ผลของการเสริมแหนแดง (*Azolla pinnata* R. Br.) ในอาหารต่อคุณภาพสีผิวของปลาทอง

Effect of Azolla (*Azolla pinnata* R. Br.) Supplementation in Diet on Skin Pigmentation of Goldfish (*Carasius auratus* Linn.)

กิตติศักดิ์ ผุยชา[1*]
Kittisak Puycha[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมแหนแดงในอาหารต่อคุณภาพสีของปลาทอง ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 % ในอาหารที่มีระดับโปรตีน 30 % และ พลังงานที่ย่อยได้ 2,700 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ในปลาทองน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 3.54±0.08 กรัม/ตัว เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้น, น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน ของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าสูงกว่าปลาทองในกลุ่มอื่น ($p<0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าดีกว่าปลาทองในกลุ่มอื่น ($p<0.05$) และอัตราการรอด 100 % ทุกชุดการทดลอง โดยปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมที่ไม่เสริมแหนแดง 0 % มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมแหนแดงที่ 5 % มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารที่เสริมแหนแดง ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหาร ในส่วนคุณภาพสีของปลาทองที่ได้รับอาหารที่เสริมแหนแดงในระดับต่างกันพบว่า คุณภาพสีผิวบริเวณลำตัวของปลาทอง มีค่าความสว่าง (L*) ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ในส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยปลาทองที่ได้รับอาหารที่ใช้แหนแดงที่ระดับ 10 และ 15 % พบว่ามีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ดีกว่าปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น จากผลการทดลองการเสริมแหนแดงในอาหารปลาทองที่ระดับ 5 % ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการเสริมแหนแดงในอาหารสามารถช่วยให้คุณภาพสีผิวของปลาทองดีขึ้น ดังนั้นการเสริมแหนแดงในอาหารเป็นการเพิ่มศักยภาพอาหารปลาสวยงาม และสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารปลาสวยงามลงได้

คำสำคัญ : ปลาทอง, แหนแดง, การเจริญเติบโต, คุณภาพสี

[1] สาขาการประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000.
[1] Division of Fisheries, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University. 34000.
*Corresponding author: bomfishery@gmail.com

Abstract

The effect of Azolla supplementation on growth and skin pigmentation was investigated in goldfish. Fish were fed with diet containing 30% protein and digestible energy of 2,700 kilo calorie/kilogram. Formulated by 0, 5, 10 and 15 % Azolla supplementation. Fingerling were initial average of weight 3.54±0.08 grams/fish. The results found that weight gain, average daily gain and specific growth rate of gold fish fed with diet supplementation with azolla at 0, and 5% were higher than that in other group ($p<0.05$). Feed conversion ratio for goldfish fed with diet supplementation with azolla at 0, and 5% groups ($p<0.05$). Survival rate was 100% in all group, Growth in goldfish supplemented with 5% was best when compared to other supplementation groups. The skin pigmentation response of goldfish in Brightness (L*) was not significant different ($p > 0.05$). In red hue (a*), and yellow hue (b*) were significant ($p<0.05$). Goldfish fed with diet with azolla at 10 and 15% showed more improve in red hue (a*) and yellow hue (b*) than other groups. Azolla supplementation at 5% was without any effect on their growth. Azolla supplementation can help improve the quality of skin pigmentation of goldfish, hence Azolla in diet can increase potential in ornamental fish. Feed cost is also reduced by using Azolla supplementation.

