 จัดเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในปลาอุกบึกอุยที่ได้รับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
FCR	0.92	0.91	0.87	0.92
FCE	90.99	91.72	94.63	90.95

ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER), ค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR)

ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) ในปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงในสาหร่ายที่ระดับต่างกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีระดับอยู่ที่ 2.86, 2.74, 2.90 และ 2.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารแสดงถึงการประเมินความสามารถของโปรตีนในอาหารที่ทำให้สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในแต่ละกลุ่มการทดลองมีระดับที่ใกล้เคียงกันและที่มากที่สุดอยู่ที่อยู่ที่กลุ่มสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์

เวียง (2542) กล่าวว่า อาหารที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนเป็น 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพสูง เพราะอาหารที่ให้สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำหนักของโปรตีนในอาหาร อาหารที่มีคุณภาพควรมีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนไม่ต่ำกว่า 0.5

ในการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการทดลองของ วิมล (2539) รายงานว่าปลาอุก ลูกผสมที่กินอาหารที่มีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ 94.6 – 95.1 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพของโปรตีนเท่ากับ 1.91 – 2.43

ประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) มีระดับอยู่ที่ 0.08, 0.09, 0.11 และ 0.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยการใช้ประโยชน์สุทธิของโปรตีนหรือสัดส่วนของโปรตีนทั้งหมดที่อยู่ในตัวปลาต่อโปรตีนทั้งหมดที่กินเข้าไปในกลุ่มการทดลองสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ มีระดับสูงที่สุด แสดงได้ว่าโปรตีนที่ปลากินเข้าไปถูกใช้ประโยชน์และถูกสะสมเป็นโปรตีนในตัวปลาหรือเนื้อเยื่อในร่างกายได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองสาหร่าย 0, 5, และ 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER)และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ(NPR) ในปลาอุกบักกอยที่ได้รับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
PER	2.86	2.74	2.90	2.62
NPR	0.08	0.09	0.11	0.19

การทดลองเลี้ยงลูกปลาอุกบักกอยด้วยอาหารผสมอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* ผง ที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 60 วัน พบว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพของโปรตีนและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีระดับใกล้เคียงกันกับสูตรอาหารที่ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง จึงอาจกล่าวได้ว่าการเลี้ยงลูกปลาอุกบักกอยนั้น การผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ลงไปในอาหารไม่ช่วยให้มีอัตราการเจริญที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บานชื่น (2532) ได้ทำการทดลองเลี้ยงลูกปลาอุกบักกอยด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสดที่แตกต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายเกลียวทองสด ทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพของโปรตีนและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าสูตรอาหารที่ผสมสาหร่ายเกลียวทอง

การศึกษการให้อาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ในการเลี้ยงปลาอุกบักกอย พบว่าการผสมสาหร่าย *N. commune* ผง ลงไปในอาหาร มีผลให้ปริมาณของโปรตีนจากพืช และโปรตีนจากสัตว์ ในอาหารเปลี่ยนแปลงไป ทำให้โปรตีนจากพืชเพิ่มขึ้น แต่โปรตีนจากสัตว์ลดลง ซึ่งมีผลทำให้กลิ่นและรสของอาหารไม่ชวนกิน สืบเกิดได้จากปลามีอาการตอบสนองต่ออาหารน้อยกว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ผสมสาหร่าย *N. commune* ผง จะเห็นได้ชัดในอาหารที่มีผสมสาหร่าย *N. commune* ผง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอำนาจ (2525) ที่ว่า กลิ่นและรสชาติของอาหาร เป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้ปลากินอาหาร เมื่อกลิ่นและรสไม่ชวนกินอาหาร ปลาจึงไม่ยอมกินอาหาร จึงทำให้ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน การทดลองของ Viola (1985) ก็ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกัน

