

ผลของการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำในสูตรอาหารเลี้ยงปลาทอง

ศรัณย์ รักษาพรหมณ์ และ ณัฐพล ราชูภิมณฑ์

โปรแกรมวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอมือเมือง จังหวัดสงขลา 90000

sarun.ru@skru.ac.th

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลาทองโดยใช้สูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำที่ระดับ 0, 20, 40, 60 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุกสัปดาห์ ปลาทองเมื่อเริ่มทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.28, 1.42, 1.43, 1.42 และ 1.42 กรัม ตามลำดับ ($P>0.05$) และความยาวเฉลี่ยของปลาทองเท่ากับ 2.59, 2.49, 2.50, 2.49 และ 2.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาทองมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.99, 3.41, 3.60, 3.72 และ 2.99 กรัม ตามลำดับ ($P<0.01$) และความยาวเฉลี่ยของปลาทอง เท่ากับ 3.98, 3.26, 4.23, 4.23 และ 4.19 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P>0.05$) และทุกชุดการทดลองมีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น สามารถทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำที่ระดับ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเลี้ยงปลาทอง เพื่อลดต้นทุนการผลิต

คำสำคัญ: ไข่น้ำ, ปลาป่น, ปลาทอง

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศส่งออกปลาสวยงามอันดับ 7 ของโลก ซึ่งมีมูลค่าเกิน 500 ล้านบาทต่อปี โดยปลาทองจัดเป็นปลาที่ติดตลาด คือเป็นปลาที่มีจำหน่ายในร้านขายปลาสวยงามทุกร้าน และสามารถขายได้ราคาดีตลอดปี เป็นปลาสวยงามน้ำจืดที่นิยมเลี้ยงมานานแล้ว มีชื่อสามัญว่า Goldfish [1] การเลี้ยงปลาทองหรือการเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีต้นทุนหลักคือค่าอาหาร วัตถุดิบอาหารเป็นส่วนสำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำต้องการโปรตีนสูงกว่าสัตว์บก จึงต้องให้อาหารที่มีโปรตีนสูงกว่า วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์น้ำคือปลาป่นซึ่งมีราคาสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากปลาเบ็ดที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำปลาป่นหาได้ยากขึ้น ชาวประมงจับปลาเบ็ดส่งโรงงานปลาป่นได้น้อยลง ทำให้ปลาป่นมีราคาสูงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ทุกประเภทสูงขึ้น นอกจากนี้ปลาป่นคุณภาพดีที่มีโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 60 มีอยู่เป็นส่วนน้อย ซึ่งปลาป่นที่ผลิตได้ในประเทศไทยมีโปรตีนระหว่างร้อยละ 52-60 และปลาป่นที่ผลิตจากหัวปลา ก้างปลา หรือเศษปลาจากโรงงานแช่เยือกแข็งหรือโรงงานปลากระป๋องมักมีคุณภาพต่ำ ส่วนใหญ่มีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 52 ซึ่งคุณภาพอาหารสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับคุณภาพของโปรตีนเป็นสำคัญ และปัจจุบันมักพบการปลอมปนของปลาป่นหรือปลาป่นขาดคุณภาพอยู่เสมอ [2]

ดังนั้นจึงมีความพยายามในการหาแหล่งโปรตีนสำรองอื่นๆ เพื่อทดแทนปลาป่น ซึ่งโดยทั่วไปโปรตีนจากพืชมักมีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์ จึงมีการนำพืชชนิดต่างๆ ที่มีโปรตีนสูง มาทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหาร เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น และพบว่าไข่น้ำ หรือ ผำ (Water meal) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Wolffia* sp. เป็นพืชในวงศ์ Lemnaceae เช่นเดียวกับแหนเป็ดพบมากในประเทศแถบยุโรป แอฟริกากลาง แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย บราซิล อินโดนีเซีย และประเทศไทย [3] เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารเนื่องจากมีประโยชน์มาก มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนอยู่ระหว่าง 19.36-45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณโปรตีนในไข่น้ำผันแปรตามปริมาณสารอาหารในน้ำ ไข่น้ำยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะกรดอะมิโนไลซีน และกรดอะมิโนเมทไทโอนีน สูงกว่าวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากเมล็ดธัญพืชในอาหารสัตว์ ไข่น้ำจึงสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ [4] ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลาทอง โดยทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันในอาหารเลี้ยงปลาทอง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยกำหนดเป็น 5 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replication) ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 สูตรอาหารควบคุม (ไม่ใช้ไขมัน) (T1)
- ชุดการทดลองที่ 2 สูตรอาหารที่ใช้ไขมันทดแทนปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์ (T2)
- ชุดการทดลองที่ 3 สูตรอาหารที่ใช้ไขมันทดแทนปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ (T3)
- ชุดการทดลองที่ 4 สูตรอาหารที่ใช้ไขมันทดแทนปลาป่น 60 เปอร์เซ็นต์ (T4)
- ชุดการทดลองที่ 5 สูตรอาหารที่ใช้ไขมันทดแทนปลาป่น 100 เปอร์เซ็นต์ (T5)

