การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลอินทรีย์ภายใต้การเลี้ยงในระบบไบโอฟลอค

ศุภกิตติ์ กลั่นจังหรีด[1*] ปุญชรัศมิ์ มีแก้ว[1] และ นิสรา กิจเจริญ[1]
[1] *คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*
[*] *manhuayraii@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลอินทรีย์ภายใต้การเลี้ยงในระบบไบโอฟลอค ที่อายุ 2 -3 และ 4-5 เดือนหลังจากฟัก โดยการประมาณค่าจากประชากรปลานิลเริ่มต้น 109 ครอบครัว องค์ประกอบความแปรปรวนถูกประมาณค่าด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) โดยใช้ average information (AI) algorithm ร่วมกับแบบจำลองสัตว์ (animal model) พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลมีความแตกต่างไปตามช่วงอายุ โดยที่อายุ 2-3 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 0.05±0.03 ซึ่งมีค่าต่ำ ส่วนที่อายุ 4-5 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.58±0.44 ซึ่งมีค่าสูงและมีค่ามากกว่าที่อายุ 2-3 เดือน โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกให้มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นได้

คำสำคัญ: ปลานิล อินทรีย์ อัตราพันธุกรรม น้ำหนัก **BLUP** การคัดพันธุ์

Heritability for body weight in organic Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* under biofloc system

Supakit Klanjungreed[1*], Puncharat Meekaew[1], and Nissara Kitcharoen[1]
[1] Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University
*Corresponding Author; email: manhuayraii@gmail.com

Abstract

In this study, heritability was estimated for total weight at 2 -3 and 4 -5 months after hatching. Estimation was made on data from 109 full-sib families. The analysis of variance was performed using a univariate mixed linear animal model and variance components were analyzed following an animal model using Restricted Maximum Likelihood procedure (REML) employing average information (AI) algorithm. Heritability estimates (h^2) for growth related traits varied considerably with ages. At 2-3 months old, h^2 for body weight (BW;0.05±0.03.) were low. At 4-5 months old, h^2 of BW (BW;0.58±0.44) were higher than those estimated at 2-3 months old. The same trend were observed as many previous study in body weight at harvest. The heritabilities showed good prospective for selective breeding of body weight.

