

เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ ๒/๒๕๔๗



Extention Paper No. 2/2004

ความต้องการโปรตีนของปลาตูลนา

PROTIEN REQUIREMENT OF TRUE EEL (*A.bicolor bicolor*)

โดย

เสวคนธ์ รุ่งเรือง

ช่อทิพย์ จรูญศักดิ์

Saowakhon Rungruang

Chotip Jarunsak

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ ๒/๒๕๔๗



Extention Paper No. 2/2004

ความต้องการโปรตีนของปลาตูหนา

PROTIEN REQUIREMENT OF TRUE EEL (*A.bicolor bicolor*)

โดย

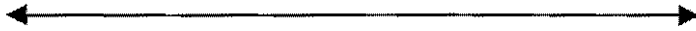
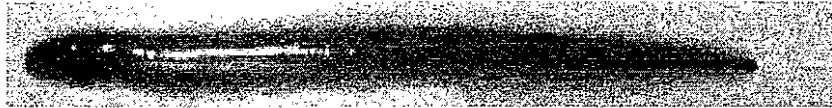
เสาวคนธ์ รุ่งเรือง
ช่อทิพย์ จรุญศักดิ์

Saowakhon Rungruang

Chotip Jarunsak

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives



8.5 เซนติเมตร

ปลาตุหนา TRUE EEL, (*A. bicolor bicolor*)

ความต้องการโปรตีนของปลาอุหนา

เสาวคนธ์ รุ่งเรือง

ช่อทิพย์ จรูญศักดิ์

สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสตูล อำเภอละงู จังหวัดสตูล ๙๑๑๐๐

บทคัดย่อ

การศึกษาความต้องการโปรตีนของปลาอุหนา โดยให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 4 ระดับ คือ 40, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ข้อยได้ 480 กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม เลี้ยงปลาอุหนาขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 0.77 ± 0.02 กรัม ความยาวเฉลี่ย 9.30 ± 0.06 เซนติเมตร ในตู้กระจกขนาด $45 \times 90 \times 45$ เซนติเมตร ปริมาณน้ำ 100 ลิตร ตู้ละ 40 ตัว ให้อาหารทดลองวันละ 2 ครั้ง ปริมาณอาหารที่ให้ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 18 สัปดาห์

ผลการทดลองพบว่าปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 ± 0.05 , 1.67 ± 0.11 , 1.69 ± 0.13 และ 1.71 ± 0.22 กรัม น้ำหนักเพิ่ม 161.57 ± 0.93 , 118.33 ± 14.63 , 119.86 ± 13.21 และ 129.20 ± 26.21 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 0.60 ± 0.03 , 0.48 ± 0.04 , 0.49 ± 0.04 และ 0.51 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์/วัน ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเท่ากับ 0.44 ± 0.02 , 0.31 ± 0.05 , 0.28 ± 0.04 และ 0.25 ± 0.05 และโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาเท่ากับ 15.55 ± 0.70 , 10.75 ± 2.01 , 9.50 ± 1.73 และ 9.20 ± 2.46 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารและโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับการเลี้ยงปลาอุหนาด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนน้ำหนักอาหารที่ปลากินเท่ากับ 7.77 ± 0.18 , 8.05 ± 0.80 , 7.90 ± 0.95 และ 7.96 ± 0.76 กรัม/ตัว อัตราแลกเนื้อ เท่ากับ 6.53 ± 0.13 , 7.14 ± 0.90 , 6.97 ± 0.95 และ 6.99 ± 0.57 และ อัตรารอดตาย เท่ากับ 90.00 ± 2.50 , 80.83 ± 8.04 , 84.17 ± 10.41 และ 89.17 ± 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดลองนี้พบว่า ระดับโปรตีนในอาหาร 40 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับพลังงานในอาหาร 480 กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาอุหนาขนาดเล็ก

คำสำคัญ : ปลาอุหนา ความต้องการโปรตีน

PROTIEN REQUIREMENT OF TRUE EEL (*A. bicolor bicolor*)

Saowakhon Rungruang

Chotip Jarunsak

Satun Inland Fisheries Station, Amphoe La-ngu , Satun. 91110, Thailand

ABSTRACT

Suitable protein levels for True eel (*A. bicolor bicolor*) culture was studied by using 4 different dietary protein level of 40, 45, 50 and 55 % with digestible energy of 480 Kcal/100 g. The initial size of fish were 0.77 ± 0.02 g in weight and 9.30 ± 0.06 cm in length. The experiment was carried out in 45x90x45 cm glass aquarium, which contained 100 litre of water at stocking density of 40 fish/aquarim. Fish were fed 2 time daily at 10% of body weight for 18 weeks.

