

การใช้ประโยชน์จากใบมะรุมต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ของปลานิล

Utilization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Leaf on Growth Performance and Protein Digestibility in Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)

บัณฑิต ยวงสร้อย¹ และศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์¹

Bundit Yuangsoi¹ and Siripavee Charoenwattanasak¹

บทคัดย่อ

การศึกษากการใช้ประโยชน์จากใบมะรุมต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของปลานิล โดยผสมใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 2,500 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในปลานิลขนาด 27.06 ± 0.97 กรัมต่อตัว เลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของปลานิลที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) โดยมีค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวัน 1.21 ± 0.39, 1.27 ± 0.13, 1.29 ± 0.19 และ 1.07 ± 0.16 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.29 ± 0.58, 1.08 ± 0.12, 1.08 ± 0.16 และ 1.27 ± 0.22 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 0.33 ± 0.04, 0.37 ± 0.04, 0.37 ± 0.04 และ 0.36 ± 0.03 ตามลำดับ ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับต่าง ๆ ของปลานิลพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของอาหารทุกสูตรการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารอยู่ในช่วง 51.66 - 58.42 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนอยู่ในช่วง 68.53 - 74.86 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสุขภาพของปลานิล จากการทดลองพบว่าค่าโลหิตวิทยาของปลานิลที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกับปลาในกลุ่มควบคุม (p>0.05) และจากการศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของเนื้อเยื่อตับ พบว่าปลานิลทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีการผสมใบมะรุมที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลกระทบต่อการเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีน และสุขภาพของปลานิล

ABSTRACT

The study of utilization of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf on growth performance and protein digestibility in Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) was conducted. Diets were prepared by supplementing with moringa leaf at 0, 5, 10 and 15%, all diets contained 25 % crude protein and isocaloric diets of 2,500 kcal/kg. In this experiment, tilapia with initial weight of 27.06 ± 0.97 g/fish was fed with experimental diets for 60 days. The result showed that growth performance was similar

¹ ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

in all groups ($p>0.05$), average daily weight gain was 1.21 ± 0.39 , 1.27 ± 0.13 , 1.29 ± 0.19 and 1.07 ± 0.16 /fish/day, respectively. Feed conversion ratio was 1.29 ± 0.58 , 1.08 ± 0.12 , 1.08 ± 0.16 and 1.27 ± 0.22 , respectively, and protein efficiency ratio was 0.33 ± 0.04 , 0.37 ± 0.04 , 0.37 ± 0.04 and 0.36 ± 0.03 . Digestibility coefficient and protein digestibility in fish fed with diets supplemented with moringa leaf were not significantly different ($p>0.05$). The digestibility coefficient and protein digestibility were found in range of 51.66 - 58.42% and 68.53 - 74.86% respectively. In the part of fish health found that, hematological parameters were not significantly different ($p>0.05$), and pathology of liver was similarly in all groups. Therefore, supplementing moringa leaf with 10% in diet showed no adverse effect on growth, protein digestibility and fish health.

Key Words : moringa, tilapia, growth, digestibility

e-mail address: bundyu@kku.ac.th

คำนำ

ปลานิลจัดเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ได้รับค่านิยมในการบริโภคและการเลี้ยงอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และจากสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีจำนวนประชากรของประเทศเพิ่มมากขึ้นจึงมีความต้องการอาหารประเภทโปรตีนสูงมากขึ้น ปลานิลจึงจัดเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง แต่ในสภาวะที่การขยายตัวและพัฒนาทางด้านการเลี้ยงสัตว์น้ำภายในประเทศไทยมีมากขึ้น จึงมีผลทำให้เกิดปัญหาด้านอาหารสัตว์น้ำ คือ อาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น มีวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลานิลซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอาหารสัตว์น้ำ ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำไม่ว่าจะเป็นฟาร์มขนาดเล็กหรือฟาร์มขนาดใหญ่จำเป็นต้องหาวิธีการลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่ในการเลี้ยงสัตว์น้ำมาจากค่าอาหาร แนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์กระทำได้โดยเกษตรกรควรมีการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาแพงในสูตรอาหาร ซึ่งจะสามารถช่วยให้ราคาอาหารสัตว์ลดต่ำลง ในขณะที่คุณภาพหรือปริมาณสารอาหารที่มีในสูตรอาหารยังคงเดิม

