ผลตอบสนองต่อการคัดเลือก การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ซากและองค์ประกอบทางเคมี และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏในประชากรปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) ที่ผ่านการคัดเลือกแบบสองทิศทางจำนวน 5 รุ่น

Response to Selection, Carcass Percentage and Body Composition Changes and Phenotypic Correlation in Divergently Selected Lines of Walking Catfish (*Clarias macrocephalus*) after Five Generations of Selection

คำนำ

ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และมีการพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงมาโดยตลอดระยะเวลากว่า 30 ปี แต่การเลี้ยงปลาชนิดนี้ประสบปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ ปลาดุกอุยโตช้า และมีความต้านทานโรคต่ำ ประกอบกับขาดการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ปลาที่มีคุณภาพทำให้การเพาะเลี้ยงปลาดุกอุยได้รับความสนใจน้อยลง แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือ การจัดทำโครงการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลาดุกอุยเพื่อให้ได้ประชากรปลาที่มีลักษณะตามต้องการ

การคัดปลาจากกลุ่มประชากรทั้งหมดโดยพิจารณาจากลักษณะตัวเอง (mass selection) เพื่อนำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตรุ่นลูกที่มีลักษณะที่ต้องการดีขึ้นกว่าเดิม เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในปลาหลายชนิด เช่น ปลา channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Dunham and Smitherman, 1983; Bondari, 1980; Bondari, 1983; Dunham and Brummett, 1999; Rezk *et al.*, 2003), ปลานิล, *Oreochromis niloticus.* (Bondari *et al.*, 1983; Hulata *et al.*, 1986; Behrends *et al.*, 1988; Huang and Liao, 1990), ปลาดุกอุย, *Clarias macrocephalus* (พรรณศรี และคณะ, 2533; อาจินต์, 2539) การศึกษาผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง จะทำให้ได้ข้อมูลว่าการคัดเลือกได้ผลหรือไม่ อย่างไร โดยทั่วไปมีวิธีปฏิบัติ 2 วิธี คือเปรียบเทียบประชากรปลากลุ่มที่ผ่านการคัดเลือกกับประชากรปลากลุ่มควบคุม และการคัดเลือกแบบสองทิศทาง วิธีแรกจะนำประชากรพื้นฐานมาเลี้ยงแยกไว้ เมื่อต้องการศึกษาผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกในรุ่นใด จึงเพาะพันธุ์ปลาทั้งประชากรกลุ่มควบคุม

และกลุ่มที่ผ่านการคัดเลือก นำมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ค่าผลตอบสนองต่อการคัดเลือกจึงเป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ผ่านการคัดเลือกและกลุ่มควบคุม แต่วิธีนี้ประสบปัญหาเนื่องจากมักเกิดการผสมเลือดชิดภายในประชากรกลุ่มควบคุม ผลของแรนดอม เจเนติกดริพท์ (random genetic drift) และการคัดเลือกทางธรรมชาติ (natural selection) ที่ทำให้ลักษณะของประชากรกลุ่มควบคุมแตกต่างไปจากประชากรพื้นฐาน โดยมักมีค่าเฉลี่ยของลักษณะลดลง ทำให้ค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือกมักมีค่าที่เกินจริง (Falcorner and MacKay, 1996) ส่วนการคัดเลือกแบบสองทิศทาง เป็นการคัดเลือกประชากรสองสายโดยมีเป้าหมายในการเพิ่มหรือลดค่าเฉลี่ยของลักษณะเป้าหมายจากประชากรพื้นฐานเดียวกัน ดังนั้นการประเมินค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือกแบบสองทิศทางนี้จึงใช้ค่าเฉลี่ยของประชากรที่คัดเลือกในทิศทางตรงกันข้ามเป็นตัวเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน ทำให้ลดปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ประชากรควบคุม

การคัดเลือกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเป้าหมายที่ต้องการเป็นเวลาหลายชั่วอายุ อาจมีผลทำให้ลักษณะอื่นเปลี่ยนแปลงไปหากลักษณะเหล่านั้นมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน ซึ่งเป็นผลมาจากยีนที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะหนึ่งลักษณะใดมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะอื่นด้วย ดังนั้นจึงต้องศึกษาลักษณะอื่นที่อาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการคัดพันธุ์ไปพร้อม ๆ กันด้วย เพื่อคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของอีกลักษณะหนึ่ง เมื่อทำการคัดเลือกลักษณะเป้าหมาย หรือเพื่อใช้เป็นดัชนีการคัดเลือกหากมีเป้าหมายในการปรับปรุงที่มากกว่าหนึ่งลักษณะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกของการคัดเลือกแบบสองทิศ ทางต่อลักษณะการเจริญเติบโตในประชากรปลาดุกอุยที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้วจำนวน 5 รุ่น ประเมินการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี และเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่เกิดจากการคัดเลือก เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ปลาดุกอุย เพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาดุกอุยอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลตอบสนองต่อการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะน้ำหนักตัว ของปลาดุกอุยที่ผ่านการคัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ

2. เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ซาก และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาดุกอุยที่ผ่านการคัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่ผ่านการคัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ

การตรวจเอกสาร

การคัดเลือก (Selection)

การคัดเลือก หมายถึง การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อสร้างประชากรรุ่นลูกที่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะเป้าหมายสูงขึ้นกว่าเดิม ลักษณะที่เป็นเป้าหมายในการคัดเลือกมักเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น การเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และอายุเมื่อเจริญพันธุ์ เป็นต้น (อุทัยรัตน์, 2543) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตเป็นลักษณะหนึ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญในการปรับปรุงพันธุกรรมในสัตว์น้ำ (Gjedrem, 1983; Mahon, 1983; Gjerde, 1986)