The resulted in 2.00 ± 0.05 , 1.67 ± 0.11 , 1.69 ± 0.13 , and 1.71 ± 0.22 g of final weight, 161.57 ± 0.93 , 118.33 ± 14.63 , 119.86 ± 13.21 and 129.20 ± 26.21 % of weight gain, 0.60 ± 0.03 , 0.48 ± 0.04 , 0.49 ± 0.04 and 0.51 ± 0.07 %/day of specific growth rate protein diets were 0.44 ± 0.02 , 0.31 ± 0.05 , 0.28 ± 0.04 , and 0.25 ± 0.05 . apparent net protein retention were 15.55 ± 0.70 , 10.75 ± 2.01 , 9.50 ± 1.73 and 9.20 ± 2.46 % Fish fed with 40 % protein diets showed the significantly among other diet treatments ($p < 0.05$) and there were no significant differences among the treatments of 45, 50 and 55 % protein ($p > 0.05$) Feed conversion ratio of 40, 45, 50 and 55 % protein diets were 6.53 ± 0.13 , 7.14 ± 0.90 , 6.97 ± 0.95 and 6.99 ± 0.57 total feed intake 7.77 ± 0.18 , 8.05 ± 0.80 , 7.90 ± 0.95 and 7.96 ± 0.76 g/fish and survival rates were 90.00 ± 2.50 , 80.83 ± 8.04 , 84.17 ± 10.41 and 89.17 ± 7.64 % It was found that no significant ($p > 0.05$). among 4 different dietary protein level

The result showed that the optimum dietary protein level for growth of fish fed 40 % protein and 480 kcal/100 g

Key words: True eel (*A. bicolor bicolor*), protein requirement

คำนำ

ปลาอุทวนา (True eel) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งผลผลิตปลาอุทวนาในประเทศไทยได้จากการจับจากธรรมชาติ ทั้งในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำกร่อย โดยเฉพาะจังหวัดทางภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามัน เช่น ภูเก็ต, พังงา, กระบี่, ระนอง, ตรังและสตูล ในจังหวัดพังงาสามารถรวบรวมลูกปลานขนาดเล็กตามแม่น้ำลำคลองห่างจากปากแม่น้ำประมาณ 5 กิโลเมตร เช่นในคลองนาเคย ในเขตอำเภอเมือง, อำเภอตะกั่วทุ่ง และอำเภอทับปุด พบชุกชุมมากในเดือนพฤษภาคม (โกวิทย์และสมบุญ, 2544) ในจังหวัดสตูลพบปลาอุทวนาตลอดปีบริเวณคลองน้ำจืดที่มีทางน้ำเชื่อมต่อกทะเล สามารถรวบรวมได้ปริมาณมากในช่วงฤดูฝน พบลูกปลาหลายขนาด อุปกรณ์ที่ใช้รวบรวมได้แก่ โพงพาง ลอบ เบ็ดไซ ปัจจุบันผลผลิตปลาอุทวนาจากธรรมชาติเริ่มมีน้อยลง ในขณะที่ความต้องการของตลาดทั่วโลกมีปริมาณที่สูงถึงปีละ 205,122 ตัน ในปี 2538 และยังคงมีความต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ กลุ่ม ยุโรป นิยมบริโภคปลาไหลรมควันมากที่สุด และรองลงมาคือ ดองในน้ำส้มหรือน้ำเกลือและผสมเครื่องเทศบางชนิด ส่วนประเทศแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น นิยมบริโภคแบบย่างซีอิ้ว ที่เรียกว่า คาบายากิ ความต้องการบริโภคปลาไหลในประเทศญี่ปุ่นประเทศเดียวสูงถึง 120,000 ตัน (สำนักวิชาการ, มปป.) สำหรับประเทศไทย ขณะนี้มีเอกชนในจังหวัดระยองและชลบุรีให้ความสนใจ เริ่มทดลองเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ โดยนำลูกพันธุ์เข้ามาจากต่างประเทศ ผลผลิตจำหน่ายเป็นปลามีชีวิตและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามความต้องการของลูกค้าในประเทศและต่างประเทศ สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสตูล ได้ทำการรวบรวมปลาอุทวนาจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ศึกษาข้อมูลทางด้านชีววิทยา ลักษณะทางนิเวศวิทยาและแหล่งอาศัย อาหารและการกินอาหาร การนำปลาอุทวนาที่รวบรวมจากธรรมชาติมาเลี้ยงในบ่อคอนกรีต มีการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารชนิดอื่นๆ โกวิทย์และสมบุญ (2544) ทดลองเลี้ยงลูกปลาอุทวนาขนาดน้ำหนัก 0.39 ± 0.01 กรัม ความยาว 6.24 ± 0.33 เซนติเมตร ความกว้าง 0.20 ± 0.04 เซนติเมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่างกัน คือ เนื้อปลาสด อาหารสำเร็จรูปโปรตีน 35, 40, และ 45 เปอร์เซ็นต์ อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม เป็นเวลานาน 12 เดือน พบว่าปลาอุทวนามีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 4.45 ± 0.87 , 4.13 ± 0.20 , 9.59 ± 1.25 และ 4.22 ± 0.69 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปลาอุทวนาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับอาหารชนิดอื่นๆ