Keywords: Nile Tilapia, organic, heritability, growth, BLUP, selection

1. บทนำ

จากกระแสที่ผู้บริโภคหันมาสนใจสุขภาพและมีแนวโน้มความต้องการอาหารที่ปลอดภัยหรือที่ผลิตด้วยระบบการเลี้ยงที่ดีหรือระบบอินทรีย์ โดยเฉพาะอาหารสุขภาพมีความต้องการมากขึ้นตามลำดับ ทำให้ปัจจุบันความต้องการบริโภคปลาน้ำจืดมีเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากเนื้อปลาเป็นอาหารโปรตีนที่ย่อยง่ายและประกอบด้วยคุณค่าทางอาหารที่ครบถ้วน ในจำนวนปลาน้ำจืดที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบัน ปลานิลเป็นปลาที่นิยมของผู้เพาะเลี้ยงและกลายเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงปลานิลในปี พ.ศ. 2559 200,800 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 11,844.7 พันล้านบาท (กรมประมง, 2561) ประกอบกับแผนพัฒนาประเทศปี พ.ศ.2560-2564 รัฐได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาการเกษตรสู่ความเป็นเลิศด้านอาหารที่ครอบคลุมประเด็นปริมาณการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารเพียงพอและความหลากหลายต่อความต้องการในการบริโภคมีคุณภาพมาตรฐานเทียบเท่าระดับสากล และมีความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง พื้นที่เกษตรอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเพิ่มขึ้นเป็น 500,000 ไร่ในปี 2564 โดยการเร่งพัฒนาและขับเคลื่อนการผลิตเกษตรอินทรีย์อย่างจริงจัง เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองทางด้านอาหาร มีหลักประกันมั่นคงด้านอาชีพและมีคุณภาพชีวิตที่ดี รวมทั้งเกษตรกรรุ่นใหม่เข้าสู่ภาคเกษตรอย่างต่อเนื่อง (คณะกรรมการเกษตรอินทรีย์ แห่งชาติ, 2560) ซึ่งในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์นั้น มีความต้องการลูกพันธุ์ที่โตดีโดยไม่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรม ไม่มีการใช้ฮอร์โมนแปลงเพศ ตลอดจนไม่ใช้ยาและสารเคมีในระบบการผลิต ซึ่งกระบวนการพัฒนาลูกพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือก/คัดพันธุ์ให้ได้สายพันธุ์ปลานิลอินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญในการผลิตปลานิลอินทรีย์ด้วยระบบไบโอฟลอคที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยของอาหาร (Food safety) โดยในกระบวนการผลิตไม่ใช้ยา ฮอร์โมน หรือสารเคมี เพื่อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเนื้อดีเหมาะสำหรับเป็นอาหารสุขภาพและสามารถสร้างแบรนด์ยกระดับผลิตภัณฑ์ต่อไปได้ โดยในโครงการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำนั้นจำเป็นจะต้องมีข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ค่าอัตราพันธุกรรม (heritability, h^2) เป็นพารามิเตอร์ในการปรับปรุงพันธ์สัตว์ โดยอัตราพันธุกรรม คือ สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของลักษณะที่ปรากฏ (Phenotypic variance) และความผันแปรทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Additive genetic variance) แสดงให้เห็นถึง สัดส่วนความผันแปรที่สามารถส่งผ่านไปยังสัตว์รุ่นถัดไป ซึ่งมีเพียงอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมเท่านั้นที่สัตว์แต่ละตัวส่งผ่านหรือถ่ายทอดไปยังลูกได้ และชี้ให้เห็นถึง ความแตกต่างระหว่างสัตว์แต่ละตัว (Individuals) ที่เกิดจากพันธุกรรม (ศกร, 2560) ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นก่อนเริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์หากไม่มีการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมก่อนก็อาจจะเสี่ยงต่อความล้มเหลวในการคัดเลือกได้ และการนำผลการศึกษาอัตราพันธุกรรมของลักษณะนั้น ๆ ในสัตว์น้ำชนิดเดียวกันมาช่วยในการตัดสินใจแต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงไว้เสมอว่า ค่าอัตราพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงได้ตามสิ่งแวดล้อม เช่น อายุ สภาพการทดลอง ฯลฯ นอกจากนั้นยังแตกต่างกันในสัตว์น้ำต่างประชากรที่มีความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมต่างกันในสัตว์น้ำประชากรเดียวกัน ที่ผ่านการคัดเลือกในชั่วอายุหลังๆ จะมีค่าอัตราพันธุกรรมลดลง เนื่องจากความหลากหลายของพันธุกรรมลดลง (อุทัยรัตน์, 2543) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการประเมินค่าทางพันธุกรรมที่จำเป็นต่อการคัดเลือกสายพันธุ์ปลานิลให้มีการเจริญเติบโตดีเมื่อเลี้ยงภายใต้ระบบไบโอฟลอคเพื่อนำไปสู่การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาที่มีการเจริญเติบโตดี ซึ่งจะดำเนินการเป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปลานิลอินทรีย์ในระบบการผลิตสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มมูลค่าและความมั่นคงด้านอาหารอีกทั้งยังเป็นแนวทางต่อระบบการผลิตสัตว์น้ำเพื่อผลิตอาหารปลอดภัยให้แก่เกษตรกรได้ต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินค่าทางพันธุกรรมที่จำเป็นต่อการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลอินทรีย์โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ปลานิลให้มีการเจริญเติบโตดีภายใต้การเลี้ยงระบบไบโอฟลอค

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลานิลที่เลี้ยงภายใต้ระบบไบโอฟลอค เป็นประชากรพื้นฐานในการสร้างประชากรเริ่มต้น โดยจับคู่ผสมปลาตัวผู้ 1 ตัวต่อตัวเมีย 4 ตัวในกระชังผสมพันธุ์ขนาด 2x2 ตารางเมตร จำนวน 55 กระชัง
2. เก็บไข่ปลาจาก 112 คู่ผสม (112 full sib family) ไปฟักไข่ในถาดฟักไข่ จนกระทั่งปลาฟักเป็นตัวและถุงไข่แดงยุบ
3. นำลูกปลาระยะ swim-up จากแต่ละครอบครัว (ทั้งหมด 112 ครอบครัว) เลี้ยงในกระชังที่แขวนในบ่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เมตร (ความจุน้ำ 180 ตัน) ภายใต้ระบบไบโอฟลอค เลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปอินทรีย์มาตรฐาน IFOAM จนกระทั่งปลาถึงขนาด 10 กรัม โดยใช้กระชังขนาด 1 ตารางเมตร โดยเลี้ยงปลาแต่ละครอบครัวแยกกัน 1 ครอบครัว ต่อ 1 กระชัง จนถึงขนาดที่สามารถติดเครื่องหมายไมโครชิพได้ จำนวนปลาที่ติดเดรื่องหมายมีทั้งสิ้น 109 ครอบครัว โดยหลังจากติดเครื่องหมายแล้วจะเลี้ยงปลารวมแต่ละครอบครัวจำนวน 100 ครอบครัวรวมกันเป็นชุดๆ ตามชุดที่ติดเครื่องหมายไมโครชิพในวันเดียวกัน จำนวน 9 ชุดในกระชังขนาด 2×2 ตารางเมตร เป็นจำนวน 55-102 วัน
4. ปลาที่เลี้ยงจะถูกเก็บข้อมูลน้ำหนักที่อายุ 2 -3 เดือน (เมื่อทำการติดเครื่องหมายไมโครชิพ) และที่อายุ 4-5 เดือน เพื่อการประเมินค่าทางพันธุกรรมของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักตัว จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS statistical computer package) และวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้แบบจำลองสัตว์ (animal model)