มะรุม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* Lam. วงศ์ Moringaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ต้นมะรุมสามารถพบได้ทุกภาคในประเทศไทย ทางอีสานเรียก ผักอีฮ่อม หรือผักอีฮ่อม สามารถกินได้หลายส่วน ทั้งยอด ดอก และผักเขียว นอกจากนั้นแล้วใบของมะรุมยังสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ (Makkar and Becker, 1997) ในใบมะรุมมีปริมาณโปรตีน (crude protein) ประมาณ 260 gKg^{-1} (Makkar and Becker, 1996) โดยมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นเทียบเท่ากับถั่วเหลือง (Foidl *et al.*, 2001) กรดอะมิโนชนิดจำเป็น (essential amino acid) ที่พบในใบมะรุมส่วนใหญ่แล้วจะเป็นกรดอะมิโนชนิด sulfur amino acid ได้แก่ methionine cystine tryptophan และ lysine (Makkar and Becker, 1996) ซึ่งพบว่าปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นเหล่านี้มีปริมาณที่มากพอที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ (Afuang *et al.*, 2003)

ดังนั้นการใช้ใบมะรุมในอาหารปลานิลจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเลือกใช้วัตถุดิบในอาหารปลานิล เพื่อให้มีการเจริญเติบโตของปลานิลดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) โดยมี 4 ชุด การทดลอง (Treatment) แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ (Replication) โดยศึกษาระดับการใช้ไบโอมะรุมที่ระดับต่าง ๆ กัน ในอาหารปลานิลที่มีระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ย่อยได้ 2,500 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

อาหารสูตรที่ 1	เสริมไบโอมะรุมที่ระดับ	0	เปอร์เซ็นต์ (อาหารสูตรควบคุม)
อาหารสูตรที่ 2	เสริมไบโอมะรุมที่ระดับ	5	เปอร์เซ็นต์
อาหารสูตรที่ 3	เสริมไบโอมะรุมที่ระดับ	10	เปอร์เซ็นต์
อาหารสูตรที่ 4	เสริมไบโอมะรุมที่ระดับ	15	เปอร์เซ็นต์

สภาวะการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของไบโอมะรุมในปลานิลที่ระดับต่าง ๆ กัน ทดลองในปลานิล น้ำหนักเริ่มต้น 27.06 ± 0.97 กรัม/ตัว นำปลาขนาดใกล้เคียงกันใส่ตู้กระจกขนาด 250 ลิตร โดยแต่ละตู้จะใส่ปลา 10 ตัวต่อตู้ โดยมีการให้อากาศตลอดการทดลอง และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทำความสะอาดตู้ทดลองทุก 2 วัน ให้อาหารทดลองวันละ 2 ครั้ง จนปลาอิม โดยศึกษาในระยะเวลา 60 วัน

สภาวะการเตรียมวัตถุดิบ

นำไบโอมะรุมสด ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เพื่อลดปริมาณการสูญเสียโภชนะ จากนั้นบดให้ละเอียด และเก็บในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท ที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เพื่อรอการผลิตเป็นอาหารทดลองต่อไป ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นอาหารทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในไบโอมะรุม และอาหารทดลอง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารทดลอง โดยวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า โดยวิเคราะห์ตามวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990)

การศึกษาการเจริญเติบโต

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตโดยชั่งน้ำหนักปลา ก่อนเริ่มทำการทดลอง และทำการบันทึก การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุก 2 สัปดาห์ระหว่างทำการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละชุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่กินเพื่อศึกษาน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตรารอด ปริมาณการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพของโปรตีน

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร

ประเมินประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะในอาหารโดยใช้โครมิกออกไซด์ (Cr_2O_3) เป็นสารติดตาม ประสิทธิภาพการย่อยในอาหาร โดยมีส่วนผสมของสารบ่งชี้โครมิกออกไซด์ ในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โดยให้อาหารปลาทุกวันๆ ละ 2 มื้อ โดยให้ปลากินจนอิม หลังจากนั้นทำการเก็บมูลในแต่ละชุดการทดลองด้วยถุงกรองที่มีขนาดตา 20 ไมครอน แล้วนำไปอบให้แห้ง เพื่อนำไปหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหาร จากนั้นทำการวิเคราะห์โปรตีนในมูลปลานิลหลังจากได้รับอาหารผสมโครมิกออกไซด์ เพื่อใช้คำนวณประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีน ตามวิธีการของ Austreng (1978)