การศึกษาโดยโกวิทย์และสมบุญ (2538) ทำการอนุบาลลูกปลาอุทวนาด้วยอาหาร 3 สูตร คือ เนื้อปลาสด อาหารกึ่งทะเล และอาหาร powder feed นาน 6 เดือน พบว่าลูกปลาอุทวนาที่อนุบาลด้วยอาหาร powder feed ระดับโปรตีนประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารชนิดอื่นๆ โกวิทย์และสมบุญ (2544) ทดลองเลี้ยงลูกปลาอุทวนาขนาดน้ำหนัก 0.39 ± 0.01 กรัม ความยาว 6.24 ± 0.33 เซนติเมตร ความกว้าง 0.20 ± 0.04 เซนติเมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่างกัน คือ เนื้อปลาสด อาหารสำเร็จรูปโปรตีน 35, 40, และ 45 เปอร์เซ็นต์ อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม เป็นเวลานาน 12 เดือน พบว่าปลาอุทวนามีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 4.45 ± 0.87 , 4.13 ± 0.20 , 9.59 ± 1.25 และ 4.22 ± 0.69 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปลาอุทวนาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับอาหารชนิดอื่นๆ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความต้องการ โปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาคูนหา โดยพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ระดับโปรตีนต่างกัน

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดละ 3 ซ้ำ โดยแต่ละชุดการทดลองมีระดับโปรตีนในอาหาร ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2 ระดับโปรตีน 45 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 ระดับโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 ระดับโปรตีน 55 เปอร์เซ็นต์

อาหารทุกสูตรที่ใช้ในการทดลองกำหนดให้มีระดับพลังงาน(GE) 480 กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม และวิเคราะห์คุณภาพทางโภชนาการของอาหารที่สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง

1.2 สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการที่สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสตูล ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึง มีนาคม 2545 เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

2. วิธีการทดลอง

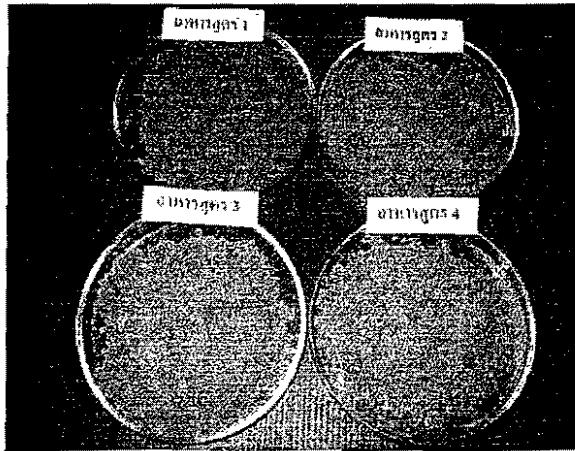
2.1 การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารทดลองประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารตามตารางที่ 1 โดยอาหารสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีระดับโปรตีน 40, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นำส่วนผสมของอาหารแต่ละสูตรผสมให้เข้ากันโดยเครื่องผสมอาหารแบบ Twin-shell mixer เป็นเวลาประมาณ 10 นาที อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นอาหารผงเก็บอาหารในตู้เย็นที่ -17°C สุ่มอาหารสูตรละ 100 กรัม มาวิเคราะห์คุณค่าอาหาร (proximate analysis) ด้วยวิธีมาตรฐาน (AOAC, 1984) ได้แก่ วิเคราะห์โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl nitrogen (Kjeldatherm digestion and vapodest distilling systems, Bonn, West Germany) ไขมัน โดยวิธี ether extraction (Soxtec system HT, tecator AB Hoganas, Sweden) เถ้า โดยวิธี muffle furnace combustion (laboratory box furnace Linberg, Wisconsin, USA) ใยอาหาร (crude fiber) โดยวิธี Weende method (fibertec system M, tecator AB, Hoganas, Sweden)

คาร์โบไฮเดรต หรือ NFE = $100 - (\% \text{โปรตีน} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{กาก} + \% \text{เถ้า})$

