บทที่ 5

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมการเติบโตของกุ้งกุลาดำ

เพื่อช่วยให้เราสามารถที่จะประมาณประสิทธิภาพของโปรแกรมการคัดเลือกพันธุ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้ เมื่อเปรียบเทียบกับความแปรปรวนรวมทั้งหมดของลักษณะภายนอก ซึ่งก็คือค่าอัตราพันธุกรรม เนื่องจากใช้เป็นค่าประกอบการพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงลักษณะทางปริมาณ สำหรับการจัดทำโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อผสมพันธุ์ในกุ้งกุลาดำในประเทศไทยนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงค่าประมาณของอัตราพันธุกรรมเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีในการปรับปรุงพันธุ์ ว่าควรเป็นไปในแนวทางใด

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเติบโตในกุ้งกุลาดำ ที่ช่วงอายุประมาณ 1 - 3 เดือน

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. การเพาะพันธุ์

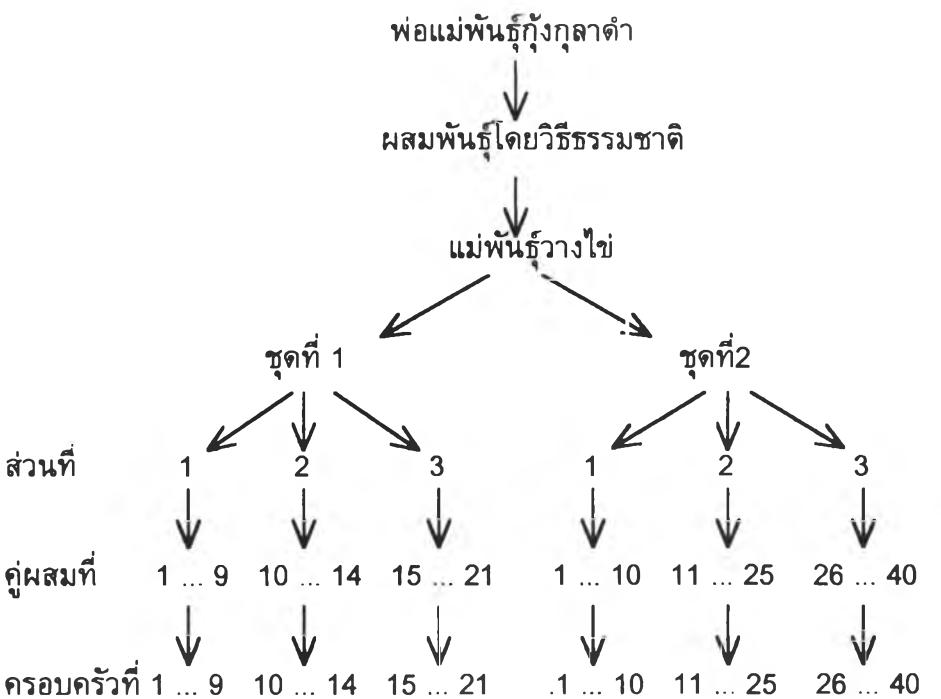
การเพาะพันธุ์กุ้งกุลาดำโดยวางแผนการผสมแบบคู่ผสมเดี่ยว (Becker, 1992) โดยใช้ประชากรจากแหล่งเดียวกัน คือจากจังหวัดตราด คัดเลือกประชากรโดยวิธีการสุ่ม แม่พันธุ์จะได้รับการผสมโดยวิธีธรรมชาติหลังจากการผสมพันธุ์ต้องคอยตรวจสอบการพัฒนาของรังไข่โดยการลดระดับน้ำในบ่อเลี้ยงแม่พันธุ์ให้เหลือประมาณ 10-20 ซม. ใช้ไฟฉายส่องใต้ท้องแม่พันธุ์ หากแม่พันธุ์ตัวใดมีการพัฒนาของรังไข่ในระยะที่ 3-4 จึงทำการแยกแม่พันธุ์มาใส่ถังไฟเบอร์ทรงกลมสีดำขนาด 500 ลิตร ซึ่งบรรจุน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อและการกรอง มีความเค็มอยู่ในช่วง 28-30 ppt. และให้อากาศเบาๆ แม่พันธุ์จะวางไข่ในเวลากลางคืน สังเกตการวางไข่ของแม่พันธุ์ได้โดยขณะที่แม่พันธุ์กำลังวางไข่จะว่ายวนไปรอบๆถัง ลักษณะลำตัวงอโดยเฉพาะส่วนหางและไข่จะถูกปล่อยออกมาเพื่อผสมกับน้ำอสุจิซึ่งถูกปล่อยออกจาก

ถุงอสุจิที่เก็บอยู่ใน thelycum ของแม่พันธุ์ เมื่อแม่พันธุ์วางไข่เสร็จจะหยุดว่ายน้ำ ในตอนเช้าถ้าแม่พันธุ์วางไข่จะสังเกตเห็นไข่ลอยอยู่ในน้ำและคราบไขมันติดบริเวณขอบถัง เช็ดทำความสะอาดขอบถังและนำแม่พันธุ์ออกจากถังวางไข่ให้อากาศเบา ๆและกวนไข่ให้ฟุ้งกระจายเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่แตกและจมอยู่ก้นถังนานเกินไปจนไข่เน่าเสียไข่ที่ได้รับการผสมจะฟักเป็นตัวภายใน 12 ชั่วโมง

ทำการเพาะพันธุ์ลูกกุ้งกุลาดำจำนวน 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ผลิตลูกกุ้งจำนวน 21 ครอบครัว และชุดที่ 2 จำนวน 40 ครอบครัว แต่เนื่องจากจำนวนแม่พันธุ์ที่วางไข่ในแต่ละวันแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องใช้ระยะเวลาในการรวบรวมลูกกุ้งให้ได้ตามจำนวนที่กำหนดในแต่ละชุด การผลิตลูกกุ้งกุลาดำในแต่ละชุดจึงแบ่งตามระยะเวลาที่วางไข่ของแม่พันธุ์ โดยการผลิตลูกกุ้งทั้ง 2 ชุดที่แบ่งตามระยะการวางไข่ได้ชุดละ 3 ส่วน ดังตารางที่ 10 และรูปที่ 13 และเมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อนจึงย้ายมาอนุบาลในถังไฟเบอร์สีดำทรงกลมขนาด 500 ลิตร