Keywords: Goldfish, Azolla, Growth, color quality

บทนำ

ปลาทองเป็นปลาสวยงามที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง ในตลาดปลาสวยงาม เนื่องจากเลี้ยงง่าย ใช้พื้นที่น้อย และมีสีสันสวยงาม ทำให้มีการพัฒนาปรับปรุงการสายพันธุ์ปลาทองให้มีความหลากหลายทางด้านสีสัน และคุณภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อสนองความต้องการของผู้เลี้ยงปลาทองสวยงาม ที่มีมากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้ปลาที่มีสีสันสวยงามนั้นเกิดจากการสะสมของ Carotenoids Pigment ที่บริเวณผิวหนัง แต่ปลาสวยงามไม่สามารถสังเคราะหแคโรทีนอยด์ ขึ้นเองได้ ปลาสวยงามจะต้องได้รับแคโรทีนอยด์จากอาหารที่ให้เท่านั้น (Goodwin, 1984) เพื่อใช้ในการการสร้างสีบริเวณผิวหนังของปลาสวยงาม

แหนแดง (*Azolla pinnata*) เป็นพืชลอยน้ำชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำนิ่งที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง (Rai et. al., 2006) แหนแดงมีปริมาณโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ (Parashuramulu et al., 2013) มีรายงานการวิจัยว่าได้นำแหนแดงไปเสริมในอาหารเลี้ยงปลาหลายชนิดเช่น ปลายี่สกเทศ (Datta, 2003) และ ปลานิล (Fiogbe et. al., 2004) นอกจากนี้แหนแดงยังมีสารสีแคโรทีนอยด์ที่ช่วยกระตุ้นในการเกิดสีของสัตว์น้ำหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มปลา สวยงามที่ต้องอาศัยแคโรทีนอยด์จากอาหาร ซึ่งแหนแดงมีการสะสมสารสี จากการสังเคราะห์แสง (Venugopal *et al*., 2006 and Chris *et al*., 2011)

แหนแดงยังสามารถนำไปบำบัดน้ำโดยการดูดซับ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Rai et. al., 2006) ช่วยลดของเสียที่อยู่ในน้ำได้ ในปัจจุบันการนำแหนแดงมาทำอาหารใช้เลี้ยงสัตว์น้ำยังมีอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะปลาสวยงาม ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะนำแหนแดงเสริมในอาหารเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอด และคุณภาพสีของปลาทอง เพื่อเป็นการลดต้นทุนการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีราคาแพง และยังใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) โดยมี 4 ชุด การทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยอาหารมีการเสริมแหนแดงที่ระดับต่างกัน 0, 5, 10, 15 % และอาหารทุกชุดการทดลองมีระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ และ พลังงานที่ย่อยได้ 2,700 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม วัตถุดิบประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำอ่อน ข้าวโพด แป้งสาลี น้ำมันถั่วเหลือง วิตามิน และแร่ธาตุ จากนั้นนำไปอัดเม็ด ด้วยเครื่องอัดเม็ดที่มีรูแว่นขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร นำอาหารที่อัดเม็ดแล้วไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 ˚C นาน 12 ชั่วโมง บรรจุในถุงพลาสติก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ˚C จากนั้นนำลูกปลาทอง ขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 3.54±0.08 กรัม/ตัว ลงเลี้ยงในตู้ทดลองความจุน้ำ 100 ลิตร จำนวน 12 ตู้ ๆ ละ 10 ตัว ให้อาหารทดลองวันละ 2 ครั้งที่เวลา 9.00 น. และ 15.00 น. โดยมีการชั่งน้ำหนักทุกๆ 2 สัปดาห์ ของการทดลอง เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อประเมิน น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตรารอดตาย อัตราการแลกเปลี่ยนเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงสีภายนอกตัวปลา ก่อนการทดลองได้ทำการวัดค่าสีเริ่มต้น โดยทำการสุ่มปลาทองทดลอง 36 ตัว จาก 200 มาสลบด้วยยาสลบ นำใส่ถุงพลาสติก และวัดสีผิวบริเวณลำตัวปลาด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter) เพื่อวัดค่าเริ่มต้นก่อนการทดลอง CIE L*a*b* เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยจะสุ่มปลาทองซ้ำละ 3 ตัว จากทุกชุดการทดลอง เพื่อหาค่าสีเปลี่ยนแปลง ตามวิธีการของ Choubert and Luquet (1983) และสังเกตการเปลี่ยนรูปแบบสีของปลา ซึ่งค่าสี L*,a*,b* มี ความหมายดังนี้