ค่าพลังงานที่ย่อยได้ของอาหาร (DE) = $(\% \text{โปรตีน} \times 3.5) + (\% \text{ไขมัน} \times 8.1) + (\% \text{NFE} \times 2.5)$

ค่า (DE) ของอาหารที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้ DE ของโปรตีน, ไขมัน NFE มีค่าเท่ากับ 3.5, 8.1 และ 2.5 มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี/ กรัม ตามลำดับ (NRC, 1993)



รูปที่ 1 อาหารทดลองที่มีระดับ โปรตีนต่างกัน 4 ระดับ

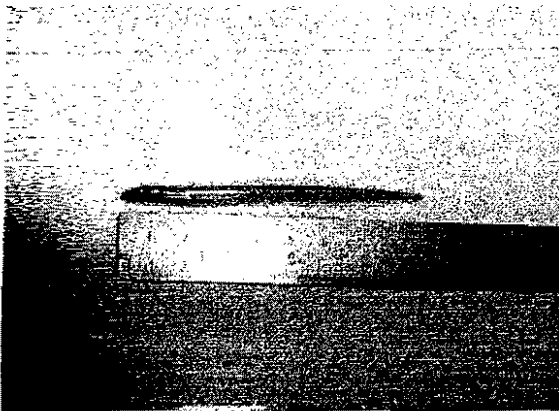
ตารางที่ 1 องค์ประกอบและผลการวิเคราะห์คุณค่าของอาหารทดลองที่มีระดับ โปรตีนต่างกัน 4 ระดับ

วัตถุดิบอาหาร/ระดับ โปรตีนในอาหาร	40	45	50	55
ปลาป่น	55.6	62.8	70.7	78
แป้งสาลีโปรตีนต่ำ	16.5	16.5	16.5	16.5
ซีสค์	1.5	1.5	1.5	1.5
น้ำมันปลา	2.2	1.5	0.7	0.0
น้ำมันถั่วเหลือง	3.4	3.4	3.4	0.0
น้ำมันมะพร้าว	6.8	3.5	0.0	0.0
วิตามินแร่ธาตุ	2.0	2.0	2.0	2.0
วิตามินซี	0.1	0.1	0.1	0.1
โคโรนคอลลอยด์	0.2	0.2	0.2	0.2
แคลเซียมคลอไรด์	11.7	8.5	4.9	1.7
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0
ผลที่ได้จากการคำนวณ				
โปรตีน(%)	40	45	50	55
พลังงาน(GE)(กิโลแคลอรี/100 กรัม)	480	480	480	480

หมายเหตุ: วิตามินและแร่ธาตุรวมต่อกิโลกรัมอาหาร ประกอบด้วย วิตามิน A 4,000 IU; D₃ 2,000 IU; E 50 IU; menadione sodium bisulfite 10 mg; thiamin 20 mg; riboflavin 20 mg; niacin 150 mg; calcium panthothenate 20 mg; folic acid 5 mg; pyridoxine 20 mg; choline chloride 2,000 mg; vitamin B₁₂ 0.2 mg; biotin 2 mg; and inositol 400 mg; manganese 25 mg; zinc 20 mg; copper 5 mg; iodine 5 mg; cobalt 0.05 mg; selenium 0.3 mg and iron 30 mg.

2.2 การเตรียมปลาทดลอง

ปลาอุหนานที่ใช้ในการทดลอง ได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติเป็นลูกปลาจากแหล่งเดียวกัน และปลาลูกปลาที่รวบรวมได้ในปีเดียวกัน คัดขนาดของปลาให้มีขนาดใกล้เคียงกัน น้ำหนักเริ่มต้น 0.75-0.77 กรัม ความยาวเริ่มต้น 8.0-9.0 เซนติเมตร ฝักเลี้ยงปลาในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ เติมน้ำจืดให้มีปริมาตร 100 ลิตร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศและวัสดุหลบซ่อน เลี้ยงลูกปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและให้อาหารที่มีระดับโปรตีนในอาหารต่ำที่สุดของชุดการทดลอง (40%) โดยให้กิน 10 % ของน้ำหนักตัว วันละ 2 ครั้ง เวลา 9.00 นาฬิกา และ 17.00 นาฬิกา เป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ จากนั้นตวงปลาที่ละตัวใส่ในตู้ทดลองทีละตู้ โดยวนให้ครบทุกตู้แล้วเริ่มใหม่อีกครั้ง จนกว่าจำนวนปลาจะครบทุกตู้ อัตราความหนาแน่น 2 ตัว/น้ำ 5 ลิตร ปล่อยปลาอุหนานจำนวนตู้ละ 40 ตัว



