ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

Genetic parameters for body weight and survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*)

แพรว เที่ยงพิมล[1]* ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ[2] สมใจ วงศ์ตรีภพ[1]

Praew Thiengpimol[1]*, Skorn Koonawootrittriron[2], Somjai Wongtripop[1]

[1]*ศูนย์วิจัยและพัฒนาสายพันธุ์กุ้ง สุราษฎร์ธานี 84110*

[2]*ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900*

[1]*Shrimp Genetic Improvement Center, Suratthani 84110, Thailand*

[2]*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand*

**Corresponding author: praew_ku64@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และอัตรารอดในช่วง 2 ถึง 5 เดือน ของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) โดยใช้ข้อมูลน้ำหนักตัวและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ จำนวน 4,896 ตัว (13 ครอบครัว) ซึ่งเลี้ยงในบ่อคอนกรีต 10 บ่อ ที่ความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี Average Information Restricted Maximum Likelihood ร่วมกับหุ่นจำลองทางพันธุกรรมสัตว์ที่พิจารณาครอบครัวและบ่อเลี้ยงเป็นปัจจัยกำหนด อายุ ณ วันที่ชั่งวัดเป็นปัจจัยร่วม และความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกุ้งแต่ละตัวและปัจจัยอื่นๆ เป็นปัจจัยสุ่ม ผลการศึกษาพบว่า กุ้งกุลาดำมีน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน เฉลี่ย 9.69 กรัม (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.76 กรัม) และมีอัตรารอดในช่วง 2 ถึง 5 เดือน เฉลี่ยร้อยละ 81.30 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ 13.18) อัตราพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน มีค่า 0.69 ± 0.01 และสำหรับอัตรารอดในช่วง 2 ถึง 5 เดือน มีค่า 0.07 ± 0.01 ลักษณะทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกัน (ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม -0.0003 ± 0.0001) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการคัดเลือกเพื่อพัฒนาน้ำหนักตัวทางพันธุกรรมไม่ส่งผลกระทบต่ออัตรารอดของกุ้งกุลาดำ

ABSTRACT

The objectives of this study were to estimate heritability and genetic correlation between body weight at 5 months old and survival rate of 2 to 5 months old of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Body weight and survival rate of 4,896 shrimps (13 full-sib families), which were raised in 10 concrete ponds at a density of 25 shrimps per square meter, were examined in this study. Variance components were estimated using Average Information Restricted Maximum Likelihood procedure with an animal model that considered family and pond as fixed effects, age at sampling date as a covariate, and variation between animal individuals and other residuals as random effects. The results revealed that, the average body weight of the 5 months old was 9.69 g (standard deviation 3.76 g) and the average survival rate of the 2 to 5 months old was 81.30% (standard deviation 13.18%). Heritability estimate was 0.69 ± 0.01 for body weight of the 5 months old and 0.07 ± 0.01 for survival rate of the 2 to 5 months old. Both traits had no genetic correlation (genetic correlation was -0.0003 ± 0.0001). This result implied that selection for the improvement of body weight would not affect survival rate of black tiger shrimp.

คำสำคัญ: กุ้งกุลาดำ; การเจริญเติบโต; อัตรารอด; อัตราพันธุกรรม; สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

Keywords: *Penaeus Monodon*; growth; survival rate; heritability; genetic correlation