การคัดเลือกโดยดูลักษณะตัวเอง (mass or individual selection) เป็นการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏของตัวสัตว์เพียงอย่างเดียว ถ้าหากลักษณะปรากฏนั้นมีอัตราพันธุกรรม (heritability, h^2) สูง แสดงว่าลักษณะนั้นอยู่ภายใต้อิทธิพลของยีนผลบวก (additive gene) เป็นส่วนใหญ่ การคัดเลือกจะประสบผลสำเร็จ แต่ถ้าลักษณะใดมีอัตราพันธุกรรมต่ำ การคัดเลือกด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล (อุทัยรัตน์, 2543) ค่าอัตราพันธุกรรมที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกโดยดูลักษณะตัวเอง คือ ผลของพันธุกรรมมีค่ามากกว่า 30% (Tave, 1986)

การคัดเลือกแบบสองทิศทาง (Bidirectional selection)

Falconer and Mackay (1996) กล่าวว่า การคัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นการคัดเลือกประชากรที่มีลักษณะตรงกันข้ามจำนวน 2 สาย โดยที่สายหนึ่งจะคัดเลือกลักษณะที่ต้องการในทางบวก ส่วนอีกสายหนึ่งคัดเลือกลักษณะดังกล่าวในทางลบ ทั้งนี้จะใช้ประชากรจากแหล่งเดียวกันเป็นประชากรพื้นฐานเมื่อเริ่มต้นโครงการการคัดเลือก การใช้ประชากรกลุ่มที่คัดเลือกในทิศทางตรงกันข้ามเป็นตัวควบคุมซึ่งกันและกัน มีข้อดีกว่าการใช้ประชากรกลุ่มควบคุมเป็นตัวเปรียบเทียบ เนื่องจากประชากรในกลุ่มควบคุมอาจมีลักษณะแตกต่างจากประชากรพื้นฐาน ซึ่งข้อผิดพลาดนี้มักเกิดขึ้นจาก random genetic drift หรือเกิดการผสมเลือดชิดภายในประชากร (Hulata *et al.*, 1986)

<u>การตอบสนองต่อการคัดเลือก (Response to selection)</u>

Falconer and Mackay (1996) กล่าวว่า ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกเป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะปรากฏของรุ่นลูกที่เกิดจากพ่อแม่ที่คัดไว้ทำพันธุ์ และค่าเฉลี่ยของลักษณะปรากฏของรุ่นพ่อแม่ก่อนการคัดเลือก วิธีการศึกษาผลตอบสนองต่อการคัดเลือก กระทำได้ 2 วิธี (อุทัยรัตน์, 2543) ดังนี้

1. โดยการเปรียบเทียบกับประชากรกลุ่มควบคุม (unselected control population) ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยสุ่มตัวอย่างประชากรจำนวนหนึ่งจากประชากรพื้นฐานในจำนวนที่มากพอเพื่อป้องกันไม่ให้มีการผสมเลือดชิด และแยกเลี้ยงไว้ เมื่อต้องการศึกษาผลตอบสนองต่อการคัดเลือกในรุ่นใด ก็ทำการเพาะพันธุ์ทั้งประชากรกลุ่มที่ควบคุม และกลุ่มที่คัดเลือกไว้ (selected population) จากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน

ค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือกวิธีนี้ เป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่ได้รับการคัดเลือกกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มควบคุม ดังสมการ

$$R = X_t - C_t$$

เมื่อ R = ค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือก
X_t = ค่าเฉลี่ยของประชากรที่ได้รับการคัดเลือกในรุ่นที่ t
C_t = ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มควบคุมในรุ่นที่ t

2. โดยการคัดเลือกแบบสองทิศทาง (bidirectional or divergent or two-way selection) วิธีนี้จะคัดเลือกประชากรที่มีลักษณะตรงกันข้ามสองสาย (lines) จากประชากรพื้นฐานแหล่งเดียวกัน โดยสายหนึ่งจะคัดเลือกลักษณะที่ต้องการในทางบวก (high line) และอีกสายหนึ่งจะคัดเลือกลักษณะในทางลบ (low line) ประชากรแต่ละสายที่คัดเลือกไว้ จะเป็นประชากรเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน (Falconer and Mackay, 1996)

ค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือกวิธีนี้วัดจาก ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งสองสาย (Gall *et al*., 1993) ดังสมการ

$$R = \frac{(\text{mean of high line - mean of low line})}{2}$$

<u>การคัดเลือกเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในปลา</u>

ปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิดประสบปัญหาการเจริญเติบโตช้า ทำให้ระยะเวลาการเลี้ยงยาวนาน นับเป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาการเลี้ยงปลาชนิดนั้นๆ ดังนั้นการคัดเลือกในลักษณะเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในปลาจึงเป็นเป้าหมายหนึ่งที่มีสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ และประสบผลสำเร็จในปลาหลายชนิด (Dunham *et al.*, 2001) ดังผลการศึกษาต่อไปนี้

พรรณศรี และคณะ (2533) ศึกษาการคัดเลือกโดยดูลักษณะตัวเองจากการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยเมื่อปลามีอายุ 9 เดือน พบว่า ปลาดุกอุยที่ผ่านการคัดเลือกในรุ่นที่ 1 มีน้ำหนัก และความยาวมากกว่าปลาสายพันธุ์เปรียบเทียบ 7.36% และ 3% ตามลำดับ

Bondary (1983) รายงานผลการศึกษาการคัดเลือกแบบสองทิศทางในปลา channel catfish, *Ictalurus punctatus* จำนวน 1 ชั่วอายุ พบว่า เมื่อปลามีอายุ 40 สัปดาห์ ปลาสายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 21% แต่ปลาสายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้ามีน้ำหนักตัวลดลง 20%

Dunham and Smitherman (1983) รายงานผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวในปลา channel catfish จำนวน 3 สายพันธุ์ พบว่า ปลาในสายพันธุ์ Rio Grande, Marion และ Kansas มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 17, 18 และ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับประชากรกลุ่มควบคุมของแต่ละสายพันธุ์ตามลำดับ

