

## การปรับปรุงลักษณะการเจริญเติบโตปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์

### Growth Improvement of Red Tilapia Uttaradit Strain

ศรียรรยา สุขมโนมนต์<sup>1</sup> วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์<sup>1</sup> สุภัทรา อุไรวรรณ<sup>2</sup>

สุภาพร จันท์อินทร์<sup>1</sup> และ ทองอยู่ อุดเลิศ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์ ต. วังแดง อ. ตรอน จ. อุตรดิตถ์ 53140

<sup>2</sup>สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120

#### บทคัดย่อ

การคัดเลือกพันธุ์ปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ด้วยวิธีการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (within-family selection) จำนวน 20 ครอบครัว เมื่อคัดเลือกไปได้ 2 รุ่น พบว่า ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมีความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรกลุ่มควบคุม 5.60 และ 14.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประเมิน ค่าตอบสนองของการคัดเลือกทั้งหมดโดยความยาวและน้ำหนักได้ 1.31 เซนติเมตร และ 38.52 กรัม ตามลำดับ และมีความแตกต่างของการคัดเลือกทั้งหมดโดยความยาวและน้ำหนัก มีค่า 5.89 เซนติเมตร และ 192.40 กรัม ตามลำดับ โดยในประชากรพื้นฐานก่อนการคัดเลือกอัตราพันธุกรรมของความยาวและน้ำหนัก มีค่า  $0.369 \pm 0.064$  และ  $0.352 \pm 0.021$  ตามลำดับ ส่วนอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้จากค่าตอบสนองของการคัดเลือกของความยาวและน้ำหนักในรุ่นที่ 2 มีค่า 0.136 และ 0.121 ตามลำดับ สรุปได้ว่าการคัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัวสามารถนำมาใช้คัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ได้

**คำสำคัญ:** ปลานิลแดง, การคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว, อัตราพันธุกรรม

#### Abstract

Two generations of within-family selection were conducted to improve growth rate of red tilapia Uttaradit strain. There were 20 families and it consisted of one population selected for large size and one control population. The results showed that fish in the selected population grew 5.60 and 14.68% better than those of the control population by length and weight, respectively. The total of response to selection was 1.31 cm and 38.52 g by length and weight, respectively. The total of selection differential was 5.89 cm and 192.40 g by length and weight, respectively. Heritability of base population was estimated at  $0.369 \pm 0.064$  and  $0.352 \pm 0.021$  for length and weight, respectively. After two generations, the realized heritability was estimated at 0.136 and 0.121 for length and weight, respectively. These results indicated that within-family selection is an appropriate procedure for improving red tilapia Uttaradit strain growth rate.

**Key words:** Red tilapia, within-family selection, growth rate, heritability

## คำนำ

ปลานิลแดงเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย มีการเพาะเลี้ยงอย่างแพร่หลายทั่วประเทศ และกำลังพัฒนาไปสู่การส่งออกไปยังต่างประเทศ ปลานิลแดงที่เพาะเลี้ยงในประเทศไทยมีความหลากหลายของสายพันธุ์ ซึ่งองค์กรต่างๆ ได้มีการพัฒนาพันธุ์ขึ้นเพื่อให้ได้พันธุ์ปลานิลแดงที่มีความเหมาะสมต่อสภาพการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ มีทั้งการปรับปรุง ปลานิลแดงสายพันธุ์ไทย (Komanpririn and Leesanga, 2008) การนำเข้าพันธุ์ปลานิลแดงจากต่างประเทศเพื่อมาทดสอบการเลี้ยงและคัดเลือกโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (Phaukgeen *et al.*, 2005) ซึ่งแต่ละองค์กรล้วนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ปลานิลแดงที่มีการเจริญเติบโตที่ดี มีสัดส่วนรูปร่างที่เหมาะสม มีสีสันที่สดใสและไม่มีจุดกระต่างดำบริเวณลำตัว ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดในปัจจุบัน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์ ได้เริ่มดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลแดงในปี 2546 โดยมีการทดสอบพันธุ์จากแหล่งต่างๆ ในสภาพการเลี้ยงในกระชัง เช่น สายพันธุ์พื้นเมืองอุตรดิตถ์ สายพันธุ์กำแพงเพชร สายพันธุ์บุรีรัมย์ สายพันธุ์จากฟาร์มเอกชนจังหวัดพิษณุโลก (Phaukgeen *et al.*, 2005; Rattanatriwong *et al.*, 2007) และได้คัดเลือกพันธุ์ปลานิลแดงสายพันธุ์จากฟาร์มเอกชนในจังหวัดพิษณุโลกซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีการเจริญเติบโตดี รูปร่างลักษณะดี สีสันสดใสและมีจุดกระต่างดำน้อย ซึ่งตรงตามความต้องการของตลาดมาเป็นประชากรพื้นฐาน (base population) และตั้งชื่อว่า “ปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์” และได้เริ่มกระบวนการปรับปรุงการเจริญเติบโตให้ดีขึ้นด้วยวิธีการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (within-family selection) เพื่อให้ได้พ่อแม่พันธุ์ปลานิลแดงสายพันธุ์ดีที่มีลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ มีอัตราการเจริญเติบโตสูง เป็นที่ยอมรับของตลาด เป็นอีกทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร โดยความสำเร็จของการคัดเลือกสามารถประเมินได้จากการเพิ่มขึ้นทางพันธุกรรม (genetic gain) ของลักษณะที่ทำการคัดเลือกหรือค่าตอบสนองของการคัดเลือก ซึ่งคำนวณจากน้ำหนักและความยาว และอัตราพันธุกรรม (heritability,  $h^2$ ) ของความยาวและน้ำหนักในประชากรที่ผ่านการคัดเลือก

## อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (within-family selection) ได้ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์ ตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2554 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

### 1. วิธีการเพาะพันธุ์และการคัดเลือก

ปลานิลแดงที่ใช้เป็นประชากรพื้นฐาน (base population) คือปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตดี มีสีสันและรูปร่างดี จำนวน 100 ตัว การทดลองเริ่มต้นในเดือนตุลาคม 2551 มีวิธีการเพาะและคัดเลือกดังต่อไปนี้

1.1 เริ่มการทดลองโดยการสุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลานิลแดงจำนวน 20 คู่ จากประชากรพื้นฐานเพื่อสร้างประชากรรุ่นพ่อแม่พันธุ์ (parental generation,  $P_0$ )

1.2 นำปลานิลแดง 20 คู่ นี้มาเพาะในกระชังขนาด 2x5x1.2 เมตร คู่ละ 1 กระชัง รวมทั้งสิ้น 20 กระชัง ซึ่งกระชังเหล่านี้ได้แขวนอยู่ในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร

1.3 ทำการแยกพ่อแม่ออกจากกระชังเมื่อสังเกตเห็นลูกปลา และเลี้ยงลูกปลาต่อไปจนอายุได้ 6 สัปดาห์ แล้วทำการปรับความหนาแน่น (stocking density) ให้เท่ากันทุกกระชัง โดยสุ่มลูกปลาแต่ละกระชังให้เหลือลูกปลาจำนวน 100 ตัว ต่อกระชัง ก่อนที่จะเลี้ยงเพื่อการคัดพันธุ์ต่อไป

1.4 เลี้ยงลูกปลาที่ความหนาแน่นเท่าๆ กัน ใน 20 กระชังนี้ต่อไปจนถึงอายุได้ 24 สัปดาห์ ซึ่งระหว่างเลี้ยงใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักปลาแต่ละกระชัง ทำการชั่งวัด ทุก 4 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณอาหาร

1.5 ทำการชั่งวัดขนาดน้ำหนักและความยาวเมื่อปลาอายุได้ 24 สัปดาห์ แล้วสร้างปลา 2 ประชากร คือ 1) ประชากรกลุ่มควบคุม (control population) และ 2) ประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) โดยเริ่มจากสุ่มปลาจากแต่ละครอบครัว เพศละ 1 ตัว ต่อครอบครัว ซึ่งจะเป็นจำนวนทั้งสิ้น เพศผู้ 20 ตัว และเพศเมีย 20 ตัว สำหรับประชากรกลุ่มควบคุม (control population) จากนั้นทำการคัดเลือกปลาที่ดีที่สุด ในแต่ละครอบครัว จำนวนเพศละ 10 ตัว ต่อครอบครัว (เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว) เป็นจำนวนปลาที่คัดเลือกทั้งสิ้น เพศผู้ 200 ตัว และเพศเมีย 200 ตัว สำหรับประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population)

1.6 นำปลาที่คัดเลือกแล้ว (เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว) ของแต่ละครอบครัว (20 ครอบครัว) ไปเลี้ยงในกระชังขนาด 2x5x1.2 เมตร ที่แขวนลอยในบ่อดินขนาด 2,400 ตารางเมตร เพื่อเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ ครอบครัวละกระชัง (รวมทั้งสิ้น 20 กระชัง)

