วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | Agriculture and Technology Journal

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2564 | Vol.2 No.1 January – April 2021

Received: February 22, 2021; Revised: March 12, 2021; Accepted: March 15, 2021

ชนิดของอาหารที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนต่อการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบก

Optimal feed types for cost reductions of African catfish (*Clarias gariepinus*) culture in land-based cages

เมฆ มากล้น[1*] กฤติมา กษมาวุฒิ[1] และสำเนาว์ เสาวกูล[1]

Mek Maklon[1*], Krittima Kasamawut[1] and Samnao Saowakoon[1]

[1]คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

** Corresponding Author E-mail Address: meklampao460@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของปลาดุกยักษ์ ด้วยอาหารสำเร็จรูปร่วมกับอาหารธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น ซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชน ณ บ้านโนนสะอาด ตำบลหนองแดง อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง เดือนธันวาคม 2563 วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) โดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นบล็อก จำนวน 3 ฟาร์ม แต่ละบล็อกสุ่มให้ได้รับชุดการทุกชุดทดลอง โดยเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังขนาด 1.5x2.0x0.3 ตารางเมตร ด้วยอัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีองค์ประกอบโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ อาหารธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ ปลวก จิ้งหรีดและมดแดง ปล่อยปลาปลาดุกยักษ์ขนาดความยาวเฉลี่ย 10.29±0.01, 10.26±0.04 และ 10.26±0.01 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 10.19±0.36,10.18±0.10 และ 10.26±0.05 กรัม ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าการให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับปลวก มีความยาวเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 23.00±0.27 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับการให้อาหารเม็ดร่วมกับจิ้งหรีด มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 22.75±0.22 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับมดแดง ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 22.06±0.06 เซนติเมตร ด้านน้ำหนักพบว่าการให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับปลวก มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 95.76±0.53 กรัม ซึ่งความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) การให้อาหารเม็ดร่วมกับมดแดงและจิ้งหรีด มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 93.67±0.58 และ 94.09±0.19 กรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน ด้านอัตรารอดตาย การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และผลผลิตของปลาทั้ง 3 ชุดที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบก พบว่าการให้อาหารเม็ดร่วมกับการให้ปลวก มีค่าผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 55.44±2.75 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) การให้อาหารเม็ดร่วมกับจิ้งหรีด และมดแดง มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเท่ากับ 54.01±1.16 และ 52.82±3.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ต้นทุนต่ำ อาหารธรรมชาติ กระชังบก

Abstract

The objective of this study was to compare growth rates and economic returns of African catfish (*Clarias gariepinus*) by using pellet together with natural foods found locally at Ban Nonsa-at, Nong Daeng Sub-district, Na Chueak District, Maha Sarakham Province. This was the wisdom and knowledge of the community. The research was conducted between October to December 2020. It was planned as a complete randomized complete block design (RCBD) by using farmer's 3 Block farms each block is randomly assigned to every set of experiments with density rate of 50 fishes per square meter by providing ready-made pellet feed consisted of 32 percent of protein in combination with 3 types of natural food, namely termites, crickets, and red ants. The researcher released the fish in land-based cages of 1.5x2.0x0.3 m^3 which mean lengths were 10.29±0.01, 10.26±0.04 and 10.26±0.01 cm. And mean weight 10.19±0.36, 10.18±0.10 and 10.26±0.05 g. respectively for 60 days. At the end of the trial, the mean lengths were 23.00±0.27, 22.75±0.22, and 22.06±0.06 cm. And mean weights of 95.76±0.53, 93.67±0.58 and 94.09±0.19 g, respectively. The growth of African catfish in terms of the length and weight were not statistically different ($p>0.05$) while the specific growth rates, there was no statistically difference in average daily weight gain, survival rate, and feed conversion of the three fish groups ($p>0.05$). When analyzing the return on investment in African catfish in land-based cages, it was found that the feeding of pellets together with termite feeding has high return on investment significantly was 55.44±2.75, followed by crickets and red ants, 54.01±1.16 and 52.82±3.65, respectively. Statistical analysis showed that there was no significant difference ($p>0.05$) and when considering the return on investment in raising the giant catfish in the cage at a density rate of 50 fishes per square meter by feeding ready-made pellets with termites has more rewarding than the finished pellet feeding experiment with crickets and red ants respectively.

Keywords: Low cost, Natural food, Land-based cage

บทนำ

ปลาดุกยักษ์ หรือปลาดุกรัสเซีย หรือปลาดุกเทศ (African catfish: *Clarias gariepinus*) มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา ปัจจุบันสามารถเลี้ยงได้ทั่วโลก (สำเนาว์, 2561; Hey, 1941; Hecht, 2013) โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกาและทวีปเอเชีย จะมีผลผลิตมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง (FAO, 2018) เป็นปลาที่มีความอดทนสูง มีความต้านทานโรคสูง ทนทานต่อสภาพน้ำเน่าเสีย สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี นิยมเลี้ยงในบ่อดิน (Akinwole and Faturoti, 2007; Rutaisire, 2007; Okomoda, 2018; Okomoda et al., 2019) การเจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงง่าย สามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิด (De Graaf and Janssen, 1996; Isyagi et al., 2009) นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2529 (บราลี, 2533; อุทัยรัตน์, 2544) ซึ่งปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงในประเทศไทย จะมีขนาดตัวใหญ่และมีน้ำหนักมากกว่าปลาดุกพันธุ์พื้นเมืองของไทยมาก และเติบโตเร็วกว่า 2-3 เท่า ในระยะเวลาการเลี้ยงเท่ากัน พบว่าอายุเพียง 5 เดือนจะมีน้ำหนักตัวประมาณ 800–1,000 กรัม เมื่อโตเต็มวัยมีน้ำหนัก 10–15 กิโลกรัม (มานพ และคณะ, 2533) วิธีการเลี้ยงสามารถเลี้ยงในสภาพใช้ปริมาณน้ำน้อยได้ดีปลาชนิดอื่น และให้ผลตอบแทนที่สูงในระยะสั้น ทำให้เกษตรกรสนใจเลี้ยง เพื่อสร้างเป็นอาหารและรายได้ จึงจัดว่าเป็นปลาที่มีศักยภาพสูงในทางเศรษฐกิจ การเลี้ยง