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนการผลิตลูกกุ้งกุลาดำ

ชุดที่	ส่วนที่	วัน-เดือน-ปี ที่ผลิต	จำนวน ครอบครัว	จำนวนรวม (ในแต่ละชุด)
1	1	20 กพ. 2541	9	
	2	26 กพ. 2541	5	
	3	20 มี.ค. 2541	7	21
2	1	2 พ.ค. 2541	10	
	2	3 พ.ค. 2541	15	
	3	4 พ.ค. 2541	15	40



รูปที่ 13 แผนผังการผลิตลูกกุ้งกุลาดำโดยใช้การผสมแบบคู่ผสมเดี่ยว

2. การอนุบาล

เมื่อไข่ฟักเป็นตัวแล้วจะทำการรวบรวมลูกกุ้งในระยะนอเพลียสจากถังเพาะฟักทำได้โดยการดับอากาศและใช้ไฟล่อให้ลูกกุ้งมารวมกันเป็นกลุ่ม จากนั้นใช้สวิงตักลูกกุ้งใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้และทำการสุ่มนับจำนวนลูกกุ้งเพื่อนำไปปล่อยเลี้ยงในถังอนุบาลซึ่งเป็นถังแบบเดียวกับถังเพาะฟัก โดยถังจะบรรจุน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อและการกรองแล้วปริมาตร 250 ลิตร โดยใช้อัตราปล่อย 15,000 ตัวต่อถัง (รูปที่ 14) สำหรับในลูกกุ้งชุดที่ 1 จะแยกอนุบาลลูกกุ้งครอบครัวละ 2 ถัง

เมื่อลูกกุ้งเริ่มเข้าสู่ระยะซูเอีย จึงให้อาหารโดยการกรองผ่านผ้ากรองขนาด 50-70 ไมครอน สำหรับอาหารที่ให้ลูกกุ้งในระยะนี้ได้แก่สาหร่ายเซลเดียวชนิด *Chaetoceros sp.* และสาหร่ายผง (algae-100) ให้อาหารทุกๆ 4 ชั่วโมงและสังเกตปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละมื้อว่าเพียงพอหรือไม่เพื่อใช้ในการปรับการให้อาหารในมื้อต่อไป และเมื่อลูกกุ้งอยู่ในช่วงซูเอีย 3 จึงให้อาร์ทีเมียวัยอ่อนลวกน้ำร้อนเป็นอาหารเสริม ลูกกุ้งในระยะนี้หากได้รับอาหารเพียงพอจะเห็นได้จากขี้กุ้งที่อยู่ส่วนหางมีขนาดยาวและสีของลูกกุ้งมีสีน้ำตาล เมื่อตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบเส้นสีน้ำตาลเข้มยาวสม่ำเสมอตลอดลำตัวไปจนถึงส่วนกลางของหาง แต่ในถังไม่ควรมีปริมาณสาหร่ายมากจนเกินไปเพราะอาจทำให้สภาพความเป็นกรดด่างเปลี่ยนไป คือมีค่า pH สูงขึ้น ซึ่งอาจทำให้ลูกกุ้งตายได้ เติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อและการกรองเพื่อป้องกันไม่ให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อลูกกุ้ง เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% และทำความสะอาดถังเมื่อลูกกุ้งอยู่ในช่วงระยะซูเอีย 2-3

เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะไมซิสจะเริ่มจับแพลงค์ตอนสัตว์เล็กๆกินเป็นอาหารได้ ดังนั้นอาหารที่ให้ในระยะนี้นอกจากสาหร่ายแล้วยังให้อาร์ทีเมียวัยอ่อนลวกน้ำร้อนและอาร์ทีเมียวัยอ่อนแช่เย็นเป็นอาหารอีกด้วย โดยให้อาร์ทีเมียครั้งละน้อยๆเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเหลือตกค้างและเน่าเสียอยู่ในถัง ในขณะเดียวกันก็ค่อยๆลดปริมาณสาหร่ายลงจนในที่สุดเหลือเพียงการให้อาร์ทีเมียเท่านั้น การเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดถังจะทำเมื่อลูกกุ้งอยู่ในระยะไมซิส 1 และเมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะโพสลาวา จึงให้อาร์ทีเมียวัยอ่อนแช่เย็นปนกับอาร์ทีเมียสดจนลูกกุ้งเข้าสู่ระยะโพสลาวา 3 จึงให้อาร์ทีเมียสดเพียงอย่างเดียว การทำความสะอาดถังและเปลี่ยนถ่ายน้ำในระยะนี้จะทำทุกๆ 3 วัน จนกระทั่งลูกกุ้งอายุ 25วัน (ระยะ P-15)

3. การเลี้ยงลูกกุ้งในต่อจากระยะ P-15 (อายุ 25 วัน-สิ้นสุดการทดลอง)

3.1 ลูกกุ้งชุดที่ 1 ภายหลังจากการสุ่มเก็บตัวอย่างลูกกุ้งที่อายุ 25 วัน แล้ว ยังคงอนุบาลต่อไปจนกระทั่งลูกกุ้งได้ขนาดที่ไม่สามารถลอดผ่านตากระชัง(อายุประมาณ 1 เดือน) จึงย้ายลูกกุ้งมาเลี้ยงในกระชังผ้าไนล่อนสีฟ้าขนาด 70x40x55 ซม.^{3} โดยใช้อัตราปล่อยกระชังละ 50 ตัว (180 ตัว:ตารางเมตร) ใส่กระชังในบ่อปูนขนาด 1x9x1 ม.^{3} และระบบการไหลเวียนของน้ำเป็นแบบระบบปิด โดยน้ำทะเลที่ทิ้งจากทุกบ่อจะผ่านระบบบำบัดเดียวกันจากนั้นนำไปเก็บรวมในบ่อพักน้ำขนาดใหญ่ แล้วจึงปล่อยกลับลงมาหมุนเวียนใช้อีกครั้ง เริ่มให้อาหารสำเร็จรูป โดยให้อาหารขนาดที่ไม่ลอดออกจากตากระชัง ให้อาหาร 3 มื้อต่อวัน (08.00 น. 15.00 น. และ 21.00 น.) ปรับขนาดของเม็ดอาหารตามการเติบโต และทำความสะอาดกระชังทุกวัน รวมเวลาตั้งแต่เริ่มอนุบาลจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