ซึ่งโมเดลที่ใช้เขียนอธิบายได้ในรูปเมทริกซ์ ดังนี้

$$y = Xb + Za + Wc + e$$

เมื่อ ; y คือ เวกเตอร์ของลักษณะที่ทำการศึกษาได้แก่ น้ำหนักตัว ในแต่ละช่วงอายุ (อายุ 2 -3 และ 4-5 เดือน)

b คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ในแต่ละช่วงอายุ 2-3 และ 4-5 เดือน

a คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มสำหรับตัวสัตว์ (animal additive genetic effects

c คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มของสภาพแวดล้อมร่วมสำหรับสัตว์ครอบครัวเดียวกัน (common environmental effect) ได้แก่ สภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระชังที่ใช้เลี้ยงปลาแยกกันในแต่ละครอบครัว

e คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มส่วนที่เหลือ (random residual effects)

X, Z และ W เป็นอินซิเดนซ์เมทริกที่เชื่อมโยงกับข้อมูลกับอิทธิพลคงที่ในเวกเตอร์ b อิทธิพลสุ่มสำหรับสัตว์ในเวกเตอร์ a และอิทธิพลสุ่มในเวกเตอร์ c ตามลำดับ

โดยมีสมมติฐานดังนี้

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} \sim \text{NID}, \left(\begin{bmatrix} X\beta \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Z\,G\,Z' + W\,C\,W' + R & Z\,G' & WC' & R \\ G\,Z' & G & 0 & 0 \\ C\,W' & 0 & C & 0 \\ R & 0 & 0 & R \end{bmatrix} \right)$$

เมื่อ $G = A\sigma_a^2$ ซึ่ง A คือ numerator relationship matrix (Henderson, 1976), C คือ common environmental matrix โดย C = $I\sigma_c^2$ และ R = residual variance matrix โดย R= $I\sigma_e^2$ เมื่อ $G = A\sigma_a^2$ คือ

องค์ประกอบของความแปรปรวน สำหรับลักษณะแต่ละลักษณะ ถูกประมาณค่าโดยใช้วิธี restricted maximum likelihood procedure (REML) โดยใช้ average information (AI) algorithm ร่วมกับแบบจำลองสัตว์ (animal model) ที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลทีละลักษณะ (single trait analysis) ในแต่ละช่วงอายุ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ASREML (Gilmour *et al*., 2002)

3. ผลการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ปลาที่เลี้ยงจำนวนครอบครัว 109 ครอบครัว เมื่ออายุ 2-3 เดือน (เมื่อทำการติดเครื่องหมายไมโครชิพ) มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 14.28 กรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.52 กรัม จากนั้นหลังจากติดเครื่องหมายแล้วจะเลี้ยงปลารวมแต่ละครอบครัวจำนวน 100 ครอบครัวรวมกันเป็นชุดๆ ตามชุดที่ติดเครื่องหมายไมโครชิพในวันเดียวกันจนอายุ 4-5 เดือน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 20.27 กรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.72 กรัม (ตารางที่ 1)

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS on Demand for academics) และหาโมเดลที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าอิทธิพลที่มีผลต่อน้ำหนักปลานิลที่อายุ 2-3 เดือนได้แก่ แม่พันธุ์ (Dam No), พ่อพันธุ์ (Sire No), กระชังที่ใช้เลี้ยงปลาแต่ละครอบครัว (Hapa No), กลุ่มความหนาแน่น (Density Group) และ กลุ่มระยะเวลาที่ปล่อยลงเลี้ยงในกระชัง (Hatching Group) อายุเมื่อติดเครื่องหมายไมโครชิพ (Age Group) โดยอิทธิพลดังกล่าวมีผลต่อน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (*P<0.001*) และ เมื่ออายุ 4-5 เดือนอิทธิพลที่มีผลต่อน้ำหนักปลานิลได้แก่ แม่พันธุ์ (Dam No), พ่อพันธุ์ (Sire No), กระชังที่ใช้เลี้ยงปลาแต่ละครอบครัว (Hapa No), กลุ่มความหนาแน่น (Density Group), ระยะเวลาที่ปล่อยลงเลี้ยงในกระชัง (Hatching Group) อายุเมื่อติดเครื่องหมายไมโครชิพ (Age Group) อายุเมื่อติดเครื่องหมาย PIT tag (Age) และ ชุดของปลาหลังจากที่ติดเครื่องหมายไมโครชิพ (Batch) โดยอิทธิพลดังกล่าวมีผลต่อน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001)