ปลาในกระชังบกหรือกระชังบนพื้นดิน เป็นวิธีการเลี้ยงที่ดีอีกวิธีหนึ่งเหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาจำหน่ายในพื้นที่จำกัดหรือภายในครัวเรือน โดยใช้เงินลงทุนไม่สูงมาก เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาแบบใช้น้ำน้อย (กมลวรรณ และคณะ, 2557) ซึ่ง เมฆ และคณะ (2563) ศึกษาพบว่าการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบกในอัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตและผลตอบแทนดีที่สุดกว่าการเลี้ยงซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 30 และ 40 ตัวต่อตารางเมตร ดังนั้นปลาดุกยักษ์จึงมีคุณสมบัติในการเลือกมาเลี้ยงในระบบกระชังบกได้ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แห้งแล้ง และขาดแคลนอาหารโปรตีนจากธรรมชาติ จึงเหมาะในการส่งเสริมในการสร้างรายได้ และสร้างอาหารโปรตีนให้กับชุมชน แต่การให้อาหารที่มีโปรตีนในระดับสูงเพื่อให้ปลาดุกยักษ์เจริญเติบโต ทำให้ผู้เลี้ยงต้องเสียใช้จ่ายด้านอาหารเป็นจำนวนมาก โดยพบว่าต้นทุนค่าอาหารจะสูงถึง 70–80 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนทั้งหมด (สำเนาว์, 2561) ซึ่งโปรตีนในอาหารจัดเป็นตัวแปรสำคัญ ในการกำหนดการเจริญเติบโตและกำหนดราคาอาหารนั้น การให้อาหารปลาดุกยักษ์โดยที่ไม่ทราบว่า ควรที่จะให้อาหารที่มีระดับโปรตีนชนิดใด ซึ่งอาจส่งผลต่อปลาในด้านการเจริญเติบโต หากได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ ถ้าให้โปรตีนในระดับสูงเกินความจำเป็น จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิต เพราะแหล่งอาหารโปรตีน มักมีราคาสูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นมาก (เกษม และพิจิตร, 2536) นอกจากนั้นการลดต้นทุนสามารถใช้อาหารสดจากเครื่องในสัตว์ปีก อาหารที่เหลือจากโรงฆ่าสัตว์ เศษอาหารจากครัวโรงแรมหรือร้านอาหาร ส่วนผสมที่มีราคาต่ำ อาหารธรรมชาติหรืออาหารมีชีวิต มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น หนอน ปลวก ไส้เดือน และ แมลง เป็นต้น (สุรพล และภานุวัฒน์, 2530; นฤมล, 2557; Hecht, 2013) การเลี้ยงปลาให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูง โดยใช้ต้นทุนต่ำ ได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับชุมชน บ้านโนนสะอาด ตำบลหนองแดง อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม พบว่ามีการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในบ่อดิน โดยใช้แมลงเป็นอาหารปลา เช่น ปลวก แมลงเม่า จิ้งหรีด และ มดแดง เป็นต้น เนื่องจากแมลงสามารถหาได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยไม่ต้องซื้อ มีหลากหลายชนิดโดยเฉพาะชุมชนนี้อยู่ในแหล่งชนบท จากงานวิจัยพบว่าแมลงบางชนิดมีปริมาณโปรตีนและวิตามินมากกว่าเนื้อสัตว์ (กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2544; ธิดารัตน์, 2563) และในปัจจุบันนักวิจัยเริ่มให้ความสนใจในการนำแมลงมาใช้เป็นอาหารหรือส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำเพื่อทดแทนวัตถุดิบแหล่งอาหารโปรตีน เช่น ปลาป่น ซึ่งมีปริมาณลดลงอย่างมากและราคาสูง กากถั่วเหลืองซึ่งมีปัญหาด้านการปนเปื้อนสารเคมี หรือการตัดแต่งพันธุกรรม เป็นต้น (จิตรา และศุกฤชญา, 2554; สมหมาย และอัจฉรี, 2558; Henrya et al., 2015; Tran et al., 2015; Govaerts, 2018; Pulina, 2018; Arru et al., 2019; Nogales-Merida et al., 2019) ทั้งนี้เนื่องจากแมลงเป็นอาหารตามธรรมชาติมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะมีสารอาหารกลุ่มโปรตีนสูง และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพลังงาน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน (สราวุธ และสุธี, 2561) การผลิตอาหารให้เพียงพอและสร้างรายได้ให้กับชุมชน จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารของปลา เพื่อให้เกิดความมั่นคงยั่งยืน พร้อมทั้งนำภูมิปัญญาและองค์ความรู้ในชุมชนร่วมกับงานวิชาการในปัจจุบัน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงในกระชังบก โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับอาหารธรรมชาติ ได้แก่ แมลงเม่าหรือปลวก มีคุณค่าทางอาหาร โปรตีน 23.72 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 34.87 เปอร์เซ็นต์ (ศรีประภา และนุ่มนวล, 2527) จิ้งหรีด มีคุณค่าทางอาหาร โปรตีน 12.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.5 เปอร์เซ็นต์ และมดแดง มีคุณค่าทางอาหาร โปรตีน 13.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.5 เปอร์เซ็นต์ (คุณค่าทางอาหารคิดเป็นกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม) (ทัศนีย์ และยุพา, 2557) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบก ให้เป็นอาชีพหรือเป็นอาชีพเสริม โดยเพิ่มอาหารโปรตีนและรายได้ให้แก่เกษตรกรในชนบทต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นบล็อก จำนวน 3 ฟาร์ม แต่ละบล็อกสุ่มให้ได้รับชุดการทดลองทุกชุดการทดลอง แยกเป็นแต่ละพื้นที่