3.2 ลูกกุ้งชุดที่ 2 สุ่มลูกกุ้งครอบครัวละ 200 ตัว เลี้ยงต่อไปในถังจนสิ้นสุดการทดลอง โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำ 80% และทำความสะอาดถังทุกๆ 3 วัน สำหรับอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงลูกกุ้งชุดที่ 2 นี้จะเริ่มให้อาหารสำเร็จรูปลูกกุ้งตั้งแต่อายุ 25 วันเป็นต้นไป และปรับเปลี่ยนขนาดของเม็ดอาหารตามขนาดการเติบโตของลูกกุ้ง

4. การเก็บข้อมูล

การบันทึกข้อมูลลักษณะลูกกุ้งกุลาดำที่ช่วงอายุต่างๆตลอดการทดลองแบ่งได้ดังนี้

4.1. การเก็บข้อมูลในลูกกุ้งชุดที่ 1 : ทำการเก็บตัวอย่างลูกกุ้งโดยวิธีการสุ่มที่อายุ 25 วัน (รูปที่ 15) วัดความยาวรวมของลูกกุ้งโดยวัดความยาวจากปลายกรีจนถึงปลายหางของลูกกุ้ง และเก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 4 ของการเลี้ยงลูกกุ้งในกระชัง (อายุ 65 วัน) โดยชั่งน้ำหนักและวัดความยาวรวมของลูกกุ้งทุกตัวในกระชัง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนสำหรับการคำนวณหาค่าอัตราพันธุกรรมและค่าอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวัน

4.2. การเก็บข้อมูลในลูกกุ้งชุดที่ 2 : ทำการสุ่มตัวอย่างของลูกกุ้งที่อายุ 25 วัน (รูปที่ 16) เพื่อวัดความยาวรวมของลูกกุ้ง และสุ่มตัวอย่างลูกกุ้งที่อายุ 60

และ 90 วัน เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดความยาวรวมเพื่อศึกษาการเติบโตและใช้ในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนสำหรับการคำนวณหาค่าอัตราพันธุกรรม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1. คำนวณค่าอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth, ADG) : น้ำหนักและความยาวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งมีหน่วยเป็น กรัม:วัน สำหรับน้ำหนัก และมีหน่วยเป็น ซม.:วัน สำหรับความยาว ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{ADG ของน้ำหนัก} = \frac{W_{t+1} - W_t}{T}$$

$$\text{ADG ของความยาว} = \frac{Lt_{t+1} - Lt_t}{T}$$

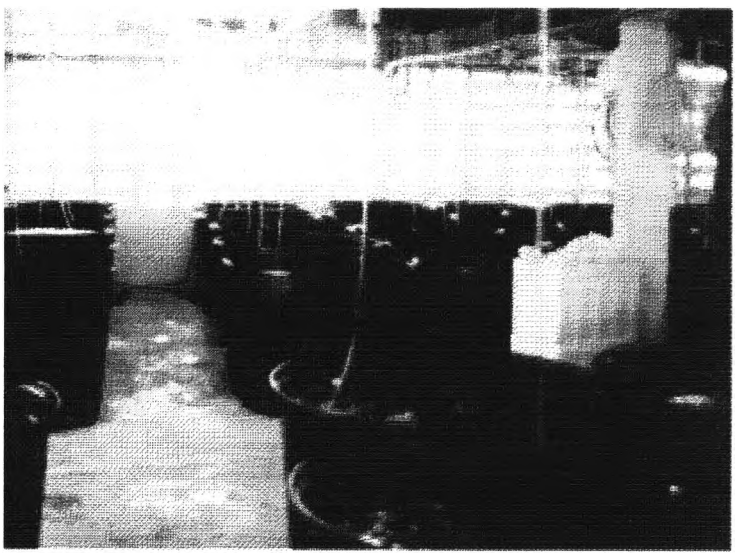
เมื่อ ADG = อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวัน

t = ครั้งที่ทำการชั่งวัดกุ้งกุลาดำ

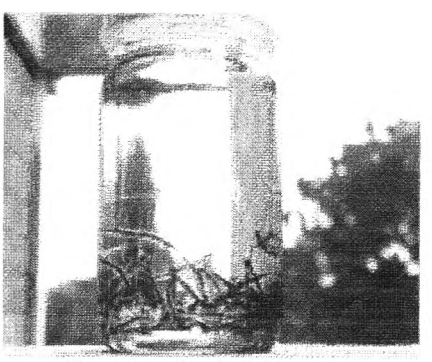
T = ระยะเวลา(วัน)ที่ห่างกันแต่ละครั้งของการชั่งวัด

W_t และ W_{t+1} = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อชั่งครั้งที่ t และ t+1 (กรัม)

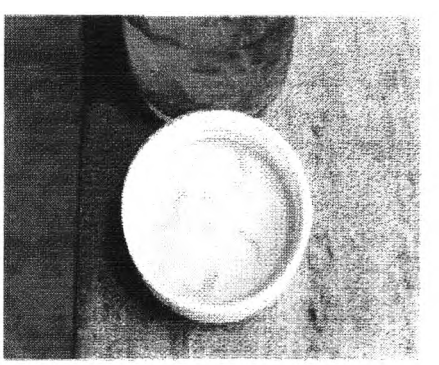
Lt_t และ Lt_{t+1} = ความยาวเฉลี่ยเมื่อวัดครั้งที่ t และ t+1 (เซ็นติเมตร)