L* แสดงถึงความสว่างของสีมีค่าระหว่าง
0 – 100 (สีดำถึงสีขาว)
a* แสดงถึงค่า (+) สีแดง และ (-) สีเขียว
b* แสดงถึงค่า (+) สีเหลือง และ (-) สีน้ำเงิน

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื้อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) (มนต์ชัย, 2544)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.1ศึกษาการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารของปลาทอง

การศึกษาการเสริมแหนแดงที่ระดับต่างกันในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 % น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 3.54 ± 0.08 กรัม/ตัว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้น, น้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน ของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าสูงกว่าปลาทองในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าดีกว่าปลาทองในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และมีอัตราการรอด 100 % ทุกชุดการทดลอง โดยปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมที่ไม่เสริมแหนแดง 0 % มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้แหนแดงที่ 5 % มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารที่เสริมแหนแดง ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหาร แต่ปลาทองที่ได้รับอาหารที่ใช้แหนแดงที่ระดับสูงขึ้นจะทำให้การเจริญเติบโตลดลง ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อนุรักษ์ และคณะ (2555) รายงานการใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ โดยเสริมแหนแดงในอาหาร ที่ระดับ 0, 8, 16, 26, 35 และ 40 % พบว่า ปลานิลแดงแปลงเพศที่ใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีการใช้แหนแดงที่ระดับสูงขึ้น จะส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลานิลแดงแปลงลดลง Fiogbe et al. (2004) รายงานความสามารถของปลานิลในการใช้ประโยชน์จากแหนแดงในอาหารได้ไม่เกิน 15 % ถ้าใช้แหนแดงในระดับที่สูงขึ้น จะส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง Datta (2011) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแหนแดงในอาหารของปลายี่สกเทศพบว่า ปลายี่สกเทศสามารถใช้ประโยชน์จากแหนแดงในระดับ 25 % ซึ่งมีผลให้การเจริญเติบโตดีที่สุด แต่เมื่อเสริมแหนแดงในระดับที่สูงขึ้น จะส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง Ogino (1980 อ้างถึงใน อนุรักษ์ และคณะ, 2555) รายงานว่าการเสริมแหนแดงในปลาคาร์ฟและปลาเทราท์ ในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการย่อยอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้น การใช้พืชเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากมีปริมาณสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของ

โภชนะในอาหารสูง ขาดความสมดุลของกรดอะมิโน ลดความน่ากินของอาหาร มีปริมาณเยื่อใยสูง การเลือกใช้แหล่งวัตถุดิบจากพืชควรต้อง มีการคำนึงถึงปริมาณสารขัดขวางการเจริญเติบโต หรือปริมาณสารพิษก่อนที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Siddhuraju et al., 2000)

ตารางที่ 1 วัตถุดิบส่วนประกอบเป็นร้อยละของสูตรอาหารที่ใช้แหนแดงแตกต่างกัน 4 ระดับ และ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

วัตถุดิบ	การใช้แหนแดงที่ระดับต่างกัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	10	15	20
ปลาป่น (55)	34	34	34	34
กากถั่วเหลือง (42)	22	22	19	18
ข้าวโพด (8)	15	12	11	8
รำอ่อน (12)	15	13	12	11
แหนแดง (21)	-	5	10	15
น้ำมันถั่วเหลือง	7	7	7	7
แป้งสาลี	5	5	5	5
dicalcium phosphate	1	1	1	1
พรีมิกซ์ [1]	1	1	1	1
รวม	100	100	100	100
องค์ประกอบทางเคมีคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (โดยการวิเคราะห์)				
โปรตีน	29.90	30.08	29.94	30.12
ไขมัน	10.22	12.16	12.33	10.84
เยื่อใย	5.05	5.34	5.55	6.02
เถ้า	13.45	13.54	13.93	13.17
ความชื้น	5.81	5.70	4.93	5.57
Nitrogen free extract (NFE), % [a]	40.62	38.52	38.87	40.30
Digestible energy (kcal/100 g) [b]	302.91	313.90	315.57	307.95