Huang and Liao (1990) ศึกษาผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตแบบสองทิศทางในปลานิลจำนวน 1 ชั่วอายุ พบว่า ที่ระยะเวลาการเลี้ยง 7 เดือน ปลาที่คัดเลือกในทางบวกมีน้ำหนักตัวสูงกว่าปลาคัดเลือกในทางลบ 5.22 เปอร์เซ็นต์

พรรณศรี และ ปรัชชัย (2533) ศึกษาการคัดเลือกปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทยจากลักษณะการเจริญเติบโตโดยกำหนดน้ำหนักจำเพาะ พบว่า ภายหลังจากการคัดเลือกเป็นเวลา 7 รุ่น ปลานิล

สีแดงที่ผ่านการคัดเลือกมีน้ำหนัก และความยาวมากกว่าปลาสายพันธุ์เปรียบเทียบ 14.80% และ 5.93% ตามลำดับ

Hershberger *et al*. (1990) รายงานว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลา coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* เพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ภายหลังการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวเป็นเวลา 4 ชั่วอายุ ด้วยวิธีการคัดพันธุ์โดยดูลักษณะตัวเอง (mass selection) ร่วมกับการดูลักษณะครอบครัว (family selection)

อาจินต์ (2539) รายงานผลการศึกษาผลตอบสนองการคัดเลือกแบบสองทิศทางในอัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยหลังที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 2 รุ่น พบว่า น้ำหนักของปลาคัดเลือกทางบวกมีค่าเท่ากับ 86.77 กรัม สูงกว่าน้ำหนักปลาคัดเลือกทางลบที่มีค่าเท่ากับ 63.66 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) หรือเท่ากับ 26%

Wagle (2002) ศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกแบบสองทิศทางในปลาดุกอุยหลังผ่านการคัดเลือกจำนวน 2 รุ่น พบว่า ค่าผลตอบสนองต่อการคัดเลือกอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 3.4% โดยปลาที่คัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักตัวที่อายุ 33 สัปดาห์เท่ากับ 97.2 กรัม และปลาที่คัดเลือกทางลบมีน้ำหนักตัวเท่ากับ 90.7 กรัม

Rezk *et al* (2003) รายงานผลการคัดเลือกแบบ mass selection เพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวในปลา channel catfish สายพันธุ์ Kansas และ Marion เป็นเวลา 3 ชั่วอายุ พบว่า ปลาที่ได้รับการคัดเลือกมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นจาก 453 กรัมเป็น 583 กรัม หรือ 29% และเพิ่มขึ้นจาก 530 กรัมเป็น 642 กรัม หรือ 21% เมื่อเปรียบเทียบกับปลากลุ่มควบคุมของแต่ละสายพันธุ์ ตามลำดับ

<u>การเปลี่ยนแปลงของลักษณะอื่นเนื่องจากการคัดเลือก (correlated response)</u>

ยีนบางตัวที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะหนึ่ง ๆ อาจมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของการแสดงออกของลักษณะอื่น หากลักษณะเหล่านั้นมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน เมื่อลักษณะหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการคัดเลือก ลักษณะอื่น ๆ อาจเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะใด ๆ ที่เป็นเป้าหมายของการคัดเลือกแล้ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะอื่นที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับลักษณะที่ต้องการศึกษาไป

พร้อม ๆ กันด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลกระทบทางลบที่จะเกิดขึ้นต่อไป (อุทัยรัตน์, 2543) การคัดเลือกเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในปลา ส่งผลให้ลักษณะอื่นเปลี่ยนแปลงไปปรากฏดังรายงานของ

Gjerde and Schaeffer (1989) รายงานผลการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวในปลา rainbow trout (*Salmo gairdneri*) พบว่าการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวทำให้ความหนาของเนื้อปลาบริเวณส่วนท้องเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและความหนาของเนื้อปลาบริเวณส่วนท้องเท่ากับ 0.55

Kause *et al*. (2002) ศึกษาการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวในปลา rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss*) ที่อายุ 3 ปี พบว่า การคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวส่งผลให้การสะสมไขมันในตัวปลามีปริมาณสูงขึ้น โดยค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักตัว และปริมาณไขมันบริเวณส่วนท้องมีค่าเท่ากับ 0.77

Neira *et al*. (2004) รายงานผลการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวของปลา coho salmon *(Oncorhynchus kisutch*) ที่อายุ 21 เดือนจำนวน 2 ประชากร พบว่า การคัดเลือกในประชากรปลารุ่นที่ 3 ปลามีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นจาก 3,010 กรัมเป็น 3,925 กรัม และมีน้ำหนักซากเพิ่มขึ้นจาก 2,667 กรัม เป็น 3,367 กรัม โดยค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักตัว และน้ำหนักซากมีค่าเท่ากับ 0.99

<u>เปอร์เซ็นต์ซากและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา</u>

องค์ประกอบทางเคมีของปลาน้ำจืด โดยทั่วไปในเนื้อปลา (น้ำหนักเปียก) ประกอบด้วยปริมาณโปรตีนร้อยละ 11-25 ปริมาณไขมันร้อยละ 0.1-20 ปริมาณความชื้นร้อยละ 66-84 และปริมาณเถ้าร้อยละ 0.41-1.48 และโปรตีนเป็นสารอินทรีย์หลักที่พบในเนื้อเยื่อสัตว์ มีประมาณ 65-75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (โดยน้ำหนักแห้ง) (อมรรัตน์ และบุษกร, 2543)

การเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางชีววิทยาที่มีความซับซ้อน ตลอดจนส่งผลต่อลักษณะและองค์ประกอบทางกายภาพของสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงของลักษณะการเจริญเติบโตเนื่องจากปัจจัยใด ๆ อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะและองค์ประกอบทางกายภาพ ซึ่ง Shearer (1994) แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางกายภาพของสัตว์น้ำออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยภายใน ซึ่งเป็นผลมาจากการควบคุมโดยพันธุกรรม เช่น ขนาดและเพศ และมี