รูปที่ 14 การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำในถัง



รูปที่ 15 ตัวอย่างกุ้งกุลาดำที่เก็บจากถังอนุบาล



รูปที่ 16 ตัวอย่างกุ้งกุลาดำสำหรับวัดความยาวรวม

5.2. การประมาณค่าอัตราพันธุกรรม (heritability, h^2)

ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษามีแบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งดัดแปลงมาจาก Sokal และ Rohlf (1969) สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลูกกุ้งกุลาดำแต่ละชุด เป็นไปดังภาคผนวกข้อที่ 1

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม SYSTAT Version 5.0 (Wilkinson, 1987) เพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตความยาวรวมและน้ำหนักตัวของกุ้งกุลาดำชุดที่ 1 ที่อายุ 25 65 วัน และกุ้งกุลาดำชุดที่ 2 ที่อายุ 25 60 90 วัน ตามลำดับ รวมทั้งค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานตามวิธีของ Becker (1992) และ Falconer (1989)

ผลการศึกษา

1. การศึกษาการเติบโต

1.1 ลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 1 (21ครอบครัว) : จำนวนครอบครัวของลูกกุ้งกุลาดำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีจำนวนเหลืออยู่ 14 ครอบครัว จากการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำทั้งหมด 21 ครอบครัว การตายของลูกกุ้งจำนวน 7 ครอบครัว เกิดในช่วงการชั่งวัดระหว่างเลี้ยงในกระชัง ดังนั้นจึงนำข้อมูลจากการเลี้ยงมาคำนวณเพียง 14 ครอบครัวเท่านั้น

การเติบโตของลูกกุ้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.033±0.133 3.147±0.837 มม. ที่อายุ 25 และ 65 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ซึ่งในแต่ละครอบครัวมีค่าความยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.835-1.143 และ 2.529-3.403 ซม. ที่อายุ 25 และ 65 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 12) และค่าอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.040 ซม.:วัน ในช่วงอายุ 25-35 วัน และ 0.057 ซม.:วัน ในช่วงอายุ 35-65 วัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 11 การเติบโตโดยเฉลี่ยทั้งหมดของความยาวรวม (ซม.) ในกุ้งกุลาดำชุดที่ 1

อายุ (วัน)	mean±S.D.	C.V.	n
25	1.033±0.133	0.129	990
65	3.147±0.837	0.266	1114

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของความยาวรวม (ซม.) ในกุ้งกุลาดำแต่ละครอบครัวชุดที่ 1

Fs	อายุ 25 วัน				อายุ 65 วัน			
	mean	S.D.	C.V.	n	mean	S.D.	C.V.	n
1	0.958	0.093	0.097	30	3.200	0.793	0.248	91
2	0.853	0.064	0.075	30	3.124	0.786	0.252	91
3	1.003	0.164	0.164	60	3.244	1.049	0.323	120
4	0.977	0.158	0.162	60	3.322	0.737	0.222	114
5	0.988	0.087	0.088	60	3.246	0.873	0.269	70
6	0.968	0.075	0.078	60	3.153	0.879	0.279	91
7	0.933	0.079	0.084	60	3.048	0.898	0.295	63
8	0.958	0.117	0.122	60	2.892	0.843	0.292	118
9	0.946	0.076	0.080	60	3.206	0.640	0.200	125
10	1.117	0.126	0.113	60	3.381	0.807	0.239	63
11	1.143	0.098	0.086	60	3.403	0.813	0.239	30
12	1.112	0.096	0.087	60	2.529	0.533	0.211	34
13	1.068	0.085	0.080	60	3.083	0.834	0.270	54
14	1.068	0.100	0.094	60	2.942	0.771	0.262	50

ตารางที่ 13 อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันของความยาว (ซม.:วัน) ของกุ้งกุลาดำชุดที่ 1

	อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยที่ช่วงอายุ	
Fs	25-35วัน	35-65 วัน
1	0.039	0.062
2	0.037	0.063
3	0.053	0.057
4	0.052	0.061
5	0.032	0.065
6	0.034	0.062
7	0.022	0.063
8	0.039	0.052
9	0.042	0.061
10	0.031	0.065
11	0.021	0.068
12	0.017	0.042
13	0.010	0.064
14	0.010	0.060
เฉลี่ยรวม	0.040	0.057

1.2 ลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 2 (40ครอบครัว) : จากการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำพบว่า การเติบโตของความยาวทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1.272±0.148 2.981±0.619 5.058±0.903 ซม. ที่อายุ 25 60 90 วัน ตามลำดับ น้ำหนักทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 0.143±0.108 0.780±0.476 กรัม ที่อายุ 60 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 14) และการเติบโตเฉลี่ยของลูกกุ้งแต่ละครอบครัวอยู่ในช่วง 2.468-3.872 ซม. 0.073-0.333 กรัม ที่อายุ 60 วัน และ 4.384-6.372 ซม. 0.515-1.685 กรัม ที่อายุ 90 วัน (ตารางที่ 15) โดยน้ำหนักเป็นลักษณะที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.365 - 1.071 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะความยาวรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.063 - 0.256

จากการศึกษาอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันของลูกกุ้งกุลาดำ ซึ่งแสดงผลไว้ในตารางที่ 16 พบว่าลูกกุ้งทั้งหมดมีอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันที่ช่วงอายุ 25-60 วัน และ 60-90 วัน ในลักษณะของความยาวเท่ากับ 0.049 0.069 ซม.:วัน ตามลำดับ และในลักษณะน้ำหนักที่ช่วงอายุ 60-90 วัน มีค่าเท่ากับ 0.021 กรัม:วัน

ตารางที่ 14 การเติบโตโดยเฉลี่ยทั้งหมดของความยาวรวม (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ในกุ้งกุลาดำชุดที่ 2

อายุ (วัน)		LT		WT	
	n	mean±S.D.	C.V.	mean±S.D.	C.V.
25	2000	1.272±0.148	0.117	-	
60	2000	2.981±0.619	0.208	0.143±0.108	0.758
90	2000	5.058±0.903	0.179	0.780±0.476	0.611

