

ผลของใบมะรุมในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอชุมพร 1

Effect of moringa (*Moringa oleifera*) leaves supplementation in diet on growth performance in climbing perch (*Anabas testudineus*)

ดวงใจ พิสุทธิธาราชัย^{1*} และ ธนากร เหมะสถล¹

Duangjai Pisuttharachai^{1*} and Tanakorn Haemasaton¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของใบมะรุมในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดของปลาหมอ โดยเลี้ยงปลาหมอที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 8.14 ± 0.04 ก. ในกระชังขนาด $1 \times 1 \times 1$ ม.จำนวน 16 กระชัง ๆ ละ 20 ตัว ด้วยอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 0 (ชุดควบคุม), 5, 10 และ 15% ซึ่งมีโปรตีนอยู่ระหว่าง 30.04 – 30.08% และพลังงานอยู่ระหว่าง 251.34 - 260.17 กิโลแคลอรี/100 ก. นาน 10 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการตาย เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 10 และ 15% มีการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ขณะที่ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 5% มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ต่างกับชุดควบคุมสำหรับอัตราการตายไม่พบการตายของปลาหมอตลอดระยะเวลาการทดลองในทุกชุดการทดลอง จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ใบมะรุมในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงปลาหมอไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตสามารถใช้ได้ในระดับที่ไม่เกิน 5% และที่ระดับดังกล่าวจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ 1 บาท/อาหาร 1 กก. เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

คำสำคัญ: ใบมะรุม, ปลาหมอ, ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ABSTRACT: The aim of the present study was conducted to evaluate the suitability of moringa leaf in the diets on growth performance, feed utilization and survival rate of climbing perch. Fish (initial average weight 8.14 ± 0.04 g) were randomly distributed into 16 net cages ($1 \times 1 \times 1$ m.) at 20 fish/net cage and were fed with varying levels of moringa leaf diets at 0 (control), 5, 10 and 15% for 10 weeks. The diets were formulated containing 30.04 – 30.08 % protein and digestible energy 251.34 - 260.17 kcal/100 g. The average weight gain, average daily growth, specific growth rate, feed conversion ratio and survival rate were calculated. At the end of the experiment, the growth performance of fish fed moringa leaf meal supplemented at 10 and 15% lower than control and fish fed moringa leaf meal supplemented at 5% ($P < 0.05$). Fish fed moringa leaf meal supplemented at 5% was not significantly different in growth performance and feed conversion ratio compared with control. The survival rate of all groups were not significantly different ($P > 0.05$). Thus, it can be concluded that moringa leaf could be included in the climbing perch diet at possible not over 5% without a negative effect on the growth. Furthermore, 1 baht feed cost reduction archived compared to control.

Keywords: Moringa, Climbing perch (*Anabas testudineus*), Growth performance

¹ สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160

Fishery Science and Aquatic Resources, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus 86160

* Corresponding author: duangjai.pisut06@gmail.com

บทนำ

การใช้โปรตีนจากพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากมีราคาถูกและพบทั่วไปในธรรมชาติ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการใช้ใบของพืชมาเป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ได้ถูกนำมาศึกษาเพิ่มมากขึ้น หนึ่งในนั้นก็คือใบมะรุม ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาที่สูงโดยมีโปรตีน 30.29 % (Moyo et al., 2011) นอกจากนี้ใบมะรุมยังอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุ โดยมีวิตามินซีมากกว่าส้ม 7 เท่า วิตามินเอมากกว่าแครอท 10 เท่า แคลเซียมมากกว่านม 17 เท่า โพแทสเซียมมากกว่ากล้วย 15 เท่า และเหล็กมากกว่าผักโขม 25 เท่า (Gopalan et al., 1981; Fuglie, 2001) กรดอะมิโนที่จำเป็น 10 ชนิด กรดไขมัน 17 ชนิด และเบต้าแคโรทีน (Makkar and Becker, 1996; Moyo et al., 2011) สำหรับสารต้านอนุมูลอิสระมีรายงานพบ phytic acid, saponins, tannins และ oxalates ในใบมะรุมแต่อยู่ในระดับต่ำ (Shih et al., 2011) จากคุณสมบัติดังกล่าวใบมะรุมจึงถูกนำไปทดลองใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์หลายประเภท เช่น วัว (Mendieta-Araica et al., 2011) แพะ (Kholif et al., 2015) ไก่ (Melesse et al., 2013) ปลาตู้แอฟริกา (Ayotunde Ezekiel et al., 2016) ปลานิล (Richter et al., 2003) และปลาหมอ (Puycha et al., 2017) ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองเหล่านี้พบว่าใบมะรุมสามารถใช้ทดแทนโปรตีนในสูตรอาหารได้ โดยระดับที่ใช้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะทดลองใช้ใบมะรุมมาเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงปลาหมอชุมพร 1 ที่ถูกพัฒนาสายพันธุ์โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำชุมพร และกำลังเป็นที่นิยมเลี้ยงเนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเดิม ซึ่งอาจจะทำให้เกษตรกรสามารถนำใบมะรุมมาใช้ประโยชน์ในการเป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับปลาหมอได้อีกทางหนึ่งเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร

วิธีการศึกษา

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกพันธุ์ปลาหมอชุมพร 1 ที่มาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำชุมพร นำมาเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปนานประมาณ 1 เดือน จากนั้นคัดเลือกปลาหมอหน้าหนักเฉลี่ย 8.14 ± 0.04 ก. ความยาวเฉลี่ย 7.00 ± 0.01 ซม. จำนวน 320 ตัว มาเลี้ยงในกระชังขนาด $1 \times 1 \times 1$ ม. กระชังละ 20 ตัว จำนวน 16 กระชัง โดยวางกระชังอยู่ในบ่อดินที่ห่มวดาน ประมงน้ำจืด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ โดยจะฝึกให้ปลาหมอคู้เคยกับอาหารเม็ดจมน้ำจากอาหารทดลองสูตรไม่ผสมใบมะรุมก่อนทำการทดลองเป็นระยะเวลา 7 วัน

การวางแผนการทดลอง

การศึกษาระดับการใช้ใบมะรุมในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CRD) กำหนดให้การใช้ใบมะรุมในอาหารทดลองต่างกัน 4 ระดับ (ชุดการทดลอง: Treatments) ระดับละ 4 ซ้ำ (Replications) รวม 16 หน่วยทดลอง (Experimental units) ดังนั้นชุดการทดลองที่ 1 อาหารไม่ผสมใบมะรุมในสูตรอาหาร (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 - 4 อาหารผสมใบมะรุมในสูตรอาหารที่ระดับ 5, 10 และ 15% ตามลำดับ

การเตรียมอาหารทดลอง

เลือกเก็บใบมะรุมที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป (ไม่เอาส่วนยอดและใบที่มีสีเหลือง) ล้างให้สะอาดผึ่งในที่ร่มให้แห้งจากนั้นนำมาอบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนแห้ง นำใบมะรุมที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด นำผงมะรุมที่ได้มา

ผสมกับวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นตาม Table 1 ซึ่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยวิธีมาตรฐาน AOAC (2003) คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติมน้ำลงไป 30% เพื่อให้วัตถุดิบจับเป็นก้อน นำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องบดอัดแบบ Mincer ผ่านหน้าแวนที่มีรูขนาด 1.5 มม. จากนั้นนำอาหารที่ได้ไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชม. เก็บอาหารทดลองที่ได้ในถุงพลาสติกและแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยอาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีระดับโปรตีนอยู่

ระหว่าง 30.04-30.08% และระดับพลังงานอยู่ระหว่าง 251.34 - 260.17 กิโลแคลอรี/100 ก. ตามวิธีการคำนวณคาร์โบไฮเดรต (Nitrogen free extract: NFE) และพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy: DE) ของ Lim and David (1994) ดังนี้

$$\text{NFE} = 100 - (\% \text{ protein} + \% \text{ fat} + \% \text{ fiber} + \% \text{ ash} + \% \text{ moisture})$$

$$\text{DE (Kcal/100g)} = (\% \text{ protein} \times 3.5) + (\% \text{ fat} \times 8.0) + (\% \text{NFE} \times 2.5)$$

