สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห้ง ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)*

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

T104537

โดย

นาย ทรงกลด ชินกร

ว/ว.
ท124 ช
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104537
วัน,เดือน,ปี - 5 พ.ย. 2552

b 12158938
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห้ง ในการเลี้ยง
ปลาช่อน *(Channa striata)*

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

ชื่อนักศึกษา นายทรงกลด ชินกร
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา ทวีกิจการ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 20 เดือน มี.ค. พ.ศ. ๒๕๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้อาหารผสมสาหร่าย *Nostoc commune* แห้ง ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)*

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

การใช้สาหร่ายนอสตอค *(Nostoc commune)* แห้งในการผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)* เป็นเวลา 98 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 21.08±0.36, 23.17±0.59, 19.08±0.35 และ 19.17±0.49 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 13.28±0.50, 15.01±0.42, 12.87±0.50 และ 12.84±0.53 เซนติเมตรต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.20±0.003, 0.22±0.005, 0.19±0.005 และ 0.18±0.005 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.31±0.02, 2.46±0.04, 2.26±0.04 และ 2.24±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.99±0.01, 2.79±0.02, 3.13±0.09 และ 3.07±0.05 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 33.39±0.84, 35.89±0.25, 31.94±0.51 และ 32.59±0.56 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร 0.72±0.02, 0.82±0.01, 0.72±0.01 และ 0.73±0.01 ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาช่อนที่ได้รับอาหารที่กำหนดเท่ากับ 69.16±1.44, 71.99±0.93, 72.75±0.21 และ 73.89±0.06 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 0.81±0.13, 0.89±0.23, 1.30±0.15 และ 2.51±0.33 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม ตามลำดับ จากการการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายนอสตอคแห้งเป็นส่วนผสมในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

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

ขอขอบพระคุณ คุณนิพนธ์ จิตตำนาน ที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณบุฟผา จงพัฒน์ และ คุณนพดล เผ่ามนัส ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์เครื่องมือ พร้อมทั้งช่วยเหลือในด้านการใช้ห้องในการปฏิบัติการทดลองจนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณ กวิน พันธุ์สัมฤทธิ์ และ คุณ กิตติกานต์ กุแก้ว ที่ร่วมแรง ร่วมใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์และลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนเพื่อนๆในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อข้อมูลตลอดจนกำลังใจจนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่อบรมสั่งสอนและให้วิชาความรู้เป็นอย่างดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สละทั้งกำลังกาย กำลังใจและกำลังทรัพย์ส่งเสียสนับสนุนข้าพเจ้าจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

นาย ทรงกลด ชินกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลองและวิจารณ์	25
สรุป	34
เอกสารอ้างอิง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณสารอาหารในแหล่งอาหารต่างๆ 100 กรัม	6
2	ส่วนประกอบที่ได้จากการทดลองของปลา *Channa* ทั้ง 3 ชนิด	6
3	ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่ได้มาจากการทดลองจากปลาช่อนทั้ง 3 ชนิด	7
4	แสดงส่วนประกอบของอาหารทดสอบที่ให้ปลาช่อน	8
5	การเจริญเติบโตในลูกปลาช่อนในอาหารทดลองที่แตกต่างในสัดส่วนของโปรตีนต่อพลังงาน (P/E) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (±SE)	9
6	แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ	10
7	แสดงส่วนประกอบของกรดอะมิโนในสาหร่าย *Nostoc commune*	15
8	คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายนอสตอคจากแหล่งต่างๆ	16
9	ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม Nostoc commune	27
10	ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม Nostoc commune	28
11	ส่วนประกอบของอาหารผสม *nostoc commune* ที่ใช้เลี้ยงปลาช่อน	29
12	ส่วนประกอบในเนื้อปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Nostoc commune*	30
13	ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสม *Nostoc commune*	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาซ่อน	2
2	สาหร่าย *Nostoc commune*	13
3	น้ำหนักเฉลี่ยของปลาซ่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับต่างๆ	25
4	ค่า pH	32
5	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissloved oxygen,DO) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	32
6	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลาช่อน *Channa spp.* เป็นปลาที่อยู่ในตระกูล Channidae อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด เป็นปลากินเนื้อ และยังเป็นปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากปลาช่อนเป็นปลาที่นิยมรับประทานกันมาก ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้มีการแข่งขันกันสูงของผู้ประกอบการเพาะเลี้ยง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงและคุณภาพดี เพื่อที่จะสามารถสู้คู่แข่งรายอื่น ๆ ได้ และให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ทำให้ได้มีการพัฒนาด้านวิธีการพาะเลี้ยง ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ปริมาณของผลผลิตและคุณภาพสูงยิ่งขึ้น ซึ่งอาหารนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ที่จะส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของปลา การนำสาหร่ายมาผสมอาหาร เพื่อเพิ่มอัตราการรอดและการเจริญเติบโต ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยม ซึ่งสาหร่ายที่น่าสนใจในปัจจุบันคือสาหร่าย *Nostoc sp.* นี้ เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำสาหร่าย *Nostoc sp.* มาใช้ผสมอาหารในการเลี้ยงปลาช่อน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำสาหร่าย *Nostoc* แห้งมาใช้ผสมอาหารในการเลี้ยงปลาช่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ปลาช่อน

ภาพที่ 1 ปลาช่อน

ที่มา: http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/217/13217/images/aaaaa.gif

ชื่อไทย ช่อน ,ค้อ

ชื่อสามัญ SNAKE-HEAD FISH

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Channa striata*

อยู่ในวงศ์ (Channidae)

ปลาช่อนเป็นปลาพื้นเมืองของไทย พบอาศัยแพร่กระจายทั่วไปตามแหล่งน้ำทั่วทุกภาคของไทย อาศัยอยู่ในแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ หนองและบึง ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืดที่มีมาหลายร้อยพันปีแล้วนอกจากจะพบในประเทศไทยยังมีแพร่หลายในประเทศจีน อินเดีย ศรีลังกา อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือว่าการเลี้ยงปลาช่อนในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกที่อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรีประมาณ 40 ปีมาแล้ว โดยชาวจีนที่ตลาดบางลี่ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นนายทุนได้รวบรวมลูกพันธุ์จากแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตพื้นที่อำเภอสองพี่น้อง มาทดลองเลี้ยงดูและเห็นว่าพอเลี้ยงได้จึงออกทุนให้กับคนญวนที่มี ภูมิลำเนาติดกับแม่น้ำท่าจีนและคลองสองพี่น้องในตำบลสองพี่น้อง ตำบลต้นตาล โดยสร้างกระชังในล่อนแล้วแต่ขนาดและความเหมาะสม นำลูกปลาช่อนมาลงเลี้ยง โดยผลผลิตที่ได้นายทุนจะรับซื้อเอง แต่ทำได้ไม่นานก็ต้องเลิกเพราะเกษตรกรบางรายนำลูกปลาช่อนไปลองเลี้ยงในบ่อดินและพบว่าได้ผลดีกว่าและต้นทุนต่ำกว่าและปริมาณลูกปลาช่อนที่ได้รับก็มีจำนวนมากกว่า (ชอบ, 2518)

ลักษณะทั่วไป

ปลาช่อนเป็นปลามีเกล็ด ลำตัวอ้วนกลมและยาวเรียว ท่อนหางแบนข้าง หัวแบนลง เกล็ดมีขนาดใหญ่และเกล็ดตามลำตัวเป็นสีเทาจนถึงน้ำตาลอมเทา ปากกว้างมาก มุมปากยาวถึงตา ริมฝีปากล่างยื่นยาวกว่าริมฝีปากบน มีฟันซี่เล็กๆอยู่บนขากรรไกรทั้งสองข้าง ตามีขนาดใหญ่ ครีบทุกครีบไม่มีก้านครีบแข็ง ครีบหลังและครีบก้นยาวจนเกือบถึงโคนหาง ครีบหลังมีก้านครีบ 38-42 อัน ครีบก้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีก้านครีบ 24-26 อัน ครีบอกมีขนาดใหญ่ ครีบท้องมีขนาดเล็ก ครีบหางกลม โคนครีบหางแบนข้างมาก ลำตัวส่วนหลังมีสีดำ ท้องสีขาว ด้านข้างลำตัวมีลายดำพาดเฉียง เกล็ดตามเส้นข้างลำตัวมีจำนวน 49-55 เกล็ด และมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ ปลาช่อนจึงมีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี อยู่ในที่ชื้นๆได้นาน และสามารถเคลื่อนไหวไปมาบนบกหรือฝังตัวอยู่ในโคลนได้เป็นเวลานานๆ (ชอบ, 2518)

การแพร่ขยายพันธุ์และการวางไข่

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

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

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพาะพันธุ์ปลาช่อน

ในการเพาะพันธุ์ปลาช่อนต้องเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ บ่อเพาะพันธุ์ควรมีระดับความลึกของน้ำประมาณ 1.0-1.5 เมตร และมีการถ่ายเทน้ำบ่อยๆเพื่อกระตุ้นให้ปลากินอาหารได้ดี มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ให้สมบูรณ์ซึ่งจะทำให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนมีน้ำเชื้อและไข่ที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น การเพาะพันธุ์ปลาช่อน ทำได้ 2 วิธีคือ