Note: a and b = data by calculated

[a] NFE = 100 - (% Moist + %CP + %EE + %Ash)

[b] DE = (% Protein x 4.0) + (% NFE x 2.5) + (% Fat x 8.0); NRC (1993)

[1] (Vitamin and Mineral) mix kg^{-1}: Vit. A 36,000 I.U., Vit. D3 9,000 I.U., Vit.E 187 mg., Vit.K3 19 mg., Vit.B1 52 mg.,Vit.B2 97 mg., Vit.B6 46 mg., Vit. C (coated) 68,800 mg activity., Vit.B12 60 mcg., Panthothenic acid 93 mg., Niacin 130 mg., Folin acid 10 mg., Inositol 225 mg., Biotin 450 mg., manganese (Mn) 105 mg., copper (Cu) 9 mg., iron (Fe) 90 mg., Zinc (Zn) 90 mg., iodine (KI) 1.8 mg., cobalt (Co) 450 mcg., magnesium (Mg) 1,900 mg., selenium (se) 150 mcg., sodium (Na) 117 mg., potassium (K) 150 mg., calcium (Ca) 219 mg.

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของแหนแดง

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของแหนแดง
Dry matter	8.70±0.49
Crude protein	21.37±0.91
Crude fibre	12.73±0.50
Ether extract	2.36±0.21
Total ash	16.23±0.52
Nitrogen free extract	47.30±1.61
Neutral detergent fibre	35.40±0.64
Acid detergent fibre	23.97±1.01
Cellulose	12.15±1.47
Hemicellulose	11.43±1.47
Lignin	12.57±0.81
Calcium	0.58±0.07
Phosphorus	0.44±0.08

ที่มา: Parashuramulu *et al*. (2013)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์จากอาหาร ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมแหนแดงที่ระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (Mean ± SD)

การเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์จากอาหาร	**ระดับการเสริมแหนแดงที่แตกต่างกันในอาหารทดลอง (%)**				
	0	**5**	**10**	**15**	**P-value**
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	1.63±0.06^{a}	1.41±0.02^{b}	1.39±0.09^{b}	1.18±0.10c	0.0009
น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.40±0.02^{a}	0.36±0.01^{a}	0.36±0.3^{a}	0.29±0.02^{b}	0.0166
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	6.93±0.16^{a}	6.28±0.05^{b}	6.24±0.29^{b}	5.58±0.35^{c}	0.0011
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	4.35±0.12^{b}	4.48±0.25^{b}	5.18±0.22^{a}	5.19±0.32^{a}	0.0040
อัตราการรอดตาย (%)	100	100	100	100	-

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

1.2 การศึกษาคุณภาพสีของปลาทองที่ได้รับอาหารที่เสริมแหนแดงที่ระดับต่างกัน

การศึกษาคุณภาพสีของปลาทองที่ได้รับอาหารที่เสริมแหนแดงที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 % เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 51.14±1.83 - 53.37±0.51 ในส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างทางสถิติ (p<0.05) โดยค่าสีแดง (a*) มีค่า 12.27±1.20, 15.74±0.30, 18.77±0.36 และ 22.98±1.31 ตามลำดับ ค่าสีเหลือง (b*) มีค่า 29.98±0.57, 36.33±0.53, 43.16±2.10 และ 45.70±1.03 ตามลำดับ ปลาทองที่ได้รับอาหารที่ใช้แหน