2. การดำเนินการทดลอง

เตรียมอาหารเพื่อใช้ในการทดลองดังนี้

2.1 นำไขมันสดไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-17 ชั่วโมงจนแห้งสนิทเมื่อไขมันแห้งแล้วนำไปบดให้ละเอียด

2.2 ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบก่อนนำไปผสม เพื่อให้ได้ปริมาณของวัตถุดิบที่ถูกต้อง ดังตารางที่ 1

2.3 นำวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง บดให้ละเอียด แล้วนำมาผสมเข้าด้วยกัน และทำการเติมน้ำให้ได้ความชื้นที่เหมาะสม

2.4 นำอาหารปลาที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัดเม็ดเพื่อบดออกมาให้เป็นเส้น นำอาหารไปตากแห้งโดยใส่ตะแกรงเหล็ก รองด้วยอวนมุ้ง แล้วไปตากแดดเมื่ออาหารแห้งแล้ว อบต่อโดยใช้ตู้อบลมร้อน 3-5 ชั่วโมง เพื่อให้อาหารแห้งสนิทนำมาบรรจุใส่กระป๋องแยกอาหารแต่ละชุดการทดลอง

เตรียมปลาทองขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1.39 กรัม ความยาวเฉลี่ย 2.52 เซนติเมตร โดยปล่อยปลาทองหน่วยการทดลองละ 20 ตัว ในตู้ปลาขนาด 10x20x12 นิ้ว จำนวน 15 หน่วยการทดลอง ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์

3. การจัดการการทดลอง

3.1 ให้อาหารตามชุดการทดลอง วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 19.30 น. โดยให้อาหารในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา

3.2 วัดอุณหภูมิของน้ำทุกวัน เวลา 17.00 น.

3.3 วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ทุกๆ 7 วัน ในเวลา 17.00 น. ตลอดการทดลอง

3.4 เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันเวลา 18.00 น. โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์

3.5 วัดความยาวและชั่งน้ำหนักของปลาทอง โดยจะเก็บตัวอย่างจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของปลาทองทั้งหมด ทุกสัปดาห์ และทำการบันทึกข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 วัตถุดิบสำหรับใช้ผสมอาหารปลาทอง

วัตถุดิบ (กรัม)	ชุดการทดลอง				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
ปลาป่น	250	200	150	100	0
ปลายข้าว	640	640	640	640	640
รำ	100	100	100	100	100
วิตามินรวม	10	10	10	10	10
ไข่น้ำ	0	50	100	150	250

ผลและอภิปรายผล

จากการเลี้ยงปลาทองด้วยอาหารในแต่ละชุดการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งชุดการทดลองที่มีแนวโน้มว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองมากที่สุดในแต่ละสัปดาห์ คือ ชุดการทดลองที่ 4 เป็นสูตรอาหารที่ใช้ไข่น้ำทดแทนปลาป่น 60 เปอร์เซ็นต์ (T₄) และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของ ปลาทอง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ ($P<0.01$) โดยชุดการทดลองที่ 3 เป็นสูตรอาหารที่ใช้ไข่น้ำทดแทนปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ (T₃) และชุดการทดลองที่ 4 เป็นสูตรอาหารที่ใช้ไข่น้ำทดแทนปลาป่น 60 เปอร์เซ็นต์ (T₄) มีน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองมากที่สุด (ตารางที่ 2) แต่ความยาวเฉลี่ยของปลาทอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ (ตารางที่ 3) และพบว่าทุกชุดการทดลองมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตลอดการทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองมีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยที่ 26 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยที่ 6.5 ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทอง

ดังนั้นสามารถใช้ไข่น้ำทดแทนปลาป่นได้ โดยใช้ไข่น้ำทดแทนปลาป่นที่ระดับ 40-60 เปอร์เซ็นต์ จะเหมาะสมที่สุดสำหรับการเลี้ยงปลาทอง ไข่น้ำจึงเป็นแหล่งโปรตีนสำรอง เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำได้ ซึ่งทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้ดีเหมือนกับการใช้โปรตีนสำรองจากแหล่งพืชอื่นๆ ที่มีการทดลองในสัตว์น้ำ ได้แก่ การใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาเทโพ ซึ่งผลการทดลองพบว่าปลาเทโพที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มต่อวัน มากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับของการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) [5] การใช้ธัญพืชแทนปลาป่นโดยใช้โปรตีนข้าวโพดทดแทนปลาป่นไปเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ผลปรากฏว่าปริมาณที่เหมาะสมที่มีการเจริญเติบโตและทำให้ผิวและเนื้อมีสีคล้ายปลาดุกอยู่คือ 6.66–10.00 เปอร์เซ็นต์ มีการศึกษาการใช้ถั่วเหลืองในการเลี้ยงปลากะพงขาว ผลการทดลองพบว่าประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของปลาป่นในอาหารสามารถถูกทดแทนด้วยโปรตีนจากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ถั่วเหลืองนี้ และให้การเจริญเติบโตที่ดี และใช้กากถั่วเหลือง 40 เปอร์เซ็นต์ ในปลาการ์ปให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด [6] ส่วนการทดลองที่นำไข่น้ำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบในสูตรอาหาร พบในการทดลองของ Chareontesprasit and Jiwyam [7] ซึ่งใช้ไข่น้ำทดแทนถั่วเหลืองในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล โดยระดับของไข่น้ำที่เหมาะสมคือ ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตที่ดี มีอัตราการรอดสูง และในการทดลองของ กันยสินี และสุขุม [8] นำไข่น้ำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง โดยเลี้ยงลูกปลาทองด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่า ลูกปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาทอง

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่างๆ

ชุดการทดลอง	เริ่มต้นทดลอง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
T ₁	1.28 $\pm$ 0.03 ^a	1.75 $\pm$ 0.12 ^a	2.06 $\pm$ 0.20 ^a	2.25 $\pm$ 0.67 ^a	2.46 $\pm$ 0.28 ^b	3.12 $\pm$ 0.23 ^a	2.99 $\pm$ 0.22 ^c
T ₂	1.42 $\pm$ 0.13 ^a	1.77 $\pm$ 0.18 ^a	2.29 $\pm$ 0.36 ^a	2.54 $\pm$ 0.22 ^a	2.52 $\pm$ 0.22 ^b	3.24 $\pm$ 0.55 ^a	3.41 $\pm$ 0.22 ^b
T ₃	1.43 $\pm$ 0.10 ^a	1.94 $\pm$ 0.05 ^a	2.12 $\pm$ 0.14 ^a	2.53 $\pm$ 0.31 ^a	2.68 $\pm$ 0.15 ^b	3.13 $\pm$ 0.05 ^a	3.60 $\pm$ 0.09 ^a
T ₄	1.42 $\pm$ 0.10 ^a	1.89 $\pm$ 0.19 ^a	2.41 $\pm$ 0.10 ^a	2.85 $\pm$ 0.32 ^a	2.94 $\pm$ 0.17 ^a	3.65 $\pm$ 0.47 ^a	3.72 $\pm$ 0.15 ^a
T ₅	1.42 $\pm$ 0.08 ^a	1.76 $\pm$ 0.11 ^a	2.16 $\pm$ 0.10 ^a	2.20 $\pm$ 0.26 ^a	2.30 $\pm$ 0.14 ^b	2.70 $\pm$ 0.27 ^a	2.99 $\pm$ 0.22 ^c
P _{value}	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P<0.05)	(P>0.05)	(P<0.01)
C.V. (%)	6.93	7.84	9.45	10.54	7.92	11.46	5.76