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

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

การฉีดฮอร์โมนผสมเทียมปลาช่อนโดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ฉีดเร่งให้แม่ปลาวางไข่นั้นฉีดเพียงครั้งเดียวที่ระดับความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัมร่วมกับ Domperidone 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัม ส่วนพ่อพันธุ์ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพ่อปลา 1 กิโลกรัมร่วมกับ Domperidone 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักพ่อปลา 1 กิโลกรัม จากนั้นประมาณ 8-10 ชั่วโมงสามารถรีดไข่ผสมกับน้ำเชื้อได้ เนื่องจากไข่ปลาช่อนมีไขมันมากเมื่อทำการผสมเทียมจึงต้องล้างน้ำหลายๆครั้งเพื่อขจัดคราบไขมัน นำไข่ไปฟักในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 2 ตันภายในถังเพิ่มออกซิเจนผ่านหัวทรายโดยเปิดเบาๆในกรณีที่ปล่อยให้พ่อแม่ปลาผสมพันธุ์กันเอง หลังจากที่แม่ปลาวางไข่แล้วต้องแยกไข่ไปฟักต่างหากเช่นกัน (วันเพ็ญ, 2528)

การฟักไข่

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

การอนุบาลลูกปลาช่อน

ลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ลำตัวมีสีดำ มีถุงไข่แดงสีเหลืองใส ปลาจะลอยตัวในลักษณะหงายท้องขึ้นอยู่บริเวณผิวน้ำ ลอยอยู่นิ่งๆไม่ค่อยเคลื่อนไหว หลังจากนั้น 2-3 วันจึงพลิกกลับตัวลงและว่ายไปมาตามปกติโดยว่ายรวมกันเป็นกลุ่มบริเวณผิวน้ำ ลูกปลาช่อนที่ฟักออกมาเป็นตัวใหม่ๆ ใช้อาหารในถุงไข่แดงที่ติดมากับตัวเมื่อถุงไข่แดงยุบวันที่ 4 จึงเริ่มให้อาหารโดยใช้ไข่แดงต้มสุกบดละลายกับน้ำผ่านผ้าขาวบางละเอียดให้ลูกปลากินวันละ 3 ครั้ง เมื่อลูกปลามีอายุย่างเข้าวันที่ 6 จึงให้ไรแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอาหารอีก 2 สัปดาห์ และฝึกให้อาหารเสริม เช่น ปลาป่น เนื้อปลาสดสับ โดยใส่อาหารในแท่นรับอาหารรูปสี่เหลี่ยมซึ่งมีทุ่นผูกติดอยู่ ถ้าให้อาหารไม่เพียงพออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาจะแตกต่างกัน และเกิดพฤติกรรมการกินกันเองทำให้อัตราการรอดตายต่ำจึงต้องคัดขนาดลูกปลา การอนุบาลลูกปลาช่อนโดยทั่วไปจะมีอัตราการรอดประมาณร้อยละ 70 และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน ร้อยละ 50 ของปริมาตรน้ำ (ชอบ, 2518)

การเลี้ยงปลาช่อน

ปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อ อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อนจึงต้องเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง โดยทั่วไปนิยมเลี้ยงด้วยปลาเป็ด อัตราการปล่อยปลา นิยมปล่อยลูกปลาขนาด 8-10 เซนติเมตรหรือ น้ำหนัก 30-35 ตัว/กิโลกรัม ควรปล่อยในอัตรา 40-50 ตัว/ตารางเมตร และเพื่อป้องกันโรคซึ่งอาจจะติดมากับลูกปลา ให้ใช้ฟอร์มาลีนใส่ในบ่อเลี้ยงอัตราความเข้มข้นประมาณ 30 ส่วนในล้าน (3 ลิตร/น้ำ 100 ตัน) ในวันแรกที่ปล่อยลูกปลาไม่จำเป็นต้องให้อาหาร ควรเริ่มให้อาหารในวันรุ่งขึ้น โดยเมื่อปล่อยลูกปลาช่อนลงในบ่อดินแล้ว อาหารที่ให้ในช่วงลูกปลาช่อนมีขนาดเล็ก คือ ปลาเป็ดผสมรำในอัตราส่วน 4:1 หรืออัตราส่วนปลาเป็ดร้อยละ40, รำร้อยละ30, หัวอาหารร้อยละ30 ปริมาณอาหารที่ให้ไม่ควรเกินร้อยละ 4-5 ของน้ำหนักตัวปลา วางอาหารไว้บนตะแกรงหรือภาชนะแบบลอยไว้ใต้ผิวน้ำ 2-3 เซนติเมตร ควรวางไว้หลายๆ จุด

การถ่ายเทน้ำ ช่วงแรกความลึกของน้ำในบ่อควรอยู่ที่ระดับ 30-40 เซนติเมตร แล้วค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำสัปดาห์ละ 10 เซนติเมตร จนได้ระดับ 50 เซนติเมตร จึงถ่ายน้ำวันละครั้ง หลังจากอนุบาลลูกปลาในบ่อดินประมาณ 2 เดือน ปลาจะเติบโตไม่เท่ากัน ใช้อวนลากลูกปลาเพื่อคัดขนาดไม่เช่นนั้นปลาใหญ่จะกินปลาเล็ก หลังจากอนุบาลลูกปลาในช่วง 2 เดือนแล้วต้องใช้เวลาเลี้ยงอีกประมาณ 4-5 เดือน จะให้ผลผลิต 1-2 ตัว/กิโลกรัม เช่น เนื้อที่ 2 ไร่ 2 งาน จะได้ผลผลิตมากกว่า 6,000 กิโลกรัม และเมื่อปลาโตได้ขนาดต้องการจึงจับจำหน่ายซึ่งก่อนจับปลาควรงดอาหาร1-2 วัน การจับขายจับโดยการสูบน้ำออก 2 ใน 3 แล้วตีอวน ระลึกไว้ว่าปลาช่อนเป็นปลาที่ชอบมุดโคลนเลน ดังนั้นถ้าปลาเหลืออยู่น้อย ควรสูบน้ำให้แห้งแล้วจับออกให้หมด นำปลาที่ได้มาล้างโคลนออกก่อนที่จะส่งตลาด (สุรศักดิ์,2542)

การเลือกสถานที่เลี้ยงปลาช่อน

ควรจะพิจารณาเป็นข้อๆดังนี้

1. ใกล้แหล่งน้ำจืด ที่สามารถใช้ได้ตลอดปี
2. น้ำไม่เป็นกรดหรือด่างมากจนเกินไป
3. ที่ดอน น้ำไม่ท่วม และเป็นที่ราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดินเหนียว หรือปนทราย

5. คมนาคมสะดวก (สุรศักดิ์,2542)

คุณค่าทางอาหารของเนื้อปลาช่อน

ปลาช่อน ซึ่งเป็นแหล่งคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ ในปลาจะมีโปรตีนประมาณ 60%-70% และยังเต็มไปด้วยกรดอะมิโนที่มีประโยชน์ (Abd Rahman et al., 1995) มีทั้งกรดอะมิโนที่จำเป็นเช่น histidine, threonine, argionine, valine, methionine, tryptophan, phenylalanine, isoleucine, leucine, lycine และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น aspartic acid, glutamic acid, asparagines, serine, glycine, alanine, tyrosine, cystine, hydroxyproline, proline ดังนั้นปริมาณกรดอะมิโนจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลาและคุณค่าทางโภชนาการของผู้บริโภค และนอกจากนี้ปลายังมีเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนได้ดีกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และปลาช่อนยังมีโปรตีนมากกว่าแหล่งอาหารจากส่วนของเนื้อสัตว์บางชนิด (ตารางที่1) (ธวัชชัย ,2549)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารอาหารในแหล่งอาหารต่างๆ 100 กรัม

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

ที่มา : ธวัชชัย (2549)

Zuraini et al., (2005) ได้ทำการศึกษาปริมาณของกรดอะมิโนในปลา *Channa spp.* 3 ชนิด ในเขตของมาเลเซีย พบว่าจากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนจากธรรมชาติของปลาทั้ง 3 ชนิดนี้จะอยู่ในช่วง 19.9% ถึง 23.0%ของน้ำหนักแห้ง(ตารางที่1)และปริมาณกรดอะมิโนที่พบ(%ของโปรตีนทั้งหมด)(ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบที่ได้จากการทดลองของปลา *Channa* ทั้ง 3 ชนิด

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

ที่มา: Zuraini et al., (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดอะมิโนที่พบ(%ของโปรตีนทั้งหมด)(ตารางที่ 3) กรดอะมิโนที่สำคัญที่พบส่วนใหญ่คือ glutamic acid, aspartic acid และ lysine มีค่าอยู่ในช่วง 9.7%-21.7% ของทั้งหมด ระดับของกรดอะมิโนใน *C.striatus* อยู่ในช่วง 0.9%-21.7% *C.micropeltes* อยู่ในช่วง 0.1%-19.4% และ *C.lucius* อยู่ในช่วง 0.6%-21.2% นอกจากนี้ปลาช่อนมีคุณค่าทางโภชนาการ คือ โปรตีน และกรดไขมัน และยังเต็มไปด้วยกรดอะมิโน จึงเป็นแหล่งทดแทนโปรตีนและไขมันแก่ผู้บริโภคด้วย (Zuraini et al., 2005)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่ได้มาจากการทดลองจากปลาช่อนทั้ง 3 ชนิด

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

ที่มา: Zuraini et al. (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของโภชนาการอาหาร

โปรตีน

เป็นสารอินทรีย์ซึ่งพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีโครงสร้างซับซ้อนและมีมวลโมเลกุลมาก โปรตีนมีหน่วยย่อยคือ กรดอะมิโน เรียงต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ โปรตีนมีหน้าที่สำคัญต่อโครงสร้างและกิจกรรมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด รวมทั้งไวรัสด้วย โปรตีนหลายชนิดทำหน้าที่เป็นเอนไซม์หรือหน่วยย่อยของเอนไซม์ ส่วนโปรตีนอื่นทำหน้าที่ทางด้านโครงสร้าง เช่น โครงสร้างภายในเซลล์ (cytoskeleton) กลไกทางกายภาพ และบางชนิดยังมีหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันคอยปกป้องร่างกายจากสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นยังมีหน้าที่เป็นขนส่งสารภายในระบบร่างกาย และเป็นแหล่งสำรองพลังงาน ยามขาดแคลนอีกด้วย โปรตีนในอาหารนั้นเป็นแหล่งของกรดอะมิโน ให้แก่สิ่งมีชีวิตแต่ไม่สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนเหล่านั้นได้เอง (กรมวิทยาศาสตร์, 2542)

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

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบของอาหารทดสอบที่ให้ปลาช่อน

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

ที่มา: Samantaray and Mohanty (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดที่อาหารชนิดที่ 5 และ 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตในลูกปลาช่อนในอาหารทดลองที่แตกต่างในสัดส่วนของโปรตีนต่อพลังงาน (P/E) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (±SE)

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

ที่มา: Samantaray and Mohanty (1997)

วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน

วัตถุดิบประเภทนี้ต้องมีโปรตีนมากกว่า 20% สามารถแบ่งออกเป็น 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

1. แหล่งโปรตีนจากสัตว์

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

2. แหล่งโปรตีนจากพืช

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

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารชีวโมเลกุลที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คำว่าคาร์โบไฮเดรตมีรากศัพท์มาจากคำว่า คาร์บอน (carbon) และคำว่าไฮเดรต (hydrate) อิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งรวมกันก็หมายถึงคาร์บอนที่อิมตัวไปด้วยน้ำ เนื่องจากสูตรเคมีอย่างง่ายก็คือ $(C \cdot H_2O)n$ ซึ่ง $n \geq 3$ หน่วยที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรตก็คือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือโมโนแซคคาร์ไรด์ คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักซึ่งให้พลังงานเท่ากับ โปรตีน คือ 4 กิโลแคลลอรี่/1 กรัม ประกอบด้วย C คาร์บอน H ไฮโดรเจน และ O ออกซิเจน เป็นอัตรส่วน 1:2:1 คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็นน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุลเดี่ยวแบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือกลูโคส ฟรัสโทส กาแลคโตส โมเลกุลคู่ โมเลกุลใหญ่ และไม่ใช่น้ำตาลคือ แป้ง (กรมวิทยาศาตร์,2542)

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ

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

ที่มา : (กรมประมง, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ไขมัน

เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นแหล่งพลังงานสำคัญเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยไขมันสามารถให้พลังงานได้มากถึง 9 แคลอรี่ต่อกรัมซึ่งมากกว่าคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน (ซึ่งให้พลังงาน 4 แคลอรี่ต่อกรัม)โดยไขมันจะประกอบขึ้นด้วยกรดไขมัน (Fatty acids) ชนิดต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพและมีผลต่อร่างกายแตกต่างกันไป ไขมันยังสามารถแบ่งตามการมีพันธะคู่ของคาร์บอนอะตอมภายในกรดไขมันได้แก่

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) ซึ่งไม่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน ปกติพบได้ในไขมันจากสมองสัตว์หรือเครื่องในสัตว์

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

Hemre et al. (2003) กล่าวว่าไขมันมีอิทธิพลต่อความเร็วของสารอาหารทั้งหมดที่เคลื่อนที่ผ่านส่วนของลำไส้ เมื่ออาหารประเภทไขมันเคลื่อนที่จะถูกเอนไซม์ในลำไส้ไฮโดรไลซ์ การเพิ่มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับไขมันในอาหารส่งผลต่อการผลิตน้ำดีทำให้เพิ่มความคงตัวของการทำงานของเอนไซม์บางตัวในการไฮโรไลซิสแป้ง เช่น อะไมเลส อย่างไรก็ตาม ผลจากไขมันต่อการทำงานของเอนไซม์พบว่าจะแปรผันตามส่วนประกอบของกรดไขมัน ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะไม่เป็นผลดีต่อการย่อยแป้งของกรดไขมันอิ่มตัว วัตถุดิบจำพวกไขมัน หรือน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงาน กรดไขมันที่จำเป็น วิตามินที่ละลายในไขมันและบางครั้งใช้เป็นสารแต่งกลิ่นอาหารเพื่อกระตุ้นให้สัตว์น้ำกินอาหารได้มากขึ้นน้ำมันที่ใช้ผสมอาหารสัตว์น้ำ แบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

1.น้ำมันจากสัตว์

ได้แก่ น้ำมันปลา น้ำมันปลาหมึก น้ำมันหมู ฯลฯ

2. น้ำมันจากพืช

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

วิตามิน

มีอยู่ 2 กลุ่ม

– กลุ่มที่ละลายในน้ำมัน คือ วิตามิน A, D, E และ K

– กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำ มี 11 ชนิด

วิตามินเป็นสารประกอบ ที่พบในสารอาหารทั่วๆ ไป แต่พบในปริมาณน้อย

หน้าที่สำคัญของวิตามิน

จำเป็นต่อการบำรุงรักษา, การเจริญเติบโต และเพื่อการสืบพันธุ์

ร่างกายต้องการวิตามินในปริมาณเล็กน้อย

ถูกใช้ในขบวนการเมตาโบลิซึม

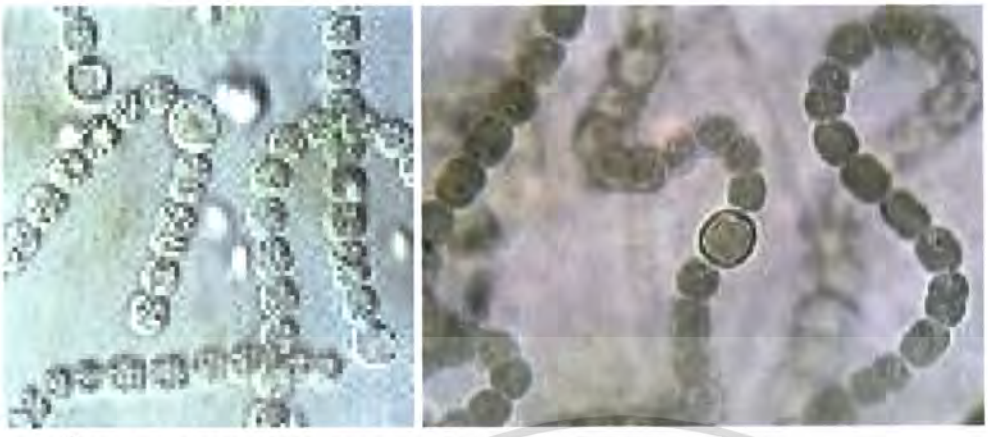
ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ภายในร่างกาย

ระดับความต้องการวิตามินในอาหารสัตว์น้ำ

พบว่าความต้องการมีความแตกต่างกัน และยังขึ้นอยู่กับความหนาแน่นอุณหภูมิ แหล่งของสารอาหาร ขนาดและอายุของปลา การเติมวิตามินในอาหารสัตว์น้ำ โดยทั่วไปเติมมากกว่าปริมาณที่สัตว์น้ำต้องการจริง เพราะวิตามินสลายหรือถูกทำลายง่าย เช่นวิตามินอี วิตามินซี และ วิตามินบี 6 (Thiamin) วิตามินอี และวิตามินซี สูญเสียในระหว่างการผลิต โดยมีความร้อน ความชื้น และ pH เป็นตัวทำลาย และสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษาด้วย สำหรับวิตามิน บี 6 ถูกทำลายโดยเอ็นไซม์ซึ่งโดยทั่วไปพบมากในอาหารที่ผลิตโดยใช้ปลาสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่าย *Nostoc sp.*



ภาพที่2 (ก) และ (ข) *nostoc commune*

ที่มา: (ก)http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/algaevision/about-algae/images/Nostoc_commune_5646_1.jpg

(ข)http://www.bangkokbiznews.com/2007/06/15/thumb/55_copy2thumb3.jpg

ชีววิทยาบางประการของสาหร่ายนอสตอค

Nostoc เป็นสาหร่ายแบบเส้นสายโดยแต่ละเซลมีรูปร่างคล้ายลูกปัดมาเรียงต่อกันและมีเซลพิเศษที่มีผนังหนามากภายในเส้นสายเรียกว่า heterocysts ซึ่งสามารถตรึงก๊าซในอากาศให้เป็นแอมโมเนียม ต่อมาเมื่อสาหร่ายตายลงและจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วจะช่วยเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้กับระบบนิเวศ (อักษร,2525)

อนุกรมวิธานของสาหร่าย *nostoc commune*

Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae

Order Nostocales

Family Nostocalceae

Genus *Nostoc*

Species *Nostoc commune*

สาหร่ายเป็นหนึ่งในอาหารที่ให้โปรตีนสูงและกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในประเทศไทย ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในการเพาะเลี้ยง แปรรูป และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายหลายชนิดสาหร่ายน้ำจืดในสกุล *Nostoc sp.* เป็นสาหร่ายที่นิยมนำมาบริโภคกันมากในทั่วโลก ส่วนในประเทศไทยรู้จักกันในชื่อ ไข่หินหรือดอกหิน พบมากทางภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนวุ้นนิ่มคล้ายเยลลี่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่ายนอสตอคเป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่มีการเจริญเติบโตแบบเป็นเส้นสาย มีเมือกห่อหุ้ม บางชนิดดูคล้ายก้อนเยลลี่ ชนิดที่ได้รับความนิยมมากคือ *N. commune* โดยภูมิปัญญาจีนบันทึกไว้ว่า การบริโภคนอสตอคช่วยป้องกันและรักษามะเร็ง โรคเก๊าท์ โรคตาบอดในเวลากลางวัน แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ตลอดจนอาการเจ็บป่วยอื่นๆ ในส่วนของภูมิปัญญาไทยเราเชื่อว่า สามารถใช้เป็นยาเย็น แก้ร้อนใน ช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ในส่วนของประเทศญี่ปุ่นที่เป็นเจ้าตำรับเมนูอาหารจากสาหร่ายมีการวิจัยพบว่าสาหร่ายนอสตอคชนิด N. *flagelliforme* สามารถป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้และลดความดันโลหิตได้ โดยขณะนี้บริษัทไมโครแอลจี คอร์ปอเรชั่น ได้ผลิตออกจำหน่ายในรูปผงบรรจุซองแล้ว