Table 1 Ingredients and proximate composition of experimental diets

Ingredients	Level of substitution (%)			
	0	5	10	15
Fish meal (58%)	20	20	20	20
Soy bean meal (44%)	23	20	16	14
Moringa leaf (26%)	0	5	10	15
Rice bran	28	25	22	15
Corn meal	18	19	21	25
Fish oil	2	2	2	2
Vet. oil	2	2	2	2
α -starch	5	5	5	5
Premix	1	1	1	1
Dicalcium phosphate	1	1	1	1
Proximate composition by analysis (% dry weight on basis)				
Moisture	9.55 \pm 0.75	8.55 \pm 0.90	8.12 \pm 0.60	8.77 \pm 0.55
Protein	25.74 \pm 0.04	26.31 \pm 0.30	26.06 \pm 0.46	25.10 \pm 0.01
Fat	8.78 \pm 0.07	7.79 \pm 0.69	8.19 \pm 1.69	7.78 \pm 0.77
Ash	11.17 \pm 0.29	11.32 \pm 0.31	11.11 \pm 0.32	10.26 \pm 0.54
Fiber	2.11 \pm 0.78	2.09 \pm 0.35	2.10 \pm 0.17	2.18 \pm 0.25
Digestible energy (kcal/100 g) ^a	266.96	264.73	266.28	263.37
Gross energy (kcal/100 g) ^a	403.35	403.30	404.39	401.23

Note: a = data by calculated

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์

การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพของอาหาร

การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพของอาหารที่ใช้ใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในปลา นิลขนาด 27.06 \pm 0.97 กรัม/ตัว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน แสดงในตารางที่ 2

Table 2 Growth performance and feed efficiency of Tilapia fed with experimental diets for 60 days
(Mean \pm SD)

Level of moringa leaf (%)	Growth performance and feed efficiency				
	Average daily gain (g/fish/day)	Specific growth rate (%/day)	Feed conversion	Protein efficiency ratio	Survival rate (%)
0	1.21 \pm 0.39	3.22 \pm 0.33	1.29 \pm 0.58	0.33 \pm 0.04	100
5	1.27 \pm 0.13	3.03 \pm 0.18	1.08 \pm 0.12	0.37 \pm 0.04	100
10	1.29 \pm 0.19	3.04 \pm 0.35	1.08 \pm 0.16	0.37 \pm 0.04	100
15	1.07 \pm 0.16	2.67 \pm 0.33	1.27 \pm 0.22	0.36 \pm 0.03	100
p-value	0.567	0.152	0.667	0.661	0.000

การเจริญเติบโตศึกษาจากค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากโปรตีน จากการทดลองพบว่าปลากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ใช้ใบมะรุมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุม Richter *et al.*, (2003) รายงานว่าการเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนปลานิลที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมตั้งแต่ 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปในสูตรอาหารมีการเจริญเติบโตลดลง และการศึกษาของ Afuang *et al.*, (2003) รายงานว่าการเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับ 13, 27 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารที่ผสมใบมะรุมเกินกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าปลานิลสามารถใช้ประโยชน์ของโภชนาจากอาหารที่ผสมใบมะรุมได้สูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ ส่งผลให้การเจริญเติบโตมีค่าเป็นปกติเมื่อเปรียบเทียบกับปลากลุ่มควบคุม

การศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของอาหารในปลานิล

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหาร ของปลานิลที่ได้รับอาหารที่ใช้ใบมะรุมที่ระดับต่างๆ กัน พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีค่า 58.42 ± 7.15 , 56.32 ± 5.21 , 56.30 ± 2.04 และ 51.66 ± 7.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของปลานิลในทุกชุดการทดลอง พบว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เช่นเดียวกัน โดยพบว่าประสิทธิภาพย่อยของโปรตีนเมื่อปลาได้รับอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 74.86 ± 4.67 , 73.00 ± 0.77 , 73.34 ± 2.90 และ 68.53 ± 1.43 ตามลำดับ

จากการทดลองพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในปลานิลที่ได้รับอาหารที่ใช้ใบมะรุมที่ระดับแตกต่างกัน 0, 5, 10 และ 15 % มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้อยู่ในช่วง 51.66 - 58.42 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของอาหารอยู่ในช่วง 68.53 - 74.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโดยปกติสัตว์น้ำจะมีความสามารถในการย่อยโปรตีนในวัตถุดิบอาหารได้ 31 - 99 เปอร์เซ็นต์ ย่อยไขมันได้ 76 - 100 เปอร์เซ็นต์ ย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ 6 - 92 เปอร์เซ็นต์ ย่อยเถ้าได้ 68 - 94 เปอร์เซ็นต์ ย่อยพลังงานได้ 77 - 95 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการย่อยอาหารมีค่า 64 - 91 เปอร์เซ็นต์ (เวียง, 2543) ซึ่งความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการย่อยเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็น ตัวสัตว์น้ำเอง อาหาร หรือสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

Table 3 Digestibility coefficient and protein digestibility in tilapia fed with experimental diets
(Mean \pm SD)

Level of Moringa leaf (%)	Digestibility coefficient (%)	Protein digestibility (%)
0	58.42 \pm 7.15	74.86 \pm 4.67
5	56.32 \pm 5.21	73.00 \pm 0.77
10	56.30 \pm 2.04	73.34 \pm 2.90
15	51.66 \pm 7.30	68.53 \pm 1.43
p-value	0.582	0.115

แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนมีแนวโน้มด้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น อาจเนื่องจากการใช้ใบมะรุมในระดับที่สูงจะมีผลทำให้ปลาใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง โดยทั่วไปใบมะรุมจะมีสารขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในระดับที่ต่ำมากซึ่งเป็นระดับที่ไม่มีอันตรายต่อสัตว์ เช่น มีปริมาณ tannin 1.4 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ total phenolic 2.7 เปอร์เซ็นต์ (Gupta et al., 1989) นอกจากนี้แล้วยังสามารถพบสาร saponin ที่อยู่ในรูปของ diosgenin equivalent ที่ระดับ 5.0 เปอร์เซ็นต์ (Price et al., 1978) และมีปริมาณ phytic acid 3.1 เปอร์เซ็นต์ (Gupta et al., 1989) จากรายงานของ Richter et al., (2003) รายงานว่าไม่ควรใช้ใบมะรุมสูงเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลา เนื่องจากการใช้ใบมะรุมที่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะมีผลทำให้ปริมาณ saponin และ phytic acid สูงเกินไป ซึ่งจะไปมีผลต่อใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์ลดต่ำลง นอกจากนี้มีรายงานว่าปลา rainbow trout และปลาชนิดที่ได้รับสาร saponin สูงเกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตต่ำ (De la Higuera et al., 1988; Olivera-Novoa et al., 1990 และ Yousif et al., 1994) การได้รับปริมาณ phytic acid ระดับสูงในอาหารจะมีผลทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของเกลือแร่ลดต่ำลง และยังทำให้การย่อยได้ของโปรตีนลดต่ำลงอีกด้วย (Francis et al., 2001) และยังมีรายงานว่าอาหารที่มีปริมาณ phytic acid 5-6 g Kg⁻¹ diet จะมีผลทำให้ปลา rainbow trout และปลา common carp มีการเจริญเติบโตต่ำ (Spinelli et al., 1983 และ Hossain and Jauncey, 1993) ดังนั้นการเลือกใช้แหล่งวัตถุดิบจากพืชควรต้องมีการคำนึงถึงปริมาณสารขัดขวางการเจริญเติบโต หรือปริมาณสารพิษก่อนที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Siddhuraju et al., 2000) อย่างไรก็ตามการใช้ใบมะรุมในสูตรอาหารที่ระดับต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโตเช่น total phenolic, saponin และ phytic acid อยู่ในในระดับที่ต่ำทำให้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต (Richter et al., 2003) และ Makkar and Becker (1996, 1997) รายงานว่าในใบมะรุมมีปริมาณของ tannin เพียงเล็กน้อยนั้นไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหาร แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีปริมาณ tannin (condensed tannin) ในสูตรอาหารมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์ลดลง และส่งผลให้การยอมรับอาหารของสัตว์น้อยลงตามไปด้วย

การศึกษาค่าโลหิตวิทยา

องค์ประกอบของเลือดปลานิล ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมที่ระดับต่าง ๆ กัน นั้นมีปริมาณของ จำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดง ฮีมาโตคริต และฮีโมโกลบิน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณจำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ในช่วง $4.50 \pm 0.44 - 4.89 \pm 0.26 \times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร ปริมาณฮีมาโตคริต อยู่ในช่วง $27.00 \pm 2.64 - 29.33 \pm 1.52$ เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณฮีโมโกลบิน อยู่ในช่วง $8.97 \pm 0.90 - 9.73 \pm 0.51$ กรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4

