

การประเมินค่าโปรตีนในอาหารปลาอุกผสมที่ระดับ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด

The Estimation of the Economic Protein Requirement of Hybrid *Clarias* Catfish

วิมล จันทรโรทัย¹

Wimol Jantrarotai

ABSTRACT

Specific growth data obtained from feeding hybrid *Clarias* catfish (*C. macrocephalus* x *C. gariepinus*) in 80-L glass aquaria with each of five isocaloric diets (280 Kcal/100g) contained protein ranged from 25 to 45% in 5% increments for 10 weeks was used in the present study. The data was subjected to the quadratic regression analysis to estimate the economic protein requirement of the fish. It was found that dietary protein at 41% resulted in maximum growth of the fish. However, the maximum economic returns were obtained when dietary protein ranged from 33-36% or at 33.2% when current cost of commercial catfish feed and value of catfish were used for the calculation.

Key words : hybrid *Clarias* catfish, economic protein requirement.

บทคัดย่อ

ข้อมูลการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาอุกผสมขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 2.5 กรัม ที่เลี้ยงใน ตู้กระจก ขนาดความจุ 80 ลิตร ด้วยอาหารที่มีโปรตีน 25 30 35 40 และ 45% และมีพลังงานที่ย่อยได้เท่ากัน (280 กิโลแคลอรี/100กรัม) เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการประเมินค่าโปรตีนที่ระดับให้ผลตอบแทน

ทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดด้วยวิธี quadratic regression analysis ซึ่งสามารถประเมินเป็นช่วงหรือเป็นจุดของโปรตีน ผลการศึกษาพบว่าค่าประเมินของโปรตีนที่ทำให้ปลาเจริญเติบโตสูงสุดเท่ากับ 41% ในขณะที่ระดับโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 33-36% และโปรตีนที่ 33.2% เป็นจุดที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดเมื่อกำหนดจากราคาอาหารปลาและราคาปลาในปัจจุบัน

¹ กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ กรมประมง กรุงเทพฯ

Division of Aquatic Feed Quality Control and Development, Department of Fisheries, Bangkok 10900, Thailand.

คำนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตที่สัตว์น้ำต้องการมากถึง 30-50% ของน้ำหนักอาหาร (Lovell, 1989) ถ้าในอาหารมีโปรตีนน้อยเกินไปจะทำให้สัตว์น้ำชะงักการเจริญเติบโต และถ้ามีมากเกินไปโปรตีนส่วนที่เกินจากความต้องการจะถูกใช้เพื่อเป็นพลังงานซึ่งเป็นการไม่คุ้มค่าเพราะโปรตีนเป็นสารอาหารที่มีราคาแพงที่สุดเมื่อเทียบกับสารอาหารที่ให้พลังงานอื่นๆ ในน้ำหนักที่เท่ากัน ดังนั้นอาหารสัตว์น้ำจึงควรมีโปรตีนที่ระดับเหมาะสม ซึ่งคำนวณได้จากการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามผลการศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารสัตว์น้ำมักรายงานเป็นระดับโปรตีนที่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตสูงสุด (maximum growth) ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นระดับที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์หรือระดับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด (economical protein level) เสมอไป ดังนั้นการนำค่าโปรตีนที่เหมาะสมที่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตสูงสุดไปใช้ประโยชน์โดยตรง อาจเป็นการเสี่ยงต่อการขาดทุน ถ้าราคาต่อหน่วยของโปรตีนสูง ราคาผลผลิตสัตว์น้ำต่ำหรือประสิทธิภาพของอาหารไม่ดี

ปลาดุกเป็นปลาน้ำจืดที่มีการเลี้ยงกันมากในประเทศไทย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลผลิตปลาดุกที่ได้จากการเลี้ยงมีสูงถึงปีละ 30,000 ตัน (กรมประมง, 2536) แต่เดิมปลาดุกที่มีการเลี้ยงกันมากได้แก่ปลาดุกค่าน (*Clarias batrachus*) จากการศึกษาความต้องการโปรตีนของปลาดุกค่านพบว่าอยู่ ระหว่าง 30-42% (อานวย และเวียง 2525; Chuapoehek, 1987; Suhenda and Hidayat, 1993) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันปลาดุกลูกผสม (*C.macrocephalus* x *C.gariepinus*) ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง แม่ปลาดุกอุย (*C.macrocephalus*) และพ่อปลาดุกออฟริกัน (*C.gariepinus*) ได้รับความนิยมเพื่อใช้เลี้ยงในบ่อแทน