แหล่งกำเนิด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (มมส.) ทำการสำรวจสาหร่าย *Nostoc* พบว่าเจริญเติบโตแพร่กระจายบนดินเค็มในพื้นที่คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติป่าดูนลำพัน ในเขตอำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคามและพื้นที่ใกล้เคียง พบมากในฤดูฝน เนื่องจากเมื่อฝนตกจะทำให้สาหร่ายที่ในหน้าร้อนจะหดตัวเป็นแผ่นบางกรอบ คล้ายกระดาษ (ซึ่งเป็นระยะพักตัว, resting stage) จะดูดซับน้ำฝนขยายตัวเป็นแผ่นวุ้นบางไม่มีรสชาติ มีเนื้อนิ่มหยุ่นแต่กรอบ มีลักษณะคล้ายสาหร่ายทะเล วากาเหมะ (Wakame, *Undaria pinnatifida*) ที่นิยมบริโภคในญี่ปุ่น แต่สาหร่าย *Nostoc* มีคุณสมบัติที่ดีกว่า คือ ไม่มีกลิ่นคาว

คุณค่าทางโภชนาการ

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายนอสตอคจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทยว่าสาหร่ายปริมาณ 100 กรัม มีโปรตีน 20.26-43.52% ไขมัน 0.00-1.56 % ใยอาหาร 2.70-43.00% มีวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 มีแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม เหล็ก และยังประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น เมไทโอนีน ไลซีน โพรลีน ซีรีน ไทโรซีน อะลานีนอยู่อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรคในสาหร่ายเห็ดลาบแต่อย่างใด ส่วนผลการวิเคราะห์สารปนเปื้อนอนินทรีย์จากโลหะหนัก ปรอท ตะกั่ว และสารหนู พบว่าไม่เกินค่าตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เช่นกัน ตลอดจนการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของสาหร่ายเห็ดลาบในหนูทดลองตามวิธีมาตรฐานของ OECD Guidelines for Testing of Chemical 1993 ก็ไม่ปรากฏความเป็นพิษโดยหนูทุกตัวแสดงอาการปกติ และตรวจไม่พบความผิดปกติของอวัยวะภายในจากการชันสูตรซากหนูทุกตัวเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายเห็ดลาบมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาภารัตน์ และคณะ (2548) กล่าวว่า จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายนอสตอคจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทยพบว่า สาหร่ายนอสตอคปริมาณ 100 กรัม มีโปรตีน 20.26-43.52% อีกทั้งยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น เมไทโอนีน ไลซีน โพรลีนซีรีน ไทโรซีน อะลานีน อยู่อย่างครบถ้วน (ตารางที่ 7) และ(ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 แสดงส่วนประกอบของกรดอะมิโนในสาหร่าย *Nostoc commune*

กรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100 กรัม)		
Alanine	1658.27	1810.43
Arginine	1015.52	998.85
Aspartic acid	3166.21	2656.94
Cystine	-	-
Glutamic acid	2064.97	2613.46
Glycine	1044.1	1107.41
Histidine	886.22	360.45
Isoleucine	797.14	660.09
Leucine	1374.11	1573.84
Lysine	450.09	810.98
Methionine	49.33	258.47
Phenylalanine	1000.05	915.99
Proline	486.36	745.09
Serine	1186.14	1217.37
Threonine	1193.92	1149.2
Tryptophan	35.62	113.87
Tyrosine	446.47	660.68

ที่มา : อาภารัตน์ และคณะ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายนอสตอคจากแหล่งต่างๆ

ราคา (หน่วย)	*Nostoc commune*				*Nostoc flagelliforme*		
	แหล่งธรรมชาติ	เพาะเลี้ยง	แหล่งธรรมชาติ		แหล่งธรรมชาติ		
	ตูนลำพัน	(วว.)	(Peijing)	(Jiangsu)	(Peijing)	(Jiangsu)	(Ningxia)
ความชื้น (กรัม/100 กรัม)	10.19	12.97	8.4	14.9	13.8	13.1	12
โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	20.26	20.84	18.5	14.6	20.3	20	21
เถ้า (กรัม/100 กรัม)	16.2	11.4	13.7	15.2	0.6	8	5.4
ไขมันทั้งหมด (กรัม/100 กรัม)	0.02	1.56	0.1	0.2	0	0.3	-1
ใยอาหาร (กรัม/100 กรัม)	43	2.7	1	3.9	3.9	2	-
วิตามินเอ (ไมโครกรัม/100 กรัม)	2.31	21.4	-	-	-	-	-
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.02	0.43	-	-	-	-	-
วิตามินบี 2(มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.01	0.13	-	-	-	-	-
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	-	-	-	-	-	3.2
แคลเซียม (กรัม/100 กรัม)	3.55	1.54	ND	0.41	2.56	0.77	1.8
เหล็ก (กรัม/100 กรัม)	0.28	0.37	ND	0.29	0.2	0.12	0

ที่มา: อาภารัตน์ และคณะ (2548)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

1.ความเข้มแสง

แสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ความเข้มแสงในน้ำขึ้นกับ สถานที่ ฤดูกาล เวลาในรอบวัน ระดับความลึกของน้ำ สี ความขุ่น และปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ ความต้องการปริมาณแสงของสาหร่ายแต่ละชนิดแตกต่างกัน การได้รับปริมาณแสงสูงหรือต่ำเกินไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย หรือทำให้เซลล์สาหร่ายได้รับความเสียหาย ดังนั้นสาหร่ายจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะที่มีความเข้มแสงเหมาะสม (Trainor, 1978)

จากการศึกษาของ เจษฎา และคณะ (2538) สาหร่ายเห็ดลาบ (*Nostoc commune* Vaucher) ซึ่งเป็นสาหร่ายที่ชาวบ้านในเขตอำเภอนาเชือกจังหวัดมหาสารคามนำมาบริโภค โดยเชื่อว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มีสรรพคุณเป็นยาเย็นเพื่อเป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายเห็ดลาบจึงทำการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเห็ดลาบ รวมไปถึงการพัฒนาในการเพาะเลี้ยงในระดับขยายกลางแจ้ง ซึ่งจากการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าสูตรอาหาร BG-11 ดัดแปลง โดยมีส่วนประกอบของ $K_2HPO_4.3H_2O$ 0.020 กรัม/ลิตร, $MgSO_4.7H_2O$ 0.075กรัม/ลิตร, $CaCl_2$ 0.036 กรัม/ลิตร, กรดซิตริค 0.006 กรัม/ลิตร, เฟอริกแอมโมเนียมซิเตท 0.006 กรัม/ลิตร, EDTA 0.001 กรัม/ลิตร, Na_2CO_3 0.020 กรัม/ลิตร, NaCl 0.200 กรัม/ลิตร, ยูเรีย 0.200 กรัม/ลิตร, และTrace metal mix A5 ตามสูตรเดิม ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.5 และค่าความเข้มแสงเท่ากับ 20 ไมโครไอสไตน์/ตารางเมตร/วินาที ส่งเสริมให้สาหร่ายเห็ดลาบเจริญเติบโตได้ดี โดยที่มีชีวมวลเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 7.91 เท่าหลังจากทำการเพาะเลี้ยง 20 วัน

2.อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยมีผลต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการละลายน้ำของก๊าซออกซิเจน สาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเหมาะสมสาหร่ายจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด (รุ่งนภา, 2543)

3.ความขุ่นของน้ำ

ความขุ่นของน้ำเกิดเนื่องจากมีอนุภาคแขวนลอยอยู่ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตในน้ำ อนุภาคแขวนลอยมีผลต่อแสงที่ส่องผ่านลงมาในน้ำ ทำให้เกิดการกระจายของแสง แสงบางส่วนจะถูกดูดซับเอาไว้ ทำให้ปริมาณแสงที่ส่องลงไปด้านล่างลดลง มีผลให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลง สาหร่ายจึงเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่

4.ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ หากแหล่งน้ำมีคุณภาพดีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสาหร่ายก็เจริญเติบโตได้ดี แต่ถ้าแหล่งน้ำเกิดมลพิษค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมาก สาหร่ายที่มีความทนทานต่อสภาพขาดออกซิเจนจะเจริญเติบโตได้ ในขณะที่สาหร่ายบางชนิดไม่สามารถทนทานได้จึงตายไป

5.ความเป็นกรดเบส

ความเป็นกรดเบสที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-8.0 สาหร่ายแต่ละชนิดต้องการความเป็นกรดเบสในระดับที่แตกต่างกัน บางชนิดมีความทนทานต่อสภาวะแหล่งน้ำที่เป็นกรดจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่โดยทั่วไปสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นเบส (ลัดดา, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104537