รูปที่ 2 ความยาวเริ่มต้นของลูกปลาอุหนานเมื่อเริ่มทดลอง

2.3 การจัดการทดลอง

ให้อาหารปลาแต่ละชุดการทดลอง วันละ 2 ครั้ง (เวลา 09.00 และ 17.00 น) โดยอาหารแต่ละชุด **คณน้ำ 30** เปอร์เซ็นต์ นวดคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนสามารถปั้นเป็นก้อนได้ วางอาหารบนพื้นตู้ **ทดลอง** ปริมาณอาหารที่ให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยสังเกตพฤติกรรมการกินของปลา ตั้งแต่เริ่มกิน **อาหารจนกินอิ่ม** ใช้เวลาในการกินประมาณ 30 นาที ปริมาณ ขณะที่ให้อาหารหยุดการให้อากาศและการเติมน้ำ อาหารที่ปลากินไม่หมด เก็บมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้ **เย็นในโถสุญญากาศ** ชั่งน้ำหนักอาหารเหลือเพื่อนำค่าไปคำนวณหาปริมาณอาหารที่ปลากินที่แท้จริง การ **เปลี่ยนถ่ายน้ำถ่ายน้ำ** โดยการสักรน้ำออกปริมาณ 1/2 ของระดับน้ำเดิมแล้วเติมน้ำให้ได้ระดับเดิมและทำความสะอาด **อะครี** ก่อนการให้อาหารมือเช้าทุกวัน ระยะเวลาการทดลองเลี้ยงนาน 18 สัปดาห์

ตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลาทุกเดือน โดยการชั่งน้ำหนักปลาทั้งหมด ปลาที่ชั่งวัดจะชั่ง **ความเย็นที่อุณหภูมิ 2** องศาเซลเซียส

ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพและเคมีภาพ เดือนละ 1 ครั้ง ก่อนการชั่งวัด 1 วัน ดังนี้

ค่าอุณหภูมิ (temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยวัดเป็น องศาเซลเซียส

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

ค่าออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) โดยวิธี titration มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) โดยวิธี titration มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

ค่าความกระด้าง (hardness) โดยวิธี titration มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัม/ลิตร (อ้างตาม ไมตรี

และจาวรรม,2528)



รูปที่ 3 พฤติกรรมการกินอาหารของลูกปลาลูกหนา

3. กรณิ ราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองด้านการเจริญเติบโต อัตราอดประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารและปริมาณการกินอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 4 ระดับ วิเคราะห์ความแปรปรวน ข้อมูล (one way analysis of variance) ทั้งนี้ข้อมูลที่อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ แปลงข้อมูลด้วยวิธี Angular transformation ก่อนนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองในแต่ละชุดข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Microsoft windows release 10.0 ของข้อมูล ดังนี้

1. น้ำหนักเพิ่ม (weight gain, WG; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

2. น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (daily weight gain, DWG; กรัม/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR; เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}} \times 100$$

4. ประสิทธิภาพของโปรตีน (protein efficiency ratio, PER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักสดของปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักแห้งของโปรตีนที่ปลากิน}}$$

5. อัตราแลกเนื้อ (food conversion ratio, FCR)

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

6. อัตรารอดตาย (survival rate, เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

7. ปริมาณการกินอาหาร (กรัม/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักแห้งของอาหารที่ปลากินทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลาที่รอดตาย} \times \text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

8. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา (apparent net protein retention, ANPR; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{(\text{โปรตีนในตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{โปรตีนในตัวปลาเมื่อเริ่ม})}{\text{โปรตีนทั้งหมดที่ปลากิน}} \times 100$$

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต

ปลาตูหนาขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย $0.77 \pm 0.02, 0.76 \pm 0.01, 0.77 \pm 0.02$ และ 0.75 ± 0.01 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย $8.92 \pm 0.19, 8.93 \pm 0.06, 9.06 \pm 0.01$ และ 8.83 ± 0.10 เซนติเมตร เมื่อทดลองเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 4 ระดับ คือ 40, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาตูหนามีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย $2.00 \pm 0.05, 1.67 \pm 0.11, 1.69 \pm 0.13$ และ 1.71 ± 0.22 กรัม น้ำหนักเพิ่ม $161.57 \pm 0.93, 118.33 \pm 14.63, 119.86 \pm 13.21$ และ 129.20 ± 26.21 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย $0.60 \pm 0.03, 0.48 \pm 0.04, 0.49 \pm 0.04$ และ 0.51 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2, 3 และรูปที่ 1) ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าปลาตูหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย, น้ำหนักเพิ่ม, น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