Table 4 Hematological parameters of tilapia fed with experimental diets (Mean \pm SD)

Level of moringa leaf (%)	Hematological parameters		
	Red blood cell ($\times 10^6/\mu$)	Hematocrit (%)	Hemoglobin (g/dl)
0	4.50 ± 0.44	27.00 ± 2.64	8.97 ± 0.90
5	4.89 ± 0.26	29.33 ± 1.52	9.73 ± 0.51
10	4.56 ± 1.06	27.33 ± 6.35	9.07 ± 2.14
15	4.56 ± 0.10	27.33 ± 0.58	9.10 ± 0.17
p-value	0.892	0.911	0.921

การศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบลักษณะทางสรีรวิทยา และสุขภาพของปลา ว่ามีการเปลี่ยนแปลง หรืออยู่ในสถานะใด ซึ่งค่าโลหิตวิทยาของปลานิลจากการทดลองนี้ซึ่งได้แก่ ค่าจำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) ค่าฮีมาโตคริต (HCT) และค่าฮีโมโกลบิน (HGB) ของปลานิลจากการทดลองนี้มีค่าอยู่ในช่วงปกติ ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับการศึกษาอื่น ๆ เช่น สำหรับค่าโลหิตวิทยาของปลานิล (*O. niloticus*) ขนาดประมาณ 60 - 80 กรัม มีปริมาณฮีมาโตคริต 22.51 - 30.9 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฮีโมโกลบินมีค่าเท่ากับ 5.46 - 9.4 กรัม/เดซิลิตร (Peres et al., 2004) สำหรับการศึกษาค่าโลหิตวิทยาในปลานิล hybrid tilapia (*O. niloticus* X *O. aureus*) ระยะ juvenile ขนาด 6.27 กรัม มีปริมาณฮีมาโตคริต 24.22 - 30.92 เปอร์เซ็นต์ (Yue and Zhou, 2008) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับการศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาของปลานิล และปลาชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับปกติ

ลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับ

การศึกษาดัชนีน้ำหนักตับของปลานิลเมื่อได้รับอาหารที่มีการใช้ใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบดัชนีน้ำหนักตับของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน พบว่าดัชนีน้ำหนักตับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยดัชนีน้ำหนักตับของปลาที่ได้รับอาหารที่ใช้ใบมะรุมระดับแตกต่างกันนั้นจะมีค่า 2.47 ± 0.21 , 1.87 ± 0.05 , 2.73 ± 1.02 และ 2.13 ± 0.43 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ใบมะรุมที่ระดับแตกต่างกันที่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลให้การทำงานของตับแตกต่างกัน