6.ธาตุอาหาร

ธาตุอาหารมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเช่นเดียวกับพืช สาหร่ายต้องการธาตุอาหารในชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตของสาหร่ายจะขาดธาตุชนิดใดชนิดหนึ่งไม่ได้ เราเรียกธาตุอาหารนี้ว่าธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Essential element) มี 16 ชนิด แบ่งเป็นธาตุอาหารหลัก (Macronutrient) 9 ชนิด และธาตุอาหารรอง (Micronutrient) 7 ชนิด ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ เป็นต้น ส่วนฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของพลังงานในรูป ATP, ADP, Phospholipid, RNA, DNA เป็นต้น หากสาหร่ายได้รับธาตุอาหารในปริมาณไม่เหมาะสมจะมีผลต่อการเจริญเติบโตได้ (อาภารัตน์ ,2539)

ประโยชน์ของ *Nostoc commune*

1. ประโยชน์ทางยา

ภูมิปัญญาท้องถิ่นมีความเชื่อว่า *N. commune* เป็นยาเย็นที่ช่วยรักษาระบบกระเพาะอาหารและลำไส้ (อาภารัตน์,2546)

2. ประโยชน์ทางด้านการเกษตร

Takenaka et al. (1998) ยังกล่าวว่า *Nostoc* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอื่น ๆ ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้นั้นพบว่าสามารถในการตรึงไนโตรเจนจึงทำให้พืชที่เป็นที่ยึดเกาะอยู่นั้นได้รับไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักอย่างเพียงพอด้วย

3. ประโยชน์ในการใช้เป็นอาหาร

พอลิแซ็กคาไรด์ ที่หลั่งออกนอกเซลล์ *N. commune* สามารถใช้ในอุตสาหกรรมอาหารโดยเป็นสารเพิ่มความเหนียว ยังมีรายงานวิจัยของ *N. commune* พบว่าองประกอบหลักของสารโพลีแซคคาไรด์จากแหล่งธรรมชาติจะมีกลูโคส ไซโรสและกาแลคโตส ในสัดส่วน 2 : 1 : 1 โดยประมาณ (Huang et al. 1998 อ้างโดย อาภารัตน์, 2546)

4. สามารถนำมาสกัดสารต่าง ๆ จาก *N. commune* มาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ได้อีกด้วย (Kobayashi et al. 1994, อ้างโดย Kajiyama, 1998) ได้ทำการศึกษาและรายงานว่าพบ Antimitotic compound, Nostodione A จากการสกัด *N. commone* ที่ขึ้นอยู่บนดินได้ Kajiyama (1998) ทำสารสกัด *N. commone* จากพื้นดินพบว่าสามารถได้สารที่ต้อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Antifungal) เรียกว่า Nostofungicidine ซึ่งเป็นสาร lipopeptide เป็นองค์ประกอบ

(Calno et al., 1990 อ้างโดย Takenaka, 1998) พบว่าสารสกัด Phenolic extract จาก *N. common* สามารถยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นตัวก่อให้เกิดโรคได้ Takenaka et al. (1998) พบว่า N.flagelliforme ที่แยกออกมาจากดินสามารถเพิ่มกระบวนการทำงานของเซลล์ macroohage ในหนูได้ ดังนั้น *N. commone* จึงมีการนำมาใช้รับประทานเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลาช่อน จำนวน 360 ตัว
2. กระชัง 12 กระชัง
3. บ่อซีเมนต์ ขนาด 95×95×85 ซม. จำนวน 3 บ่อ
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก Soehnle Max.4 lb 6 oz,Max.2000 g.
5. ไม้บรรทัดวัดความยาวปลา
6. อาหารลูกกบไฮเกร์ด
7. สาหร่ายนอสตอคผง
8. ขวดฉีดน้ำ
9. แท่งแก้วคนสาร
10. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
11. vortex
12. เม็ดแก้ว
13. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
14. หลอด centrifuge
15. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Spectophotometer)
16. หลอดทดลอง
17. บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ
18. กระบอกตวง
19. ขวดรูปชมพู่
20. กระดาษฟลอยด์
21. tip
22. appendop
23. ถุงพลาสติก
24. ปิเปต
25. จุกยาง
26. ขวดน้ำกลั่น
27. Volumetric pipette

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. สารละลาย acetone
2. Magnesium sulphate

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปลาช่อนออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

การเลี้ยงปลาช่อน

ปลาช่อนที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 360 ตัว มีน้ำหนักประมาณ 2±0.5 กรัม ความยาวเฉลี่ย 6.1±0.5 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 95×95×85 ซม. จำนวน 3 บ่อๆละ 4 กระชังๆ ละ 30 ตัว โดยทำการสุ่มปลาที่ใส่ลงไปแต่ละกระชัง ระดับน้ำสูง 45 เซนติเมตร และให้อากาศตลอดเวลา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดน้ำและทำความสะอาดทุก 3 วัน

อาหารและวิธีการให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อน เป็นอาหารลูกกบขนาดเล็ก (อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ9961 ไฮเกร็ด มีส่วนประกอบคือ ปลาป่น, กากถั่วเหลือง, ข้าวโพดและปลายข้าว วิตามิน เกลือแร่ และสารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์)

คุณค่าทางโภชนาการ

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

สาหร่ายนอสตอคผง

การเตรียมอาหารที่ใช้ทดลองให้ปลาช่อน โดย

กระชังที่ 1 เป็นกระชังที่ควบคุมการให้อาหารเม็ดอย่างเดียว

กระชังที่ 2 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายนอสตอคผง 10%

กระชังที่ 3 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายนอสตอคผง 20%

กระชังที่ 4 เป็นกระชังที่ให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายนอสตอคผง 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการให้อาหาร

การให้อาหารจะให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือเวลา 9.00 นาฬิกา และ 15.00 นาฬิกา โดยจะให้ 5% ของน้ำหนักตัว และเมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่ปลากินเหลือมานับจำนวนเม็ดที่เหลือแล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ดคือ 0.008 กรัมแล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ทางโภชนาการ

1. ความชื้นโดยวิธีการอบแห้ง (Drying Oven)

วิธีการทดลอง

1.1.1. เตรียมถ้วยครูซิเบลที่ล้างสะอาดแล้วนำมาอบที่เตาอบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบเข้าใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็นแล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

1.1.2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 กรัมใส่ถ้วยครูสิเบลที่ทราบน้ำหนักแล้ว

1.1.3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

1.1.4. นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

1.1.5. นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

การคำนวณหาปริมาณความชื้น

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

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยครูซิเบล + ตัวอย่างก่อนอบ

เมื่อ B = น้ำหนักถ้วยครูซิเบล + ตัวอย่างหลังอบ

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการหาวิเคราะห์

2. การหาปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gerhardt

2.1. วิธีการทดลอง

2.1.1. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 1 กรัมใส่ลงในหลอดขนาด 250 มล.

2.1.2. ใส่ catalyst mixture 7 กรัม/1 ตัวอย่าง

2.1.3. ใส่กรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล. นำไปย่อยบนเตาย่อย จนได้สารละลายในหลอดเป็นสีฟ้าใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4. ปิดสวิทซ์ไฟแล้วยกชุดหลอดย่อยวางไว้เหนือเตา ย่อยทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

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 นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตรเตรท ด้วยกรด H_2SO_4 0.1272 N จนได้สีชมพู

2.1.11. ทำ blank เช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

2.2. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด โดยใช้สูตร

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

V = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรท

ดังนั้น $V_2 - V_1$ คือปริมาตณของแอมโมเนีย โดยทั่วไป V_1 มักมีค่าเป็นศูนย์

N = ความเข้มข้นเป็น Normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

การสกัดคาโรทีนอยด์จากเนื้อปลาโดยวิธีของ Nickell(1998)

วิธีการทดลอง

บดเนื้อให้ละเอียด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. รวมสารละลายที่ได้ไปเซ็คปริมาตรที่แน่นอน
9. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร

หมายเหตุ : ใช้สารละลายในข้อ 3 เป็น blank

การบันทึกข้อมูล

ตัวปลาช่อน

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว 14 วัน/ครั้ง คือช่วงก่อนทำการทดลองและนับไปอีก 14 วันจึงจะชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ปลาช่อนที่ทำการทดลองเกิดความเครียดและไม่ให้ตัวปลาเกิดอาการบอบช้ำ

อาหาร

ชั่งอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อนก่อนให้อาหาร และจดบันทึก เมื่อปลากินอิ่มเต็มที่แล้วจึงนำอาหารที่เหลือมานำจำนวนเม็ดที่เหลือ แล้วคูณกับน้ำหนักอาหาร 1 เม็ด คือ 0.008 กรัม แล้วนำไปหักกับปริมาณอาหารที่ให้ ก็จะทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

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

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

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

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

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

3. ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(Mean Fish Length)(เซนติเมตร/ตัว)
4. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(Mean Fish Weight)(กรัม/ตัว)
5. ปริมาณคาโรทีนอยด์ที่สกัดจากเนื้อปลาช่อนดดยวิธีของ Nickell(1998)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

6. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(Feed Conversion Rate, FCR)

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

7. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ(Feed Conversion Efficiency, FCE)

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

8. ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร(Protein Efficiency Ratio, PER)

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

9. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา(Net Protein Retention, NPR)

= [(โปรตีนในตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – โปรตีนในตัวปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) / โปรตีนที่ปลากิน] × 100

10. อัตราการรอด

= (100/จำนวนปลาที่ปล่อย) × จำนวนปลาที่เหลือ

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง D106 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือน มิถุนายน ถึง ธันวาคม พ.ศ.2550