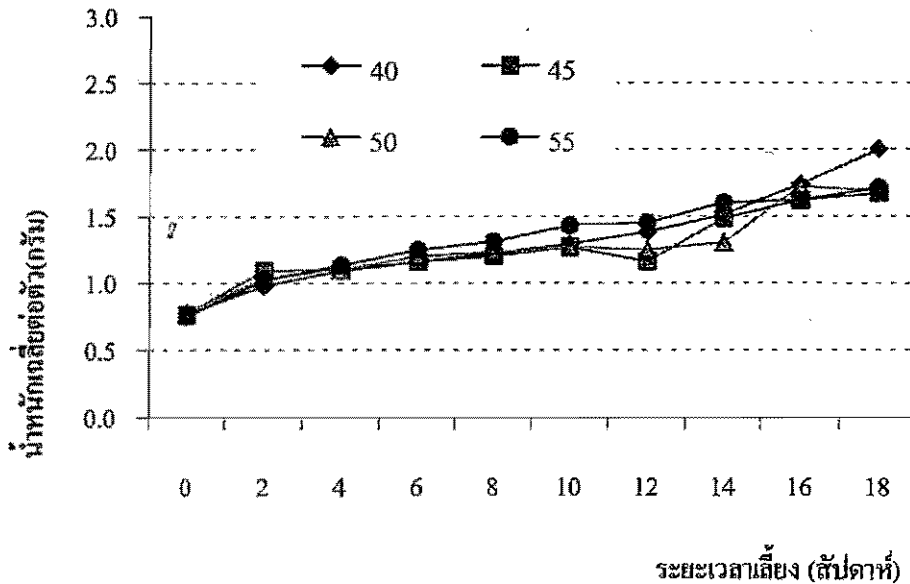
น้ำหนักอาหารที่ปลากิน

ปลาตูหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักอาหารที่ปลากินเฉลี่ย $7.77 \pm 0.18, 8.05 \pm 0.80, 7.90 \pm 0.95$ และ 7.96 ± 0.76 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยน้ำหนักอาหารที่ปลา กินจากการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ 40, 45, 50 และ 55 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาตูหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ระดับโปรตีนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
	40	45	50	55
สัปดาห์เริ่มต้น	0.77 ± 0.02	0.76 ± 0.01	0.77 ± 0.02	0.75 ± 0.01
สัปดาห์ 2	0.98 ± 0.06^a	1.09 ± 0.11^a	1.04 ± 0.04^a	1.02 ± 0.10^a
สัปดาห์ 4	1.09 ± 0.03^a	1.10 ± 0.03^a	1.10 ± 0.07^a	1.13 ± 0.04^a
สัปดาห์ 6	1.16 ± 0.06^a	1.16 ± 0.05^a	1.20 ± 0.04^a	1.25 ± 0.06^a
สัปดาห์ 8	1.22 ± 0.08^a	1.20 ± 0.05^a	1.23 ± 0.05^a	1.31 ± 0.10^a
สัปดาห์ 10	1.29 ± 0.11^a	1.27 ± 0.04^a	1.27 ± 0.02^a	1.43 ± 0.14^a
สัปดาห์ 12	1.38 ± 0.15^a	1.16 ± 0.11^a	1.25 ± 0.13^a	1.45 ± 0.08^a
สัปดาห์ 14	1.51 ± 0.11^a	1.48 ± 0.16^a	1.30 ± 0.19^a	1.60 ± 0.28^a
สัปดาห์ 16	1.74 ± 0.13^a	1.62 ± 0.27^a	1.72 ± 0.29^a	1.62 ± 0.26^a
สัปดาห์ 18	2.00 ± 0.05^b	1.67 ± 0.11^a	1.69 ± 0.13^a	1.71 ± 0.22^a

หมายเหตุ ในแนวนอนเดียวกันอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย(กรัม) ของปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหาร ที่มีระดับโปรตีน ต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

อัตราแลกเนื้อ

ปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย $6.53 \pm 0.13, 7.14 \pm 0.90, 6.97 \pm 0.95$ และ 6.99 ± 0.57 ตามลำดับ โดยการเลี้ยงปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันทั้ง 4 ระดับ มีอัตราแลกเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

อัตราการรอดตาย

ปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดเฉลี่ย $90.00 \pm 2.50, 80.83 \pm 8.04, 84.17 \pm 10.41$ และ 89.17 ± 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าอัตราการรอด ของปลาอุหนาที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร

ปลาอุหนาทึ่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับ โปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเท่ากับ $0.44\pm 0.02, 0.31\pm 0.05, 0.28\pm 0.04$ และ 0.25 ± 0.05 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าปลาอุหนาทึ่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับ โปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับ โปรตีน 45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเลี้ยงปลาอุหนาทึ่ด้วยอาหารที่มีระดับ โปรตีนต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลาานาน 18 สัปดาห์