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ในกุ้งกุลาดำแต่ละครอบครัวชุดที่ 2 (แต่ละครอบครัวสุ่มตัวอย่างครั้งละ 50 ตัว)

	ความยาว									น้ำหนัก					
	อายุ 25 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน		
Fs	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.
1	1.280	0.140	0.109	3.404	0.695	0.204	5.618	0.976	0.174	0.218	0.141	0.645	1.138	0.598	0.526
2	1.372	0.180	0.131	3.080	0.554	0.180	5.230	0.787	0.151	0.148	0.083	0.559	0.819	0.378	0.462
3	1.205	0.095	0.079	3.116	0.435	0.140	5.046	0.629	0.125	0.149	0.061	0.406	0.743	0.281	0.378
4	1.293	0.109	0.084	3.164	0.502	0.159	5.214	0.955	0.183	0.158	0.085	0.536	0.895	0.487	0.544
5	1.264	0.104	0.082	3.066	0.556	0.181	5.110	0.713	0.139	0.144	0.078	0.542	0.780	0.415	0.531
6	1.293	0.187	0.145	3.458	0.691	0.200	5.754	0.799	0.139	0.226	0.149	0.659	1.170	0.505	0.432
7	1.310	0.140	0.107	2.754	0.376	0.136	4.668	0.778	0.167	0.094	0.049	0.514	0.604	0.291	0.482
8	1.455	0.162	0.112	2.904	0.320	0.110	4.912	0.561	0.114	0.118	0.046	0.393	0.696	0.269	0.387
9	1.374	0.179	0.130	2.832	0.381	0.135	4.962	0.716	0.144	0.108	0.062	0.580	0.713	0.308	0.432
10	1.288	0.155	0.120	3.872	0.664	0.171	6.372	1.247	0.196	0.333	0.186	0.560	1.685	1.025	0.608
11	1.358	0.147	0.108	3.316	0.554	0.167	4.796	0.769	0.160	0.185	0.105	0.565	0.631	0.283	0.448
12	1.268	0.119	0.094	3.114	0.610	0.196	4.384	0.820	0.187	0.160	0.102	0.639	0.515	0.304	0.591
13	1.298	0.155	0.119	2.794	0.431	0.154	4.484	0.923	0.206	0.103	0.056	0.550	0.551	0.358	0.650
14	1.249	0.095	0.076	2.468	0.404	0.164	4.872	0.678	0.139	0.073	0.042	0.582	0.648	0.287	0.443
15	1.277	0.106	0.083	2.892	0.516	0.178	4.982	0.653	0.131	0.134	0.087	0.647	0.714	0.325	0.465

ตารางที่ 15 (ต่อ) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ในกุ้งกุลาดำแต่ละครอบครัวชุดที่ 2 (แต่ละครอบครัวสุ่มตัวอย่างครั้งละ 50 ตัว)

	ความยาว									น้ำหนัก					
	อายุ 25 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน		
Fs	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.
14	1.249	0.095	0.076	2.468	0.404	0.164	4.872	0.678	0.139	0.073	0.042	0.582	0.648	0.287	0.443
15	1.277	0.106	0.083	2.892	0.516	0.178	4.982	0.653	0.131	0.134	0.087	0.647	0.714	0.325	0.465
16	1.306	0.155	0.119	3.036	0.481	0.159	4.806	0.684	0.142	0.131	0.075	0.570	0.633	0.296	0.467
17	1.230	0.081	0.066	2.764	0.502	0.182	4.686	0.665	0.142	0.101	0.069	0.685	0.577	0.262	0.453
18	1.258	0.118	0.093	2.992	0.767	0.256	5.042	1.074	0.213	0.141	0.151	1.071	0.802	0.589	0.735
19	1.200	0.090	0.075	3.094	0.490	0.158	5.144	0.672	0.131	0.141	0.069	0.491	0.802	0.292	0.365
20	1.174	0.176	0.150	3.022	0.369	0.122	5.104	0.842	0.165	0.132	0.057	0.432	0.774	0.397	0.513
21	1.276	0.094	0.074	2.744	0.512	0.187	5.246	0.793	0.151	0.105	0.066	0.632	0.822	0.374	0.455
22	1.220	0.077	0.063	2.766	0.716	0.259	5.350	0.973	0.182	0.123	0.108	0.883	0.930	0.565	0.607
23	1.315	0.142	0.108	3.454	0.896	0.259	5.704	1.189	0.208	0.250	0.233	0.929	1.140	0.770	0.676
24	1.253	0.114	0.091	2.832	0.708	0.250	4.834	0.940	0.194	0.125	0.119	0.948	0.688	0.438	0.637
25	1.375	0.127	0.092	3.212	0.430	0.134	4.946	0.661	0.134	0.173	0.074	0.429	0.678	0.283	0.418
26	1.104	0.083	0.075	3.226	0.607	0.188	5.174	0.888	0.172	0.174	0.095	0.544	0.813	0.394	0.485
27	1.407	0.127	0.090	3.280	0.664	0.203	4.980	0.694	0.139	0.187	0.118	0.632	0.705	0.310	0.440
28	1.489	0.158	0.106	2.982	0.440	0.147	4.648	0.739	0.159	0.130	0.061	0.469	0.562	0.268	0.476

ตารางที่ 15 (ต่อ) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ในกุ้งกุลาดำแต่ละครอบครัวชุดที่ 2 (แต่ละครอบครัวสุ่มตัวอย่างครั้งละ 50 ตัว)