1.7 นำปลาประชากรกลุ่มควบคุม จำนวน 40 ตัว ไปเลี้ยงในกระชังขนาด 2x5x1.2 เมตร ซึ่งแขวนลอยในบ่อดินเดียวกันกับข้อ 1.6 จำนวน 2 กระชัง กระชังละ 20 ตัว (เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว) โดยปลาทั้ง 20 ตัว ในแต่ละกระชังจะมาจากคนละครอบครัว เพื่อป้องกันการเกิดการผสมเลือดชิด (inbreeding)

1.8 ปลาที่เลี้ยงในกระชังให้อาหารชนิดเดียวกันและอัตราเดียวกันกับข้อ 1.4 วันละ 2 ครั้ง โดยทำการชั่งวัดอัตราการเจริญเติบโตทุกๆ 4 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณอาหาร เลี้ยงปลาทั้งสองกลุ่มประชากรในกระชังจนอายุได้ 30 สัปดาห์ จึงทำการเพาะพันธุ์

1.9 นำปลาประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) ครอบครัวละ 1 คู่ มาเพาะในกระชังเพาะพันธุ์โดยเลือกปลาที่ดีที่สุดในแต่ละครอบครัวจากปลาที่เลือกแล้ว เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว เพื่อหลีกเลี่ยงการผสมกันระหว่างพี่น้องและลดอัตราการผสมเลือดชิดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการเพาะปลาประชากรกลุ่มคัดเลือกนี้ได้ทำการผสมสลับกันระหว่างครอบครัว คือ ในรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) เพศเมียของครอบครัว A จะผสมกับเพศผู้ของครอบครัว B และในครอบครัว B ถึง T จะเรียงการผสมตามลำดับอักษรดังแผนผังใน ภาพที่ 1 และในรุ่นที่ 2 ( $F_2$ ) เพศเมียของครอบครัว A ผสมกับเพศผู้ของครอบครัว C และเรียงลำดับการผสมต่อไปจนครบทั้ง 20 ครอบครัว การเพาะพันธุ์นี้เพาะคู่ละ 1 กระชัง ทั้งหมด 20 คู่ ในกระชังขนาด 2x5x1.2 เมตร ดังข้อ 1.2

1.10 ขณะที่ทำการเพาะปลาประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) ปลาในประชากรกลุ่มควบคุม (control population) จะถูกสุ่มนำมาเพาะแบบหมู่ (mass spawn) ในกระชังขนาดเดียวกันกับข้อ 1.9 จำนวน 2 กระชัง กระชังละ 20 คู่

1.11 ทำการแยกพ่อแม่ออกจากกระชังเมื่อสังเกตเห็นลูกปลาแล้วดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1.3 ถึง 1.10

1.12 การเพาะพันธุ์ปลาในประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) ในรุ่นที่ 2 ( $F_2$ ) ทำการเพาะผสมปลาแต่ละครอบครัวตามภาพที่ 1

1.13 ขณะที่ทำการคัดปลาที่ดีที่สุดในแต่ละครอบครัวในประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) ในประชากรกลุ่มควบคุม (control population) รุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) และรุ่นที่ 2 ( $F_2$ ) นั้น ปลาจากทั้งสองกระชังจะถูกสุ่ม กระชังละ 20 ตัว (เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว) เพื่อนำไปเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ในกระชังเช่นเดียวกับปลาประชากรกลุ่มคัดเลือก

## 2. ข้อมูลการวิเคราะห์

### 2.1 การประเมินค่าทางพันธุกรรม

นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ที่อายุ 24 สัปดาห์ ของประชากรรุ่นพ่อแม่, รุ่นที่ 1 และ 2 มาคำนวณค่าทางพันธุกรรมต่อไปนี้