ตามกลุ่มเกษตรกร (รูปที่ 1) ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ การศึกษาการให้อาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบกขนาด 1.5x2.0x0.3 เมตร (ซึ่งขนาดดังกล่าวคือส่วนที่เป็นผ้าใบใช้ในการบรรจุน้ำ โดยมีความสูงส่วนที่เป็นตาข่ายอีก 0.7 เมตร เพื่อป้องกันปลาหลบหนีและศัตรูปลา รวมเป็นความสูง 1 เมตร) เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป ร่วมกับอาหารธรรมชาติ ทำการทดลองเป็นเวลา 60 วัน โดยให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอาหารธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ ปลวก จิ้งหรีด และมดแดง ทั้ง 3 ชุดการทดลอง ปล่อยลูกปลาดุกยักษ์ที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับปลวก จิ้งหรีดและมดแดง ตามลำดับ โดยมีการปรับปริมาณอาหารทุก ๆ 15 วัน งดให้อาหาร 1 วัน ก่อนทำการชั่งวัด ดำเนินการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำตลอดการทดลอง ในเวลา 15.00 น. ดังนี้ อุณหภูมิ ความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย และ ความขุ่นใส วิเคราะห์ตามวิธี Standard method for the examination of water and wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1992) โดยดำเนินการกำจัดตะกอนพื้นบ่อ ทำความสะอาดและเปลี่ยนถ่ายน้ำด้วยทุกครั้ง

การประเมินการเจริญเติบโตของปลาทดลอง

สุ่มปลาดุกยักษ์ ในแต่ละกระชัง ๆ ละ 10 ตัว ทุก ๆ 15 วัน นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและความยาว และประเมินการการเจริญเติบโต ดังนี้ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Growth: ADG) การเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate: SGR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดตาย (วิมล, 2536) ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองบล็อกสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การประเมินผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์

ศึกษาโดย การเก็บข้อมูล ต้นทุนการผลิตนั้นจะประกอบไปด้วย ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร และรายได้ คือ ส่วนที่ได้จากผลผลิตที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์เพื่อประเมินการผลิตมีค่าวิเคราะห์ที่บ่งชี้ ได้แก่ กำไร จุดคุ้มทุน วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบก (ฉัตร, 2526; ศราวุธ, 2538)

Meetings Convened for Improving Farmers's Understandings on African catfish Culture In-land Based Cages

Land based cages in each study area

Feeding Termites for Fish Culture in In-land Based Cages

Feeding Crickets for Fish Culture in In-land Based Cages

Feeding Red ant for fish in-land based cages

Weighing the African catfish during the experiment

Measuring the length of African catfish during the experiment

Fish product yields obtained from the experiments conducted

รูปที่ 1 Activity of African catfish culture in In-land based cages.

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของปลา

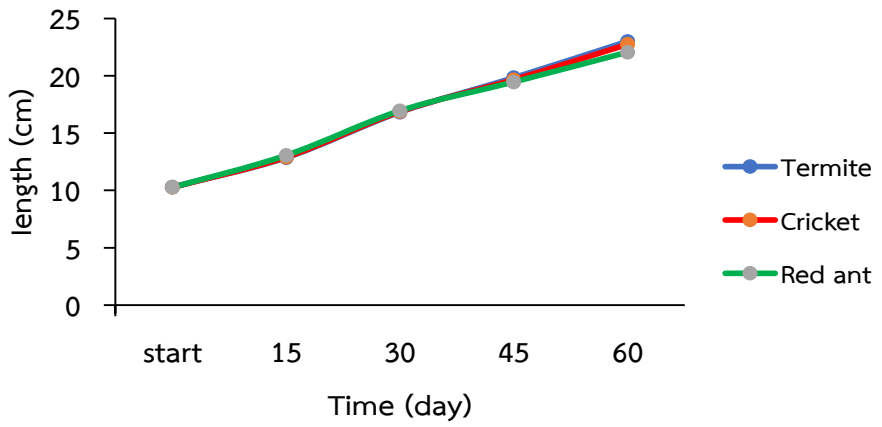
ผลการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองนี้อัตราความหนาแน่นที่เลี้ยง 50 ตัวต่อตารางเมตรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ร่วมกับปลวก จิ้งหรีด และมดแดง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารร่วมกับ