ปลาดุกค่าน เนื่องจากเจริญเติบโตเร็วกว่า อาหารที่ผู้เลี้ยงปลาดุกลูกผสมส่วนใหญ่ใช้เป็น อาหารเม็ดลอยน้ำที่มีโปรตีนระหว่าง 25-40% เช่นเดียวกับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาดุกค่าน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ วิมลและคณะ (2538) พบว่าระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาดุกลูกผสมเจริญเติบโตมากที่สุดเท่ากับ 40% ซึ่งอาจไม่ใช่ระดับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับโปรตีนที่จุดนี้จากข้อมูลของ วิมล และคณะ (2538)

อุปกรณ์และวิธีการ

ที่มาของข้อมูล

ข้อมูลจาก Table 1 และ 2 ซึ่งนำมาใช้เพื่อประเมินค่าโปรตีนในอาหารปลาดุกลูกผสมที่ระดับให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดได้จากการศึกษาของ วิมลและคณะ (2538) เพื่อหาระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาดุกลูกผสมเจริญเติบโตสูงสุด การศึกษาใช้ปลาดุกลูกผสมขนาดน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 2.5 กรัม จำนวน 300 ตัว สุ่มใส่ในตู้ทดลองขนาด 36 นิ้ว x 18 นิ้ว x 18 นิ้ว จำนวน 15 ตู้ละ 20 ตัว โดยทดลองกับอาหารทดลอง 5 สูตร ซึ่งมีโปรตีน 25 30 35 40 และ 45% ตามลำดับ อาหารทุกสูตรมีปลาป่นและกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนหลักและมีพลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy) เท่ากัน คือ 2.8 กิโลแคลอรี/กรัม (Table 3) ทำการสุ่มปลาทดลองออกเป็น 5 ชุดๆ ละ 3 ตัว แล้วเลี้ยงด้วยอาหารสูตรหนึ่งสูตรใดอย่างเต็มที่ วันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าและเย็นเป็นเวลา 10 สัปดาห์ และทำการตรวจสอบการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลดิบการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยโปรตีนต่างๆ กัน (Table 2) ไปหาความสัมพันธ์กับ

ระดับโปรตีน ด้วยวิธี Quadratic regression (Zar, 1984) จากความสัมพันธ์ ดังกล่าวทำให้ได้เส้นโค้ง quadratic line (QL) ซึ่งแทนด้วยสมการ $Y=b_0+b_1x+b_2x^2$ เส้น QL เป็นเส้นประมาณการค่า SGR ของปลาที่ระดับโปรตีนต่างๆ และมีจุดสูงสุด (Ymax หรือ SGR max) ที่ตำแหน่งหนึ่งบนเส้นนี้ ซึ่งถ้าลากเส้นตรงจากจุดนี้ลงมาตัดแกน X จะได้ค่าโปรตีน (Xmax หรือ Pmax) ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงสุด (maximum growth) สมการและจุดสูงสุดต่างๆ ที่ได้นี้ จะถูกนำไปใช้เพื่อประเมินค่าโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดต่อไป

การประเมินค่าโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดสามารถทำได้ 2 วิธี ตามข้อเสนอของ Zeitoun et al. (1976) คือ

1. การประเมินเป็นช่วง โดยการคำนวณหา ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (95% confidence limit, $\hat{Y}$) สำหรับจุดต่างๆ บนเส้น QL โดยสมการ

$$\hat{Y} = T_{95\%} [MSE/n + (X - \bar{X})^2 v(b_1) + (Z - \bar{Z})^2 v(b_2) + 2(X - \bar{X})(Z - \bar{Z})Cov(b_1, b_2)]^{0.5}$$

MSE = ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง

n = ค่าสังเกต (SGR) ที่เป็นผลมาจากการให้อาหารโปรตีนระดับต่างๆ

X = โปรตีนที่ระดับต่างๆ

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของระดับโปรตีน

Z = $(X)^2$

$\bar{Z}$ = Z/n

$v(b_1)$ = ความแปรปรวนของ b_1

$v(b_2)$ = ความแปรปรวนของ b_2

Table 1 Responses of hybrid *Clarias* Catfish fingerlings to different levels of dietary protein.

	Dietary protein (%)				
	25	30	35	40	45
Initial weight (g/fish)	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
Final weight (g/fish)	21.10	36.60	65.95	98.00	77.90
Weight gain (%)	742.00	1346.00	2526.00	3787.00	2990.00
Specific growth (%/day)	3.06	3.74	4.80	5.20	4.86
Feed conversion ratio*	2.38	1.87	1.34	1.18	1.28

* 10% moisture diets

Table 2 Raw data of specific growth rate (%/day) of hybrid *Clarias* catfish fingerlings fed different levels of dietary protein.