บทนำ

กุ้งกุลาดำ (black tiger shrimp; *Penaeus monodon*) เป็นกุ้งที่มีรสชาติดีและมีความต้องการบริโภคสูง โดยทั่วไปพ่อแม่พันธุ์ที่นำมาใช้ในการผลิตลูกกุ้งกุลาดำเพื่อนำไปเลี้ยงเชิงการค้า ส่วนใหญ่เป็นกุ้งกุลาดำที่จับได้ทั้งจากทะเลฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน กุ้งเหล่านี้มีความผันแปรทางพันธุกรรมสูงจึงไม่สามารถคาดคะเนความสม่ำเสมอในการเจริญเติบโตของลูกกุ้งที่เกิดจากพ่อและแม่พันธุ์ดังกล่าวได้ อีกทั้งยังมีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อโรคจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่เป็นอันตราย หรือส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของกุ้ง การพัฒนาความสามารถในการเลี้ยงดูและศักยภาพทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจึงเป็นสิ่งจำเป็น และมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมกุ้งกุลาดำของประเทศไทย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาสายพันธุ์กุ้ง (ศวพก.; Shrimp Genetic Improvement Center; SGIC) เป็นหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Center for Genetic Engineering and Biotechnology: BIOTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมกุ้งกุลาดำให้เจริญเติบโตดี และสามารถเลี้ยงดูเพื่อการผลิตเชิงการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ผ่านมา ศวพก. ได้นำกุ้งจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเลี้ยงคัดเลือก และจับคู่ผสมพันธุ์ เพื่อพัฒนาให้กุ้งรุ่นใหม่มีศักยภาพในการเจริญเติบโตดี และมีน้ำหนักที่อายุ 5 เดือนสูงตามความต้องการของตลาด อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการนำกุ้งจากธรรมชาติมาเลี้ยง ก็คืออัตรารอดในช่วงก่อนจับจำหน่าย (อายุ 5 เดือน) มักจะต่ำ

ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม (เช่น อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม) มีความสำคัญต่อการวางแผนการคัดเลือกและจับคู่ผสมพันธุ์ของสัตว์ภายในแต่ละประชากร นอกจากนี้ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะใดๆ ล้วนผันแปรแตกต่างกันไปได้ตามความแตกต่างของโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรสัตว์ที่พิจารณา อัตราพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวของกุ้งกุลาดำได้รายงานว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.56 (Kenway *et al*., 2006; Coman *et al*., 2010; Krishna *et al*., 2011) ในทำนองเดียวกัน ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 0.04 ± 0.02 ถึง 0.36 ± 0.18 (Gitterle *et al*., 2005; Kenway *et al*., 2006; Krishna *et al*., 2011) แต่ยังไม่พบการรายงานถึงค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักตัวและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ การประมาณค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะดังกล่าว สามารถช่วยให้การพิจารณากำหนดแผนการคัดเลือกและจับคู่ผสมพันธุ์ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม (องค์ประกอบความแปรปรวน ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม) สำหรับน้ำหนักตัวและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่อายุ 5 เดือน ภายใต้ระบบการจัดการเลี้ยงดูของ ศวพก.

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรกุ้งและการเลี้ยง

ประชากรกุ้งกุลาดำที่ใช้ในการศึกษาเป็นประชากรกุ้งปลอดเชื้อจำเพาะ (specific pathogen free: SPF) 6 ชนิด ได้แก่ เชื้อ white spot syndrome virus, monodon baculovirus, hepatopancreatic parvovirus, taura syndrome virus, yellow-head virus และ gill-associated virus จำนวนกุ้งทั้งสิ้น 4,896 ตัว (13 ครอบครัว; full-sib) กุ้งเหล่านี้เป็นกุ้งที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์รุ่นที่ 4 โดยใช้พ่อแม่พันธุ์จากทะเลแถบจังหวัดตรังของประเทศไทย และประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งอยู่ภายใต้แผนการปรับปรุงพันธุ์กุ้งกุลาดำของศูนย์วิจัยและพัฒนาสายพันธุ์กุ้ง (ศวพก.) นำกุ้งพ่อแม่พันธุ์ (อายุประมาณ 14 ถึง 15 เดือน; กุมภาพันธ์ 2554) มาเลี้ยงด้วยเพรียงทราย (*Perinereis nuntia*) เป็นระยะเวลา 1 เดือน จึงผสมเทียมโดยใช้หลอดฉีดยาหรือคีมคีบถุงเสปิร์ม (spermatophore) จากกุ้งเพศผู้ใส่เข้าไปใน thelycum ของกุ้งเพศเมีย จากนั้น จึงตัดก้านตากุ้งเพศเมีย 1 ข้าง (unilateral