#### 2.1.1 ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (Response to selection, R)

ค่าตอบสนองของการคัดเลือก คือ ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในประชากรรุ่นคัดเลือกกับประชากรรุ่นพ่อแม่ (Falconer, 1989) ซึ่งในการทดลองนี้ได้นำประชากรสายควบคุมมาปรับความ คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไปแต่ละรุ่นตามวิธีการของ Hill (1972) โดยการนำค่าเฉลี่ยของประชากรสายควบคุมที่อายุเท่ากันและเลี้ยงรุ่นเดียวกันมาลบออกจากค่าเฉลี่ยของประชากรสายคัดเลือก สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ

$$R_i = (\bar{X}_i - \bar{C}_i) - (\bar{X}_{i-1} - \bar{C}_{i-1})$$

เมื่อ  $R_i$  คือ ค่าตอบสนองของการคัดเลือกในประชากรรุ่นที่  $i$   
 $\bar{X}_i$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i$  ในกลุ่มคัดเลือก  
 $\bar{C}_i$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i$  ในกลุ่มควบคุม  
 $\bar{X}_{i-1}$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i-1$  ในกลุ่มคัดเลือก  
 $\bar{C}_{i-1}$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i-1$  ในกลุ่มควบคุม

#### 2.1.2 ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (Selection differential, S)

ค่าความแตกต่างของการคัดเลือกของแต่ละครอบครัวคำนวณได้จากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปลาที่คัดเลือกจากค่าเฉลี่ยของประชากรในครอบครัว จากนั้นนำค่าความแตกต่างของการคัดเลือกของทั้ง 20 ครอบครัว มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณอัตราพันธุกรรมดังข้อ 2.1.3 ต่อไป

### 2.1.3 ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability, $h^2$ )

ในการทดลองนี้ได้ประเมินอัตราพันธุกรรมจากสองวิธีการ คือ

(1) ประเมินจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัว (full-sib analysis) โดยการประเมินค่า intraclass correlation ( $t$ ) คำนวณได้จากประชากรรุ่นพ่อแม่ ( $P_0$ ) โดยประเมินจากสัดส่วนของวาเรียนซ์ระหว่างครอบครัวกับผลรวมของวาเรียนซ์ระหว่างครอบครัวและภายในครอบครัว (Falconer, 1989) โดยการวิเคราะห์ one-way analysis of variance และจากสมการ  $h^2 = 2t$

(2) ประเมินจากการตอบสนองของการคัดเลือก (Realized heritability) ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัวคำนวณได้จากสมการ

$$h^2 = h_w^2 / (1-r) / (1-t) \quad (\text{Falconer, 1989})$$

เมื่อ  $h_w^2$  คือ อัตราพันธุกรรมจากการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัวประเมินจากสัดส่วนระหว่างค่าตอบสนองการคัดเลือกทั้งหมดกับความแตกต่างของการคัดเลือกทั้งหมดในการคัดเลือก 2 รุ่น (Hill, 1972)

$h^2$  คือ อัตราพันธุกรรมของประชากรทั้งหมด

$r$  คือ ค่าความสัมพันธ์ของการผสมพันธุ์ ซึ่งในกรณีนี้ครอบครัวเป็นฟูล-สิบ (full-sib) มีค่าเท่ากับ 0.5

$t$  คือ ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะที่ปรากฏภายในครอบครัว (intraclass correlation)

### 2.2 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของปลาประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) และกลุ่มควบคุม (control population) วัดได้จากน้ำหนักและความยาวของปลาที่อายุ 24 สัปดาห์ ซึ่งจะนำเอาข้อมูลนี้มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติตามโมเดลแบบ one-way nested analysis of variance (Sokal and Rohlf, 1981) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SYSTAT (Wilkinson *et al.*, 1992) เมื่อกำหนดให้กลุ่มประชากรและกระชังเป็นอิทธิพลหลักในสมการต่อไปนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_j + \beta_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

เมื่อ  $Y_{ijkl}$  คือ ค่าสังเกตของลักษณะการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักหรือความยาวของปลาที่อายุ 24 สัปดาห์ ของปลาตัวที่  $l$  ในกระชังที่  $k$  ประชากรที่  $j$  รุ่นที่  $i$