การที่ปริมาณของโปรตีนจากสัตว์ในอาหารลดลง ทำให้ปลาต้องหาโปรตีนจากแหล่งอื่น มาทดแทนโปรตีนจากสัตว์ที่ขาดหายไป สำหรับโปรตีนจากพืชที่เพิ่มขึ้น ส่วนที่เพิ่มได้มาจากสาหร่าย *N. commune* ผง ที่ผสมลงไป ดังนั้นปลาจึงต้องนำโปรตีนจากสาหร่าย *N. commune* มาใช้เพื่อทดแทนโปรตีนจากสัตว์ แต่เนื่องจากปลาอุกบักกอยมีลักษณะทางเดินอาหารแตกต่าง

จากปลากินพืช (FAO, 1980) ฉะนั้นจึงไม่สามารถย่อยสาหร่าย *N. commune* มาใช้ได้ไม่ตีเท่าที่ควร มีผลให้ปลาถูกบักอูยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ผง เจริญเติบโตช้ากว่า และนอกจากนี้การผสมสาหร่าย *N. commune* ผงลงไป นอกจากจะทำให้สัดส่วนของโปรตีนจากพืชและโปรตีนจากสัตว์เปลี่ยนไปแล้ว ยังทำให้เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบอื่นๆ ในอาหารเปลี่ยนแปลงไปด้วย สิ่งเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาด้วย

### ระดับโปรตีนในเนื้อปลา

จากการทดลองเพาะเลี้ยงปลาถูกบักอูยด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมกับสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับต่างๆกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน ได้ทำการตรวจวัดค่าโปรตีนในเนื้อปลาในสภาพแห้ง และสภาพสด

จากทดลองเลี้ยงปลาถูกบักอูยด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *N. Commune* ทั้ง 4 ระดับ ให้ผลโปรตีนและความชื้นดังนี้ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้ง บางส่วนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	ปริมาณ (%)			
	0	5	10	15
% โปรตีนของเนื้อปลาก่อนเริ่มการทดลอง	71.27±0.71	71.27±0.71	71.27±0.71	71.27±0.71
% โปรตีนอาหาร	37.7±0.05 <sup>A</sup>	40.02±0.06 <sup>B</sup>	39.55±0.19 <sup>B</sup>	41.52±0.57 <sup>C</sup>
% ความชื้นของเนื้อปลาสด	77.84±0.49 <sup>A</sup>	78.1±0.59 <sup>A</sup>	79.35±0.46 <sup>A</sup>	78.22±0.42 <sup>A</sup>
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสด	18.72±0.33 <sup>A</sup>	18.80±0.64 <sup>A</sup>	17.89±0.52 <sup>A</sup>	20.52±0.46 <sup>B</sup>
% ความชื้นของเนื้อปลาในสภาพแห้ง	3.86±0.27 <sup>A</sup>	5.55±1.33 <sup>A</sup>	4.21±0.13 <sup>A</sup>	3.6±0.09 <sup>A</sup>
% โปรตีนของเนื้อปลาในสภาพแห้ง	81.23±0.81 <sup>A</sup>	81.08±1.39 <sup>A</sup>	82.99±1.05 <sup>A</sup>	90.82±0.26 <sup>B</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> ในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับโปรตีนที่ได้ของกลุ่มการทดลอง 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพสด คือ 18.72 ± 0.33, 18.80 ± 0.64, 17.89 ± 0.52 และ 20.52 ± 0.46 ตามลำดับ และระดับโปรตีนในสภาพแห้งคือ 81.23 ± 0.81, 81.08 ± 1.39, 82.99 ± 1.05 และ 90.82 ± 0.26 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระดับโปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองระดับสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลอง 0 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ว่าการผสมสาหร่าย *N. commune* กับอาหารสำเร็จรูปที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีระดับโปรตีนที่สูงที่สุดในการทดลองนี้ ส่วนระดับความชื้นของเนื้อปลาสดและเนื้อปลาสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองต่างๆ เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ของกลุ่มระดับสาหร่ายที่ต่างกัน