?	ระดับ โปรตีนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
	40	45	50	55
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย(กรัม)	0.77 ± 0.02	0.76 ± 0.01	0.77 ± 0.02	0.75 ± 0.01
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย(กรัม)	2.00 ± 0.05^b	1.67 ± 0.11^a	1.69 ± 0.13^a	1.71 ± 0.22^a
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น(เซนติเมตร)	8.92 ± 0.19^a	8.93 ± 0.06^a	9.06 ± 0.01^a	8.83 ± 0.10^a
ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย(เซนติเมตร)	10.47 ± 0.42^a	10.59 ± 0.68^a	10.90 ± 0.65^a	10.81 ± 0.39^a
น้ำหนักเพิ่ม(%)	161.57 ± 0.93^b	118.33 ± 14.63^a	119.86 ± 13.21^a	129.20 ± 26.21^a
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน(กรัม/วัน)	0.013 ± 0.000^b	0.009 ± 0.001^a	0.009 ± 0.001^a	0.010 ± 0.002^a
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(%/วัน)	0.60 ± 0.03^b	0.48 ± 0.04^a	0.49 ± 0.04^a	0.51 ± 0.07^a
น้ำหนักอาหารที่ปลากิน(กรัม/ตัว)	7.77 ± 0.18^a	8.05 ± 0.80^a	7.90 ± 0.95^a	7.96 ± 0.76^a
อัตราแลกเนื้อ	6.53 ± 0.13^a	7.14 ± 0.90^a	6.97 ± 0.95^a	6.99 ± 0.57^a
ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร	0.44 ± 0.02^b	0.31 ± 0.05	0.28 ± 0.04	0.25 ± 0.05^a
โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา(%)	15.55 ± 0.70^b	10.75 ± 2.01^a	9.50 ± 1.73^a	9.20 ± 2.46^a
อัตราการรอด (%)	90.00 ± 2.50^a	80.83 ± 8.04^a	84.17 ± 10.41^a	89.17 ± 7.64^a
องค์ประกอบทางเคมี(%ของน้ำหนักแห้ง) ของเนื้อปลา				
ความชื้น	10.44	9.53	9.80	10.14
โปรตีน	58.04	57.68	57.04	59.76
ไขมัน	17.3	15.73	13.72	17.66
เยื่อใย	1.25	1.95	3.00	1.68
เถ้า	9.74	9.48	8.49	7.88

หมายเหตุ ในแนวนอนเดียวกันอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา

ปลาอุหน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาเท่ากับ 15.55 ± 0.70 , 10.75 ± 2.01 , 9.50 ± 1.73 และ 9.20 ± 2.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันสถิติ ($p < 0.05$) กับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

องค์ประกอบทางเคมีในตัวปลา

ปลาอุหน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโปรตีนในตัวอย่างปลาทดลอง เท่ากับ 58.04, 57.68, 57.04 และ 59.76 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไขมันเท่ากับ 17.30, 15.73, 13.72 และ 17.66 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเท่ากับ 10.44, 9.53, 9.80 และ 10.14 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยเท่ากับ 1.25, 1.95, 3.00 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ เถ้าเท่ากับ 9.74, 9.48, 8.49 และ 7.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.)

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงดูปลาอุหน่าด้วย อาหารที่มีระดับ โปรตีน 40,45,50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลานาน 18 สัปดาห์ อุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 23-24 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 7.5-7.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 7.3-7.5 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นค่าของน้ำอยู่ระหว่าง 331.0-343.0 มิลลิกรัม/ลิตร และความกระด้างของน้ำอยู่ระหว่าง 121.0-158.0 มิลลิกรัม/ลิตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาอุหน่าด้วยอาหารที่มีระดับ โปรตีนต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

คุณภาพน้ำ	ระดับโปรตีนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
	40	45	50	55
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(มิลลิกรัม/ลิตร)	7.3 ± 0.76	7.3 ± 0.29	7.5 ± 0.50	7.3 ± 0.76
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.0 ± 0.58	24.0 ± 1.00	23.0 ± 0.00	23.0 ± 0.58
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.7 ± 0.00	7.7 ± 0.00	7.7 ± 0.00	7.7 ± 0.00
ความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	125.0 ± 13.61	150.0 ± 10.00	158.0 ± 59.09	121.0 ± 9.24
ความเป็นค่า (มิลลิกรัม/ลิตร)	331.0 ± 11.37	337.3 ± 4.16	342.0 ± 14.00	343.0 ± 4.62