แดงที่ระดับ 10 และ 15 % พบว่ามีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ดีกว่าปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ เทพรัตน์ และอานุภาพ (2552) รายงานผลการศึกษาผลของการเสริมสารเร่งสีจากแหล่งที่ต่างกันในอาหารต่อการเติบโตและสีของปลาทอง พบว่า ปลาทองที่เลี้ยงด้วยปลาป่นผสมสาหร่ายสไปรูลินามีความเข้มของสี มากกว่าปลาทองที่เลี้ยงด้วยปลาป่น (Control) ปลาป่นผสมเปลือกกุ้ง และปลาป่นผสมข้าวแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สมชาย และสุรัตน์ดา (2556) รายงานการศึกษาผลของการใช้แหนแดงทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งเครฟิช พบว่า แหนแดงสามารถใช้ทดแทนอาหารกุ้งสาเร็จรูปได้ โดยใช้แหนแดงสลับกับอาหารกุ้งสำเร็จรูปในการเลี้ยงกุ้งเครฟิช จะทำให้จำนวนเม็ดสีของกุ้งเครฟิช เพิ่มมากกว่าการใช้อาหารกุ้งสำเร็จรูปหรือแหนแดงเพียงอย่างเดียว พรชัย และคณะ (2551) รายงานผลของแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายเซลล์เดียวเพื่อใช้ในการเร่งสีของปลาทอง พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่เสริม สไปรูลินามีผลทำให้ค่าสีเหลือง และสีแดงของตัวปลาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสไปรูลินามีการสะสมของปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น เทพรัตน์ และอานุภาพ (2552 อ้างจาก Ohkubo et al.,1999) รายงานว่าปลาทองเปลี่ยนแปลง แคโรทีนอยด์จากอาหารและสะสมในรูปแอสตาแซนทิน และบีต้า-แคโรทีนเป็นหลัก จึงทำให้เกิดสีส้มเหลืองในตัวปลาทอง สไปรูลินาซึ่งมีบีต้า-แคโรทีน เป็นแคโรทีนอยด์หลักจึงสามารถเร่งสีเหลืองในตัวปลาทองได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมชาย และสุรัตน์ดา (2556 อ้างจาก Venugopal et al., 2006 และ Chris et al., 2011) รายงานการทดลองโดยนำแหนแดงมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบต่างๆ ในแหนแดง พบว่านอกจากมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสารประกอบอื่นๆ แล้วยังมีปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์ที่สะสมอยู่ในแหนแดง ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสีปรากฏในสัตว์น้ำที่มีลักษณะสีเข้มขึ้น ดังนั้นการใช้แหนแดงเสริมในอาหารเป็นการใช้ประโยชน์จากแหนแดงที่มีสารสร้างเม็ดสี (Carotenoids Pigment) ที่สามารถกระตุ้นการสร้างสีในปลาได้ อีกทั้งยังเป็นการการเพิ่มศักยภาพ และลดต้นทุนการผลิตอาหารปลาสวยงามได้อีกด้วย

ตารางที่ 4 ค่าคุณภาพสีของของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมแหนแดงที่ระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (Mean ± SD)

ระดับแหนแดง (%)	ค่าคุณภาพสี (Mean±SD)					
	ความสว่าง (L*)		สีแดง (a*)		สีเหลือง (b*)	
	ค่าสีเริ่มต้น	สิ้นสุดการทดลอง	ค่าสีเริ่มต้น	สิ้นสุดการทดลอง	ค่าสีเริ่มต้น	สิ้นสุดการทดลอง
0	53.37±0.51	57.25±1.42	14.28±1.32	12.27±1.20^{d}	31.63±1.75	29.98±0.57^{d}
5	51.85±0.94	53.74±1.41	15.36±0.13	15.74±0.30^{c}	31.63±1.48	36.33±0.53^{c}
10	51.14±1.83	54.71±1.78	16.17±0.85	18.77±0.36^{b}	31.68±0.98	43.16±2.10^{b}
15	51.87±0.87	54.64±0.54	16.11±0.16	22.98±1.31^{a}	32.15±1.19	45.70±1.03^{a}
p-value	0.1917	0.0632	0.0607	0.0001	0.9584	0.0001

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.05$)