เมื่อนำระดับโปรตีนและความชื้นในเนื้อของปลาดุกชนิดอื่นมาเปรียบเทียบกับ กองโภชนาการ (2530) โดยแสดงจากคุณค่าอาหารที่กินได้ 100 กรัมโดยปลาดุกอูยมีความชื้นอยู่ที่ 76.50 เปอร์เซ็นต์ และปลาดุกด้าน 78.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับโปรตีนของปลาดุกอูยอยู่ที่ 20.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาดุกด้าน 18.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระดับโปรตีนและความชื้นในเนื้อของปลาดุกชนิดอื่นมีระดับที่ใกล้เคียงกันกับการทดลองนี้

ระดับ คาโรทีนอยด์ (Carotenoid) และ ระดับภูมิคุ้มกัน (Immune)

Carotenoid ในปลาดุกอูยที่เลี้ยงในอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับต่างกัน มีระดับอยู่ที่  $0.12 \pm 0.01$ ,  $0.29 \pm 0.05$ ,  $0.32 \pm 0.04$  และ  $0.46 \pm 0.06$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6) พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $0.46 \pm 0.06$  ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณสาหร่าย *N. commune* 10, 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ยเท่ากับ  $0.32 \pm 0.04$ ,  $0.29 \pm 0.05$  และ  $0.12 \pm 0.01$  ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาที่ทดลองในสูตรอาหารผสมสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหารผสมสาหร่าย 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มสาหร่าย 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มสาหร่าย 0 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ อาหารที่ผสมสาหร่าย *N. commune* 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ที่น้อยที่สุด แต่ระดับที่ผสมสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลามากที่สุดในการทดลอง

จากผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณคาโรทีนอยด์มากกว่ากลุ่มการทดลองที่ไม่ได้ผสมสาหร่ายลงในอาหาร ซึ่งอาจเป็นเพราะได้รับสาหร่ายที่มีปริมาณคาโรทีนอยด์ในปริมาณที่มากขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ในการผสมสาหร่ายลงไป ซึ่งส่งผลต่อการสะสมปริมาณคาโรทีนอยด์มากกว่าเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสาหร่ายมีรงควัตถุจำพวกคาโรทีนอยด์ ซึ่งแสดงว่า *N. commune* มีผลต่อการปรับปรุงสีในปลาตู้บิกอูย และระดับที่ผสมสาหร่าย 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลที่ไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายที่สั้นเกินไปทำให้การเพิ่มขึ้นของ คาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บานซึน (2532) โดยทำการศึกษการใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ขนาด 3 นิ้ว เพื่อศึกษามวลของสาหร่ายเกลียวทองที่มีต่อสีของปลาตู้บิกอูย ผลจากการวัดระดับความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสดทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เป็นดังนี้คือ ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเมื่อเลี้ยงปลาจนครบ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมสาหร่ายสาหร่ายเกลียวทองสด 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหาร และเมื่อวัดความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ก็ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหาร แต่เมื่อทำการวัดความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสัปดาห์ที่ 8 พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสด 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.910 ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเกลียวทองสด 10, 5, และ 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาเฉลี่ยเท่ากับ 0.786, 0.602 และ 0.398 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาที่ทดลองในแต่ละสูตรอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ระดับภูมิคุ้มกัน (Immune) ในปลาตู้บิกอูยที่เลี้ยงในอาหารผสมสาหร่าย *N. commune* ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอาหาร มีระดับอยู่ที่ 0.249, 0.284, 0.338 และ 0.229 ตามลำดับ โดยระดับที่มากกว่า 0.219 จะมีผลต่อ ภูมิคุ้มกันแสดงว่าทุกกลุ่มการทดลองอาหารมีผลต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันขึ้นโดยกลุ่มสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันมากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าของ caroteniod และ Immune ในปลาตู้บิกอูยที่ได้รับสาหร่าย Nostoc ที่ระดับต่างๆกัน