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารสามารถประเมินได้จากอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน (protein:energy ratio) และค่าดัชนีการดูดซึมโปรตีน (protein digestibility coefficient) (PDI) ซึ่งคำนวณจากสูตร PDI = (N_{retention} / N_{intake}) × 100 (Lamb, 1987) โดยที่ N_{retention} คือไนโตรเจนที่เก็บสะสมในร่างกาย และ N_{intake} คือไนโตรเจนที่กินเข้าไป

ประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนของสัตว์กินพืชขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารที่กิน ความสามารถในการย่อยอาหาร และความสามารถในการดูดซึมโปรตีน (Lamb, 1987) นอกจากนี้ การเสริมโปรตีนในอาหารยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนได้ (Lamb, 1987)

ประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนของสัตว์กินพืชสามารถประเมินได้จากอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน (protein:energy ratio) และค่าดัชนีการดูดซึมโปรตีน (PDI) ซึ่งคำนวณจากสูตร PDI = (N_{retention} / N_{intake}) × 100 (Lamb, 1987) โดยที่ N_{retention} คือไนโตรเจนที่เก็บสะสมในร่างกาย และ N_{intake} คือไนโตรเจนที่กินเข้าไป

ประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนของสัตว์กินพืชขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารที่กิน ความสามารถในการย่อยอาหาร และความสามารถในการดูดซึมโปรตีน (Lamb, 1987) นอกจากนี้ การเสริมโปรตีนในอาหารยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนได้ (Lamb, 1987)

ประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนของสัตว์กินพืชสามารถประเมินได้จากอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน (protein:energy ratio) และค่าดัชนีการดูดซึมโปรตีน (PDI) ซึ่งคำนวณจากสูตร PDI = (N_{retention} / N_{intake}) × 100 (Lamb, 1987) โดยที่ N_{retention} คือไนโตรเจนที่เก็บสะสมในร่างกาย และ N_{intake} คือไนโตรเจนที่กินเข้าไป

ประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนของสัตว์กินพืชขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารที่กิน ความสามารถในการย่อยอาหาร และความสามารถในการดูดซึมโปรตีน (Lamb, 1987) นอกจากนี้ การเสริมโปรตีนในอาหารยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมโปรตีนได้ (Lamb, 1987)

เอกสารอ้างอิง

- โกวิทย์ เก้าเอียน และ สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ. 2538. การทดลองเลี้ยงปลาดุกหนา (*A. bicolor bicolor*) ด้วยอาหาร 3 ชนิด เอกสารวิชาการฉบับที่ 20 กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 11 หน้า.
- โกวิทย์ เก้าเอียน และ สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ. 2544. การเลี้ยงปลาดุกหนา (*A. bicolor bicolor*) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่างกัน เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2544 กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 10 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ 2528 คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า
- วิมล จันทโรทัย. 2537 อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำสาระสำคัญโดยสรุป. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 25 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543 โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ . 255 หน้า.
- สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ และ โกวิทย์ เก้าเอียน. 2538. การสำรวจแหล่งลูกปลาดุกหนา (*A. bicolor bicolor*) ในแม่น้ำเตย. จังหวัดพิจิตร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21 กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 11 หน้า.
- สันติ ปรียะวาทิ. 2530 .การประมงปลาดุกหนาในอ่าวพิจิตร .วารสารการประมง 40(2):129-133
- สมพงษ์ ละคน (มปป.) สัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ “ปลาไหลเกาหลีที่เมืองชลฯ”(ประมงเศรษฐกิจ)หน้า 10-13
- มะลิ ถาน้ำเที่ยง, สุวรรณดี ช้วนเมือง และ สุรชาติพิทย์ ทิพย์วงศ์. 2543 . ความต้องการ โปรตีนของลูกปลากดเหลือง.เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2543, กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 17 หน้า
- อนันต์ สีหิรัญวงศ์. 2537. การอนุบาลลูกปลาดุกหนาในถังไฟเบอร์ด้วยอาหารต่างชนิดกัน.เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2537 , กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 17 หน้า
- AOAC. 1984 . Official Methods of Analysis, 14th ed. Washington, D.C 1018 pp.
- Chapman, F.A. 2000. Farm-raised Channel Catfish. Available http://WWW.edis.ifas.ufl.edu/Body_FA_010_March_03_2002
- Degani, G. 1987 b. The influence of the relative proportion of dietary protein and carbohydrate On body weight gain, nitrogen reletion and feed conversion of European eel, *Anguilla anguilla* L. Aquac. Fisher. Manager 18:151-158.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. National Academy Press. Washington, D.C. 144 pp.
- Usvi, Atsishi 1979. Eel Culture .Fishing, New Books Limited . Farnham, Survey, England. 17-188 pp.