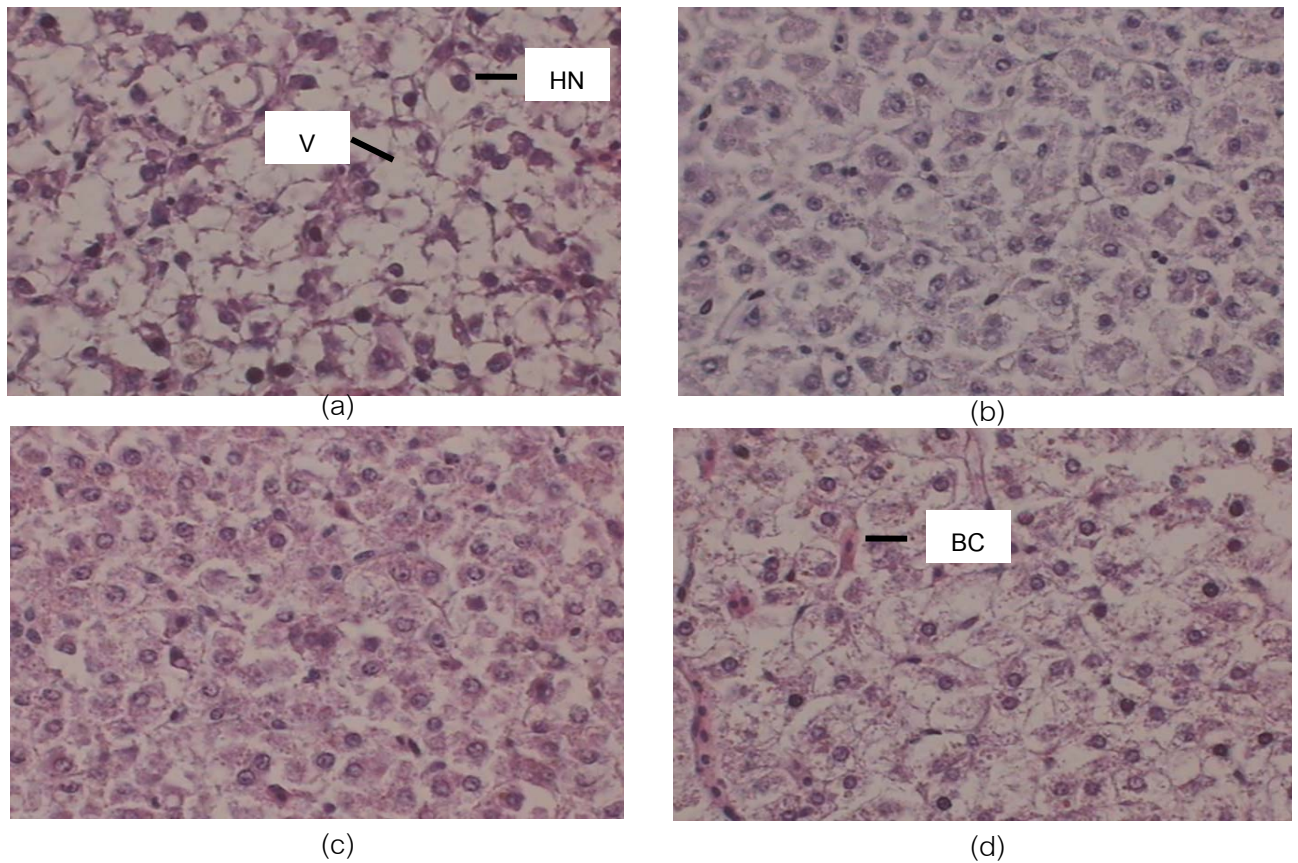


Figure 1 Histological sections of hepatocytes of the liver in tilapia fed the experimental diets (H&E- stained). a Fish fed diet Cont. b, c and d Fish fed diet supplemented with moringa leaf at 5, 10 and 15%. BC: blood cell, HN: hepatocytic nucleus, V vacuoles (H & E; X 400)

การศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับของปลานิลเมื่อได้รับอาหารที่มีการใช้ใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงปลาเป็นเวลา 60 วัน เปรียบเทียบลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่าตับปลาในทุกกลุ่มการทดลองเห็นช่องว่างในไซโตพลาสซึม และมีนิวเคลียสกลมอยู่กลางเซลล์ บางเซลล์พบว่านิวเคลียสที่อยู่ในเซลล์จะถูกดันไปอยู่ริมเซลล์โดยจะสังเกตเห็นว่าเกิดช่องว่างในไซโตพลาสซึมมากขึ้น (vacuolation) การที่สังเกตเห็นช่องว่างในไซโตพลาสซึมมากขึ้นเนื่องจาก ไกลโคเจน และไขมันที่สะสมในเซลล์ตับจะถูกละลายออกไปในกระบวนการทำสไลด์ทำให้เห็นเป็นช่องว่างในตับ

นอกจากนั้นยังพบว่าตับของปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะสังเกตเห็นเริ่มเกิดการเสื่อมของเซลล์ ชนิด cloudy swelling ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงเริ่มแรกของการเสื่อมสังเกตได้จากมี particle เล็ก ๆ อยู่ในไซโตพลาสซึมโดยกระจายอยู่โดยทั่วไป สาเหตุที่เกิดอาจเกิดจาก metabolism ผิดปกติได้ และปลานิลที่ได้รับอาหารที่ผสมใบมะรุมที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์จะสังเกตเห็นการซึมของเลือดระหว่างเซลล์ตับ (hemorrhage) บ้างเล็กน้อย แต่การเกิดการเสื่อมของเซลล์หรือการซึมของเลือดระหว่างเซลล์ตับแบบนี้ร่างกายสามารถทำให้กลับคืนสู่สภาวะปกติได้ (Kaneko *et al.*, 1997) จึงกล่าวได้ว่าลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับของปลานิลเมื่อได้รับอาหารที่มีการใช้ใบมะรุมที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการทำงานของตับ ซึ่งตับยังทำงานเป็นปกติ