ablation) เพื่อกระตุ้นการพัฒนาของรังไข่ให้สมบูรณ์เต็มที่ หลังการตัดตาประมาณ 6 วัน กุ้งเริ่มวางไข่ จึงเก็บเกี่ยวไข่กุ้งและนำไปฆ่าเชื้อด้วยไอโอดีน ความเข้มข้น 10 ppm จากนั้น จึงย้ายไข่กุ้งไปยังถังฟัก เมื่อนอเพลียสฟักออกจากไข่ จึงนำนอเพลียสแต่ละครอบครัวไปเลี้ยงในถังพลาสติก ขนาด 500 ลิตร (1 ถังต่อ 1 ครอบครัว) ในอัตราความหนาแน่น 300 ตัวต่อตารางเมตร และอนุบาลจนกระทั่งลูกกุ้งเข้าสู่ระยะโพสต์ลาวาร์ 15 (post-larvae 15: PL15) จึงย้ายลูกกุ้ง PL15 ไปเลี้ยงในบ่อคอนกรีต ขนาด 25 ตารางเมตร ที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อลูกกุ้งอายุได้ประมาณ 2 เดือน (กรกฎาคม 2554) จึงจำแนกครอบครัวด้วยการฉีดสี visible implant fluorescent elastomers (VIE) เข้าไปในกล้ามเนื้อบริเวณอกและกล้ามเนื้อปล้องที่ 6 ของกุ้ง (1 รหัสต่อ 1 ครอบครัว) จากนั้น จึงปล่อยกุ้งฉีดสีทั้ง 13 ครอบครัว ลงเลี้ยงรวมกันในบ่อคอนกรีต ขนาด 25 ตารางเมตร จำนวน 10 บ่อ โดยเลี้ยงที่ความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ในน้ำทะเลที่มีความเค็มเฉลี่ย 15.8 ppt และมีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส (26 ถึง 30 องศาเซลเซียส) กุ้งทุกครอบครัวในแต่ละบ่อได้รับอาหารและการจัดการเดียวกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (กรกฎาคม ถึง กันยายน 2554) เมื่อกุ้งอายุประมาณ 5 เดือน จึงนำมาชั่งน้ำหนักเป็นรายตัว พร้อมบันทึกข้อมูลจำนวนกุ้งที่มีชีวิต เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตรารอดของกุ้งแต่ละครอบครัว

การวิเคราะห์ทางสถิติ

หมายเลขประจำตัวกุ้ง หมายเลขพ่อพันธุ์ หมายเลขแม่พันธุ์ รหัสครอบครัว หมายเลขบ่อ อายุ ณ วันที่ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักตัว (กรัม) และอัตรารอด (ร้อยละ) ของกุ้งจำนวน 4,896 ตัว ได้นำมาตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาการกระจายตัวของน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และอัตรารอดของกุ้งในช่วง 2 ถึง 5 เดือน พร้อมทั้งประมาณค่าสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ชุดคำสั่ง PROC UNIVARIATE ในโปรแกรม SAS (SAS, 2003) ซึ่งพบว่าประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษามีน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน เฉลี่ย 9.69 กรัม และมีค่าเฉลี่ยสำหรับอัตรารอดที่อายุ 5 เดือน เท่ากับ ร้อยละ 81.30 (Table 1) โดยทั้งสองลักษณะมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ (normal distribution)

องค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับน้ำหนักตัวและอัตรารอดที่อายุ 5 เดือน ถูกประมาณค่าพร้อมกันทั้งสองลักษณะ (bivariate analysis) โดยใช้โปรแกรม AS-REML (Gilmour *et al*., 2006) ด้วยวิธี average information restricted maximum likelihood (AI-REML; Gilmour *et al*., 1995) ร่วมกับหุ่นจำลองทางพันธุกรรมแบบ animal model ซึ่งพิจารณาความแตกต่างทางพันธุกรรมของกุ้งแต่ละครอบครัว และบ่อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเป็นปัจจัยกำหนด (fixed effects) อายุ ณ วันที่ชั่งน้ำหนักเป็นปัจจัยร่วม (covariate) ตัวสัตว์และปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาเป็นปัจจัยสุ่ม (random effects) โดยมีรายละเอียดดังนี้ หุ่นจำลองทางพันธุกรรม $y = Xb + Za + e$ โดย y คือ เวคเตอร์ (vector) ของค่าสังเกตสำหรับลักษณะที่ศึกษา (น้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และอัตรารอดของกุ้งในช่วง 2 ถึง 5 เดือน); X และ Z คือ เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเวคเตอร์ b และ a ตามลำดับ; b คือ เวคเตอร์ของปัจจัยกำหนด ได้แก่ พันธุกรรมของกุ้งแต่ละครอบครัว (ประกอบด้วย 13 ครอบครัว) และบ่อเลี้ยง (จำนวน 10 บ่อ); a คือ เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ และ e คือ เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และอัตรารอดของกุ้งในช่วง 2 ถึง 5 เดือนคำนวณจากสัดส่วนความแปรปรวนระหว่างพันธุกรรมกับลักษณะปรากฏ (Var_A/Var_P) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสองลักษณะข้างต้น ประมาณได้จากสัดส่วนความแปรปรวนร่วมระหว่างสองลักษณะที่ศึกษากับรากที่สองของผลคูณความแปรปรวนของลักษณะทั้งสอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนและอัตราพันธุกรรม

ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมในประชากรกุ้งที่ศึกษามีค่า 11.49 ± 0.01 กรัม สำหรับน้ำหนักตัวกุ้งที่อายุ 5 เดือน และ ร้อยละ 1.92 ± 0.01 สำหรับอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน (Table 2) อัตราพันธุกรรมมีค่าประมาณ 0.69 ± 0.01 สำหรับน้ำหนักตัวกุ้งที่อายุ 5 เดือน และ 0.07 ± 0.01 สำหรับอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน

Table 1 Descriptive statistics of body weight and survival of the 5 months old black tiger shrimp population.

Traits	N (records)	Mean	Standard Deviation	Minimum - Maximum
Body weight (g)	4,896	9.69	3.76	1.80 – 30.60
Survival (%)	4,896	81.30	13.18	21.11 – 97.78

Table 2 Variance components and heritability estimates for body weight at 5 months and survival rate in the period of 2 to 5 months.

Variance components	Body weight at 5 months (g)	Survival rate five months (%)
Residual variance	5.07 ± 0.22	23.88 ± 0.50
Additive genetic variance	11.49 ± 0.01	1.92 ± 0.01
Heritability	0.69 ± 0.01	0.07 ± 0.01

อัตราพันธุกรรมที่ประมาณค่าได้สำหรับน้ำหนักตัวกุ้งที่อายุ 5 เดือน ในประชากรที่ศึกษามีค่าสูง เมื่อเปรียบเทียบกับประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษาในประเทศอินเดีย (0.27 ± 0.07; Krishna *et al*., 2011) ในขณะที่อัตราพันธุกรรม สำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 16, 24, 32 และ 44 สัปดาห์ ของประชากรกุ้งที่เลี้ยงในประเทศออสเตรเลียอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.45 (Coman *et al*., 2010) และอัตราพันธุกรรม สำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 16 สัปดาห์ ของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในประเทศออสเตรเลียมีค่าเท่ากับ 0.56 ± 0.04 (Kenway *et al*., 2006) ความแตกต่างของค่าประมาณอัตราพันธุกรรมระหว่างประชากรสำหรับน้ำหนักตัวนี้ มีลักษณะเช่นเดียวกับที่รายงานในประชากรกุ้งขาว (Pacific white shrimp; *Litopenaeus vannamei*) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.17 ± 0.04 ถึง 0.46 ± 0.13 (Gitterle *et al*, 2005; Castillo-Juarez *et al*., 2007; Kanchanachai *et al*., 2011; Andriantahina *et al*., 2012; Campos-Montes *et al*., 2013) และ กุ้งก้ามกราม (Giant fresh water prawn; *Macrobrachium rosenbergii*) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.055 ± 0.012 ถึง 0.223 ± 0.045 (Kitcharoen *et al*., 2012; Luan *et al*., 2012)

อัตราพันธุกรรมสำหรับอัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่ช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน ในประชากรที่ศึกษามีค่าต่ำ (0.07 ± 0.01) ชี้ให้เห็นว่า อัตรารอดของกุ้งแต่ละครอบครัวผันแปรตามความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่กุ้งได้รับ (ร้อยละ 93) มากกว่าพันธุกรรม (ร้อยละ 7) ซึ่งอัตราพันธุกรรมที่ประมาณค่าได้นี้สอดคล้องกับที่พบในประชากรกุ้งขาวสายพันธุ์ลาตินอเมริกาที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศโคลัมเบีย (0.04 ± 0.02 และ 0.10 ± 0.02; Gitterle *et al*., 2005) อย่างไรก็ตามก็มีค่าน้อยกว่าค่าที่รายงานในประชากรกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงดูในประเทศอินเดีย (0.21 ± 0.06; Krishna *et al*., 2011) และค่าที่ประมาณได้สำหรับอัตรารอดในช่วงอายุ 10 ถึง 16 สัปดาห์ ของประชากรกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงดูในแทงค์ (0.36 ± 0.18; Kenway *et al*., 2006)

ความแตกต่างของอัตราพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวและอัตรารอดที่ประมาณค่าได้ในแต่ละประชากร เป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม โครงสร้างประชากร การจัดการเลี้ยงดู และสิ่งแวดล้อม รวมถึงวิธีการศึกษา ซึ่งยืนยันให้เห็นว่า ค่าอัตราพันธุกรรม (ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ปรากฏและความสามารถทางพันธุกรรม) สำหรับลักษณะที่สนใจมีความจำเพาะกับประชากร ดังนั้น การนำค่าประมาณจากประชากรอื่นมาใช้ในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์หรือการคัดเลือกพันธุ์อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและไม่สัมฤทธิ์ผลตามที่คาดหวัง

ในประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษา ความผันแปรของน้ำหนักตัวกุ้งที่อายุ 5 เดือน มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของความสามารถทางพันธุกรรม (ร้อยละ 69) สูงกว่าอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน (ร้อยละ 7) การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏภายนอกเพื่อการปรับปรุงน้ำหนักตัวกุ้งที่อายุ 5 เดือน ทางพันธุกรรม จึงสามารถทำได้ง่ายกว่าและมีโอกาสก้าวหน้าได้รวดเร็วกว่าการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน อย่างไรก็ตามการปรับปรุง

การจัดการเลี้ยงดูและสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพดีและเหมาะสมยิ่งขึ้น อาจช่วยให้กุ้งในรุ่นถัดมามีอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือนสูงขึ้น นอกจากนี้การคัดเลือกกุ้งพ่อแม่พันธุ์ที่แม่นยำ โดยพิจารณาความสามารถทางพันธุกรรม (เช่น estimated breeding value, หรือ markers assisted selection) อาจช่วยเพิ่มความก้าวหน้าทางพันธุกรรมสำหรับอัตรารอดในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และอัตรารอดของกุ้งกุลาดำในช่วง 2 ถึง 5 เดือน มีค่าเท่ากับ -0.0003 ± 0.0001 อาจกล่าวได้ว่า ทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกัน การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะหนึ่งจึงไม่มีผลกระทบต่ออีกลักษณะหนึ่ง ความไม่สัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกันระหว่างน้ำหนักตัวและอัตรารอดที่พบในประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษานี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษาโดย Kenway *et al*. (2006) และ Krishna *et al*. (2011) ต่างจากรายงานของ Campos-Montes *et al*. (2013) ซึ่งพบว่าน้ำหนักตัวและอัตรารอดมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกันสูง (0.56 ± 0.10) ความแตกต่างของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม การจัดการ และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละประชากร (คล้ายคลึงกับอัตราพันธุกรรม) ด้วยเหตุนี้การกำหนดแผนปรับปรุงพันธุ์สำหรับลักษณะที่สนใจตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไปในประชากรใดๆ จึงจำเป็นต้องพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ประมาณค่าได้ในประชากรนั้นๆ