	ความยาว									น้ำหนัก					
	อายุ 25 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน			อายุ 60 วัน			อายุ 90 วัน		
Fs	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.	mean	S.D.	C.V.
27	1.407	0.127	0.090	3.280	0.664	0.203	4.980	0.694	0.139	0.187	0.118	0.632	0.705	0.310	0.440
28	1.489	0.158	0.106	2.982	0.440	0.147	4.648	0.739	0.159	0.130	0.061	0.469	0.562	0.268	0.476
29	1.170	0.085	0.073	2.732	0.576	0.211	5.158	0.683	0.132	0.107	0.072	0.667	0.776	0.330	0.425
30	1.226	0.126	0.103	2.704	0.476	0.176	4.824	1.001	0.208	0.096	0.069	0.724	0.676	0.482	0.713
31	1.285	0.113	0.088	3.004	0.466	0.155	4.868	0.709	0.146	0.140	0.074	0.527	0.641	0.279	0.436
32	1.284	0.070	0.054	2.802	0.465	0.166	5.262	0.955	0.181	0.114	0.067	0.590	0.869	0.483	0.538
33	1.095	0.084	0.076	2.652	0.549	0.207	5.288	0.915	0.173	0.092	0.074	0.802	0.869	0.452	0.520
34	1.234	0.100	0.081	2.940	0.501	0.171	5.152	0.774	0.150	0.129	0.070	0.539	0.792	0.383	0.483
35	1.247	0.097	0.078	3.204	0.575	0.180	5.316	0.958	0.180	0.194	0.098	0.507	0.901	0.527	0.586
36	1.167	0.076	0.065	2.568	0.470	0.183	4.862	0.766	0.157	0.088	0.062	0.699	0.665	0.353	0.531
37	1.174	0.114	0.097	2.638	0.592	0.224	4.910	1.032	0.210	0.107	0.076	0.712	0.721	0.468	0.650
38	1.263	0.125	0.099	2.524	0.435	0.172	4.852	0.763	0.157	0.086	0.056	0.644	0.651	0.297	0.456
39	1.348	0.120	0.089	3.258	0.565	0.173	4.854	0.656	0.135	0.201	0.113	0.561	0.660	0.301	0.456
40	1.210	0.079	0.065	2.564	0.539	0.210	4.922	0.895	0.182	0.092	0.072	0.780	0.714	0.504	0.705

ตารางที่ 16 อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันของความยาว (ซม.:วัน) และน้ำหนัก (กรัม:วัน) ของกุ้งกุลาดำชุดที่ 2

	ความยาว		น้ำหนัก
	อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยที่ช่วงอายุ		อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยที่ช่วงอายุ
Fs	25-60วัน	60-90 วัน	60-90 วัน
1	0.061	0.074	0.031
2	0.049	0.072	0.022
3	0.055	0.064	0.020
4	0.053	0.068	0.025
5	0.051	0.068	0.021
6	0.062	0.077	0.031
7	0.041	0.064	0.017
8	0.041	0.067	0.019
9	0.042	0.071	0.020
10	0.074	0.083	0.045
11	0.056	0.049	0.015
12	0.053	0.042	0.012
13	0.043	0.056	0.015
14	0.035	0.080	0.019
15	0.046	0.070	0.019
16	0.049	0.059	0.017
17	0.044	0.064	0.016
18	0.050	0.068	0.022
19	0.054	0.068	0.022
20	0.053	0.069	0.021
21	0.042	0.083	0.024
22	0.044	0.086	0.027
23	0.061	0.075	0.030
24	0.045	0.067	0.019
25	0.052	0.058	0.017
26	0.061	0.065	0.021

ตารางที่ 16 (ต่อ) อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวันของความยาว (ซม.:วัน) และน้ำหนัก (กรัม:วัน) ของกุ้งกุลาดำชุดที่ 2

	ความยาว		น้ำหนัก
	อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยที่ช่วงอายุ		อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยที่ช่วงอายุ
Fs	25-60วัน	60-90 วัน	60-90 วัน
25	0.052	0.058	0.017
26	0.061	0.065	0.021
27	0.054	0.057	0.017
28	0.043	0.056	0.014
29	0.045	0.081	0.022
30	0.042	0.071	0.019
31	0.049	0.062	0.017
32	0.043	0.082	0.025
33	0.044	0.088	0.026
34	0.049	0.074	0.022
35	0.056	0.070	0.024
36	0.040	0.076	0.019
37	0.042	0.076	0.020
38	0.036	0.078	0.019
39	0.055	0.053	0.015
40	0.039	0.079	0.021
เฉลี่ยรวม	0.049	0.069	0.021

2. การศึกษาค่าอัตราพันธุกรรม

สำหรับลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 1 : เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณหาองค์ประกอบของความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักและความยาว (ตารางผนวกที่ 4-6) แล้วนำมาประมาณค่าอัตราพันธุกรรม พบว่าได้ผลดังตารางที่ 17 โดยค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวที่อายุ 25 วัน ที่เลี้ยงลูกกุ้งไว้ในถังมีค่าเท่ากับ 0.154±0.057 และค่าอัตราพันธุกรรมที่อายุ 65 วันของลูกกุ้งที่เลี้ยงในกระชัง ของลักษณะความยาวและน้ำหนักมีค่า 0.010±0.014 - 0.016±0.004 ตามลำดับ

ในลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 2 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนและค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักและความยาวของลูกกุ้งกุลาดำ แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 7-11 ซึ่งนำมาคำนวนหาค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักและความยาวกุ้งที่เลี้ยงในถังที่อายุ 25 60 90 วันเป็นไปดังตารางที่ 18 โดยค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวที่อายุ 25 วันมีค่าเท่ากับ 0.584±0.099 ที่อายุ 60 และ 90 วันค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความยาว น้ำหนักมีค่าเท่ากับ 0.379±0.076 0.414±0.081 และ 0.252±0.057 0.309±0.067 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 ค่าอัตราพันธุกรรม±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของกุ้งกุลาดำ ชุดที่ 1

อายุ(วัน)	ความยาว(h^2_{s+d}±S.E.)	น้ำหนัก(h^2_{s+d}±S.E.)
25	0.154±0.057	-
65	0.010±0.014	- 0.016±0.004

ตารางที่ 18 ค่าอัตราพันธุกรรม±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของกุ้งกุลาดำ ชุดที่ 2

อายุ(วัน)	ความยาว(h^2_{s+d}±S.E.)	น้ำหนัก(h^2_{s+d}±S.E.)
25	0.584±0.099	-
60	0.379±0.076	0.414±0.081
90	0.252±0.057	0.309±0.067