ความสัมพันธ์กับระยะต่างๆ ของวงจรชีวิต และปัจจัยภายนอก ได้แก่ อาหารที่ผ่านกระบวนการกิน และกระบวนการใช้ประโยชน์อาหารในสัตว์น้ำ และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ และความเค็ม เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะการเจริญเติบโตของปลาเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพของปลาปรากฏดังผลการศึกษาของ

Aksnes *et al*. (1986) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีของปลา Atlantic salmon (*Salmo salar*) ในระหว่างฤดูการสืบพันธุ์พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันและโปรตีนในปลาเพศผู้และปลาเพศเมียลดลงจาก 11-13 เปอร์เซ็นต์เป็น 5 เปอร์เซ็นต์ และลดลงจาก 23-24 เปอร์เซ็นต์เป็น 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ระยะสมบูรณ์พันธุ์

Kause *et al*. (2002) รายงานว่าการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวในปลา rainbow trout ที่มีอายุ 3 ปี ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาแล่สูงขึ้น และเปอร์เซ็นต์น้ำในเนื้อปลาลดลงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำในเนื้อปลาเท่ากับ 0.38 และ -0.33 ตามลำดับ

Neira *et al*. (2004) ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพซากในประชากรปลา coho salmon ที่อายุ 21 เดือน พบว่าการคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวปลาทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาสดเพิ่มขึ้นโดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 0.15

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

ปลาดุกอุยผ่านการคัดเลือกในรุ่นที่ 5 อายุ 4 สัปดาห์

2. บ่อทดลอง

2.1 บ่อซีเมนต์ขนาด 0.8 x 1.2 x 1.0 เมตร จำนวน 6 บ่อ สำหรับการทดลองระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 4-8)

2.2 ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 0.6 x 1.5 x 0.8 เมตร จำนวน 6 ถัง สำหรับการทดลองระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 8-24)

3. อุปกรณ์ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาทดลอง

4. อุปกรณ์สำหรับศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากปลาทดลอง

5. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลาทดลอง

5.1 เครื่องวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Macro-Kjeldahl method รุ่น Büchi 323

5.2 เครื่องวิเคราะห์ไขมันโดยวิธี Ether Extraction รุ่น Büchi B811

วิธีการ

1. ประชากรเริ่มต้น

ประชากรเริ่มต้น (base population) ประกอบด้วยปลาดุกอุยจากธรรมชาติ 6 ประชากรจากแหล่งน้ำทั่วประเทศที่ผ่านการผสมข้ามระหว่างประชากร จากนั้นทำการผสมพันธุ์แบบสุ่มต่อเนื่องมา 7 ชั่วอายุ และเพื่อป้องกันการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมที่อาจเกิดจากการผสมเลือดชิด หรือ genetic drift ในประชากรดังกล่าว ในการผสมพันธุ์แต่ละครั้งจะใช้พ่อแม่พันธุ์จำนวนไม่ต่ำกว่า 50 คู่ และใช้สัดส่วนพ่อแม่พันธุ์อัตราเพศผู้:เพศเมียเท่ากับ 1:1

โครงการคัดเลือกปลาดุกอุยโดยดูลักษณะตัวเองแบบสองทิศทาง เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2543 เพื่อผลิตประชากรโดยพิจารณาจากการเจริญเติบโตจำนวน 2 สาย (line) คือ สายที่คัดเลือกในทางบวก (high line) และสายที่คัดเลือกในทางลบ (low line) และนำประชากรทั้งสองกลุ่มแยกลงเลี้ยงในบ่อดินขนาด 2 งาน ของภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ และคัดเลือกประชากรทั้งสองกลุ่มในรุ่นต่อไปเมื่อปลามีอายุ 10 เดือน โปรแกรมการคัดเลือกแบบสองทิศทางแสดงไว้ในภาพที่ 1 ประชากรปลาปัจจุบัน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2546) เป็นประชากรที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้วจำนวน 3 รุ่น

2. โปรแกรมการคัดเลือก

2.1 การคัดเลือกในรุ่นที่ 4

เมื่อปลาที่เลี้ยงไว้ในบ่อดินมีอายุประมาณ 10 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างปลาจากประชากรรุ่นที่ 3 ทั้งหมดมาจำนวนสายละ 100 ตัว ชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งหมดในแต่ละสายโดยที่ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของประชากรกลุ่มคัดเลือกทางบวกและกลุ่มคัดเลือกทางลบมีค่าเท่ากับ 110.07 ± 34.74 กรัม และ 151.89 ± 31.19 กรัม ตามลำดับ จากนั้นจึงคัดเลือกประชากรปลาทั้งสองกลุ่มดังนี้

2.1.1 ประชากรปลากลุ่มที่คัดเลือกในทางบวก คัดปลาที่มีน้ำหนักมากที่สุดจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์จากประชากรทั้งหมดจำนวน 8,226 ตัว โดยให้สัดส่วนของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียเท่ากัน บันทึกความยาวและน้ำหนักตัว

2.1.2 ประชากรปลากลุ่มที่คัดเลือกในทางลบ คัดปลาที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์จากประชากรทั้งหมดจำนวน 949 ตัว โดยให้สัดส่วนของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียเท่ากัน บันทึกความยาวและน้ำหนักตัว

ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่ปลาทั้งสองประชากร พบว่า ปลายังไม่มีความพร้อมที่จะเพาะพันธุ์ นำประชากรปลาทั้งสองสายปล่อยแยกลงเลี้ยงในบ่อดินขนาด 2 งาน เป็นเวลา 2 เดือน

เมื่อปลามีความสมบูรณ์เพศ นำประชากรปลาทั้งสองสายที่คัดเลือกไว้มาเพาะพันธุ์จำนวนสายละ 50 คู่ ด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมนตามวิธีการของอุทัยรัตน์ (2544) โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ LH-RH analogue (ชื่อทางการค้าคือ suprefact) ในอัตรา 25 ไมโครกรัม / น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับสาร domperidone ในอัตรา 10 มิลลิกรัม / น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ฉีดให้แก่ปลาดุกอุยเพศเมียเพียงเข็มเดียว และไม่ต้องฉีดฮอร์โมนให้แก่ปลาเพศผู้ หลังจากฉีดฮอร์โมนเป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง ตรวจสอบว่ามีการตกไข่ของแม่ปลาหรือไม่ โดยกดที่ท้องเบา ๆ หากมีไข่หลุดออกมาโดยง่ายและมีน้ำไหลปนออกมาพอสมควร สามารถนำไปผสมเทียมได้