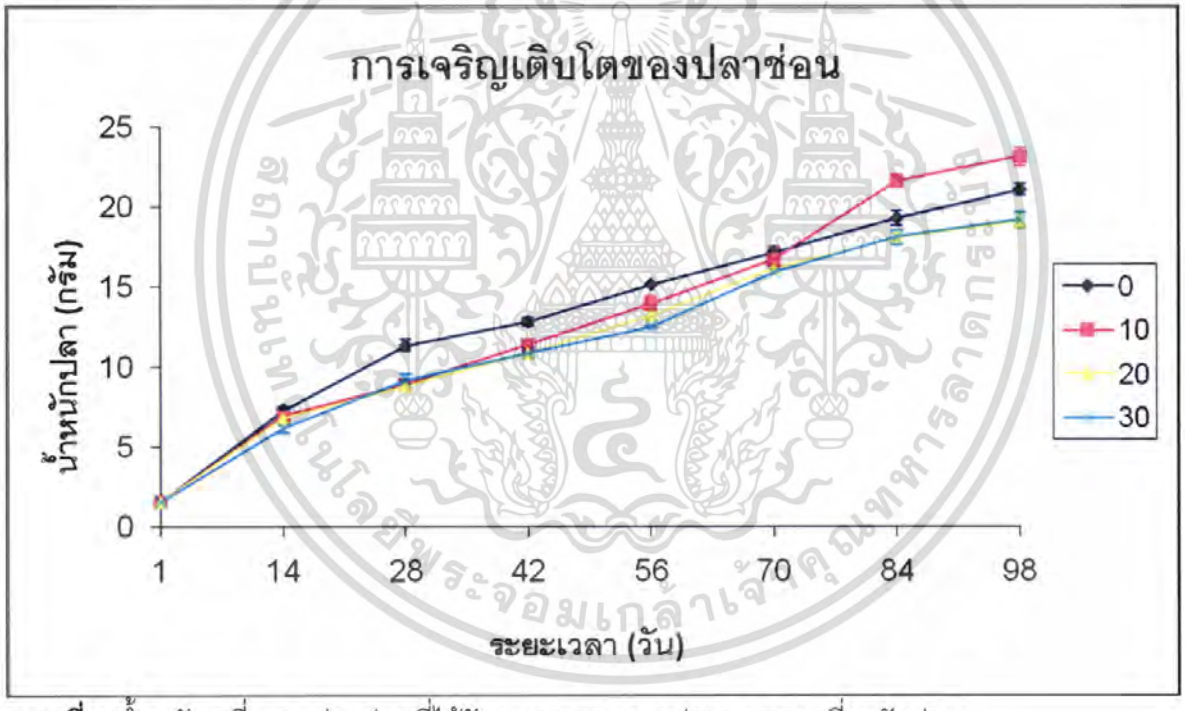
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอาหารผสม *Nostoc commune* ต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อน

น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการทดลองพบว่าปลาช่อนที่น้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 1.60±0.03 กรัม เมื่อให้อาหารปลาโดยให้อาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0,10,20,30 % เป็นเวลา 98 วัน น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 10% มีน้ำหนักเฉลี่ยที่สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 23.17±0.59 กรัมต่อตัวและมีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และส่วนของปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่ายนอสตอค 0% มีน้ำหนักเฉลี่ยรองลงมาคือ 21.08±0.36 กรัมต่อตัว ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 30% และ 20% ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุดคือ 19.17±0.49 และ 19.08±0.53 กรัมต่อตัว รองลงมาตามลำดับ (ภาพที่3 และตารางที่9)



ภาพที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับต่างๆ

ความสำคัญของโปรตีนต่อปลา เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเป็นส่วนสำคัญ และการนำส่วนที่เป็นโปรตีนที่ได้จากอาหารนี้ไปใช้ได้ย่อมสำคัญ ทั้งนี้ก็มีความสัมพันธ์ขนาด อายุและชนิดของปลา Samantaray and Mohanty. (1997) รายงานว่าขนาดของปลาที่ใหญ่กว่าต้องการโปรตีนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปลาขนาดเล็ก และระดับพลังงานส่งผลต่อความต้องการโปรตีนในอาหารที่ปลานำไปใช้ในการเจริญเติบโต และได้ประเมินค่าผลตอบรับของปลาช่อน (*Channa striata*) ขนาดปลานิ้ว (fingerling) ต่ออาหารที่แตกต่างกันตามระดับโปรตีน ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดที่อาหารชนิดที่มีระดับโปรตีน 40 กับ 45% ตามลำดับ สำหรับการศึกษาของ Nandeesha et al 2001 ซึ่งทดลองในปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Catla และ rohu ซึ่งเป็นปลาตระกูลปลาคาร์พที่ได้ทดลองที่ได้ทำการทดลองโดยให้สาหร่ายสไปรูลินาแทนที่โปรตีนจากอาหารที่ระดับ 25 , 50, 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 90 วันซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p>0.05) ในการเจริญเติบโตในปลา Catla ในการทดแทนสาหร่ายสไปรูลินาทุกระดับ แต่ในปลา rohu ที่ได้รับสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับมากกว่า 25 เปอร์เซ็นขึ้นไปส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่มากขึ้นซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ในแต่ละระดับของสาหร่ายสไปรูลินาที่มากขึ้นไปตามลำดับ เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Stanley and Jones (1976) ที่ได้ทดลองนำสาหร่ายสไปรูลินาแห้งไปผสมอาหารในการเลี้ยงปลา blue tilapia (*Tilapia auxa*) และปลา bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus*) โดยให้ที่ปริมาณ 4.2 กรัมต่อกิโลกรัมต่อกรัมของน้ำหนักตัว 21 วัน, 5.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว 14 วันและ 29.1 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว 28 วัน พบว่าปลาทั้งสองมีการเจริญเติบโตที่ดีมาก แต่เมื่อลดปริมาณของสาหร่ายลงอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงด้วย กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำกรมประมง ได้ศึกษาวิจัยอาหารเลี้ยงปลาซ่อนมี ดังนี้ คือ สูตรอนุบาลลูกปลา สูตรเลี้ยงปลาโต ซึ่งแต่ละสูตรมีปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันไป สูตรอาหารอนุบาลลูกปลา จะมีโปรตีนสูง 45% เหมาะสำหรับเลี้ยงลูกปลาอายุตั้งแต่ 15 วัน ถึง 3 เดือน และสูตรอาหารเลี้ยงปลาโต อายุตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป ปริมาณโปรตีน 37% จากการทดลองครั้งนี้ กลุ่มปลาซ่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ10% มีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด แต่ในช่วง วันที่ 14 ถึงวันที่ 70 ของการทดลอง กลุ่มของปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0% มีการเจริญเติบโตดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาดังกล่าว (ภาพที่3 และตารางที่9) ซึ่งมีระดับโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันไปของแต่กลุ่มการทดลอง (ตารางที่11)

ความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ความยาวเฉลี่ยของปลาซ่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30% มีค่าความยาวเฉลี่ย 13.28±0.50, 15.01±0.42, 12.87±0.50 และ12.84±0.53 เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05) ในกลุ่มของปลาซ่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 10% ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยสูงที่สุด เนื่องจากเป็นระดับที่เหมาะสม ทำให้ส่งผลต่อการพัฒนาความยาวมากกว่ากลุ่มอื่น (ตารางที่ 9)

อัตราการเจริญเติบโต(Growth rate)

จากการทดลองเมื่อคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของปลาซ่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 10 % มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22±0.005 กรัมต่อวัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับกลุ่มการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองอื่นๆ และพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 20 % มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.19±0.005 กรัมต่อวัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับกลุ่มการทดลองที่ผสมสาหร่ายนอสตอค 0% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05) กับกลุ่มการทดลองที่ผสมสาหร่ายนอสตอค 30% โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.20±0.003 และ 0.18±0.005 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่3 และตารางที่ 9)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate,SGR)

จากการทดลองอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาช่อนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 10% มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.46±0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0, 20, 30% มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.31±0.02, 2.26±0.04 และ 2.24±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

อัตราการรอด

จากการทดลองเลี้ยงโดยให้อาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0,10,20,30 % เป็นเวลา 98 วัน พบว่าอัตราการรอดของปลาแต่ละกลุ่มชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) คือจะมีอัตราการรอดอยู่ที่ 74.44±1.11, 76.67±1.92, 76.67±5.09 และ73.33±1.92 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ค่าอัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ SGR และน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Nostoc commune*

	ปริมาณ *Nostoc commune* (%)			
	0	10	20	30
อัตราการเจริญเติบโต(กรัมต่อวัน)	0.20±0.003b	0.22±0.005c	0.19±0.005a	0.18±0.005a
SGR(เปอร์เซ็นต่อวัน)	2.31±0.02a	2.46±0.04b	2.26±0.04a	2.24±0.03a
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัมต่อตัว)	21.08±0.36b	23.17±0.59c	19.08±0.53a	19.17±0.49a
ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เซนติเมตรต่อตัว)	13.28±0.50a	15.01±0.42b	12.87±0.50a	12.84±0.53a
อัตราการรอด(เปอร์เซ็นต่อกระชัง)	74.44±1.11a	76.67±1.92a	76.67±5.09a	73.33±1.92a

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองของ Jantrarotai et al. (1995) ได้ทดลองศึกษาระดับโปรตีนที่ระดับ 25, 30, 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับระดับโปรตีนที่ 25 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่า SGR ไม่มีความแตกต่างกันในปลาที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 35 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสูงสุดคือที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ โดยแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่า SGR จะเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เหมาะสมเมื่อถึงระดับโปรตีนที่ต้องการ แต่หลังจากนั้นค่อยๆ ลดลงในระดับโปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้น

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate, FCR)

จากการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อน กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0 ,10 , 20 และ 30% เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 10 % มีค่าเฉลี่ยของ FCR ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 2.79±0.02 และยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มของปลาที่รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0, 20, 30% ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.99±0.01, 3.13±0.09และ 3.07±0.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ในการทดลองของ Jantrarotai et al. (1995) ได้ทดลองศึกษาระดับโปรตีนที่ระดับ 25, 30, 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ที่มีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลาดุกลูกผสมพบว่า FCR ของปลาที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 25% จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.14 และต่ำสุดที่ระดับโปรตีน 40% เท่ากับ 1.07 ซึ่งที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารสูงสุดโดยดูจากค่า FCR ต่ำสุด ส่วนการทดลองของ วิมลและกิจจา (2535) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน คือ 1.48, 1.59 และ 1.46 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าโปรตีนในอาหารสูงขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลแดงดีกว่ากลุ่มที่มีโปรตีนต่ำกว่า

ตารางที่10 ค่าอัตราแลกเนื้อ FCR, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCE และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร PER ของปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Nostoc commune*

	ปริมาณ *Nostoc commune* (%)			
	0	10	20	30
FCR	2.99±0.01b	2.79±0.02a	3.13±0.09b	3.07±0.05b
FCE	33.39±0.84a	35.89±0.25b	31.94±0.51a	32.59±0.56a
PER	0.72±0.02a	0.82±0.01b	0.72±0.01a	0.72±0.01a

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion efficiency, FCE)

จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อน กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0 ,10 , 20 และ 30% เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 10 % มีค่าเฉลี่ยของ FCE สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 35.89±0.25 และยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) กับกลุ่มของปลาที่รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0, 20, 30%ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 33.39±0.84, 31.94±0.51 และ32.59±0.56 ตามลำดับ(ตารางที่10)

ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency ratio, PER)

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสาหร่ายนอสตอคในสภาพแห้งที่ผสมในอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 46.52, 43.95, 44.29 และ 44.7% ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 69.16, 71.99, 72.75 และ 73.89 %ตามลำดับ (ตารางที่ 12) เมื่อนำมาคำนวณประสิทธิภาพของโปรตีนในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 0, 10 , 20 และ 30% พบว่ากลุ่มของปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 10 % มีค่าเฉลี่ยของ PER สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.82±0.005 และยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) กับกลุ่มของปลาที่รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0, 20, 30% ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.70±0.018, 0.72±0.019 และ 0.73±0.012 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบของอาหารผสม *nostoc commune* ที่ใช้เลี้ยงปลาช่อน

	ปริมาณ *nostoc commune* (%)			
	0	10	20	30
โปรตีน (%)	46.52±0.02c	43.95±0.16a	44.29±0.17a	44.73±0.04b
ไขมัน (%)	1.755±0.03a	3.35±0.002b	3.30±0.13b	3.48±0.02b
เยื่อใย (%)	2.665±0.03a	3.01±0.06b	3.67±0.01c	4.52±0.04d
ฟอสฟอรัส(%)	1.081±0.01a	1.44±0.007d	1.13±0.005c	1.09±0.007b
แคลเซียม (%)	2.451±0.02a	2.45±0.02a	2.47±0.01a	2.55±0.03b

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

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และอัตราประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) เป็นค่าส่วนหนึ่งที่บ่งบอกถึงการเจริญเติบโตว่าเป็นอย่างไรทั้งนี้ Samantaray and Mohanty (1997) ได้ทำการศึกษาถึงผลการตอบรับจากอาหารต่อการเจริญเติบโตในปลาช่อน (*Channa striata*) ขนาดปลานิ้ว (fingerling) ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารทดลอง 12 ชนิดจากสูตร brown fish meal ที่มีสารอาหารหลักเป็นโปรตีนและระดับพลังงานการย่อย 3 ระดับ (400, 440 และ 480 กิโลแคลอรี) ที่ระดับโปรตีน 4 ระดับ (35, 40, 45 และ 50%) และลิพิด (9, 13 และ 17%) ในแต่ละระดับของโปรตีน และได้หาค่า PER และ FCR ซึ่งการลดลงกับการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ระดับโปรตีน 35% ค่า PER สูงสุดและ PER ต่ำสุดที่ได้จากสัดส่วน P/E คือ 90.9 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลอรี ค่า FCR ที่ต่ำในการทดลองครั้งนี้โดยเฉพาะในปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 35%ค่า FCR และ PER กับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารมากขึ้นทำให้มีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมที่สุด ตามลำดับผลของการศึกษาในครั้งนี้บ่งชี้ว่าพลังงานในอาหารที่ระดับโปรตีนทั้งหมด ส่งผลต่อ PER ของปลาช่อน และนอกจากนี้การชะล้างสารอาหารที่เพิ่มขึ้นในการศึกษาครั้งนี้บางครั้งก็เป็นผลมาจาก FCR ที่ต่ำ (Samantaray and Mohanty 1997)

ตารางที่ 12 ส่วนประกอบในเนื้อปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Nostoc commune*

	ปริมาณ *Nostoc commune* (%)			
	0	10	20	30
โปรตีน (%)	69.16±1.44a	71.99±0.93b	72.75±0.21b	73.89±0.06b
ไขมัน (%)	9.24±0.21c	5.34±0.12a	6.94±0.17b	8.01±0.26c
ฟอสฟอรัส(%)	0.87±0.03a	1.02±0.02a	0.920.02a	0.91±0.02a
แคลเซียม (%)	0.39±0.02a	0.62±0.01b	0.63±0.01c	0.69±0.03c

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

ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อน

จากการทดลองการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่ายนอสตอคที่ระดับ 30% มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.51±0.33 ไมโครกรัมคาโรทีนอยด์ต่อกรัม และมีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และพบว่าในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายนอสตอค 0, 10 และ 20% มีปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยเท่ากับ 0.81±0.13, 0.89±0.23 และ 1.30±0.15 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาซ่อนที่ได้รับอาหารผสม *Nostoc commune*

	ปริมาณ *Nostoc commune* (%)			
	0	10	20	30
ปริมาณแคโรทีนอยด์ (µg/g)	0.81±0.13a	0.89±0.23a	1.30±0.15a	2.51±0.33b

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

นอสตอคจัดอยู่ในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จึงทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระดับของปริมาณสาหร่ายที่ผสมในอาหารตามลำดับ เนื่องจากแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในผักและผลไม้สีแดง ส้ม และเหลือง ยังพบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินด้วย (มะลิ ,2529) การทดลองของบานชื่น (2532) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด (*Spirulina sp.*) ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อศึกษาสีของเนื้อปลาดุกอุย พบว่าส่วนประกอบของอาหารที่มีส่วนผสมของสไปรูลินาตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้สีของเนื้อปลาดุกอุยเข้มขึ้นตามปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เลี้ยง

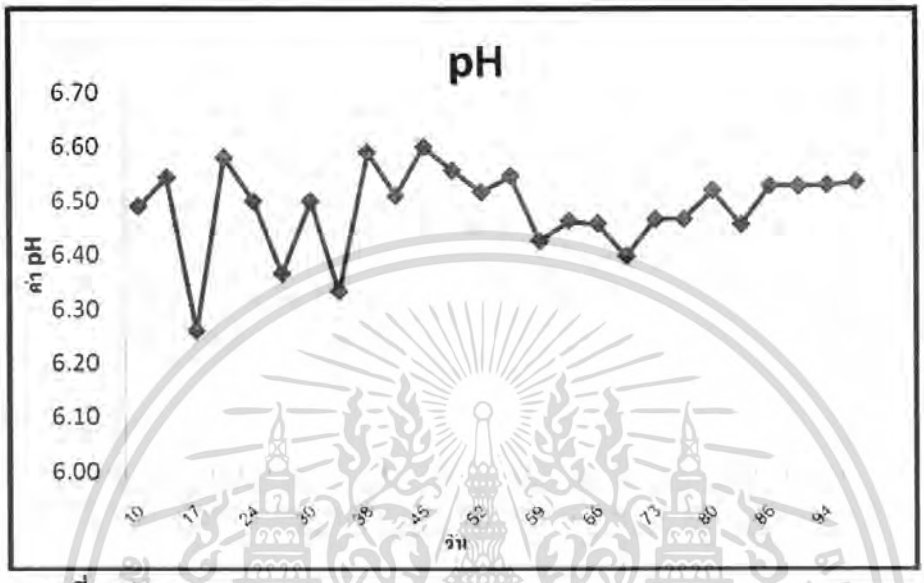
มะลิและนันทิยา (2541) ได้ทดลองรงควัตถุแหล่งต่างๆ ผสมอาหารสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดในปลานิลสีแดง ใช้อาหาร 5 สูตร คืออาหารสูตรพื้นฐานที่ไม่มีรงควัตถุ อาหารสูตรพื้นฐานผสมรงควัตถุต่างๆ คือ สาหร่ายสไปรูลินาแห้ง กลีบดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ หัวและเปลือกกุ้งสด และขมิ้นในปริมาณ 10%, 5%, 15%, 5%, ตามลำดับ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าสาหร่ายสไปรูลินาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดของปลานิลแดง แต่มีความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบมากที่สุด ถ้าต้องการเร่งสีปลาให้เป็นสีแดงเข้มควรใช้สาหร่ายสไปรูลินา 10% ส่วนกลีบดอกดาวเรืองไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อและอัตรารอด แต่มีผลต่อความเข้มสีของลายบนตัว หัวและครีบ เช่นเดียวกับสาหร่ายสไปรูลินาต่างกันที่โทนเสียงไปทางแดงเหลืองทองและกลีบดอกดาวเรืองยังทำให้งอยปากและโคนครีบเป็นสีเหลือง ถ้าต้องการเร่งปลาให้เป็นสีแดงส้มควรใช้กลีบดอกดาวเรือง 5 เปอร์เซ็นต์เลี้ยง ส่วนหัวกุ้งสด มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตและเร่งสีของลายบนตัว หัวและครีบเร่งได้ช้ากว่า ถ้าต้องการให้เป็นสีแดงเพลิงควรใช้หัวกุ้งสด 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้นไม่มีผลต่อการเร่งสีปลาทั้งยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาช่อน