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่างๆ

ชุดการทดลอง	เริ่มต้นทดลอง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
T ₁	2.59 $\pm$ 0.06 ^a	2.81 $\pm$ 0.12 ^a	2.83 $\pm$ 0.04 ^a	2.85 $\pm$ 0.05 ^a	3.09 $\pm$ 0.14 ^a	3.25 $\pm$ 0.15 ^a	3.98 $\pm$ 0.15 ^a
T ₂	2.49 $\pm$ 0.06 ^a	2.75 $\pm$ 0.19 ^a	2.96 $\pm$ 0.12 ^a	2.98 $\pm$ 0.04 ^a	3.12 $\pm$ 0.07 ^a	3.31 $\pm$ 0.11 ^a	3.26 $\pm$ 0.52 ^a
T ₃	2.50 $\pm$ 0.06 ^a	2.88 $\pm$ 0.05 ^a	2.87 $\pm$ 0.10 ^a	2.92 $\pm$ 0.16 ^a	3.14 $\pm$ 0.08 ^a	3.29 $\pm$ 0.17 ^a	4.23 $\pm$ 0.03 ^a
T ₄	2.49 $\pm$ 0.05 ^a	2.76 $\pm$ 0.18 ^a	2.97 $\pm$ 0.21 ^a	3.09 $\pm$ 0.14 ^a	3.16 $\pm$ 0.07 ^a	3.35 $\pm$ 0.10 ^a	4.23 $\pm$ 0.04 ^a
T ₅	2.51 $\pm$ 0.03 ^a	2.85 $\pm$ 0.11 ^a	2.97 $\pm$ 0.07 ^a	2.93 $\pm$ 0.20 ^a	3.14 $\pm$ 0.08 ^a	3.17 $\pm$ 0.12 ^a	4.19 $\pm$ 0.07 ^a
P _{value}	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)	(P>0.05)
C.V. (%)	1.95	4.78	3.06	4.63	3.11	2.98	6.62

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่ไม่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

การเลี้ยงปลาทองด้วยสูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในชุดการทดลองที่ 3 สูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำ 40 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 4 สูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำ 60 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการเจริญเติบโตสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 5 ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำ 0, 20 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นสามารถทดแทนปลาป่นด้วยไข่น้ำในปริมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเลี้ยงปลาทอง ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ เนื่องจากโปรตีนจากปลาป่นมีราคาสูง

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องผลของการใช้ไข่น้ำที่มีอิทธิพลต่อสีของปลาทอง

Ethic Committee No.

เลขที่คำขอรับใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-05616-2559

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางสาวนาตาชา เพอสะ และ นายมะเฟาะซี สะนิ ที่มีส่วนช่วยเหลือในงานทดลองครั้งนี้ให้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

- [1] ประภาส โฉลกพันธุ์รัตน์. 2553. การเพาะเลี้ยงปลาทอง, ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2560. จาก <https://home.kku.ac.th/pracha/Goldfish.htm>.
- [2] สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. (ม.ป.ป.) แนวทางการลดต้นทุนอาหารสัตว์น้ำ. กรมประมง. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2560. จาก http://www.fisheries.go.th/ifinland_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf.
- [3] อ่ำพล พงศ์สุรณ และอารีย์ สิทธิมงคล. คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สยามรัฐ, กรุงเทพฯ, 2532.
- [4] ศิริภาวี ศรีเจริญ, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์, วิรัช จิวแฮม, พีระพงษ์ แสงโพธิ์ และรัศมี ชูชีพ. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลา. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 2544; ปีที่ 10(3), หน้า 22-26.
- [5] ชีระชัย พงศ์จรรยากล, ธนดล นวลจันทร์, และพิศมัย สมสืบ. (ม.ป.ป.) การใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาเทโพ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี กรมประมง, สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2560. จาก www.fisheries.go.th/if-nongkhai/web2/images/download/...of.../tapo_fish.pdf.
- [6] สังคม เขียวชัย. (ม.ป.ป.) ผลการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนจากพืชในอาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2560. จาก www.agri.ubu.ac.th/~suralee/seminar-home/sangkom.pdf.
- [7] N. Chareontesprasit and W. Jiwyam. An evaluation of *Wolffia* meal (*Wolffia arrhiza*) in replacing soybean meal in some formulated rations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), Pakistan J. Biol. Sci. 2001; 4(5): 618-620.
- [8] กัญยลีนี พันธุ์นิชดำรง และสุขุม ไร่ใจ. การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสปีปลาทอง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, กรุงเทพฯ, 2552, หน้า 162-169.