สรุป

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากใบมะรุมต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารที่ใช้ใบมะรุมที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ของปลานิลน้ำหนัก 27.06 ± 0.97 กรัม/ตัว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าการใช้ใบมะรุมในอาหารปลานิลทุกระดับ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลที่ได้รับอาหารชุดควบคุม และไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ส่วนค่าโลหิตวิทยา และการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับในปลานิลที่ได้รับอาหารผสม ใบมะรุมที่ระดับต่างกัน ไม่มีความแตกต่างจากปลานิลที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม ดังนั้นการใช้ใบมะรุมในอาหารปลานิลไม่ควรเกินระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนจากอาหาร และสุขภาพของปลานิล นอกจากนี้ในใบมะรุมยังมีสารสำคัญ เช่น สารไฟโตสเตอรอล (phytosterols) หรือคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งจะออกฤทธิ์ทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาผลของสารสำคัญดังกล่าว ต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำประมงแบบอินทรีย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำ และการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Afuang, W., P., Siddhuraju and K., Becker. 2003. Comparative nutritional evaluation of raw, methanol extracted residues and methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* lam.) leaves on growth performance and feed utilisation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aqua. Res. 34: 1147-1159.
- AOAC. 1990. Official method of analysis, 13 th edition Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Austreng, E. 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastro-intestinal tract. Aquaculture 13:265-272.
- De la Higuera, M., M., Garcia-Gallego, G., Cardenet, M.D., Suarez and F.J., Moyano. 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture 71: 37-50.
- Foidl, N., H.P.S., Makkar and K., Becker. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: The Miracle Tree: The Multiple Attribute of Moringa (ed. by L.J. Fuglie), pp.45-76. CWS, Dakar, Senegal.
- Francis, G., H.P.S., Makkar and K., Becker. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture 199: 197-227.
- Gupta, K., G.K., Barat, D.S., Wagle and H.K.L., Chawla. 1989. Nutrient contents and antinutritional factors in conventional and non-conventional leafy vegetables. Food Chem. 31: 105-116.
- Hossain, M.A. and K., Jauncey. 1993. The effect of varying dietary phytic acid, calcium and

- magnesium levels on the nutrition of common carp, *Cyprinus carpio*. In: Fish Nutrition in Practice.(eds. Kaushik, S.J., Luquent, P.). Proceeding of International Conference, Biarritz, France, June 24–27, 1991, pp. 705-715.
- Kaneko, J.J., W.H. John and L.B. Michael. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic Press. 932 p.
- Makkar, H.P.S. and K., Becker. 1996. **Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves**. Anim. Feed Sci. Technol. 63: 211-228.
- Makkar, H.P.S. and K., Becker. 1997. Nutrient and antiquality factors in different morphological parts of *Moringa oleifera* tree. J. Agric. Sci. 128: 311-322.
- Olvera-Novoa, M.A., G.S., Campos, G.M., Sabido and C.A., Martinez-Palacios. 1990. **The use of alfalfa leaf protein concentrates as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*)**. Aquaculture 90: 291-302.
- Peres, H., C. Lim and P.H. Klesius. 2004. **Growth, chemical composition and resistance to *Streptococcus iniae* challenge of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed graded levels of dietary inositol**. Aquaculture 235: 423–432.
- Price, K.R., I.T., Johnson and G.R., Fenwick. 1987. **The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs**. CRC Crit. Rev. food Sci. Nutr. 26: 27-135.
- Richter, N., P., Siddhuraju and K., Becker. 2003. **Evaluation of the quality of (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)**. Aquaculture 217: 599 - 611.
- Siddhuraju, P., K., Becker and H.P.S., Makkar. 2000. **Studies on the nutritional composition and antinutritional factors of three different germplasm seed materials of an under-utilised tropical legume, *Mucuna pruriens* var. utilis**. J. Agric. Food Chem. 48: 6048-6060.
- Spinelli, J., C.R., Houle and J.C. Wekell. 1983. **The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium**. Aquaculture 30: 71-83
- Yousif, O.M., G.A., Alhadhrami and M., Pessaraki. 1994. **Evaluation of dehydrated alfalfa and salt bush (*Atriplex*) leaves in diets for tilapia (*Oreochromis aureus* L.)**. Aquaculture 126: 341-347.
- Yue, Y.R. and Q.C. Zhou. 2008. **Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization, and hematological indexes for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus***. Aquaculture 284: 185 – 189.