	ปริมาณ(%)			
	0	5	10	15
caroteniod ( $\mu\text{g}$ )	0.12 $\pm$ 0.01 <sup>A</sup>	0.29 $\pm$ 0.05 <sup>B</sup>	0.32 $\pm$ 0.04 <sup>B</sup>	0.46 $\pm$ 0.06 <sup>C</sup>
Immune	0.249	0.284	0.338	0.229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill (1980) กล่าวว่าเพลงก้ตอนในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีคุณค่าทางอาหารที่สูงกล่าวคือมีโปรตีนที่สูงและเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพเนื่องจากประกอบด้วยโปรวิตามิน แคลโรทีนอยด์และกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hayashi และคณะ (1996, 1993) โดยนำสารสกัดจากสไปรูไลนามาทดลองใช้ในการยับยั้งเชื้อไวรัสหลายชนิด พบว่าสารสกัดจากสไปรูไลนาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัส Herpes simplex virus type 1 และ Human immunodeficiency virus type 1 ที่ก่อให้เกิดโรคเริมและเอดส์ได้ โดยสารสกัดที่ได้จาก สไปรูไลนาที่มีผลยับยั้งไวรัส เรียกว่า แคลเซียม สไปรูแลน (Calcium spirulan) เป็นโมเลกุลน้ำตาลโพลีแซคคาไรด์ ประกอบด้วยซัลเฟอร์ (sulfur) และแคลเซียม (calcium) และจากการศึกษาของ ปิยาลัย และคณะ (2545) พบว่าสารสกัดจากสไปรูไลนาความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาวได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการเพาะเลี้ยงปลาอุกบีกอูยด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสาหร่าย *Nostoc commune* ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำหนักรอาหาร ปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% ส่วนระดับโปรตีนของเนื้อปลาในสภาพสดและในสภาพแห้งที่กลุ่มการทดลองระดับสาหร่าย 15% ให้ผลระดับโปรตีนที่ดีที่สุด คือ  $20.52 \pm 0.46$  และ  $90.82 \pm 0.26$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ โดยระดับความชื้นของเนื้อปลาสดและเนื้อปลาในสภาพแห้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในแต่ละกลุ่มการทดลอง ซึ่งระดับสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำหนักรอาหารนั้นเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงปลาอุกบีกอูยให้เพิ่มระดับโปรตีนมากที่สุดและระดับสาหร่าย 0, 5, และ 10 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันจากการทดลอง อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีระดับที่ใกล้เคียงกัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) ในกลุ่มทดลองระดับสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ระดับ 94.63% ส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) ในการทดลอง ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) ที่ดีที่สุดอยู่ที่กลุ่มระดับสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ 2.90 และค่าประโยชน์สุทธิของโปรตีนที่ปลาจะได้รับ (NPR) ที่กลุ่มระดับสาหร่าย 15 เปอร์เซ็นต์ คือ 0.19 ซึ่งมีความมากที่สุดในการทดลอง ระดับภูมิคุ้มกันในตัวปลาสูงขึ้นดีที่สุดในการใช้สาหร่าย 10 % ผสมในอาหาร และสารสีคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลามีมากขึ้นตามเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของสาหร่าย อาหารผสมสาหร่าย 15 % ช่วยให้เนื้อปลามีสีที่เข้มขึ้นมากที่สุดในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2530 ข. ปลาที่เพาะเลี้ยงง่ายตามโครงการบำรุงพันธุ์ปลาแบบประชาอาสา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 112 น.
- กรมประมง. 2541. การเพาะเลี้ยงปลาดุกบึกอูย. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 30 น.
- กัลยา ยงพุกษา. 2529. การอนุบาลลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ด้วยอาหารผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ชลบุรี.
- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยในสวนที่กินได้ 100 กรัม. กองโภชนาการ กรมอนามัย, กรุงเทพฯ. 120 น.
- เชษฐพงษ์ บุตรเทพ. 2526. ผลของวิตามินละลายน้ำที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดวงรัตน์ มีแก้ว. 2526. การเจริญเติบโตของปลาดุกดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนจากพืชต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, มะลิ บุญยรัตผลิน และ นันทิยา อุนประเสริฐ. 2525. อาหารปลา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 87 น.