SGR	Dietary protein (%)				
	25	30	35	40	45
Replicate 1	2.498	3.677	4.730	5.201	4.868
Replicate 2	3.482	4.017	4.803	5.141	4.856
Replicate 3	3.198	3.537	4.876	5.261	4.866

$Cov(b_1b_2)$ = ความแปรปรวนร่วม ของ b_1b_2
 หลังจากได้ระดับความมั่นใจ 95% ของจุดสนใจบนเส้น QL แล้วทำการลากต่อเส้นได้เป็นเส้นโค้งอีก 2 เส้นข้างบน (UCLL) และข้างล่าง (LCLL) ของเส้น QL เส้นโค้งทั้งสองเป็นเส้นโค้งของระดับความมั่นใจ 95% จากนั้น ลากเส้นตรงขนานกับแกน abscissa (แกน X) ผ่านจุดสูงสุดของ LCLL ไปทางซ้ายมือ

ตัด QL ที่ตำแหน่ง X_1 และตัด UCLL ที่ตำแหน่ง X_0 โปรตีนที่มีค่าระหว่าง X_1 และ X_0 เป็นระดับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด โดยค่าโปรตีนนั้นมีผลทำให้ปลาเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะไม่ใช่ระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาเจริญเติบโตเร็วที่สุดก็ตาม

2. การประเมินเป็นจุด เป็นการประเมินค่าโปร

Table 3 Composition of experimental diets (dry basis).

	25%	30%	Protein 35%	40%	45%
	------(%)-----				
Fishmeal	10.00	25.00	40.00	55.00	70.00
Soybean meal	25.00	20.75	16.50	12.25	8.0
Rice bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Ground corn	40.00	31.25	22.50	13.75	5.00
Fish oil	4.30	3.23	2.15	1.08	0
Vegetable oil	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
Vitamin mixture ¹	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vitamin C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral mixture ²	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Dicalcium phosphate	2.70	2.10	1.45	0.83	0.20
Cellulose	4.75	4.23	3.85	3.45	3.05
Proximate Compositions					
Crude protein, %	24.50	30.40	34.90	40.70	45.40
Crude fat, %	8.60	8.20	8.40	8.90	8.50
Crude fiber, %	6.20	5.90	5.20	4.40	3.85
Total ash, %	11.50	13.90	17.90	21.03	24.80
NFE, %	49.20	41.60	33.50	24.97	17.45
Estimated digestible energy (kcal/100g)	278.00	277.00	274.00	277.00	272.00
DE/P	11.30	9.10	7.85	6.80	5.99

¹ Vitamin mixture provided the following per kg diet: vitamin A, 4000 IU; D3 2000 IU; vitamin E, 50 IU; menadione sodium bisulfite, 10 mg; thiamin, 20 mg; riboflavin, 20 mg; niacin, 150 mg; calcium pantothenate, 200 mg; folic acid, 5 mg; pyridoxine, 20 mg; choline chloride, 2000 mg; vitamin B12, 0.2 mg; biotin, 2 mg; and inositol, 400 mg.

² Mineral mixture provided the following per kg diet: manganese, 25 mg; zinc, 20 mg; copper, 5 mg; iodine, 5 mg; cobalt, 0.05 mg; selenium, 0.3 mg; and iron, 30 mg.

ดิน ที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดเพียงจุดเดียว (X_e) โดยใช้ข้อมูลด้าน ราคาอาหาร ราคาปลา อัตราแลกเนื้อ น้ำหนักปลาและระยะเวลาการเลี้ยงเข้าร่วมในการคำนวณ โดยใช้สมการของ Zeitoun *et al.* (1976)

$$X_e = X_{\max} (1 - C_{\max}/2I_{\max}) + \frac{C_{\max}/2I_{\max} (b_0/b_2)}{X_{\max}}$$

$X_{\max}$, b_0 , b_2 ได้จากสมการเส้นโค้ง QL

C = ราคาโปรตีนต่อ กิโลกรัม. (จากตัวเลขในปัจจุบัน อาหารปลาดุกโปรตีน 30% ราคา กิโลกรัมละ 15 บาท เพราะฉะนั้นโปรตีน 1 กก. ราคา 50 บาท หรือ $C = 50$ บาท)

I = ราคาปลาต่อกิโลกรัม.(ราคาปลาดุกในปัจจุบันเฉลี่ย กิโลกรัมละ 23 บาท หรือ $I = 23$ บาท)

$C_{\max}$ = ต้นทุน โปรตีนที่ทำให้ปลามีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุด

= ต้นทุนโปรตีนที่ทำให้ปลา 1 กก. มีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุด x นน.ปลา (กก.) ที่เพิ่มขึ้นสูงสุด

$$= (C)(X_{\max}/100)(FCR) \times G_{\max}$$

$I_{\max}$ = รายได้จากการขายปลาที่เจริญเติบโตมากที่สุด

= ราคาปลาต่อ กก. x นน.ปลา (กก.) ที่มากที่สุด

$$= I \times (G_{\max} + W_0)$$

$$G_{\max} = \frac{\text{Anti ln} [(SGR_{\max} \times T) + \ln W_0] - W_0}{100}$$

$SGR_{\max} = Y_{\max}$ = การเจริญเติบโตจำเพาะที่สูงสุด

W_0 = นน.ปลาเริ่มต้น (สมมุติ = 2 กรัม)

T = ระยะเวลาการเลี้ยง (สมมุติ = 90 วัน)

ผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกกลุ่มผสมพบว่ามีความสัมพันธ์กันแบบ quadratic regression ซึ่งแทนด้วยสมการ $Y = -8.2939 + 0.6424 X - 0.0077X^2$ โดยมีค่า $r^2 = 0.8791$ (Figure 1) และพบว่า ระดับโปรตีนที่ 41% ($X_{\max}$) ทำให้ปลาดุกกลุ่มผสมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดคือ 5.1% ต่อวัน ($Y_{\max}$)

จากเส้น QL, UCLL และ LCLL ทำให้ประเมินได้อย่างหายาบบ ว่าจะระดับโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดอยู่ระหว่าง 33% (X_0) และ 36% (X_1) และเมื่อมีข้อมูลของราคาอาหาร ราคาปลาอัตราแลกเนื้อและน้ำหนักปลาเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ประเมินได้ชัดเจนว่าระดับโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดในอาหารปลาดุกกลุ่มผสมเท่ากับ 33.2%* (X_e)

$$*G_{\max} = \frac{\text{Anti ln} [(5.1 \times 90) + \ln 2] - 2}{100} = 195 \text{ ก.} = 0.195 \text{ กก.}$$

$$C_{\max} = (50) (41/100) (1.2) \times 0.195 = 4.80 \text{ บาท}$$

[FCR ที่ $X_{\max}$ ประมาณ 1.2]

$$I_{\max} = (23) (0.195 + 0.002) = 4.53 \text{ บาท}$$

$$C_{\max} = 0.53$$

$$2I_{\max}$$

$$X_e = 41 (1 - 0.53) + \frac{(0.53) (-8.2939)}{41 - 0.0077} = 33.2\%$$

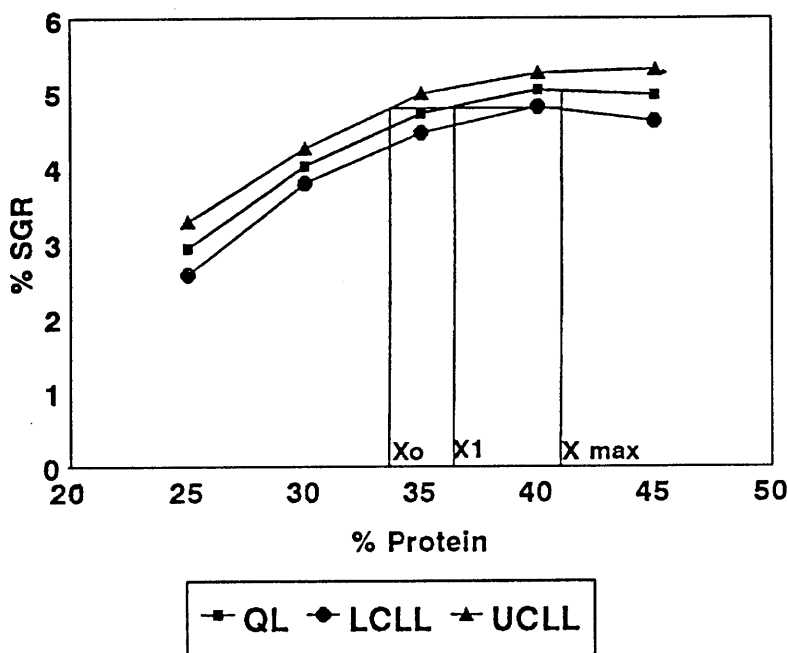


Figure 1 The quadratic relation (QL) of specific growth rate and the dietary protein concentration ($Y = -8.2939 + 0.642 X - 0.0077 X^2$, $r^2 = 0.8971$) for hybrid *Clarias* catfish fingerlings, with 95% confidence limits (LCLL and UCLL).