การให้ปลวกมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับที่เลี้ยงด้วยอาหารร่วมกับการให้จิ้งหรีดและมดแดง เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และการเจริญเติบโตจำเพาะ และความยาวเฉลี่ยของปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารร่วมกับการให้ปลวก และ จิ้งหรีด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับที่เลี้ยงด้วยอาหารร่วมกับการให้ มดแดง ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และผลผลิตต่อกระชัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 1–2, รูปที่ 2–3) แต่ผลจากการทดลองพบว่าปลาดุกยักษ์ ที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับปลวก จะมีแนวโน้มจากการเจริญเติบโตดีที่สุด อาจเนื่องด้วยปริมาณโปรตีนและไขมันใน) แมลงเม่าหรือปลวกเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงชนิดอื่น ๆ จะเห็นว่ามีโปรตีนสูงกว่าจิ้งหรีดและมดแดง (ศรีประภา และนุ่มนวล, 2527) จัดเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากปริมาณเป็นสารอาหารประเภทโปรตีนและไขมัน ซึ่งโปรตีนจากสัตว์มีคุณภาพดีกว่าโปรตีนจากพืช (วิภากร, 2523) จากผลการศึกษาทั้ง 3 ชุดการทดลอง แสดงว่าการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบก ในอัตราความหนาแน่นระหว่าง 50 ตัวต่อตารางเมตร โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับปลวกสามารถลดต้นทุนอาหารได้อย่างดี เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถสร้างรายได้ สร้างแหล่งอาหารให้เพียงพอสำหรับเกษตรกรรายย่อยในประเทศไทย ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ต่ำจะแสดงว่าสัตว์ที่เลี้ยงมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงกว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่อยู่ในสภาพแห้งโดยมีน้ำเป็นองค์ประกอบเพียง 5–10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะแปรผันไปตามชนิดของสัตว์น้ำ คุณภาพของอาหาร วิธีการให้อาหาร สุขภาพของสัตว์และสภาพสิ่งแวดล้อม ส่วนในเชิงธุรกิจ ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อยังได้รับผลกระทบจากอาหารที่สูญเสียไปในระหว่างการให้อาหารและอัตราการรอด (Survival) ของสัตว์ที่เลี้ยงด้วย กรณีที่มีการให้อาหารอย่างรอบคอบและสัตว์ที่เลี้ยงมีอัตราการรอดสูง ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาจะมีค่าระหว่าง 1.2–2.0 และอาจมีความเป็นไปได้ที่ค่าจะต่ำกว่า 1.0 สำหรับบางสภาวะ ซึ่งค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะมีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้านโภชนศาสตร์และเศรษฐศาสตร์เชิงเปรียบเทียบ (วิรัช, 2561) และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อนั้นสูงเนื่องจากการเสริมด้วยอาหารสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปและลดปริมาณการให้อาหารลง น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ที่ช่วยลดปริมาณการให้อาหารสำเร็จรูปได้ ทำให้ต้นทุนลดลงโดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด ซึ่งข้อมูลผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อกลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงสัตว์น้ำจำนวนไม่มากและแบบพอเพียง หรือกลุ่มเกษตรกรที่ทำระบบการเกษตรแบบผสมผสาน

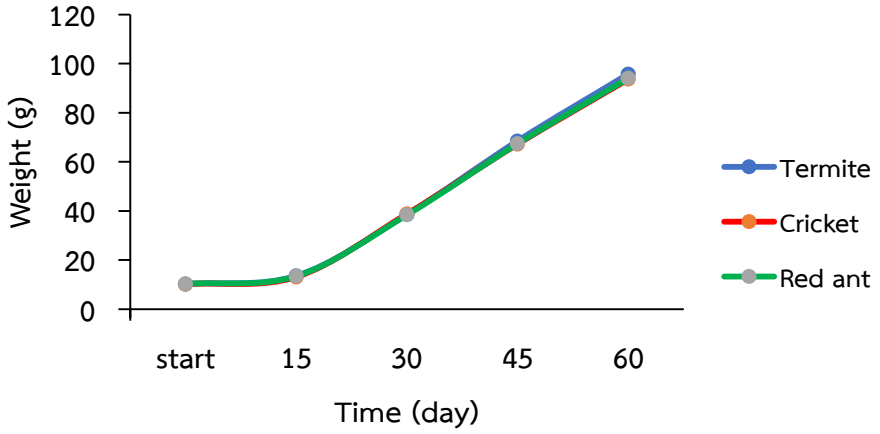
ตารางที่ 1 Average body weight (±SD) and length (±SD) of African catfish of each treatment at 15 days Intervals culturing in land based cages for 60 days

Duration (days)	Food type					
	T1 (Termite)		T2 (Cricket)		T3 (Red ant)	
	weight (g)	length (cm)	weight (g)	length (cm)	weight (g)	length (cm)
start	10.19±0.42^{a}	10.29±0.01^{a}	10.18±0.10^{a}	10.26±0.04^{a}	10.26±0.05^{a}	10.26±0.01^{a}
15	13.54±0.25^{a}	12.86±0.11^{a}	13.13±0.19^{c}	12.90±0.81^{a}	13.42±0.21^{b}	13.06±0.08^{a}
30	38.55±0.97^{a}	16.83±0.08^{a}	38.81±0.89^{a}	16.88±0.09^{a}	38.40±1.15^{a}	16.95±0.19^{a}
45	68.52±0.32^{a}	19.83±0.02^{a}	67.25±0.18^{b}	19.67±0.05^{a}	67.45±0.34^{b}	19.46±0.11^{b}
60	95.76±0.53^{a}	23.00±0.27^{a}	93.67±0.58^{b}	22.75±0.22^{a}	94.09±0.19^{b}	22.06±0.06^{b}