$\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

$\alpha_j$  คือ อิทธิพลของประชากรที่  $j$

$\beta_{jk}$  คือ อิทธิพลของกระชังที่  $k$  ภายในประชากรที่  $j$

$\epsilon_{ijkl}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

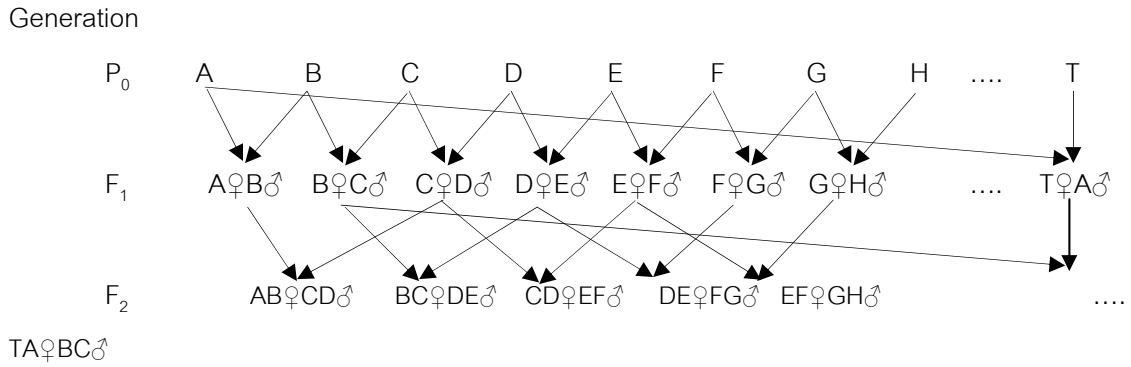


Figure 1 Rotational mating for 2 generations of within-family selection in red tilapia Uttaradit strain

### ผลการศึกษา

ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (R) และค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (S) จากรุ่นพ่อแม่ (P<sub>0</sub>) และประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรุ่นที่ 1 และ 2 แสดงในตารางที่ 1 โดยมีค่าตอบสนองของการคัดเลือกทั้งหมด เมื่อคัดเลือกไปจนถึงรุ่นที่ 2 เท่ากับ 1.31 เซนติเมตร โดยความยาว และ 38.52 กรัม โดยน้ำหนัก และมีความแตกต่างของการคัดเลือกทั้งหมดใน 2 รุ่น ของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนัก มีค่า 5.89 เซนติเมตร และ 192.40 กรัม ตามลำดับ

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเมื่อดำเนินการคัดเลือกไปได้ 1 รุ่น ประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) มีค่าเฉลี่ยความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรกลุ่มควบคุม (control population) เท่ากับ 3.88 และ 13.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) และในรุ่นที่ 2 ประชากรกลุ่มคัดเลือก (selected population) มีค่าเฉลี่ยความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรกลุ่มควบคุม (control population) เท่ากับ 5.60 และ 14.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เช่นกัน และภาพที่ 2 และ 3 แสดงผลตอบสนองของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนักของปลาชนิดแดงใน 2 รุ่น เมื่อเปรียบเทียบกับประชากรกลุ่มควบคุม (control population)

อัตราพันธุกรรมที่คำนวณจากประชากรรุ่นพ่อแม่โดยการประเมินค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏภายในครอบครัว ( $h^2 = 2t$ ) มีค่า  $0.369 \pm 0.064$  และ  $0.352 \pm 0.021$  โดยความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ และอัตราพันธุกรรมที่คำนวณจากการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (realized heritability) ในการคัดเลือก 2 รุ่น ของลักษณะความยาวมีค่า 0.222 และของลักษณะน้ำหนักมีค่า 0.200 และคำนวณเป็นค่าอัตราพันธุกรรมของประชากรทั้งหมดตามสมการของ Falconer (1989) มีค่าเท่ากับ 0.136 และ 0.121 โดยความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**Table 1** Average total length and weight of red tilapia at 24 weeks of age, selection differential (S), and response to selection (R) in each generation of selected and control population. Values in parentheses denote SD.

Generation	Control population		Selected population		R selected - control		S	
	Mean length (cm)	Mean Weight (g)	Mean length (cm)	Mean Weight (g)	Mean length (cm)	Mean Weight (g)	Mean length (cm)	Mean Weight (g)
	P <sub>0</sub>	22.14 (±1.44)	234.28 (±42.09)	22.14 (±1.44)	234.28 (±42.09)	-	-	2.83 (±0.50)
F <sub>1</sub>	22.61 <sup>a</sup> (±1.24)	245.45 <sup>a</sup> (±31.14)	23.49 <sup>b</sup> (±1.47)	279.08 <sup>b</sup> (±49.87)	0.88	33.63	3.06 (±0.60)	104.66 (±18.73)
F <sub>2</sub>	23.20 <sup>a</sup> (±0.76)	262.30 <sup>a</sup> (±29.50)	24.51 <sup>b</sup> (±0.63)	300.82 <sup>b</sup> (±24.36)	1.31	38.52	-	-

Remark: average values of length and weight in the same row in each generation with different superscripts are significantly different between control and selected population ( $P < 0.05$ )

**Table 2** Estimate heritability from full-sib analysis (1) and realized heritability (2) of average total length and weight of red tilapia at 24 weeks of age after two generations of within family selection