การผสมเทียมใช้วิธีแห้งแบบดัดแปลง โดยรีดไข่ลงในภาชนะแห้งสนิท จากนั้นนำอัณฑะของปลาเพศผู้ที่ได้จากการผ่าเปิดช่องท้องมาขยี้ในสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ เทลงผสมกับไข่โดยใช้อัตราส่วนของน้ำเชื้อจากพ่อปลา 1 ตัว ผสมกับไข่จากแม่ปลา 1 ตัว จากนั้นนำมาโรยบนอวนไนล่อนสีฟ้าที่ขึงไว้ในบ่อเพาะฟัก สายละ 10 บ่อ โดยโรยไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วจำนวน 5 คู่ผสมลงในบ่อเพาะฟัก 1 บ่อ ลูกปลาจะฟักออกเป็นตัวในเวลาประมาณ 24-30 ชั่วโมง

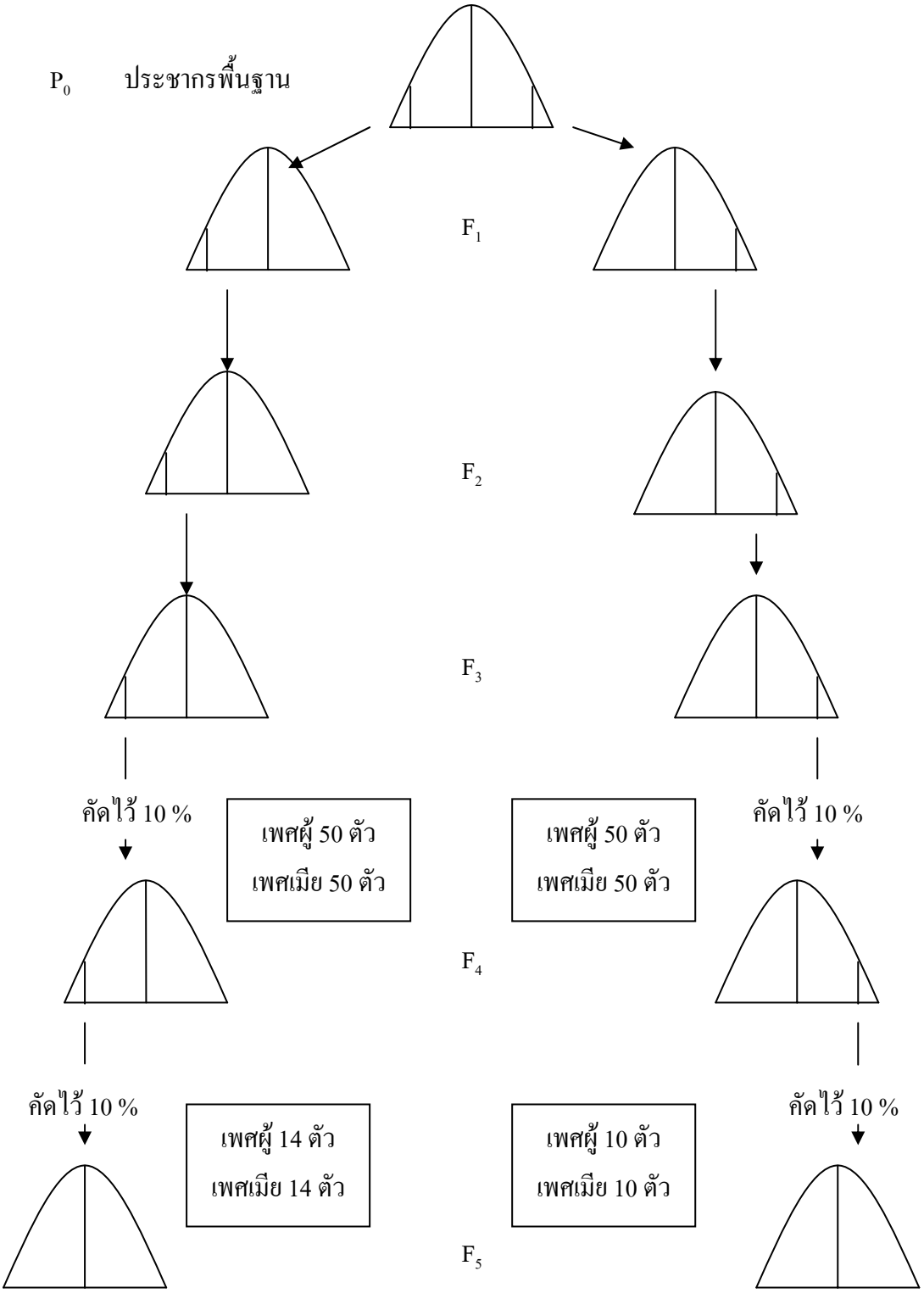
หลังจากลูกปลาฟักออกเป็นตัวแล้วประมาณ 3 วัน ให้ไรแดงเป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลาในช่วงสัปดาห์แรก โดยให้ไรแดงวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ในปริมาณที่มากเกินพอ หลังจากนั้นให้อาหาร ผงสำเร็จรูป โดยนำมาผสมกับน้ำ ปั้นเป็นก้อนให้ลูกปลากินวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ในปริมาณที่มากเกินพอ อนุบาลจนกระทั่งลูกปลามีอายุ 1 เดือน จึงสุ่มลูกปลาแต่ละกลุ่มมาจำนวนบ่อละ 2,000 ตัว ปล่อยแยกลงเลี้ยงในบ่อดินขนาด 2 งาน เป็นเวลา 10 เดือน