- ปิยะพงศ์ โชติพันธ์. 2527. การทดลองเลี้ยงลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ด้วยเนื้อปลาบดผสมสาหร่ายสไปรูไลนาผง, น. 1-14. ใน รายงานประจำปี 2525- 2526. สถานีวิจัยประมงศรีราชา, ชลบุรี.
- ปิยาลัย เหมทานนท์, สภาพร ตีรกบุระวาคม และ วิษณะ บุญญาวิวัฒน์. 2547. การใช้สาหร่ายสไปรูไลนา (*Spirulina phtensis*) ในการป้องกันโรคตัวดงขาวในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus mondon*). เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2547. มหาวิทยาลัยลัดกษณ์. นครศรีธรรมราช.
- วิวัฒน์ ธารุทธิ. 2523. การใช้ *Spirulina sp.* และ *Oscillatoria sp.* เป็นอาหารและส่วนประกอบของอาหารผสม สำหรับเลี้ยงลูกปลาใน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุคาโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ, *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิมล จันทโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์ และ ทศนีย์ เสริมวัฒนากุล. 2539. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารปลาคุณภาพผสมที่ผลิตโดยอ้างอิงข้อมูลความต้องการสารอาหารสำเร็จรูปจากโรงงาน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 179. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ. 20 น.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2540. โภชนาการสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.
- บานชื่น ชลสวัสดิ์. 2532. การใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาวและปลาดุกอุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 78 น.
- อาภารัตน์ มหาจันทร์ อุษา กลิ่นหอม มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์ เจษฎา ทิพย์สุขศรี และวัชรีย์ กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็ดคลาบ (*Nostoc commune*, Cyanophyta). 1-84 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์. 2525. อาหารปลา. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 180 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์ และ เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2524. ความต้องการโปรตีนของปลาดุกด้าน. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 16 น.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์, วิทย์ สารชลาภูเกิล และ ประวิทย์ สุวรินทร์. 2527. ผลของระดับโปรตีนแหล่งที่มาของโปรตีนในอาหารผสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิล. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 22 น.
- Allen, M. B. 1952. *Arch. Mikrobiol.* 17-34 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.
- Alison, F. E. และ Hoover, S. R. 1935. *Trans. 3<sup>rd</sup> Intern. Congr. Soil Sci. Moscow.* 3: 24 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah as the time of India. New Delhi. 11-175.
- Alison, F. E. และ Hoover, S. R. และ Morris, H. J. 1937. *Bot. Gaz.* 98:433 อ้างโดย Singh,R.N.1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. Indian Council of Agricultural Research. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Atack T.H., K. Jauncey and A.J. Metty. 1979. The utilization of some single cell proteins by fingerling mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 18: 337-348.
- Bhomiratana, A. 1977. 6<sup>th</sup> report on the production and utilization of algae as a protein source in Thailand. *Algae Project*. Kasetsart University Institute of Food Research and Product Development. 98 – 100.
- Brittol, B.M. 1927 อ้างโดย Singh, R.N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11 – 175.
- Choubert, G. 1979. tentative utilization of spirulin algae as a source of carotenoid pigments for rainbow trout. *Aquaculture* 18 : 135:143.
- Cuzon, G. , R. dos Santos, M. Hew and G. Poullaouec. 1985. Use of spirulina in shrimp (*Penaeus Japonnicus*) diet. *ASFA* 1. 15(2) : 345.
- Dabrowski, K. and B. Kozak. 1979. The use of fish meal and soyabean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. *Aquaculture* 18 ; 107-114.
- FAO. 1980. Fish feed technology. Lectures presented at the FAO/UNDP Training course in Fish feed technology, held at the college of Fisheries, University of Washington, Seattle, Washing, U.S.A., 9 October – 15 December 1978. 395 p.