Trait	Heritability (1) $h^2 = 2t$	Heritability (2) $h^2 = h_w^2 / (1-r)/(1-t)$
Average total length (cm)	0.369 ± 0.064	0.136
Average total weight (g)	0.352 ± 0.021	0.121

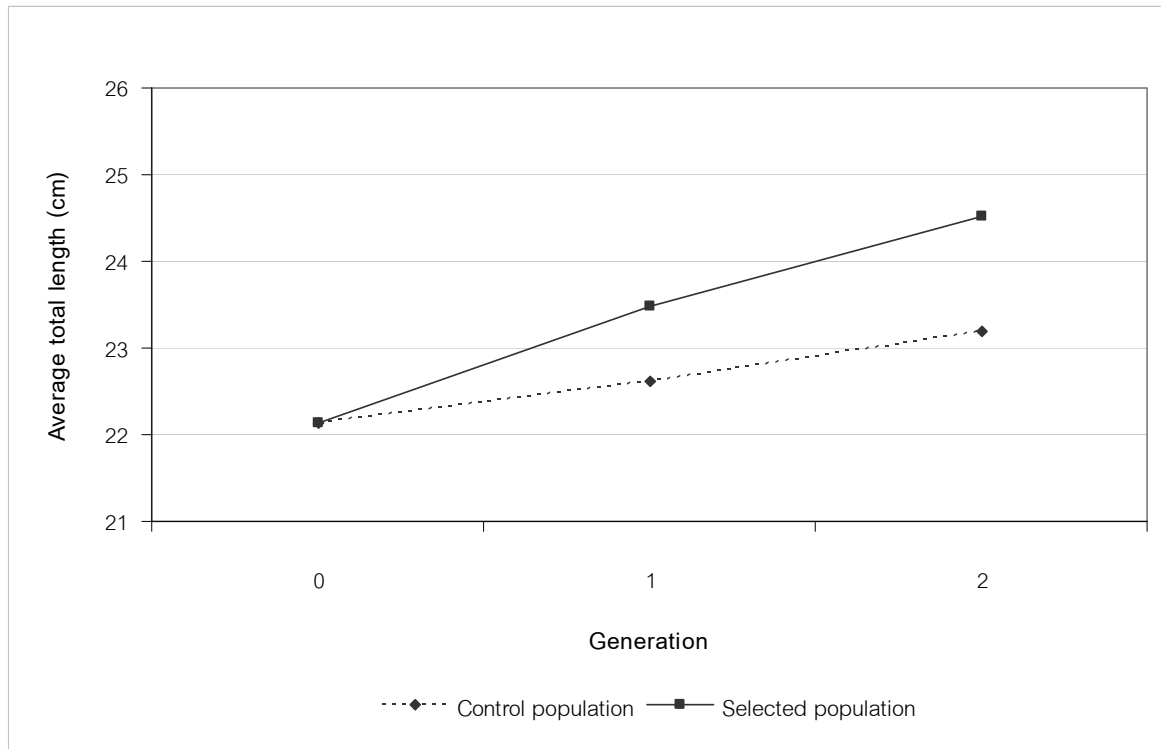


Figure 2 Response to selection of average total length of red tilapia at 24 weeks of age