2.2 การคัดเลือกในรุ่นที่ 5

เมื่อประชากรปลาดุกอุยทั้งสองสายมีอายุ 10 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างปลาจากประชากรรุ่นที่ 4 ทั้งหมด มาจำนวนกลุ่มละ 100 ตัว ชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเพื่อหาค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งหมด ซึ่งค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของประชากรกลุ่มคัดเลือกทางบวกและกลุ่มคัดเลือกทางลบมีค่าเท่ากับ 149.65 ± 33.41 กรัม และ 124.53 ± 35.09 กรัม ตามลำดับ และคัดเลือกประชากรทั้งสองกลุ่มเช่นเดียวกับการคัดเลือกในรุ่นที่ 4 ดังนี้

2.2.1 ประชากรปลากลุ่มที่คัดเลือกในทางบวก คัดปลาที่มีน้ำหนักมากที่สุดจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์จากประชากรทั้งหมดจำนวน 187 ตัว โดยให้สัดส่วนของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียเท่ากัน บันทึกความยาวและน้ำหนักตัว

2.2.2 ประชากรปลากลุ่มที่คัดเลือกในทางลบ คัดปลาที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์จากประชากรทั้งหมดจำนวน 268 ตัว โดยให้สัดส่วนของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียเท่ากัน บันทึกความยาวและน้ำหนักตัว



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการคัดเลือกแบบสองทิศทาง

3. <u>การศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกในปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5</u>

3.1 การเตรียมปลาทดลอง

นำพ่อแม่ปลาที่คัดเลือกไว้ตามข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 มาเพาะพันธุ์ โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ในกลุ่มคัด เลือกทางบวก และกลุ่มคัดเลือกทางลบจำนวน 10 และ 14 คู่ ตามลำดับ ด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมนตามวิธีการของอุทัยรัตน์ (2544) โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ LH-RH analogue (ชื่อทางการค้าคือ suprefact) ในอัตรา 25 ไมโครกรัม / น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับสาร domperidone ในอัตรา 10 มิลลิกรัม / น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ฉีดให้แก่ปลาดุกอุยเพศเมียเพียงเข็มเดียว และไม่ต้องฉีดฮอร์โมนให้แก่ปลาเพศผู้ หลังจากฉีดฮอร์โมนเป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง ตรวจสอบว่ามีการตกไข่ของแม่ปลาหรือไม่ โดยกดที่ท้องเบา ๆ หากมีไข่หลุดออกมาโดยง่าย และมีน้ำไหลปนออกมา พอสมควรสามารถนำไปผสมเทียมได้

การผสมเทียมใช้วิธีแห้งแบบดัดแปลง โดยรีดไข่ลงในภาชนะแห้งสนิท จากนั้นนำอัณฑะของปลาเพศผู้ที่ได้จากการผ่าเปิดช่องท้องมาขยี้ในสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ เทลงผสมกับไข่ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำเชื้อจากพ่อปลา 1 ตัว ผสมกับไข่จากแม่ปลา 1 ตัว จากนั้นนำมาโรยบนอวนไนล่อนสีฟ้าที่ขึงไว้ในบ่อเพาะฟัก โดยแยกโรยไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อของแต่ละคู่ผสมลงในบ่อเพาะฟัก ลูกปลาจะฟักออกเป็นตัวในเวลาประมาณ 24-30 ชั่วโมง

หลังจากลูกปลาฟักออกเป็นตัวแล้วประมาณ 3 วัน ให้ไรแดงเป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลาในช่วงสัปดาห์แรก โดยให้ไรแดงวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ในปริมาณที่มากเกินพอ หลังจากนั้นให้อาหารผงสำเร็จรูป โดยนำมาผสมกับน้ำ ปั้นเป็นก้อนให้ลูกปลากินวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ในปริมาณที่มากเกินพอ อนุบาลลูกปลาดุกอุยในบ่อซีเมนต์จนกระทั่งลูกปลามีอายุ 4 สัปดาห์

3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบเนสเต็ด ดีไซน์ (Nested Design) เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างปลาที่คัดเลือกในทางบวกและปลาที่คัดเลือกในทางลบที่ระยะเวลาการเลี้ยง 4-24 สัปดาห์โดยแบ่งการทดลองออกเป็นออกเป็น 2 ระยะ การทดลองระยะแรก (สัปดาห์ที่ 4- สัปดาห์ที่ 8) อนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ โดยสุ่มลูกปลาแต่ละกลุ่มจากบ่อเพาะฟักทั้ง 10 บ่อ จำนวนบ่อละ

100 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวก่อนนำมาปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ขนาด 0.8 x 1.2 x 1.0 เมตร จำนวน 6 บ่อ (กลุ่มละ 3 บ่อ) ด้วยความหนาแน่น 120 ตัว/ตารางเมตร/บ่อ อนุบาลลูกปลาจนกระทั่งมีอายุ 8 สัปดาห์ จึงย้ายลงทดลองระยะที่สองต่อไป

การทดลองระยะที่สอง สุ่มลูกปลาจากแต่ละกลุ่มจำนวนกลุ่มละ 100 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเริ่มต้นก่อนนำไปเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 0.6 x 1.5 x 0.8 เมตร โดยปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงถังละ 100 ตัว จำนวนกลุ่มละ 3 ถัง เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์

3.3 การจัดการ

ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ให้ปลากินจนอิ่ม และเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนทุก ๆ 2 วัน

3.4 การเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาทุก ๆ เดือน โดยแต่ละครั้งจะสุ่มปลาจำนวนซ้ำละ 30 ตัว จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง และนับจำนวนปลาที่เหลือรอดทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 ค่าผลตอบสนองต่อการคัดเลือกแบบสองทิศทาง (Response) ของลักษณะน้ำหนักของปลาดุกอุยที่ระยะเวลาการเลี้ยงต่าง ๆ กัน ตามสูตรคำนวณของ Gall *et al.* (1993) ดังนี้

$$\text{Response (R)} = \frac{(\text{mean of high line} - \text{mean of low line})}{2} \qquad (1)$$

