

# การคัดเลือกพันธุ์ปลาช่อนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต

## Genetic Selection on Growth of Snakehead , *Channa striatus*

ประชุม ดวนใหญ่<sup>1\*</sup> สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์<sup>1</sup> พนม กระจ่างพจน์ สอดสุข<sup>2</sup> และวรพจน์ ทัพยกุลานนท์<sup>1</sup>  
Prachum Duanyai<sup>1\*</sup>, Somsak Rungtongbaisuree<sup>1</sup>, Panom K. Sodsuk<sup>2</sup> and Woraphot Thipphayakulanon<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การคัดเลือกพันธุ์ปลาช่อนเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ได้ดำเนินการระหว่างเดือน ตุลาคม 2554 ถึงเดือน กันยายน 2558 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำบุรีรัมย์ ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบคุณลักษณะภายในครอบครัว (Within-family selection) โดยใช้พันธุ์ปลาช่อนจากแหล่งเพาะเลี้ยงจังหวัดบุรีรัมย์มาเป็นประชากรรุ่นพ่อแม่ ทำการเพาะพันธุ์แยกเป็น 2 สาย ได้แก่ สายที่คัดเลือกปลาช่อนขนาดโตที่สุดของแต่ละครอบครัวมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ เรียกว่า “สายคัดพันธุ์” และสายที่สุ่มปลาจากทุกครอบครัวมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ เรียกว่า “สายควบคุม” จำนวนครอบครัวที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 16 ครอบครัว และทำการเพาะพันธุ์แบบสลับครอบครัวในรุ่นต่อไป เพื่อหลีกเลี่ยงการผสมเลือดชิด เมื่อผ่านการคัดเลือกได้ 2 รุ่น พบว่าในประชากรพื้นฐานก่อนการคัดเลือกมีอัตราพันธุกรรมด้านความยาวและน้ำหนักมีค่า  $0.277 \pm 0.067$  และ  $0.216 \pm 0.004$  ตามลำดับ ส่วนอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้จากค่าตอบสนองของการคัดเลือกด้านความยาวและน้ำหนักในรุ่นที่ 2 มีค่า 0.388 และ 0.228 ตามลำดับ โดยประชากรที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมีความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรสายควบคุม 11.10 และ 20.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สรุปได้ว่าการคัดเลือกด้วยวิธีการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายในครอบครัวสามารถใช้คัดเลือกเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลาช่อนได้ โดยมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในปลาช่อนที่ผ่านการคัดเลือกทั้งสองรุ่น

**คำสำคัญ :** ปลาช่อน การคัดเลือกแบบภายในครอบครัว อัตราพันธุกรรม

### Abstract

Genetic improvement of Snakehead had been carried out at Buriram Aquaculture Genetics Research and Development Center, during October 2011 to September 2015. Within-family selection procedure was applied to improve growth rate of Snakehead. The experiment consisted of two breeding lines: “selected line” which were bred selectively for higher growth, and “control line” which were randomly bred. There were 16 families and the family rotation crossing technique was used to minimize inbreeding depression caused by sib mating. Before two generations, the results showed that heritability of base population was estimated at  $0.277 \pm 0.067$  and  $0.216 \pm 0.004$  for length and weight, respectively. After two generations, the realized heritability was estimated at 0.388 and 0.228 for length and weight, respectively. The selected fish could grow better than those of the control fish 11.10 and 20.59% by length and weight, respectively. Conclusion within-family selection is an appropriate practice to improve Snakehead growth rate

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

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำบุรีรัมย์ <sup>1</sup>Buriram Aquaculture Genetics Research and Development Center

<sup>2</sup>กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ <sup>2</sup>Aquaculture Genetics Research and Development Division

\*ผู้รับผิดชอบ : 102 หมู่ 8 บ้านฝั่งต้น ต.บ้านบัว อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ 31000.

\*Corresponding author : 102 Mu 8, Banbau Sub-district, Muang District Buriram Province 31000

e-mail : genetic.buriram@gmail.com

## คำนำ

ปลาช่อน Snakehead fish (*Channa striatus* Bloch (1797)) เป็นปลาพื้นเมืองของไทย อยู่ในสกุลเดียวกับปลากะพง ปลาชะโด ปลาก้าง และปลาช่อนงูเห่า ลักษณะโดยทั่วไปเป็นปลา มีเกล็ด ลำตัวอ้วนกลมและยาวเรียว ท่อนหางแบนข้าง หัวแบนลง เกล็ดมีขนาดใหญ่ สีเทาจนถึงน้ำตาลอมเทา ปากกว้างมาก มุมปากยาวถึงตา ริมฝีปากล่างยื่นยาวกว่าริมฝีปากบน มีฟันซี่เล็ก ๆ อยู่บนขากรรไกรทั้งสองข้าง ตามีขนาดใหญ่ ครีบทุกครีบไม่มีก้านครีบแข็ง และมีอวัยวะช่วยหายใจจึงเป็นปลาที่มีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถอยู่ในที่ขึ้น ๆ ได้เป็นเวลานาน และเคลื่อนไหวไปมาบนบก หรือฝังตัวอยู่ในโคลนได้เป็นเวลานาน ๆ (Smith, 1945)