3.3 ค่าอัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักมีความแตกต่างไปตามช่วงอายุ โดยที่อายุ 2-3 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 0.05±0.03 ซึ่งมีค่าต่ำ ที่อายุ 4-5 เดือน ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 0.58±0.44 ซึ่งมีค่าสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก และค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลที่อายุ **2-3** และ **4-5** เดือน

อายุ	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก (กรัม)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าอัตราพันธุกรรม ± S.E.
2-3 เดือน	14.28	14.52	0.05 ± 0.03
4-5 เดือน	20.27	17.72	0.58 ± 0.07

4. สรุปและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้นและหาโมเดลที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าอิทธิพลที่มีผลต่อน้ำหนักปลานิลที่อายุ 2-3 เดือน (เมื่อทำการติดเครื่องหมายไมโครชิพ) ได้แก่ อิทธิพลจากพ่อพันธุ์ อิทธิพลจากแม่พันธุ์ ซึ่งเป็นอิทธิพลสุ่ม (random effect) อิทธิพลจากกระชังที่ใช้เลี้ยงปลานิลแต่ละครอบครัว ซึ่งถือเป็นอิทธิพลสุ่มของสภาพแวดล้อมสำหรับสัตว์ครอบครัวเดียวกัน (common environmental effect) ส่วนอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ได้แก่ อิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มความหนาแน่น (Density Group) และกลุ่มระยะเวลาที่ปล่อยลงเลี้ยงในกระชัง (Hatching Group) อายุเมื่อติดเครื่องหมายไมโครชิพ (Age Group) ในขณะที่เมื่ออายุ 4-5 เดือน มีอิทธิพลคงที่เพิ่มขึ้นมาอีกคือ ชุดของปลาหลังจากที่ติดเครื่องหมายไมโครชิพ (Batch group) ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถหาโมเดลที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่ออายุ 2-3 และ 4-5 เดือนได้โดยใช้ animal model ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลทีละลักษณะ (single trait analysis) ในแต่ละช่วงอายุ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ASREML (Gilmour et al., 2002) ซึ่งเป็นการ

ประมาณค่าได้อย่างไม่มีอคติ (Best linear Unbiased Prediction; BLUP) โดยสามารถแสดงค่าความแปรปรวนของพันธุกรรมแบบบวกสะสม และไม่บวกสะสม และสิ่งแวดล้อมในกลุ่มพันธุ์ได้เสมือน linear combination ของความแปรปรวนร่วมย่อยๆ และสามารถประมาณค่าของเซ็ทของความแปรปรวนร่วมที่ใช้คำนวณค่าพันธุกรรมแบบบวกสะสมและไม่บวกสะสม และความแปรปรวนร่วมของอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมในสัตว์แต่ละกลุ่มพันธุ์ที่ใช้เป็นพื้นฐานได้พร้อมๆ กัน (Elso, 1996, 2005; Mrode, 1996)

ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลจากการทดลองนี้มีความแตกต่างไปตามช่วงอายุและอิทธิพลต่างๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ โดยที่อายุ 2-3 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 0.05±0.03 ซึ่งมีค่าต่ำ ที่อายุ 4-5 เดือน ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 0.58±0.44 ซึ่งมีค่าเช่นเดียวกับการศึกษาใน ปุญชรัศมิ์และนิสรา (2562) พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลมีความแตกต่างไปตามช่วงอายุ โดยที่อายุ 2 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 0.09±0.03 ที่อายุ 3 เดือนค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.57±0.30 ซึ่งมีค่าสูงและมีค่ามากกว่าที่อายุ 2-3 เดือน เนื่องจากในช่วง 2-3 เดือนแรกปลามีขนาดเล็กยังไม่สามารถติดเครื่องหมายไมโครชิพได้จึงเลี้ยงปลาแยกครอบครัวซึ่งอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมสำหรับสัตว์แต่ละครอบครัว จึงถูกจัดเป็นสภาพแวดล้อมร่วมไม่ใช่ความแปรปรวนที่เป็นผลมาจากพันธุกรรม เช่นเดียวกับการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของ Charo-Karisa (2006) ที่ได้ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวปลาที่อายุ 42 วัน มีค่าต่ำซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.01±0.06 และพบว่าความแปรปรวนเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมสำหรับสัตว์ครอบครัวเดียวกัน (common environmental effect; c^2) มีค่าสูงซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.36±0.05 และอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่อเก็บเกี่ยวมีค่าสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.38-0.60 โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งมีค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลเมื่อเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.25-0.58 (Rutten et al., 2005; Charo-Karisa et al., 2006; Hooi et al., 2009; Trong et al., 2013; ปุญชรัศมิ์, 2562) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกให้มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรม ชี้ให้เห็นถึงสัดส่วนของความโดดเด่นของสัตว์แต่ละตัวที่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป อัตราพันธุกรรมจึงถูกนำมาใช้ในการทำนายผลตอบสนองต่อการคัดเลือก ซึ่งโดยทั่วไป อัตราพันธุกรรมเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความยากหรือง่ายในการปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือก (ศกร, 2560)

5. ข้อเสนอแนะ

ค่าอัตราพันธุกรรมของประชากรเริ่มต้นของน้ำหนักปลานิลที่อายุ 2-3 และ 4-5 เดือนนั้นแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกให้มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นได้ต่อไป การศึกษาต่อไปควรทำการประมาณค่าทางพันธุกรรมของปลานิลรายตัวของน้ำหนักเมื่อทำการเก็บเกี่ยวเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์และพัฒนาสายพันธุ์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุหนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านทาง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2562 ขอขอบคุณ บริษัท ดวงดีนิรันดร จำกัด ที่สนับสนุนสถานที่ในการวิจัยตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง (References)

กรมประมง (2561). **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2559**. เอกสารฉบับที่ 12/2561

คณะกรรมการเกษตรอินทรีย์ แห่งชาติ. (2560). **ยุทธศาตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2564)**.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 86 หน้า

ปุญชรัศมิ์ มีแก้ว. (2562). **การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลในระบบการเลี้ยงเชิงพาณิชย์**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปุญชรัศมิ์ มีแก้ว และ**นิสรา กิจเจริญ.** (2562). **การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักปลานิลในสภาพการเลี้ยงในฟาร์มเชิงพาณิชย์**. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 19 วันที่ 10 พฤษภาคม 2562 หน้า 53-60.

ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ (2560). **การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ Animal Breeding**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 178 หน้า.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. (2543). **พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Asian Development Bank (2005). **An Impact Evaluation of the Development of Genetically Improved Farmed Tilapia and Their Dissemination in Selected Countries**. This publication is available on the Asian Development Bank's publication website: http://www.adb.org/Publications

Charo-Karisa (2006). **Selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in lowinput environment**. Doctoral dissertation. Wageningen University, the Netherlands.

Charo-Karisa, H., Komen, H., Rezk, M. A., Ponzoni, R. W., van Arendonk, J. A. M. and Bovenhuis, H., (2006). Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. **Aquaculture** 261, 479-486.

Gilmour, A. R., Gogel, B. J., Cullis, B. R. and Thompson, R., (2002). **ASReml User Guide Release 2.0.** VSN International Ltd. Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK.

Henderson, C.R. (1976). A Simple Method for Computing the Inverse of a Numerator Relationship Matrix Used in Prediction of Breeding Values. **Biometrics**, Vol. 32, No. 1 (Mar., 1976), pp. 69-83.

Hooi L., Henk B., Raul W.P., Mahmoud A.R., Charo-Karisa H. and Komen, H. (2009). Genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selection line reared in two input environments. **Aquaculture**, 249: 37-42.

Mauricio A. Elzo, (1996, 2005). **Animal breeding notes**, University of Florida.

Mrode, R.A. (1996) Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Raul, W.P., Azhar, H., Saadiah, T., and Norhidayat, K. (2005). Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, 247: 203-210.

Rutten, M.J.M., Bovenhuis, H., and Komen, H. (2005). Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, 246: 125-132.

SAS. (2020). **SAS on Demand for Academics.** SAS Institution Inc., Cary, NC, USA. https://www.sas.com/th_th/software/on-demand-for-academics.html

Trọng T.Q., Mulder H.A., van Arendonk J.A.M., and Komen H. (2013). Heritability and genotype by environment interaction estimates for harvest weight, growth rate, and shape of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) grown in river cage and VAC in Vietnam. **Aquaculture**, 384-387: 119-127.