- Fox, M. H. 1967. An introduction to the algae. 25 – 36.
- Fritsch, F. E. 1922. *T. Ecol.* 10 : 220. อ้างโดย Singh, R.N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen Economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal sah at the time of India. New delhi. 11 – 175.
- Fritsch, F. E. 1945. The structure and reproduction of the algae. 2 : 768. Cambridge university Press. อ้างโดย Singh, R. N. 1961. Role of Blue green algae in nitrogen economy of India. *Indian Council of Agricultural Research*. Pyarelal Sah at the time of India. New delhi. 11-175.
- Hepher, B., J. Chervinski and H. Tagari. 1971. Studies on carp nutrition III., Experiments on the affect on fish yield of dietary protein source and concentration. *Bamidgeh* 23 (1) : 11-37
- Hill., C. 1980. *The Secrets of Spirulina*. University of the Trees Press, Boudier Creek, California. 218 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Huang, A., Liu, Y., Paulsen, B. S. and Klaveness, D. 1998. Studies on polysaccharide from three edible species of *Nostoc* (cyanobacteria) with different colony morphologies : comparison of monosaccharide composition and viscosities of polysaccharides from field colonies and suspension culture. *J. Phycol.* 34:962-968. อ้างโดย อภาภรณ์ มหาขันต์ อา กลิ่นหอม มยุรีตั้งธนาภูวัฒน์ เจาภา ทิพยะสุขศรี และวัชร กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็บลาบ(*Nostoc Commune*, Cyanophyya). 1 – 84 น.
- Hori, K., Ishibashi, G. and Okita, T. 1994. Hypocholesterolemic effect of blue – green alga. *Ishikurage (Nostoc commune)* in rat fed atherogennic diet. *Plant Food hum. Nutr.* 45 : 63 – 70. อ้างโดย รัตน์ มหาขันต์ อา กลิ่นหอม มยุรีตั้งธนาภูวัฒน์ เจาภา ทิพยะสุขศรี และวัชร กัลยาลัง. 2546. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสาหร่ายเห็บลาบ(*Nostoc Commune*, Cyanophyya). 1 – 84 น.
- Kratz,W.A. Myers, J. 1955. *Amer. T. Bot.* 42:282 อ้างโดย Singh, R.N.1961. Role of blue green algae in nitrogen Economy of India. *Indian Council of Agricultural research. Pyarelal Sah at the of India. New delhi.* 11-175.
- Nandeesh, M.C.,Gangadhara, B.,Manissery, J.K., and L.V. Venkataraman.2001. Growth performance of two Indian major carps,catta (*Catta catta*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*.*Bioresource Technology.* 80 : 117 – 120.
- National Research Council. 1977. *Nutrient Requirement of Warmwater Fish.* National Academy of Sciences, Washington, D.C. 78 P.
- Nakamura, H. 1982. *Spirulina : Food for a Hungry World , a Pioneer is Story in Aquaculture.* University of the Trees Press, Boulder Creek , California. 215 p.
- Parker, N.C. 1987. Feed conversion indices controversy or convention *The Progressive fish Culturists* 49(3):161 – 166.
- Shell, E. W. 1968 . *Feedds and feeding of warmwater fish in north america.* FAO *Fish.Rep.* 14(3): 320 – 325.
- Smith, R.R. 1971. A method for measuring digestibility and metabolizable energy of fish feeds. *Prog. Fish. Cult.* 33(3) : 132 – 134.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Stanley, J.G. and J. B. Jones. 1976. Feeding algae to fish. *Aquaculture* 7 : 219 – 223.
- Takenaka., Y. Yamaguchi, S. Sakaki, K. Watarai, N. Tanaka, M. Hori, H. Seki, M. Tsuchida, A. Yamada, T. Nishimori and T. Morinaga. 1998. Safety evaluation of *Nostoc* Flageliforme (*Nostocales*, *Cyannophyceae*) as a potential food. *Food and chemical Toxicology*. 36: 1073 – 1077.
- Venkataraman, L.V. 1983. A Monograph on *Spirulina Platensis*. Central Food Technological Research Institute, Mysore. 100 p.
- Viola, S. 1975. Experiments on nutrition of carp growing in cage, Part 2 : Partial substitution of fish meal. *Bamidgeh* 27(2) : 40 – 48.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงน้ำหนักปลาตุ๋นบักกอย (กรัม) ที่ได้รับ *Nostoc commune* ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