วิจารณ์ผลการทดลอง

1 ลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 1 (21ครอบครัว) :

จากผลการทดลองพบว่าจำนวนครอบครัวของลูกกุ้งกุลาดำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีจำนวนเหลืออยู่ 14 ครอบครัว จากทั้งหมด 21 ครอบครัว การตายของลูกกุ้งจำนวน 7 ครอบครัว เกิดในช่วงการชั่งวัดระหว่างเลี้ยงในกระชัง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมของตะกอนซากบางส่วนที่ติดอยู่กับกระชังและเมื่อมีการเคลื่อนย้ายกระชังเพื่อการเก็บข้อมูลในลูกกุ้งครอบครัวแรกๆ จึงเป็นเหตุให้ตะกอนเหล่านี้ฟุ้งกระจายทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงกะทันหัน จึงเกิดการตายอย่างฉับพลันของลูกกุ้งขึ้น

การเติบโตของลูกกุ้งที่อายุ 25 และ 65 วัน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.033±0.133 และ 3.147±0.837 ซม. ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของกุ้งกุลาดำจากการศึกษาของ ก่อเกียรติ กูลแก้ว และ โสภณ คงอ่อน (2540) ซึ่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 2 บ่อ โดยขนาดของกุ้งที่เริ่มทดลองมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1.1 ซม. ใช้อัตราปล่อย 51 ตัว:ม.^{2} และเมื่ออายุการเลี้ยง 30 วัน (กุ้งอายุ 52 วัน) กุ้งกุลาดำมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 5.96 และ 6.21 ซม. ในบ่อเลี้ยงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จะพบว่าขนาดของกุ้งที่เริ่มทดลองในการศึกษาดังกล่าวมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของกุ้งที่อายุ 25 วันจากการศึกษาครั้งนี้ แต่ขนาดของกุ้งที่อายุ 65 วัน ที่เลี้ยงในกระชัง จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดกุ้งที่อายุ 52 วัน ที่เลี้ยงในบ่อดิน ประมาณ 50% ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเลี้ยงกุ้งในกระชังตั้งแต่อายุ 35-65 วัน ใช้อัตราปล่อย 180 ตัว:ม.^{2} ซึ่งมากกว่าในการศึกษาของก่อเกียรติ กูลแก้ว และ โสภณ คงอ่อน (2540) ถึง 3.5 เท่า แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากจุดประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการตรวจสอบความแตกต่างของการเติบโตเนื่องจากปัจจัยของครอบครัว และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเติบโตในกุ้งกุลาดำที่อายุ 25 และ 65 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่ระดับ 0.01-0.05 ดังนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมต่อไป

สำหรับการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของกุ้งกุลาดำ พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากในระยะแรกมีผลของ mathernal effect เช่น ปริมาณไข่แดงที่ตัวอ่อนได้รับแตกต่างกันตามขนาดของแม่ที่แตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลของปริมาณอาหารและความหนาแน่นในแต่ละถัง จึงทำให้ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมสูง มีผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้มีค่าสูง หากเมื่อลูกกุ้งมีอายุเพิ่มขึ้นสัดส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมลดลง ทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้มี

ค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Benzie และคณะ (1997) ที่พบว่าค่า h^2_d ของลักษณะความยาวรวมและน้ำหนักในกุ้งกุลาดำมีค่าลดลงจาก 0.5-0.6 ที่อายุ 6 สัปดาห์ เป็น 0.3-0.4 ที่อายุ 10 สัปดาห์ และให้ผลเช่นเดียวกันในกุ้งก้ามกรามที่ศึกษาโดย Meewan (1993) ซึ่งพบว่าค่า h^2_d h^2_{s+d} ของลักษณะความยาวลำตัวมีแนวโน้มลดลง เมื่ออายุตั้งแต่ 19 สัปดาห์เป็นต้นไป โดย h^2_d มีค่าเท่ากับ 0.2631±0.1133 0.2505±0.1306 0.1583±0.0874 และ h^2_{s+d} มีค่าเท่ากับ 0.2243±0.0841 0.1991±0.0725 0.1810±0.0707 ที่อายุ 19 21 23 สัปดาห์ ตามลำดับ และนอกจากนี้พบว่าในทางทฤษฎีอัตราพันธุกรรมมีค่าตั้งแต่ 0-1 ซึ่งไม่ใช่ค่าติดลบ แต่อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักที่อายุ 65 วัน ในลูกกุ้งชุดที่ 1 ที่ประมาณได้มีค่า ติดลบ (-0.016±0.004) ทั้งนี้เนื่องมาจากอิทธิพลของครอบครัวมีน้อยมากจนทำให้ค่าความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัวมีค่าน้อยจนกระทั่งมีค่าเป็นลบ ทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้มีค่าเป็นลบด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของความยาว (54%) จากการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกัน จะพบว่ามีค่าต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของความยาวในงานวิจัยของ Benzie และคณะ (1997) (83.5%) ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบร่วมพ่อแต่ต่างแม่ ดังนั้นการใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกันสำหรับการแยกองค์ประกอบความแปรปรวนจึงมีความเป็นไปได้ หากมีการวางแผนการทดลองที่ดี ซึ่งจากการทดลองนี้จะพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพการเลี้ยงในกระชังมีผลต่อน้ำหนักอย่างมาก และเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากเวลาในการผลิตลูกกุ้ง (36.61%) มีค่าค่อนข้างสูง อีกทั้งการเลี้ยงในกระชังประสบปัญหาการตายของลูกกุ้งเนื่องจากการสะสมของตะกอนซาก ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงจากการเลี้ยงในกระชังมาทำการเลี้ยงในถัง และลดระยะเวลาในการผลิตลูกกุ้งลง รวมถึงการเพิ่มจำนวนครอบครัวและจำนวนตัวอย่างในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมในกุ้งกุลาดำชุดที่ 2

2 ลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 2 (40ครอบครัว) :