Table 1 Ingredients and chemical composition of experimental diets

Ingredients	Moringa leaf in experimental diets (%)			
	0	5	10	15
Fish meal (60%)	20.00	20.00	20.00	20.00
Soy bean meal (44%)	29.50	27.00	25.00	22.00
Moringaleaf (27.10%)	0.00	5.00	10.00	15.00
Broken rice	9.50	8.00	9.00	7.00
Corn meal	10.50	11.00	12.00	9.00
Rice bran(12.38%)	28.50	27.00	22.00	25.00
Vet. Oil	1.00	1.00	1.00	1.00
Premix ^{1/}	1.00	1.00	1.00	1.00
Total (g)	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition				
Crude protein (%)	30.04	30.05	30.06	30.08
Crude fat (%)	7.76	7.55	6.71	7.24
Fiber (%)	5.21	5.74	6.38	7.04
Ash (%)	10.12	10.30	10.38	10.85
Moisture (%)	9.69	9.56	9.49	9.24
NFE	37.18	36.80	36.98	35.55
DE (Kcal/100g)	260.17	257.58	251.34	252.08

^{1/}Vitamin and mineral mix/kg: vitamin A 2.20 MIU; vitamin D₃ 0.50 MIU; vitamin E 6,000 IU; vitamin B₁ 0.67 g; vitamin B₂ 1.00 g; vitamin B₆ 0.55 g; vitamin B₁₂ 5.00 mg; choline 135.00 g; niacin 3.25 g; pantothenic acid 3.21 g; magnesium (Mg) 5.34 g; manganese (Mn) 4.34 g; Iron (Fe) 48.00 g; zinc (Zn) 30.00 g; copper (Cu) 3.13 g and selenium (Se) 0.04 g.

การจัดการทดลอง

เลี้ยงปลาหมอด้วยอาหารทดลองผสมใบมะรุมในสูตรอาหารที่ระดับต่างกัน วันละ 2 ครั้ง คือเวลา 07.00 น. และ 16.00 น. โดยให้อาหาร 3% ของน้ำหนักปลา เป็นเวลานาน 10 สัปดาห์ ตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างเลี้ยงทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ, ความเป็นกรด-ด่าง, แอมโมเนีย และไนไตรท์ เปลี่ยนถ่ายน้ำ 30% ทุก 15 วัน

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลด้านน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักอาหารที่ปลากิน และจำนวนปลาที่เหลือ มาคำนวณค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตราการตายนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการทดลองเลี้ยงปลาหมอด้วยอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 5% มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน ความยาวสุดท้าย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ไม่ต่างจากชุดควบคุมและเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการให้อาหารพบว่า ให้ผลเช่นเดียวกันคือปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 5% มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ต่างจากชุดควบคุมแต่ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 10 และ 15% มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าชุดควบคุมและปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม

ที่ระดับ 5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับอัตราการตายพบว่า ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ทุกระดับรวมทั้งปลาหมอที่ได้รับอาหารไม่ผสมใบมะรุม (ชุดควบคุม) มีอัตราการตาย 100.00 ± 0.00 % (Table 2)

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าระดับใบมะรุมในสูตรอาหารมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของปลาหมอ โดยการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อระดับใบมะรุมในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองในปลาเผาะ (Puycha et al., 2017) ปลาตุกแอฟริกา (Ayotunde Ezekiel et al., 2016) และปลานิล (Richter et al., 2003) การโตที่ล่าช้าในกลุ่มปลาที่ได้รับโปรตีนจากพืชในระดับสูงนั้นอาจเกิดจากการได้รับสารพิษหรือสารต้านโภชนา (antinutritional factors) (Francis et al., 2001) ถึงแม้จะมีรายงานว่าใบมะรุมมีสารต้านโภชนา เช่น phytic acid และ saponins ในระดับต่ำ (Shih et al., 2011) แต่หากได้รับปริมาณมากเกินไปก็ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของปลาได้เช่นกัน มีรายงานว่าปลาไม่ควรได้รับสาร phytic acid เกิน 0.5% (Spinelli et al., 1983) และ saponins ไม่ควรเกิน 1.5% (Olvera-Novoa et al., 1990) ซึ่งจากการศึกษาของ Richter et al. (2003) พบว่าการเสริมใบมะรุมในอาหารที่ระดับมากกว่า 10% จะทำให้อาหารมีสาร phytic acid และ saponins สูงเกินกว่าระดับที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตช้าลง นอกจากนี้การผสมใบมะรุมในสูตรอาหารมากขึ้น จะทำให้ระดับเยื่อใยในอาหารสูงขึ้นด้วยอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้อัตราการส่งผ่านอาหารในทางเดินอาหารเร็วขึ้น มีผลทำให้การย่อยและการดูดซึมลดลง (Hilton et al., 1983; Dioundick and Stom, 1990) จึงทำให้ปลาหมอที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับสูงขึ้นมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง

สำหรับการทดลองครั้งนี้ระดับใบมะรุมที่เหมาะสมในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงปลาหมอโดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตคือที่ระดับ 5% ซึ่งต่ำกว่าระดับใบมะรุมที่ใช้ในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงปลานิลและปลาเผาะที่ได้รายงานไว้คือ 10% (Richter et al., 2003; Puycha et al., 2017) อาจเนื่องจากปลานิลและปลาเผาะเป็นปลากินพืช (Herbivorous fish) ซึ่งสามารถย่อยแหล่งโปรตีนจากพืชได้ดีกว่าปลาหมอซึ่งเป็นปลากินเนื้อ (Carnivorous fish) อีกทั้งระบบทางเดินอาหารของปลากินพืชจะยาวกว่าปลากินเนื้อ จึงทำให้ระยะเวลาของอาหารอยู่ในระบบทางเดินอาหารได้นานกว่าปลากินเนื้อ ดังนั้นจึงทำให้สามารถผสมใบมะรุมในสูตรอาหารสำหรับปลากินพืชได้มากกว่าปลากินเนื้อ

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตอาหาร 1 กก. พบว่า การเสริมใบมะรุมในสูตรอาหารทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยสูตรอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 0.5, 10 และ 15 % มีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 21, 20, 19 และ 18 บาท ตามลำดับ

คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง คุณภาพของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 26.60 - 28.70 องศาเซลเซียส ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.87 - 6.73 มก./ล. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.20 - 7.70 แอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.13 - 0.28 มก./ล. และไนไตรท์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 - 0.03 มก./ล. ซึ่งค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำตามรายงานของ Boyd and Lichkoppler (1991)

Table 2 Growth performance and feed utilization of *Anabas testudineus* fed different experimental diets

Growth performance	Moringa leaf in experimental diets (%) ^{1/}				
	0	5	10	15	p-value
Initial weight (g/fish) ^{ns}	8.20±0.18	8.11±0.08	8.12±0.06	8.15±0.11	0.6976
Final weight (g/fish)	30.84±4.34 ^a	29.97±4.69 ^a	23.03±3.44 ^b	23.60±1.72 ^b	0.0194
Weight gain (g/fish)	22.64±4.23 ^a	21.86±4.75 ^a	14.91±3.47 ^b	15.45±1.61 ^b	0.0191
ADG (g/fish/day) ^{2/}	0.32±0.06 ^a	0.31±0.07 ^a	0.21±0.05 ^b	0.22±0.02 ^b	0.0187
Initial length (cm) ^{ns}	7.01±0.05	6.99±0.07	7.00±0.12	7.00±0.17	0.9903
Final length (cm)	11.36±0.44 ^a	11.19±0.40 ^a	10.52±0.36 ^b	10.77±0.30 ^{ab}	0.0325
Specific growth rate (%)	1.88±0.18 ^a	1.85±0.25 ^a	1.48±0.22 ^b	1.52±0.09 ^b	0.0187
Feed conversion ratio	1.44±0.15 ^b	1.50±0.30 ^b	1.86±0.26 ^a	1.85±0.13 ^a	0.0339
Survival rate (%)	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	-

^{1/}Means in the row sharing the same superscript letter are not significantly different (P>0.05)