3.4.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$\text{SGR} = \frac{[\ln (w_t) - \ln (w_{t-1})] \times 100}{\text{ระยะเวลาแต่ละช่วงอายุการเลี้ยง (วัน)}} \qquad (2)$$

เมื่อ w_t = น้ำหนักสุดท้ายของแต่ละช่วงอายุการเลี้ยง

w_{t-1} = น้ำหนักเริ่มต้นของแต่ละช่วงอายุการเลี้ยง

3.4.3 ค่า Condition factor (K) เป็นค่าของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว และความยาวของปลา อยู่ในรูปของสมการ

$$K = 100 \times W/L^3 \text{ (Brown, 1957)} \quad (3)$$

เมื่อ K = Condition factor

W = น้ำหนักปลาที่อายุการเลี้ยงต่าง ๆ กัน

L = ความยาวปลาที่อายุการเลี้ยงต่าง ๆ กัน

3.4.4 ค่า Coefficient of Variations (CV) เป็นค่าที่ใช้วัดลักษณะความผันแปรของน้ำหนักตัวปลาคำนวณจากสูตร

$$CV = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวอย่าง} \times 100}{\text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่าง}} \quad (4)$$

3.4.5 อัตราการรอดตาย (survival rate) คำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นทำการทดลอง}} \quad (5)$$

4. <u>การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากและองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยที่คัดพันธุ์แบบสองทิศทาง</u>

สุ่มตัวอย่างปลาดุกอุยอายุ 24 สัปดาห์ มาจำนวนกลุ่มละ 50 ตัว ชั่งน้ำหนักปลาทุกตัว นำปลาตัวอย่างมาศึกษาค่าต่าง ๆ ดังนี้

4.1 เปอร์เซ็นต์ซาก

นำตัวอย่างปลากลุ่มละ 50 ตัว นำมาตัดหัว ดึงเครื่องใน และเลาะกระดูกสันหลังออก แล้วชั่งน้ำหนักเนื้อปลาทุกตัว นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากต่อน้ำหนักตัวปลาตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปลา x 100}}{\text{น้ำหนักตัว}} \qquad (6)$$

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแบบ proximate analysis เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยสุ่มตัวอย่างเนื้อปลาแต่ละกลุ่มที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีข้างต้น จำนวนสายละ 5 ตัว โดยแบ่งเนื้อปลาแต่ละตัวออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน สุ่มตัวอย่างบริเวณจุดศูนย์กลางในแต่ละส่วน จุดละ 10 กรัม นำตัวอย่างจากการสุ่มไปบดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุในถุงพลาสติก เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20^{0}ซ สุ่มตัวอย่างเนื้อปลาบดแต่ละสายจำนวน 3 ครั้ง นำมาวิเคราะห์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตคิดคำนวณจาก จำนวนเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางเคมีรวมทั้งหมด (100 %) ลบออกด้วยเปอร์เซ็นต์ความชื้น เถ้า และโปรตีนที่ได้จากผลการวิเคราะห์

5. <u>ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตโดยลักษณะน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทาง</u>

รวมรวมข้อมูลของน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยทั้งสองสายเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

6. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

6.1 นำข้อมูลการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของปลาดุกอุยที่อายุ 8 - 24 สัปดาห์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variancce) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 11.0

6.2 นำข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ค่า Condition factor ค่า Coefficient of Variations เปอร์เซ็นต์ซาก และองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent Sample t-test ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 11.0

6.3 นำข้อมูลน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางที่อายุ 24 สัปดาห์มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏดังกล่าว (phenotypic correlation) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 11.0

7. <u>สถานที่ทำการศึกษา</u>

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. <u>ระยะเวลาทำการวิจัย</u>

เริ่มทำการทดลองเดือนมีนาคม 2546 และสิ้นสุดการทดลองเดือนพฤษภาคม 2548

ผลการทดลอง

1. การตอบสนองต่อการคัดเลือก

1.1 ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกโดยน้ำหนักของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางในรุ่นที่ 5

ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกโดยน้ำหนักปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางในรุ่นที่ 5 ที่อายุ 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 0.15, 0.16, 1.48, 6.21, 10.04 และ 10.72 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

1.2 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5 ที่อายุ 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์แสดงไว้ในตารางที่ 1 และภาพที่ 2

การทดลองระยะแรก (สัปดาห์ที่ 4-สัปดาห์ที่ 8) พบว่า น้ำหนักของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันดังนี้ ที่อายุ 4 สัปดาห์พบว่า ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 ± 0.52 กรัม มากกว่าน้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 ± 0.43 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 8 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับเท่ากับ 3.02 ± 0.52 กรัม มากกว่าน้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเท่ากับ 2.71 ± 0.42 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การทดลองในระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 8-สัปดาห์ที่ 24) พบว่าปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักมากว่าปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดทุกช่วงอายุการทดลองดังนี้ ที่อายุ 12 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 20.11 ± 5.05 กรัม มากกว่าน้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.16 ± 4.60 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 16 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 39.87 ± 7.81 กรัม มากกว่าน้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.44 ± 6.81 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 20 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 73.98 ± 15.12 กรัม มากกว่าน้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.90 ± 25.03กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และที่อายุ 24 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 90.55 ± 27.12 กรัม มากกว่า

น้ำหนักของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.98 ± 11.82 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความแตกต่างระหว่างลักษณะรูปร่างของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางที่อายุ 24 สัปดาห์ แสดงไว้ในภาพที่ 4

1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลักษณะน้ำหนักตัวของปลาดุกอุยคัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5 ที่อายุ 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 1 และภาพที่ 3 ตามลำดับ