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 2 พบว่า การเติบโตของความยาวทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1.272±0.148 2.981±0.619 5.058±0.903 ซม. ที่อายุ 25 60 90 วัน ตามลำดับ น้ำหนักทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 0.143±0.108 0.780±0.476 กรัม ที่อายุ 60 90 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของกุ้งกุลาดำในการศึกษาของ ก่อเกียรติ กูลแก้ว และ โสภณ คงอ่อน (2540) ที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อดิน ใช้อัตราปล่อย 51 ตัว:ม.^{2} ที่ขนาดกุ้งเริ่มต้นความยาวประมาณ 1.1 ซม. และน้ำหนักประมาณ 0.012 กรัม ซึ่งที่อายุการเลี้ยง 30 วัน (กุ้งอายุ 52 วัน) มีความยาวเฉลี่ย 5.96 และ 6.21 ซม. และน้ำหนักเฉลี่ย 1.94 และ

2.15 กรัม และที่อายุการเลี้ยง 60 วัน (กุ้งอายุ 82 วัน) มีความยาวเฉลี่ย 10.28 10.54 ซม. และน้ำหนักเฉลี่ย 8.63 9.05 กรัม ในบ่อเลี้ยงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จะพบว่าขนาดของกุ้งกุลาดำจากการศึกษาดังกล่าวมีขนาดใหญ่กว่าขนาดกุ้งที่อายุ 60 และ 90 วัน ในการศึกษานี้ทั้งน้ำหนักและความยาว และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อวัน (ADG) จะพบว่าค่า ADG ในการศึกษานี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021 กรัม:วัน ในช่วงอายุ 60-90 วัน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า ADG ในช่วงอายุกุ้งที่ 52-82 วัน ของก่อเกียรติ กูลแก้ว และ โสภณ คงอ่อน (2540) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 0.19 กรัม:วัน ในบ่อที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากสภาพการเลี้ยงในทั้ง 2 การทดลองมีความแตกต่างกัน รวมถึงการเลี้ยงในบ่อดินเอื้ออำนวยต่อการเติบโตของกุ้ง เนื่องจากอาจมีอาหารจากธรรมชาติจำพวกสัตว์หน้าดิน ซึ่งจะเป็นอาหารเสริมสำหรับกุ้งช่วยในการเติบโตของกุ้งในบ่อดิน และเมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ระหว่างน้ำหนัก-ความยาว ที่อายุ 60 และ 90 วัน พบว่าค่า C.V. ของน้ำหนักมีค่าสูงกว่าค่า C.V. ของความยาวในทั้งสองช่วงอายุ ซึ่งค่า C.V. ที่สูงจะส่งผลดีต่อการคัดเลือกพันธุ์ เนื่องจากค่า C.V. ที่สูงอาจหมายถึงการที่จะสามารถมีค่าส่วนต่างของการคัดเลือกได้มาก (selection differential) อันจะส่งผลต่อความก้าวหน้าในการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้น และค่า C.V. ที่สูงจะสะท้อนถึงความเป็นไปได้ที่สูงสำหรับความสำเร็จของการจัดทำโปรแกรมการคัดเลือกเช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมระหว่างลูกกุ้งชุดที่ 1 และ 2 จะพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมในลูกกุ้งชุดที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าในลูกกุ้งชุดที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวน (ตารางผนวกที่ 4-11) จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัวในลูกกุ้งชุดที่ 1 (7.69% 0.48%) มีค่าต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัวในลูกกุ้งชุดที่ 2 (29.22% 18.93%) จึงส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้ในกุ้งชุดที่ 2 มีค่าสูงกว่า ชุดที่ 1

เนื่องจากอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกันจะมีความแปรปรวนเนื่องจากจีนข่ม จีนด่างตำแหน่งและสภาพแวดล้อม รวมอยู่ด้วย ดังนั้นค่าอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้จึงมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองสามารถกำจัดแหล่งความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมได้บางส่วนจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งใช้แบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ ตามภาคผนวกข้อที่ 1 และสามารถลดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการเติบโตลงได้โดยการลดระยะเวลาในการผลิตลูกกุ้งลงจากประมาณ 1 เดือนในกุ้งชุดที่ 1 เหลือเพียง 3 วัน ในกุ้งชุดที่ 2 ซึ่งจะพบว่าเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากเวลาในการผลิตที่อายุ 25 วัน มีค่าลดลง

จาก 36.61% เหลือเพียง 2.28% อีกทั้งเมื่อเพิ่มจำนวนครอบครัวและจำนวนตัวอย่างในลูกกุ้งชุดที่ 2 จะพบว่า เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนทั้งในลักษณะน้ำหนักและความยาวมีค่าลดลงจาก 90.70% เป็น 77.59% และ 88.36% เป็น 77.49% ตามลำดับ ถึงแม้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้จะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นและอาจมีค่าเกินความจริง แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัวซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะการเติบโตในทุกช่วงอายุ ดังนั้นจึงน่าจะทำการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมที่ขนาดตลาด (อายุการเลี้ยงในบ่อดินประมาณ 4 เดือน) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำโปรแกรมคัดเลือกสำหรับปรับปรุงลักษณะการเติบโตในกุ้งกุลาดำต่อไป

ลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของกุ้งกุลาดำ คือ น้ำหนัก ดังนั้นจึงเป็นลักษณะที่ควรทำการปรับปรุง อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมที่ช่วงอายุต่างๆ แล้วจะพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักมีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวในทุกช่วงอายุ และอาจใช้การคัดเลือกแบบ family selection ในการปรับปรุงน้ำหนัก เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่จะรวบรวมลูกกุ้งกุลาดำได้จำนวนครอบครัวที่มากเพียงพอภายในระยะเวลา 1 วัน และหากสามารถนำเทคนิคทางชีวเคมีเข้ามาช่วยในการติดตามข้อมูลแบบครอบครัวได้ ก็จะสามารถเลี้ยงลูกกุ้งจากทุกครอบครัวภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการคัดเลือกแบบ family selection เพิ่มสูงขึ้น