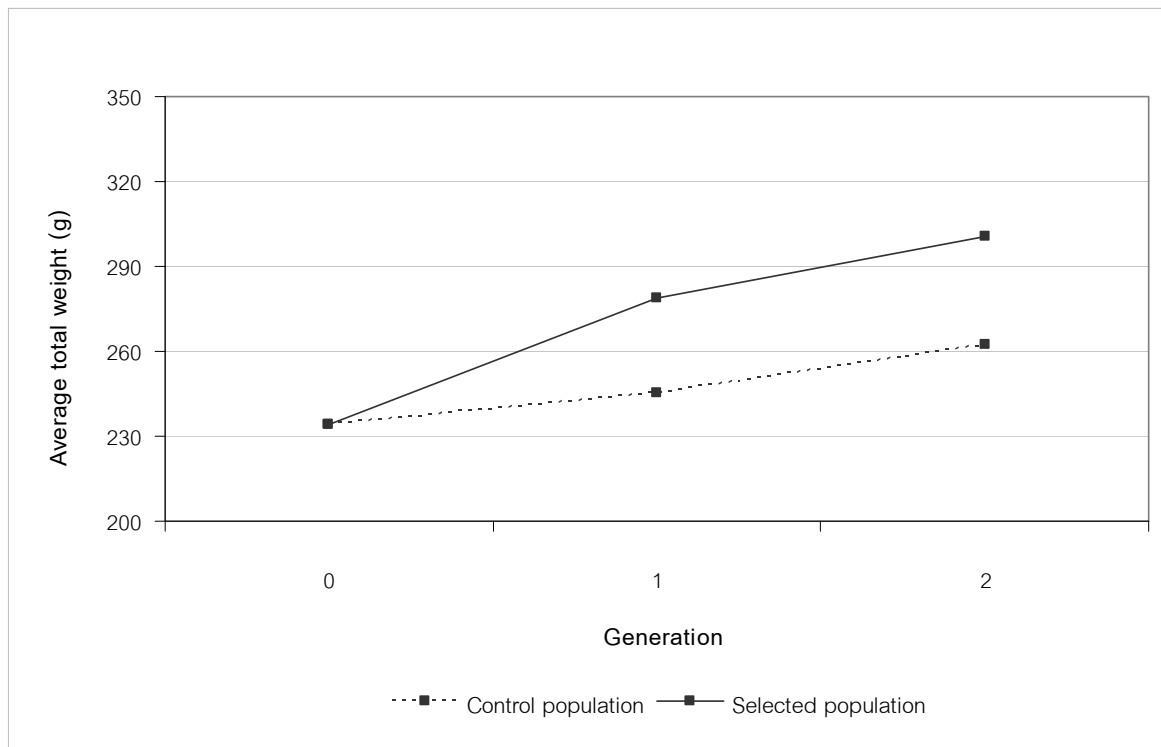


Figure 3 Response to selection of average total weight of red tilapia at 24 weeks of age



## สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ ด้วยวิธีการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัว (within-family selection) โดยพบว่าภายหลังจากการคัดเลือก 2 รุ่น ค่าเฉลี่ยของความยาวและน้ำหนักของประชากรกลุ่มคัดเลือกมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมในรุ่นเดียวกัน และการเจริญเติบโตของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ในประชากรกลุ่มคัดเลือกในรุ่นถัดไปมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในทุกรุ่น โดยในรุ่นที่ 2 ประชากรกลุ่มคัดเลือกมีค่าเฉลี่ยความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรกลุ่มควบคุม เท่ากับ 5.60 และ 14.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการตอบสนองต่อการคัดเลือกในด้านน้ำหนักของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Abella *et al.* (1989) ซึ่งคัดพันธุ์ปลานิลโดยวิธีการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัว พบว่าหลังจากคัดเลือกไปได้ 2 รุ่น ปลานิลในประชากรกลุ่มคัดเลือกมีน้ำหนักมากกว่าประชากรกลุ่มควบคุม 3 - 13 เปอร์เซ็นต์ และการศึกษาของ Bolivar and Newkirk (2002) ที่คัดพันธุ์ปลานิลด้วยวิธีการคัดเลือกโดย คุณลักษณะภายในครอบครัว มีจำนวนฟูล-สืบ 19 ครอบครัว ที่ปลาอายุ 16 สัปดาห์ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อรุ่นประมาณ 12.4 เปอร์เซ็นต์ ในการดำเนินการคัดเลือกจำนวน 12 รุ่น อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ที่เพิ่มขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าน้อยกว่าการศึกษาของ Uraiwan and Meewan (1992) ที่ดำเนินการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัวปลานิลจำนวน 16 ครอบครัว ใน 3 รุ่น พบว่า ปลานิลที่คัดพันธุ์มีขนาดโตกว่าปลาในประชากรควบคุมถึง 21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าตอบสนองต่อการคัดเลือกที่แตกต่างกันในการศึกษาข้างต้นนี้ อาจมีสาเหตุมาจากขนาดของประชากร การขาดช่วงทางพันธุกรรม (genetic drift) ความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่าง (sampling error) และผลจากสภาพแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1996) นอกจากนี้การประเมินค่าตอบสนองต่อการคัดเลือกโดยวิธีเปรียบเทียบกับประชากรกลุ่มควบคุม (control population) ค่าตอบสนองต่อการคัดเลือกที่ได้จะขึ้นกับจำนวนพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้สร้างประชากรกลุ่มควบคุมด้วยเช่นกัน (Rye and Gjedrem, 2005)

อัตราพันธุกรรมจากการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัวของปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ ในลักษณะของน้ำหนักในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.121 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Uraiwan and Meewan (1992) ที่อัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักที่ปรับแล้ว มีค่า 0.136 และการศึกษาของ Bolivar and Newkirk (2002) ที่มีอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักหลังจากการคัดพันธุ์จำนวน 12 รุ่น เท่ากับ 0.140

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ได้ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (response to selection) ค่อนข้างดีและสอดคล้องกับผลการศึกษาที่มีมาก่อน แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัวเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Uraiwan and Doyle (1986) ได้ประเมินค่าตอบสนองของการคัดเลือกในการคัดพันธุ์ทั้ง 3 วิธี พบว่า การคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัว (within-family selection) ได้ค่าตอบสนองต่อการคัดเลือกสูงสุดในการเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทย เมื่อเทียบกับการคัดเลือกโดยคุณลักษณะตัวเอง (individual selection) และการคัดเลือกโดยคุณลักษณะครอบครัว (family selection) นอกจากนี้การคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัวยังสามารถปรับให้เข้ากับการออกลูกไม่พร้อมกันของปลานิลได้ดีกว่าการคัดเลือกแบบอื่น และการผสมกันระหว่างพี่น้องหรือการผสมเลือดชิด (inbreeding) ก็ สามารถควบคุมได้โดยการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัว

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการภายใต้งบประมาณปกติของกรมประมงในส่วนกิจกรรมพัฒนาการเพาะเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์ รหัสทะเบียนวิจัยที่ 51-0602-51023

## เอกสารอ้างอิง

- Abella, T.A., Palada, M.S. and Newkirk, G.F. 1989. With-in family selection for growth rate with rotational mating in *Oreochromis niloticus*. pp. 515-522, In R. Hirano and I. Hanyn. eds. The Second Asian Fisheries Forum, Proceedings of Second Asian Fisheries Forum. The Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Bolivar, R.B. and Newkirk, G.F. Response to within family selection for body weight in Nile tilapia (*Oreochormis niloticus*) using a single-trait animal model. *Aquaculture* 204(2002): 371-381.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. 3<sup>rd</sup>ed. Longman Scientific and Technical, Co publish in the United States with John and Son, Inc., New York. 438 p.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4<sup>th</sup> ed. Longman Group Limited, Harlow, Essex, U.K. 464 p.
- Hill, W.G. Estimation of realized heritability from selection experiments. II Selection in one direction. *Biometrics* 28(1972): 767-780.
- Komanpririn, K. and Leesanga, S. 2008. Genetic Improvement of Thai Red Tilapia by Mass Selection. Technical Paper No.8/2008. Chumphon Fisheries Test and Research Center, Aquatic Animal Genetics Research and Development Institute, Department of Fisheries. 27 p. [in Thai]
- Phaukgeen, S., Suwittayaporn, I. and Uttlers, T. 2005. Aquaculture Traits Performance Comparison Study among Four Strains of All Male Red Tilapia Cultured in Cage. Technical Paper No. 7/2005. Uttaradit Fisheries Test and Research Center, Aquatic Animal Genetic Research and Development Institute, Department of Fisheries. 14 p. [in Thai]
- Rattanatriwong, W., Kaewchana, S., Utlert, T, and Buaneam, P. 2007. Comparison on growth and morphology among 3 groups of all male red tilapia culture cage at Sirikit dam reservoir Uttaradit province. The Annual Conference on Fisheries 2007. Department of Fisheries and Southeast Asian Fisheries Development Center, Bangkok, July 3-5, 2007. 283-292. [in Thai]
- Rye, M. and Gjedrem, T. 2005. Measuring genetic change. In: Gjedrem, T. (ed.), Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Springer, The Natherlands, pp. 243 - 250.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 1981. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2<sup>nd</sup> ed. W.H. Freeman and Company, New York. 859 p.

- Uraiwan, S. and Doyle, R.W. Replicate variance and the choice of selection procedures for tilapia (*Oreochromis niloticus*) stock improvement in Thailand. *Aquaculture* 57(1986): 93-98.
- Uraiwan, S. and Meewan, M. 1992. Within-Family Selection for Increasing Growth Rate of *Oreochromis niloticus* (Linn.). Technical Paper No.4. National Aquaculture Genetics Research Institute, Department of Fisheries. 17 p. [in Thai]
- Wilkinson, L., Hill, M. Welna, J.P. and Birkenbeuel, G.K.1992. SYSTAT for Windows Statistics, Version 5 Edition. Evanston, IL: SYSTAT, Inc. 751 p.