^{2/}ADG = Average daily growth

สรุป

การใช้ประโยชน์จากใบมะรุมเพื่อผลิตอาหารสำหรับปลาหมอสามารถใช้ได้ที่ระดับ 5% โดยที่ระดับดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย

ของปลาหมอ นอกจากนี้การใช้ใบมะรุมในสูตรอาหารที่ระดับ 5% จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ 1 บาทต่ออาหาร 1 กก. เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารชุดควบคุม สำหรับการใส่ใบมะรุมในสูตรอาหารที่ระดับ 10 และ 15% จะส่งผลทำให้ปลาหมอมีการเจริญเติบโตลดลง

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2003. Official Methods of Analysis. (15edn), Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- Ayotunde Ezekiel, O., B. Ada Fidelis, and N. Udeh Grace. 2016. Effect of partial replacement of fishmeal with *Moringaoleifera* leaf meal on the haematology, carcass composition and growth performance of *Clariasgariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. Int. J. Fish. Aquat. Stud. 4: 307-311.
- Boyd, C.E., and Lichkoppler. 1991. Water quality management on fish pond. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta.
- Dioundick, O.B., and D.I. Stom. 1990. Effects of dietary-cellulose levels on the juvenile tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). Aquaculture. 91:311-315.
- Francis, G., H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2001. Ant nutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 199: 197-227.
- Fuglie, L.J. 2001. Combating malnutrition with moringa. P.117-136. In: L.J.Fuglie. The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa.CTA Publication, Wageningen, The Netherlands.
- Gopalan, C., B.V. Rama Sastri, and S.C. Balasubramanian. 1981. Nutritive values of Indian foods. National Institute of Nutrition. Indian Council of Medical Research, Hyderabad, India.
- Hilton, J.W., J.L. Jatkinson, and S.J. Slinger. 1983. Effects of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout *Salmo gairdneri*. Can. J. Fish.Aquat. Sci. 40: 81-85.
- Kholif, A.E., G.A. Gouda, T. Morsy, and A.M. Kholif. 2015. *Moringa oleifera* leaf meal as a protein source in lactating goat's diets: feed intake, digestibility, ruminal fermentation, milk yield and composition, and its fatty acids profile. Small Ruminant Res. 129: 129-137.
- Lim, C., and J.S. David. 1994. Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture, AOUS press, Chapman and Hall, Illinois, USA.
- Makkar, H.P.S., and K. Becker. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. Anim. Feed. Sci. Tech.63:211-228.
- Melesse, A., Y. Getye, K. Berihun, and S. Banerjee. 2013. Effect of feeding graded levels of *Moringa stenopetala* leaf meal on growth performance, carcass traits and some serum biochemical parameters of Koekoek chickens. Livest Sci. 157: 498-505.
- Mendieta-Araica, B., R. Spöndly, N. Reyes-Sanchez, and E. Spöndly. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. Livest Sci. 137:10-17.
- Moyo, B., P.J.Masika, A. Hugo, andV.Muchenje.2011. Nutritional characterization of moringa (*Moringa Oleifera* Lam.) leaves. Afr. J.Biotechnol.10: 12925-12933.
- Olvera-Novoa, M. A., S. G. Campos, M. G. Sabido, and C. A. Martínez Palacios. 1990. The use of alfalfa leaf protein concentrates as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture. 90:291-302.
- Puycha, K., B. Yuangsoi, S. Charoenwattanasak, and S. Wongmaneeprateep. 2017. Effect of moringa (*Moringa oleifera*) leaf supplementation on growth performance and feed utilization of Bocourt's catfish (*Pangasius bocourti*). Agriculture and Natural Resources. 51: 286-291.
- Richter, N., P. Siddhuraju, and K. Becker. 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture. 217: 599-611.
- Shih, M.C., C.M. Chang, S.M. Kang, andM.L. Tsai. 2011. Effect of different parts (leaf, stem and stalk) and seasons (summer and winter) on the chemical compositions and antioxidant activity of *Moringa oleifera*. Int. J. Mol. Sci. 12:6077-6088.
- Spinelli, J., C. R. Houle, and J. C. Wekell. 1983. The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed pure diets containing varying quantities of calcium and magnesium.Aquaculture. 30: 71-83.