สรุป

จากผลการทดลองพบว่า ปลาทองที่ได้รับอาหารที่เสริมแหนแดงที่ระดับต่างกัน คือ 0, 5, 10 และ 15 % พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้น, น้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน ของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าสูงกว่าปลาทองในกลุ่มอื่น ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาทองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหนแดงที่ระดับ 0 และ 5 % มีค่าดีกว่าปลาทองในกลุ่มอื่น และมีอัตราการรอด 100 % ในส่วนคุณภาพสีของปลาทอง พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ไม่มีความแตกต่างกัน ในส่วนค่า

สีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกัน โดยปลาทองที่ได้รับอาหารที่ใช้แหนแดงที่ระดับ 10 และ 15 % พบว่ามีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงสุด ดังนั้นปลาทองสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีการผสมแหนแดงที่ระดับ 5 % ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต แต่จะมีผลต่อคุณภาพสีของปลาทองเมื่อเสริมแหนแดงที่ระดับสูงขึ้น การเสริมแหนแดงในอาหารเป็นการเพิ่มศักยภาพอาหารปลาสวยงาม และสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารปลาสวยงามลงได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนการวิจัย สำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่ (ต้นกล้านักวิจัย) ของสถาบันวิจัย และพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ และอานุภาพ วรรณคนาพล. 2552. การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งสีจากแหล่งที่ต่างกันในอาหาร ต่อการเติบโตและสีของปลาทอง.ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2559, จาก http://librae.mju.ac.th/goverment/20111119104834_librae/26315.pdf

พรชัย อนุชาติ, สุภฎา คีรีรัฐนิคม, วุฒิพร พรหมขุนทอง และ กิจการ ศุภมาตย์. 2551. ผลของแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายเซลล์เดียวเพื่อใช้ในการเร่งสีปลาทอง (*Carasius auratus*). วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 2(2), 55-66.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น:โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และสุรัตน์ดา จินดาเพ็ชร. 2556. ผลการใช้แหนแดงแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งเครฟิช (*Procambanus* sp.). ใน:การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 11. วันที่ 30 กรกฎาคม 2556 - 4 สิงหาคม 2556 ณ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัด พิษณุโลก.

อนุรักษ์ เขียวขจรเขต, อมรรัตน์ วันอังคาร, กุลยาภัสร์ วุฒิจารี, ณัฐมนตรี คงกระพันธ์ และ ณัฐพงศ์ วงศ์ใหญ่. 2555. การใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.). แก่นเกษตร. 40(2), 518-521.

Chris, A., G. Luxmisha, J. Masih, and G. Abraham. 2011. Growth, photosynthetic pigments and antioxidant responses of Azolla filiculoides to monocrotophos toxicity. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 3(3), 381–388.

Datta, S.N. 2011. Culture of Azolla and its efficacy in diet of *Labeo rohita*. Aquaculture. 310(3), 376-379.

Fiogbe, E. D., J.C. Micha, and C. van Hove. 2004. Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivorous phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis-niloticus* L. Journal of Applied Ichthyology 20(6), 517–520.

Goodwin, T.W. 1980. The biochemistry of the carotenoids. 2nd ed. Vol.11. London: Chapman and Hall.

Ohkubo, M., M. Tsushima, T. Maoka, and T. Matsuno. 1999. Carotenoids and their metabolism in the goldfish *Carassius auratus* (Hibuna). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. 124(3), 333–340.

Ogino, C. 1980. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 46, 171–174.

Parashuramulu, S., P. S. Swain and D. Nagalakshmi. 2013. Protein fractionation and in vitro digestibility of Azolla in ruminants. Online J. Anim. Feed Res. (OJAFR). 3 (3), 129-132.

Rai, V., N.K. Sharma, and A.K. Rai. 2006. Growth and cellular ion content of a salt-sensitive symbiotic system Azolla pinnata–Anabaena azollae under NaCl

stress. Journal of plant physiology. 163(9), 937–944.

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. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(12), 6048–6060.

Venugopal, V., R. Prasanna, A. Sood, P. Jaiswal, and B.D. Kaushik. 2006. Stimulation of pigment accumulation in Anabaena azollae strains: Effect of light intensity and sugars. Folia Microbiologica. 51(1), 50–56.