ความไม่สัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกันระหว่างน้ำหนักตัวและอัตรารอดที่พบในประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษา อาจชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงน้ำหนักตัวและอัตรารอดสามารถแยกดำเนินการได้อย่างอิสระซึ่งกันและกัน และด้วยอัตราพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Table 2) การปรับปรุงลักษณะทั้งสองในกุ้งรุ่นลูกให้สัมฤทธิ์ผลจึงแตกต่างกัน ทั้งนี้การคัดเลือกสามารถทำให้เกิดผลตอบสนองทางพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือนได้ง่ายกว่า ในขณะที่การปรับปรุงการจัดการเลี้ยงดูและสภาพแวดล้อมสามารถช่วยให้อัตรารอดของกุ้งกุลาดำในช่วง 2 ถึง 5 เดือน ในรุ่นลูกดีขึ้นได้อย่างชัดเจนและรวดเร็วกว่าการคัดเลือกพันธุ์

สรุปผลการศึกษา

ในประชากรกุ้งกุลาดำที่ศึกษา อัตราพันธุกรรมมีค่า 0.69 ± 0.01 สำหรับน้ำหนักตัวที่อายุ 5 เดือน และมีค่า 0.07 ± 0.01 สำหรับอัตรารอดของกุ้งกุลาดำในช่วงอายุ 2 ถึง 5 เดือน ทั้งนี้ ลักษณะทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมซึ่งกันและกัน (สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม -0.0003 ± 0.0001)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาสายพันธุ์กุ้ง จ.สุราษฎร์ธานี ภายใต้การกำกับของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และ Tropical Animal Genetic Unit (TAGU) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับคำปรึกษาและคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

Andriantahina F, Liu X, Xiang J, Huang H (2012) Assessment of age genetic correlations for weight in pond reared *Litopenaeus Vannamei*. J Anim Sci Adv 2: 380–385.

Campos-Montes GR, Montaldo HH, Martinez-Ortega A, Jimenez AM, Castillo-Juarez H (2013) Genetic parameters for growth and survival traits in Pacific white shrimp *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* from a nucleus population undergoing a two-stage selection program. Aquacult Int 21: 299–310.

Castillo-Juarez H, Casares JCQ, Campos-Montes G, Villela CC, Ortega AM, Montaldo HH (2007) Heritability for body weight at harvest size in the Pacific white shrimp, *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei*, from a multi-environment experiment using univariate and multivariate animal models.

Aquaculture 273: 42–49.

Coman GJ, Arnold SJ, Wood AT, Kube PD (2010) Age: age genetic correlations for weight of *Penaeus monodon* reared in broodstock tank systems. Aquaculture 307: 1–5.

Gilmour AR, Thompson R, Cullis RR (1995) AIREML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in linear mixed models. Biometrics 51: 1440–1450.

Gilmour AR, Gogel BJ, Cullis BR, Thompson R (2006) ASReml User Guide Release 2.0 VSN International Ltd., Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK.

Gitterle T, Rye M, Salte R, Cock J, Johansen H, Lozano C, Suarez JA, Gjerde B (2005) Genetic (co)variation in harvest body weight and survival in *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* under standard commercial conditions. Aquaculture 243: 83–92.

Kanchanachai Y, Poompuang S, Koonawootrittriron S, Uraiwan S (2011) Estimating genetic parameters for weight and body size of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by restricted maximum likelihood method. Kasetsart J (Nat Sci) 45: 1047–1057.

Kenway M, Macbeth M, Salmon M, McPhee C, Benzie J, Wilson K, Knibb W (2006) Heritability and genetic correlations of growth and survival in black tiger prawn *Penaeus monodon* reared in tanks. Aquaculture 259: 138–145.

Kitcharoen N, Rungsin W, Koonawootrittriron S, Na-Nakorn U (2012) Heritability for growth traits in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Mann 1879) based on best linear unbiased prediction methodology. Aquacult Res 43: 19–25.

Krishna G, Gopikrishna G, Gopal C, Jahageerdar S, Ravichandran P, Kannappan S, Pillai SM, Paulpandi S, Kiran RP, Saraswati R, *et al*. (2011) Genetic parameters for growth and survival in *Penaeus monodon* cultured in India. Aquaculture 318: 74–78.

Luan S, Yang G, Wang J, Luo K, Zhang Y, Gao Q, Hu H, Kong J (2012) Genetic parameters and response to selection for harvest body weight of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 362: 88–96.

SAS (2003) SAS Online Doc 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.