วัดครั้งที่	ปริมาณสาหร่าย (%)			
	0%	5%	10%	15%
1	1.62±0.08	1.61±0.06	1.40±0.04	1.26±0.06
2	2.25±0.19	1.92±0.10	1.77 ±0.08	1.55±0.06
3	3.30±0.40	2.74±0.20	2.42±0.13	2.25±0.14
4	4.94±0.47	4.02±0.33	3.60±0.19	3.58±0.24
5	8.33±0.94	6.37±0.55	5.66±0.37	5.38±0.30
6	10.85±1.22	9.06±0.83	8.07±0.64	7.78±0.46
7	14.80±1.72	12.03±1.20	11.62±0.90	10.95±0.74

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความยาวปลาตุ๋นบักกอย (เซนติเมตร) ที่ได้รับ *Nostoc commune* ระดับต่างๆ ที่ทำการชั่งทุกๆ 10 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

วัดครั้งที่	ปริมาณสาหร่าย (%)			
	0%	5%	10%	15%
1	4.79±0.08	4.98±0.08	4.84±0.06	4.71±0.07
2	5.44±0.14	5.36±0.10	5.26±0.10	5.03±0.09
3	6.14±0.20	6.06±0.14	5.83±0.10	5.66±0.12
4	7.17±0.25	6.91±0.20	6.78±0.13	6.51±0.13
5	8.53±0.33	8.15±0.25	7.79±0.18	7.54±0.17
6	9.53±0.37	9.02±0.30	8.90±0.23	8.80±0.21
7	10.74±0.39	10.2±0.34	10.04±0.28	10.15±0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) ของปลาอุกบึกอู๋ที่ได้รับ  
*Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณสาหร่าย(%)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม)
0%	0.219643 ± 0.029116
5%	0.177333 ± 0.019757
10%	0.170667 ± 0.01538
15%	0.163214 ± 0.012085

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( Feed conversion rate,FCR) ของ  
ปลาอุกบึกอู๋ที่ได้รับ *Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	ปลากินอาหารรวม		FCR (1)/(2)
	(กรัม) (1)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)(2)	
<i>N. commune</i> 0%	341.76	368.89	0.926455
<i>N. commune</i> 5%	285.23	312.38	0.913087
<i>N. commune</i> 10%	267.64	306.72	0.872587
<i>N. commune</i> 15%	249.53	271.05	0.920605

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE) ของปลาตู้กบักที่ได้รับ *Nostoc commune* ที่ระดับต่างๆ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น		FCE (%) [(1)*100]/(2)
	(กรัม)(1)	(กรัม) (2)	
<i>N. commune</i> 0%	341.76	375.6	90.99042
<i>N. commune</i> 5%	285.23	310.97	91.72267
<i>N. commune</i> 10%	267.64	282.83	94.62928
<i>N. commune</i> 15%	249.53	274.36	90.94985

ตารางผนวกที่ 6 แสดงปริมาณค่าโรทีนอยด์ในการสกัดจากเนื้อปลา (ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์/กรัมเนื้อปลา)

	5%	10%	15%
0%			
0.11	0.44	0.31	0.67
0.14	0.28	0.42	0.44
0.14	0.18	0.36	0.54
0.10	0.26	0.22	0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้