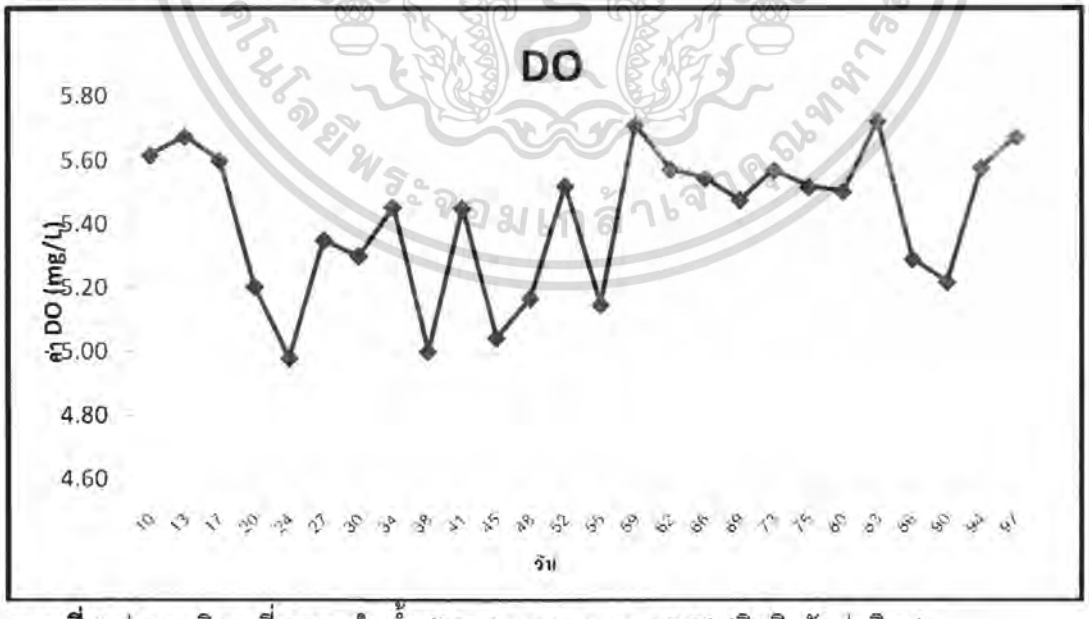
เริ่มวัดตั้งแต่วันที่ 42 โดยวัดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยวัดทั้ง 3 บ่อ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค่า pH



ภาพที่ 4 ค่า pH

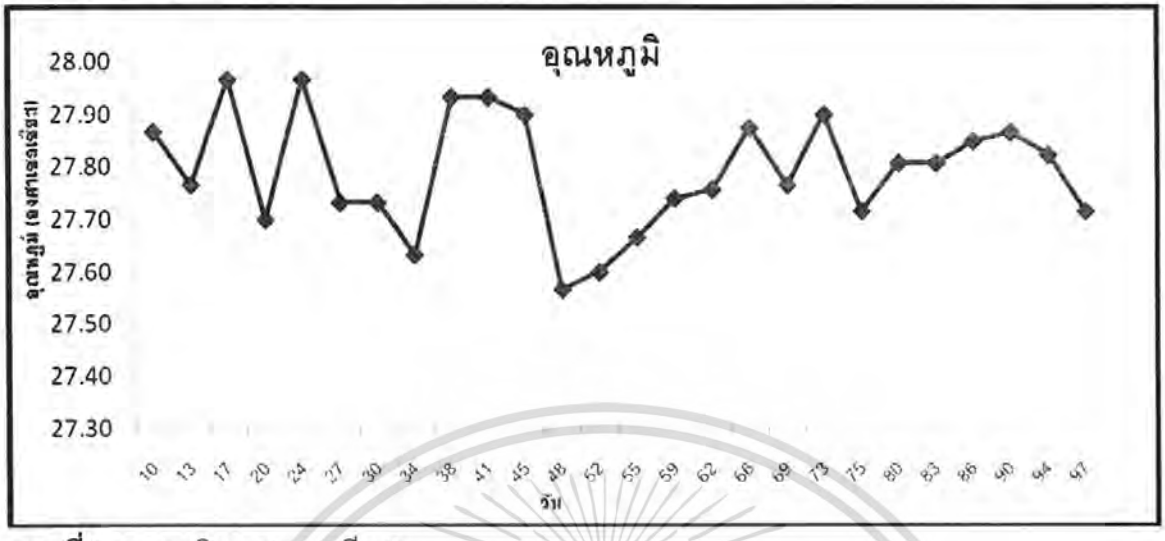
ปริมาณ DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 6 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การใช้สาหร่ายนอสตอค *(Nostoc commune)* แห้งในการผสมอาหารในอัตราส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในการเลี้ยงปลาช่อน *(Channa striata)* เป็นเวลา 98 วัน ซึ่งมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.60±0.03 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลาช่อนมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 21.08±0.36, 23.17±0.59, 19.08±0.35 และ 19.17±0.49 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 14.01±0.22, 13.85±0.15, 13.87±0.19 และ 15.5±0.19 เซนติเมตรต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.20±0.003, 0.22±0.005, 0.19±0.005 และ 0.18±0.005 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.31±0.02, 2.46±0.04, 2.26±0.04 และ 2.24±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.99±0.01, 2.79±0.02, 3.13±0.09 และ 3.07±0.05 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 33.39±0.84, 35.89±0.25, 31.94±0.51 และ 32.59±0.56 ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร 0.72±0.02, 0.82±0.01, 0.72±0.01 และ 0.73±0.01 และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาช่อนเท่ากับ 0.81±0.13, 0.89±0.23, 1.30±0.15 และ 2.51±0.33 ไมโครกรัมแคโรทีนอยด์ต่อกรัมตามลำดับ จากการการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปลาช่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายนอสตอคแห้งเป็นส่วนผสมมีความเข้มสีในเนื้อปลามากกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสม และอาหารที่มีสาหร่ายนอสตอคแห้งเป็นส่วนผสมในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด นอกจากนี้การให้อาหารทดลองผสมสาหร่ายนอสตอคที่แตกต่างกันนี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการผสมสาหร่ายนอสตอคแห้งในอาหารในปริมาณที่มากเกินไป ก็ไม่ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาช่อนสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์. 2542. โปรตีน. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

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

ชอบ ประพันธ์เนติวุฒิ. 2518. การเลี้ยงปลาช่อนที่ลงทุนน้อยแต่กำไรมาก. วารสารการประมง ปีที่ 28 เล่มที่ 1. หน้า 21-24.

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

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย บูรพา. 253 หน้า.

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

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

น.สพ.ธวัชชัย สันติกุลที่มา หนังสือพิมพ์เทคโนโลยีชาวบ้านระบบการย่อยอาหารของปลา มกราคม 21, 2006

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

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

รุ่งนภา พิทักษ์ตันสกุล . 2543 ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดในแหล่งยูโทรฟิคและสภาวะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน วิทยานิพนธ์ปริญญาโทกรุงเทพฯ ลัดดา. 2539. คู่มือการเลี้ยงแพลงตอน คณะประมง มหาวิทยาลับเกษตร์ศาสตร์ 133 น.

เจษฎา และคณะ. 2538. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อักษร ศรีเปล่ง. 2525. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ

อาภารัตน์ และคณะ.2548. (Nostoc commune, Cyanophyta) วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สาหร่ายเห็ดลาบ หน้า 79-93.

อาภารัตน์ ,2539 สารพิษจากสาหร่าย วารสารวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 11(1) 39-53ใ

Hemre, G.-I., Ø. Karlsenb, A. Mangor-Jensenb and G. Rosenlundc. 2003. Digestibility of dry matter, protein, starch and lipid by cod, *Gadus morhua*: comparison of sampling methods. Aquaculture. 225:225-232.

Hung, A., Liu, Y.,Paulsen, B. S. andKlaveness, D. 1998. Studies on polysaccharide from three edible species of Nostoc(cyanobacteria) with different colony morphologies : comparison of monosaccharide composition and viscosities of polysaccharide from field colonies and suspension culture. J.Phycol. 34 : 962-968.

Kajiyama, S., H. Kanzaki, K.Z. Kawazu and A. Kobayashi. 1998. Nostofungicidine, an Antifungal Lipopeptide from the Field-Grown Terrestrial Blue-green Algae *Nostoc Commune*. Tetrahedron Letters. 39 :3737-3740.

Kobayashi, A., S. Kajiyama, K. Inawaka, H. Kanzaki and K.Z. Kawazu. 1994. Naturforsch. 49c : 464-470. อ้างโดย Kajiyama, S., H. Kanzaki, K.Z. Kawazu and A. Kobayashi. 1998. Nostofungicidine, an Antifungal Lipopeptide from the Field-Grown Terrestrial Blue-green Algae *Nostoc Commune*. Tetrahedron Letters. 39 :3737-3740.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Takenaka,H., Y. Yamaguchi, S. Sakaki, K. Watarai, N. Tanaka, M. Hori, H. seki, M. Tsuchida, A. Yamada, T.Nishmori and T. Morinaga. 1998. Safety evalution of Nostoc Flagelliforme (Nostocales, Cyanophyceae) as a potential food. Food and chemical Toxicology. 36 : 1073-1077.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้