วิจารณ์

การเจริญเติบโตของปลาสามารถวัดด้วยค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักเริ่มต้นและการเจริญเติบโตเฉพาะหรือน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวัน (SGR) ซึ่งทั้งคู่สามารถนำมาหาความสัมพันธ์กับระดับโปรตีนในอาหาร เพื่อประเมินหาระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาโตเร็วที่สุดหรือ ค่าโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด อย่างไรก็ตามการวัดการเจริญเติบโตในรูปน้ำหนักเพิ่ม มีข้อเสียเพราะไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดลองหนึ่งกับการทดลองอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันค่าน้ำหนักปลาที่เริ่มทดลองต่างกันเนื่องจากปลาน้ำหนักเล็กสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำหนักเพิ่มที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์อาจสูงเป็นร้อยเป็นพัน ดังนั้นถ้าปลาทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้น

ไม่เท่ากัน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจแตกต่างกันอย่างมาก ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการวัดการเจริญเติบโตในรูปการเจริญเติบโตเฉพาะหรือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Hepher, 1988) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเลือกใช้ค่า SGR เช่นเดียวกับการประเมินค่าโปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ในอาหารปลานิลของ De Silva *et al.* (1989)

โปรตีนในอาหารที่ทำให้ปลาดุกลูกผสมเจริญเติบโตสูงสุด (41%) สูงกว่าที่รายงานไว้กับปลาดุกด้านซึ่งเท่ากับ 30% (อานวย และเวียง 2525; Chuapoehuk, 1987) แต่เท่ากับค่าที่รายงานโดย Suhenda and Hidayat (1993) ซึ่งศึกษากับปลาดุกด้านเช่นกัน และใกล้เคียงกับความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตสูงสุดของปลาดุกออฟฟิศ (40%) (Viveen *et al.*, 1986) อาหารที่มีโปรตีน 41% ทำให้ปลาเจริญเติบโต

หรือมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.1% ต่อวัน (Figure 1)

การลดโปรตีนในอาหารปลาดุกลูกผสมให้อยู่ระหว่าง 33-36% ทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงแต่ยังคงสูงกว่า 4.5% ต่อวัน (Figure 1) แต่ที่ระดับดังกล่าวจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าการใช้อาหารโปรตีน 41% (Zeitoun et al., 1976) ระหว่างช่วงโปรตีนดังกล่าว จุดที่มีโปรตีน 33.2% จัดได้ว่าเป็นจุดที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดซึ่งคำนวณจากข้อมูลด้านราคาอาหารปลา ราคาปลาและอัตราแลกเนื้อ ในสถานการณ์ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามถ้าราคาอาหารปลาสูงขึ้น ราคาปลาลดลงหรืออัตราแลกเนื้อสูงขึ้น โปรตีนที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดจะมีค่าต่ำลง เพื่อรักษาจุดที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับสถานการณ์นั้นๆ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.พัฒน์ จันทโรทัย และ คุณฉลองชัย คุ่มกัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการคำนวณสถิติ

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง 2536. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2534. กองนโยบายและแผนงาน กรมประมง. กรุงเทพฯ 93 น.
 วิมล จันทโรทัย, ประเสริฐ สัตะสิทธิ์, และ อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2538. การศึกษาระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาดุกลูกผสมเจริญเติบโตและใช้ประโยชน์จากอาหารสูงสุด เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 164 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง. กรุงเทพฯ 11 น.

อำนาจ โชติญาณวงษ์ และ เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2525. ความต้องการโปรตีนของปลาดุกค้ำ. วารสารการประมง 35:251-260.

Chuapoehek, W. 1987. Protein requirements of walking catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus), fry. Aquaculture. 63:215-219.

De Silva, S.S., R.M. Gunasekera, and D. Atapattu. 1989. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein. Aquaculture 80:271-284.

Hepher, B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge. 383p.

Lovell, R.T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. 260p.

Suhenda, N. and W. Hidayat. 1993. The growth of *Clarias batrachus* fingerlings fed diets containing different levels of protein and energy. Abstract presented at the VI International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, October 4-7, Tasmania, Australia.

Viveen, W.J.A.R., C.J.J. Richter, P.G.W.J Van Oordt, J.A.L Janssen, and E.A Huisman. 1986. Practical Manual or the Culture of the African Catfish (*Clarias gariepinus*). Directorate General International Cooperation of the Ministry of Foreign Affairs, the Hague, Netherlands. 128 p.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis, 2nd ed. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 620p.

Zeitoun H.I., D.E. Ullrey, W.T. Magee, J.L. Gill, and W.G. Bergen. 1976. Quantifying nutrient requirements of fish. J. Fish. Res. Board Can. 33:167-172.