Note: mean values having the same superscript within the same row (weight and length) are not significantly different ($p>0.05$)



รูปที่ 2 Average length of each treatment at 15 days intervals culturing in land based cages for 60 days



รูปที่ 3 Average weights of each treatment at 15 days intervals culturing in land based cages for 60 days

ตารางที่ 2 Growth performance, survival rate and feed conversion ratio of African catfish cultured in land based-cages with different stocking densities for 60 days culture period (Mean±SD)

Growth parameters	Food type		
	T1 (Termite)	T2 (Cricket)	T3 (Red ant)
Initial weight (g)	10.19±0.42^{a}	10.18±0.10^{a}	10.26±0.05^{a}
Final weight (g)	95.76±0.53^{a}	93.67±0.58^{b}	94.09±0.19^{b}
Initial length (cm)	10.29±0.01^{a}	10.26±0.04^{a}	10.26±0.01^{a}
Final length (cm)	23.00±0.27^{a}	22.75±0.22^{a}	22.06±0.06^{b}
Average daily growth (ADG)	1.30±0.01^{a}	1.27±0.00^{b}	1.27±0.01^{b}
Specific growth rate; SGR (%/day)	3.73±0.01^{a}	3.70±0.02^{b}	3.70±0.00^{b}
Feed conversion ratio (FCR)	3.34±0.07^{a}	3.40±0.03^{a}	3.41±0.08^{a}
Survival rate (%)	94.67±4.16^{a}	96.00±2.00^{a}	94.67±3.18^{a}
Yield/cage (Kg)	4.53±0.19^{a}	4.49±0.07^{a}	4.45±0.20^{a}

อัตราการรอดตายของปลาดุกยักษ์ ที่เลี้ยงในกระชังบก ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่การเลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัวด้วยอาหารสำเร็จรูปร่วมกับปลวก จิ้งหรีด และมดแดง มีอัตราการรอดตาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.67±4.16, 96.00±2.00 และ 94.67±3.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นผลเนื่องมาจากการปล่อยปลาลงเลี้ยงมีขนาดใหญ่จึงทำให้มีอัตราการอดตายที่สูงและไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง และมีการตรวจสอบ ติดตามเรื่องระบบน้ำ และคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอยู่ตลอดช่วงระยะเวลาการทดลอง ตลอดจนมีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ตามอัตราส่วนการเจริญเติบโตของปลาทุก ๆ ระยะ 15 วัน ในการทดลองครั้งนี้เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ ได้ทำการจับผลผลิตปลาจากการทดลองทั้งหมดเพื่อไม่ให้มีการหลุดรอดลงสู่ธรรมชาติ เนื่องจากการปล่อยปลาที่เลี้ยงลงในแหล่งน้ำปลาเหล่านั้นอาจผสมพันธุ์กับปลาประชากรต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิม ทำให้พันธุกรรมของปลาเหล่านั้นทำให้ความแตกต่างระหว่างปลาต่างประชากรลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นผลเสียอย่างยิ่งต่อโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะเมื่อต้องการนำลักษณะใหม่ ๆ มาเพิ่มให้กับประชากรที่กำลังปรับปรุงพันธุ์ หรือเมื่อต้องการเพิ่มระดับความหลากหลายของประชากร (อุทัยรัตน์, 2544; Ryman, 1981) และ สำเนาว์ และหทัยรัตน์ (2551) กล่าวว่าปลาดุกยักษ์เป็นปลาล่าเหยื่อได้เก่ง สามารถกินเหยื่อที่มีขนาด 1/4 ของตัวมันเอง สามารถกลืนกินได้ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ได้ทั้งตัว และสามารถย่อยเหยื่อได้ภายใน 16 ชั่วโมง ดังนั้นหากมีการหลุดหรือปล่อยลงแหล่งน้ำสาธรณะหรือแหล่งน้ำธรรมชาติจะส่งผลให้มีการทำลายสายพันธุ์ของปลาไทยในแหล่งน้ำธรรมชาติ ถ้าไม่มีการควบคุมการเลี้ยงดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารทางธรรมชาติได้

คุณสมบัติน้ำในการทดลอง

คุณสมบัติน้ำในการทดลอง ทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ พบว่ามีค่าสูงสุด และ ค่าต่ำสุดตลอดระยะเวลาการทดลอง ดังนี้ อุณหภูมิ 21.4–33.2 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0–7.5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 2.3–4.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง 119–136 มิลลิกรัมต่อลิตร ความโปร่งแสง 3–13 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.05–0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับแอมโมเนียที่ทำให้ปลาตายอยู่ในช่วง 0.2–2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (Avnimelech, 2014) คุณสมบัติของน้ำที่ทำการทดลองนี้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ที่สัตว์น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดี (ศศิธร และมณฑล, 2555; ประดิษฐ์ และคณะ, ม.ป.ป.; Boyd, 1990) และปลาดุกยักษ์เป็นปลาที่มีความอดทนสูง อีกทั้งทนทานต่อสภาพน้ำเน่าเสีย สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (Akinwole and Faturoti, 2007; Rutaisire, 2007) จึงไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา

ตารางที่ 3 Range of some major water quality parameter inside the cage

Parameter	Food type		
	T1 (Termite)	T2 (Cricket)	T3 (Red ant)
Temperature (^{0}C)	21.4–32.5	21.8–33.2	22.1–33.1
pH	7.0–7.2	7.3–7.5	7.1–7.4
Dissolved oxygen (mg/l)	2.3–4.1	2.5–3.8	2.5–4.2
Alkalinity (mg/l $CaCO_3$)	119–129	106–136	98–126
Transparency (cm.)	3–11	5–13	5–12
Total ammonia nitrogen (mg/l)	0.08–0.19	0.05–0.12	0.10–0.15

ผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์

เมื่อพิจารณาจากค่าต้นทุนการผลิตทั้ง 3 ชุดการทดลองนั้น (ตารางที่ 3) การเลี้ยงที่ความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปร่วมกับปลวก จิ้งหรีด และมดแดง มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 38.61, 38.96 และ 39.28 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การลงทุนเลี้ยงปลาดุกยักษ์ ที่ความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตรร่วมกับปลวก ได้ผลกำไรเฉลี่ย 21.39 บาทต่อกิโลกรัม (ราคา ปลาดุกยักษ์ กิโลกรัมละ 60 บาท : ราคาปลา ณ ตลาดอำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม) เมื่อคิดผลตอบแทนจากการลงทุนเลี้ยงปลาดุกยักษ์โดยการประเมินค่าต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการลงทุน ปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงในกระชังบกที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตรที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปร่วมกับปลวก มีอัตราการเจริญเติบโตอัตราการรอดตายและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามทั้ง 3 ชุดการทดลองมีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จัดว่ามีกำไรจากการเลี้ยง (ฉัตร, 2526) โดยเฉพาะการสมทบด้วยอาหารที่ไม่มีต้นทุนหรือต้นทุนต่ำมากในการเลี้ยง เหมาะสมกับบริบทชุมชน อนึ่งการประเมินผลค่าใช้จ่ายในการลงทุนการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังครั้งนี้ ยังไม่ได้คลอบคลุมถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ค่าขนส่งอาหารปลา ค่าเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ค่าจ้างแรงงาน รวมทั้งพันธุ์ปลาเสียหายระหว่างการลำเลียง แต่ก็เชื่อมั่นว่าได้ผลตอบแทนไม่แตกต่างไปจากนี้มากนักและถ้าเลี้ยงโดยมีปริมาณกระชังจำนวนมากก็จะส่งผลให้มีผลกำไรมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรมีการศึกษาอาหารธรรมชาติชนิดอื่น การเจริญเติบโตอาจดีและลดต้นทุนกว่านี้มากกว่านี้ อาจทำให้ได้ผลผลิตและค่าตอบแทนมากกว่านี้ เพราะว่าในการศึกษาครั้งนี้อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 Economic returns of African catfish land based in cage for 60 days for all experimental treatments

Item/cage	Food type		
	T1 (Termite)	T2 (Cricket)	T3 (Red ant)
1. Cost (Thai; baht)			
1.1 Fish fingerling (cost/cage[1])	50	50	50
1.2 Fish feed (cost/cage[2])	75.58±4.45[a]	75.83±1.51[a]	75.50±4.21[a]
1.3 Depreciation (cost/cage [3])	49.32	49.32	49.32
1.4 Total cost (cost/cage)	174.90±4.45[a]	175.15±1.51[a]	174.82±4.21[a]
2. Fish production (Kg/cage)	4.53±0.19[a]	4.50±0.07[a]	4.45±0.20[a]
2.1 production cost (baht/Kg)	38.61±0.68[a]	38.96±0.29[a]	39.28±0.94[a]
3. Income (Thai; baht)			
3.1 Total income from selling fish[4]	271.94±11.31[a]	269.76±4.18[a]	267.22±11.73[a]
3.2 Profit/cage	97.04±7.04[a]	94.61±2.76[a]	92.41±8.03[a]
3.3 Profit/Kg fish	21.39±0.68[a]	21.04±0.29[a]	20.72±0.94[a]
4. Return on investment (%/cage)	55.44±2.75[a]	54.01±1.16[a]	52.82±3.65[a]

Note: Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$)

1. Fish's cost 1.00 Baht for one fish
2. Feed's cost for 25 Baht each kilogram
3. Cage's depreciation from cage cost of one cage 300 Baht used one year

Item/cage	Food type		
	T1 (Termite)	T2 (Cricket)	T3 (Red ant)

4. Market's selling price 60 Baht

ในการศึกษานี้จึงเป็นแนวทางในการการจัดการแนวทางในการพัฒนาการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบกด้วยอาหารต้นทุนต่ำ เพื่อส่งเสริมการเลี้ยงในชุมชนแบบเศรษฐกิจพอเพียงและมีอาหารโปรตีนรับประทานในครัวเรือนและชุมชน ผลการทดลองครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในด้านการลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการเสริมอาหารด้วยแมลงทั้ง 3 ชนิดจะช่วยประหยัดอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงปลาให้ได้ผลผลิต 1 กิโลกรัม ได้กำไรมากถึง 20–21 บาท โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับ สราวุธ และสุธี (2561) ศึกษาการจัดการอาหารปลาโดยการให้อาหารสำเร็จรูปช่วงกลางวันร่วมกับการเสริมอาหารช่วงกลางคืนด้วยแมลงบินเป็นวิธีทางเลือกหนึ่งที่ช่วยประหยัดต้นทุนค่าอาหารสำเร็จรูปลงมาได้ ได้กระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวน**ก**ารในการค้นหาปัญหาและแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการในการแก้ไขปัญหานั่นเอง โดยการศึกษาร่วมกับชาวบ้านในชุมชน ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกับกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) (ครรชิต, 2554; วิภาวี และคณะ, 2558) ตามแนวคิดนี้มีความเชื่อว่าถ้าประชาชนที่ร่วมวิจัยในการทดลองดังกล่าวนำเอากระบวนการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ไปใช้แก้ไขปัญหาให้กับตนเอง ครอบครัวและชุมชน โดยพัฒนาทางเลือกที่เหมาะสมที่จะทำให้ตนเองหรือชุมชนสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้เอง ก็จะเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองและชุมชนได้ด้วยตนเอง