การทดลองระยะแรก (สัปดาห์ที่ 4-สัปดาห์ที่ 8) พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันคือ ที่ระยะเวลาการเลี้ยงดังกล่าวปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 ± 0.26 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ต่ำกว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.90 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การทดลองในระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 8-สัปดาห์ที่ 24) ปรากฏผลดังนี้คือ ที่ระยะเวลาการเลี้ยงในช่วงสัปดาห์ที่ 8-12 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกและปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.25 ± 0.34 และ 6.07 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาการเลี้ยงในช่วงสัปดาห์ที่ 12-16 พบว่า ปลาดุกอุยคัด เลือกทางบวกมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 2.31 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์/วัน สูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.59 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ระยะเวลาการเลี้ยงในช่วงสัปดาห์ที่ 16-20 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวก และปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.07 ± 0.31 และ 2.24 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และที่ระยะเวลาการเลี้ยงในช่วงสัปดาห์ที่ 20-24 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวก และปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 ± 0.27 เปอร์เซ็นต์/วัน และ 0.78 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.4 ค่า Condition factor (K) ของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5

ค่า Condition factor ของปลาดุกอุยคัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5 ที่อายุ 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 1

การทดลองระยะแรก (สัปดาห์ที่ 4-สัปดาห์ที่ 8) พบว่า ที่อายุ 4 สัปดาห์ ค่า Condition factor ของปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 ± 0.12 ต่ำกว่าค่า Condition factor ของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 ± 0.01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 8 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีค่า Condition factor เฉลี่ยเท่ากับ 1.14 ± 0.01 ต่ำกว่าค่า Condition factor ของปลาคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.23 ± 0.03 อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 12 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีค่า Condition factor เฉลี่ยเท่ากับ 1.12 ± 0.01 สูงกว่าค่า Condition factor ของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ± 0.04 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 16 สัปดาห์ ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีค่า Condition factor เฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.02 ต่ำกว่าค่า Condition factor ของปลาดุกอุยที่คัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 ± 0.03 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 20 สัปดาห์พบว่า ค่า Condition factor ของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกและคัดเลือกทางลบมีค่า Condition factor เฉลี่ยเท่ากับ 1.15 ± 0.05 และ 1.17 ± 0.06 ตามลำดับ และที่อายุ 24 สัปดาห์ ค่า Condition factor ของปลาดุกอุยที่คัดเลือกทางบวกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 ± 0.02 ต่ำกว่าค่า Condition factor ของปลาดุกอุยที่คัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 ± 0.04 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

1.5 Coefficient of Variations (CV) ของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5

ค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยคัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5 ที่อายุ 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 1

การทดลองระยะแรก (สัปดาห์ที่ 4-สัปดาห์ที่ 8) พบว่า ค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยปลาคัดเลือกทางลบเมื่อเริ่มทำการทดลอง (อายุ 4 สัปดาห์) มีค่าเท่ากับ 34.73 ± 6.46 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าค่า Coefficient of Variations ของปลาคัดเลือกทางบวกที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.33 ± 2.19 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 8 สัปดาห์ ค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาดุกอุย

คัดเลือกทางบวกและคัดเลือกทางลบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.91 ± 7.73 และ 17.22 ± 6.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุ 12 สัปดาห์ พบว่า ค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกและคัดเลือกทางลบมีค่า Coefficient of Variations เฉลี่ยเท่ากับ 25.19 ± 4.07 เปอร์เซ็นต์และ 18.04 ± 13.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุ 16 สัปดาห์ ค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.27 ± 4.51 สูงกว่าปลาคัดเลือกทางลบที่มีค่าเท่ากับ 7.74 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่า Coefficient of Variations ของน้ำหนักปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มที่อายุ 20 และ 24 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาคัดเลือกทางบวกและปลาคัดเลือกทางลบมีค่า Coefficient of Variations เฉลี่ยเท่ากับ 21.43 ± 4.82, 25.03 ± 6.94 และ 21.58 ± 4.15 และ 17.35 ± 1.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.6 อัตราการรอดตายของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางรุ่นที่ 5

อัตราการรอดตายของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะแรก (อายุ 8 สัปดาห์) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกและคัดเลือกทางลบมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 98.55 ± 0.50 และ 98.26 ± 0.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการรอดของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุ 24 สัปดาห์) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีอัตรารอดเท่ากับ 94.67 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ และปลาคัดเลือกทางลบมีอัตรารอดเท่ากับ 94.00 ± 2.83 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดตายของปลาดุกอุยทั้งสองกลุ่มแสดงไว้ในตารางที่ 2

2. <u>เปอร์เซ็นต์ซาก และองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทาง</u>

2.1 เปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ

เปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางที่อายุ 24 สัปดาห์แสดงไว้ในตารางที่ 3

ปลาดุกอุยคัดเลือกทางบวกมีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ยเท่ากับ 57.75 ± 4.96 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.01 ± 5.18 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2.2. องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ ที่อายุ 24 สัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 3

ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางในรุ่นที่ 5 ที่อายุ 24 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น เถ้า และไขมันของปลาดุกอุยที่คัดเลือกทางบวกและปลาดุกอุยคัดเลือกทางลบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณความชื้นของปลาทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.96 ± 0.72 เปอร์เซ็นต์ และ 19.31 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเถ้าของปลาทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.29 ± 0.31 เปอร์เซ็นต์ และ 1.36 ± 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณไขมันของปลาทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ± 0.77 เปอร์เซ็นต์ และ 3.88 ± 0.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนของปลาดุกอุยที่คัดเลือกทางบวกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.26 ± 6.94 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าปริมาณโปรตีนของปลาที่คัดเลือกทางลบที่มีค่าเท่ากับ 62.46 ± 8.35 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตของปลาที่คัด เลือกทางลบที่มีค่าเท่ากับ 12.98 ± 8.37 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของปลาที่คัดเลือกทางบวกที่มีค่าเท่ากับ 1.08 ± 6.81 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทาง</u>

3.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบ สองทิศทาง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกแบบสองทิศทางเป็นเวลา 5 ชั่วอายุ ที่อายุ 24 สัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 4

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกในทางบวกเท่ากับ 0.037 และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($P = 0.800$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากของปลาดุกอุยที่คัดเลือกในทางลบเท่ากับ 0.038 และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($P = 0.796$)