บทสรุป

การเลี้ยงปลาดุกยักษ์ในกระชังบกขนาด 1.5x2.0x0.3 เมตร จำนวน 50 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปลวก จิ้งหรีด และมดแดง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.61, 38.96 และ 39.28 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และถ้าขายในอัตรากิโลกรัมละ 60 บาท จะได้ ผลกำไรทั้งสิ้น 21.39, 21.04 และ 20.72 บาทต่อกิโลกรัม และมีผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 55.44, 54.01 และ 52.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตและผลตอบแทนการลงทุน พบว่าที่อัตราการปล่อย 50 ตัวต่อตารางเมตร หลังจากการเลี้ยง 60 วัน โดยให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปลวก มีผลผลิตและผลตอบแทนสูงสุด ซึ่งอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ นายอนุชา วงษ์คำจันทร์ นางมะลิ แสนหล้า และนางรัศมี วรบุตร ชาวบ้านบ้านโนนสะอาด ตำบลหนองแดง อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัย ในส่วนของการเลี้ยงปลาดุกยักษ์ และสนับสนุนการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. (2544). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข: กรุงเทพฯ.

กมลวรรณ ศุภรัญญู, บุญศิลป์ จิตตะประพันธ์, ณิชาพล แก้วชฎา และยุทธนา สว่างอารมณ์. (2557). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในกระชังบนดินด้วยระบบน้ำหมุนเวียนที่บำบัดด้วยผักบุ้งไฮโดรโพนิกส์. สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้: ชุมพร.

เกษม เชตะวัน และพิจิตร พันธ์ศรี. (2536). ศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาดุกใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31, 3-6 กุมภาพันธ์ 2536 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 481–488.

ครรชิต พุทธโกษา. (2554). คู่มือพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.): กรุงเทพฯ.

จิตรา สิมาวัน และศุกฤชชญา เหมะธุลิน. (2554). การใช้แมลงชีปะขาวทดแทนโปรตีนในสูตรอาหารปลาหมอแปลงเพศ (*Anabas testudineus*). รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สกลนคร.

ฉัตร ช่ำชอง. (2526). หลักการจัดการฟาร์ม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และยุพา หาญบุญทรง. (2557). ความสำคัญ ชนิดและคุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้. สำนักงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

ธิดารัตน์ พันโท. (2563). แมลงกินได้: คุณค่าทางโภชนาการและการแปรรูปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์. วารสารอาหาร. 50(1): 5–12.

นฤมล อัศวเกศมณี. (2557). โภชนศาสตร์และการให้อาหารปลา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

บราลี ทุมกานนท์. (2533). การเพาะเลี้ยงและอนุบาลปลาดุกยักษ์. สำนักพิมพ์ฟาร์มบราลี: นนทบุรี.

ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์, จามินวัศน์ พิลาศเอมอร, กฤษณา เดชะสัตยา, พิมญาดา บัวสี, เจนจิรา เฉลยพจน์, อภินันท์ สมานวงษ์ และอรวรรณ ประเสริฐสุข. (ม.ป.ป.). โครงการส่งเสริมเกษตรกรด้านการประมง. กลุ่มงานพัฒนาบริหารงานส่วนภูมิภาค สำนักงานตรวจราชการกรม กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, สุจินต์ หนูขวัญ, ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และกำชัย ลาวัณยวุฒิ. (2533). บิ๊กอุยปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่. สถาบัน วิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.

เมฆ มากล้น, ประณีต งามเสน่ห์, กฤติมา เสาวกูล และสำเนาว์ เสาวกูล. (2563). ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและผลตอบแทนของปลาดุกยักษ์ที่เลี้ยงในกระชังบก. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 “วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่” 17–18 กันยายน 2563. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์. สุรินทร์. A202.

วิภากร สฤษดิ์นิรันดร์. (2523). แมลงแหล่งอาหารที่ถูกลืม. วารสารสุขภาพสำหรับประชาชน. 8: 61–64.

วิภาวี ไทเมืองพล, วัฒนะ ลีลาภัทร, ภัททิรา เกษมศิริ, เมธาวี รอตมงคลดี และร่วมฤดี พานจันทร์. 2558. กระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างความมั่นคง ในการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของ เกษตรกรบ้านยางน้อย อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่. 7(11): 34–51.

วิมล จันทรโรทัย. (2536). การวางแผนการวิจัยด้านอาหารปลา. วารสารการประมง. 46(4): 323–330.

วิรัช จิ๋วแหยม. (2561). หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการจัดการคุณภาพน้ำ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

ศราวุธ เจ๊ะโสะ. (2538). การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนด้านการเงินของการเลี้ยงปลาสลิดแบบพัฒนาในพื้นที่พรุ จังหวัดนราธิวาส. วารสารการประมง. 48(5): 145–427.

ศรีประภา พรมนะกิจ และนุ่มนวล อุดมพงษานนท์. (2527). การวิเคราะห์คุณค่าอาหารในแมลงเม่า. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

ศศิธร พินภิรมย์ และมณฑล แก่นมณี. (2555). การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการบ่อ. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 สาขาสัตวศาสตร์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง. กรุงเทพฯ. 562–573.

สมหมาย เรียงสันเทียะ และอัจฉรี เรืองเดช. (2558). การใช้จิ้งหรีดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารกบ. วารสารเกษตร พระจอมเกล้า. 33(2): 102–109.

สราวุธ เย็นเอง และสุธี เกื้อเกตุ. (2561). การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงโดยให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับการเสริมอาหารช่วงกลางคืนด้วยแมลงบินจากกับดักเครื่องดูดแมลงอัตโนมัติ. วารสารวิชาการสถาบันอาชีวศึกษา. 2(2): 19–29.

สุรพล ชลดำรงค์กุล และ ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง. (2530). การศึกษาเบื้องต้นในการเพิ่มคุณค่าทางอาหารของมูลสัตว์โดยชีววิธีเพื่อใช้เป็นอาหารปลา. ใน การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25 สาขาสัตว์ 3–5 กุมภาพันธ์ 2530, กรุงเทพฯ. 216–228.

สำเนาว์ เสาวกูล. (2561). ปลาดุก: การเพาะเลี้ยงและบทบาทในระบบนิเวศน์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์รุ่งธนเกียรติออฟเซ็ท: สุรินทร์.

สำเนาว์ เสาวกูล และหทัยรัตน์ เสาวกูล. (2551). ความสามารถในการจับกินลูกปลาและประสิทธิภาพในการย่อยอาหารของปลาดุกยักษ์. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 “เกษตรศาสตร์เทิดพระเกียรติ 80 พรรษา เพื่อประชาไทยอยู่เย็นเป็นสุข” 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 515–524.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. (2544). ปลาดุก: การเพาะขยายพันธุ์ การเลี้ยงและโรคต่าง ๆ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

Akinwole A.O. and Faturoti E.O. (2007). Biological performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in recirculating system in Ibadan. Aquaculture engineering. 36: 18–23.

APHA-AWWA-WEF. (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater, 14^{ed}, American public health association: Washington D.C.

Arru B., Furesi R., Gasco L., Madau F.A. and Pulina P. (2019). The introduction of insect meal into fish diet: The first economic analysis on european sea bass farming. Sustainability. 11(1697): 1–16.

Avnimelech Y. (2014). เทคโนโลยีไบโอฟล็อก : หนังสือแนะนำการปฏิบัติ แปลจาก Biofloc technology a practical guidebook. โดย สุชาติ อิงธรรมจิตร์. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

Boyd C.E. (1990). Water quality in pond for aquaculture. Alabama agricultural experiment station, Auburn University: Auburn Alabama.

De Graaf G.J. and Janssen H. (1996). Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa–a handbook. FAO Fisheries Technical Paper. No. 362. FAO: Rome.

FAO. (2018). Fishery and aquaculture statistics. Rome. accessed 13 Jan. 2021. http://www.fao.org /3/cb1213t/CB1213T.pdf.

Govaerts F. (2018). Introducing insect-based salmon feed: From a nutritional, economic, legal and marketing perspective. Master’s thesis in international fisheries management. Faculty of biosciences, Fisheries and economics, The Arctic university of Norway.

Hecht T. (2013). A review of on-farm feed management practices for North African catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa. In M.R. Hasan and M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed*

management in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583 FAO. Rome. 463–479.

Henry M., Gasco L., Piccolo G. and Fountoulaki E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. Animal Feed Science and Technology. 203: 1–22

Hey D. (1941). Practical freshwater fish culture. Cape Nature Conservation: Cape Town.

Isyagi N.A., Veverica K.L., Asiimwe R. and Daniels W.H. (2009). Manual for the commercial pond production of the African catfish in Uganda. USAID-FISH Project.

Nogales-Merida S., Gobbi P., Jozefiak D., Mazurkiewicz J., Dudek K., Rawski M., Kieronczyk B. and Jozefiak A. (2019). Insect meals in fish nutrition. Reviews in Aquaculture. 11: 1080–1103

Okomoda V.T. (2018). Hybridization between *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and *Clarias gariepinus* (Burchell,1822). Doctor of Philosophy in Fisheries. University Malaysia Terengganu.

Okomoda V.T., Aminem W.b., Hassan A.c. and Martins C.O. (2019). Effects of feeding frequency on fry and fingerlings of African catfish *Clarias gariepinus*. Aquaculture. 511: 734232.

Pulina P., Arru B., Madau F.A., Furesi R. and Gasco L. (2018). Insect meal in the fish diet and feeding cost: First economic simulations on European sea bass farming by a case study in Italy. In 30th International conference agriculture economists July 28–August 2, 2018. Vancouver.

Rutaisire J. (2007). Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Uganda. In Hasan M.R., Hecht T., De Silva S.S. and Tacon A.G.J., Editors. Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper No. 497: Rome. 471–487.

Ryman N. (1981). Conservation of genetic resources: Experiences from the brown trout (*Salmo trutta*). In Ryman N., Editor. Fish Gene Pools. Ecological Bulletins No.34. The Editorial Service of FRN. Stockholm. 61–74.

Trans G., Heuzé, V and Makkar H.P.S. (2015). Insects in fish diets. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Animal Production and Health Division, Rome. 5(2): 37–44.