ปลาช่อนจัดเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของไทย พบได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และพบในอีกหลายประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย ศรีลังกา พม่า จีน เวียดนาม ลาว กัมพูชา อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ (มานพ, 2524 ; Smith, 1945) ตลาดมีความต้องการสูงเนื่องจากนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด เช่น แกงส้ม แกงเผ็ด แกงจืด ต้มยำ นึ่ง ทอด และเผา นอกจากนี้ยังสามารถนำไปแปรรูปเพื่อให้เก็บได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานโดยการทำเค็ม ทำแห้ง หรือทำปลาร้า (สุจินต์, 2549) ผลผลิตของปลาช่อนที่จับจากธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงในช่วง 5 ปี (พ.ศ. 2551 – 2555) มีผลผลิตเฉลี่ย 29,220 ตันต่อปี คิดเป็น 4.26% ของปริมาณสัตว์น้ำจืดทั้งหมด มูลค่าเฉลี่ย 2,213.10 ล้านบาทต่อปี โดยในปี พ.ศ. 2555 มีผลผลิตรวม 28,800 ตัน มูลค่า 2,316 ล้านบาท (กรมประมง, 2557) โดยการเลี้ยงปลาช่อนนิยมเลี้ยงในบ่อดิน และในกระชัง สำหรับการเลี้ยงในบ่อดินจะใช้บ่อขนาดตั้งแต่ 100 - 1,600 ตารางเมตร (วิทย์, 2511) สำหรับการปล่อยปลาลงเลี้ยงทำได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการรวบรวมลูกปลาขนาดเล็กหรือลูกครอกมาเลี้ยง อัตราปล่อย 200 - 400 ตัว/ตารางเมตร แบบที่ 2 ใช้ลูกปลาขนาดใหญ่ซึ่งผ่านการอนุบาลมาแล้วระยะหนึ่ง นิยมใช้ปลาที่มีขนาดตั้งแต่ 5 นิ้วขึ้นไป อัตราการปล่อย 40 - 80 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ยง, 2518) ซึ่งการเลี้ยงโดยทั่ว ๆ ไป นิยมใช้อาหารสดจำพวกปลาเป็ดผสมรำข้าวเป็นอาหาร แต่มักประสบปัญหาเรื่องคุณภาพและขาดแคลนปลาเป็ดในบางช่วง ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีเกษตรกรบางส่วนหันมาใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงมากขึ้น เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังควบคุมคุณภาพน้ำได้ง่ายอีกด้วย

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำให้ได้คุณลักษณะที่ดี มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เป็นกระบวนการที่มีความจำเป็นสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ หากไม่ดำเนินการคัดพันธุ์หรือจัดการพ่อแม่พันธุ์อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ อาจทำให้สายพันธุ์นั้นมีความเสื่อมโทรมทางพันธุกรรม นำไปสู่ลักษณะที่ไม่พึงประสงค์สำหรับผู้เลี้ยง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตที่น้อยลง ปลาขนาดเล็กและไม่แข็งแรง ติดโรคง่าย (สุภัทรา, 2538) ทั้งนี้ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเชิงเพาะเลี้ยงของสัตว์น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อหาประชากรที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นประชากรพื้นฐานในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป ซึ่งจากการศึกษาของศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำบุรีรัมย์ ได้นำปลาช่อนจาก 3 แหล่งเพาะเลี้ยง ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี นครราชสีมา และสายพันธุ์เพาะเลี้ยงของศูนย์ฯ บุรีรัมย์ มาเลี้ยงในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเชิงเพาะเลี้ยงในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่กั้นบ่อละ 3 คอก จำนวน 3 บ่อ อัตราปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าปลาช่อนจากแหล่งเพาะเลี้ยงจังหวัดบุรีรัมย์มีความเหมาะสมที่สุดกับสภาพการเลี้ยงในจังหวัดบุรีรัมย์ (ประชุม และคณะ, 2553) จึงนำปลาช่อนจากแหล่งเพาะเลี้ยงดังกล่าวมาเป็นประชากรพื้นฐานในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ปลาที่มีการเจริญเติบโตดี สำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปเพาะเลี้ยงต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงพันธุ์ลักษณะการเจริญเติบโตของปลาช่อนโดยการคัดเลือกแบบภายในครอบครัว (Within-family selection)
2. เพื่อประเมินค่าตอบสนองของการคัดเลือก ค่าความแตกต่างของการคัดเลือกและค่าอัตราพันธุกรรม ของปลาช่อนโดยวิธีคัดเลือกแบบภายในครอบครัว (Within-family selection) จำนวน 2 รุ่น

## วิธีดำเนินการ

### 1. พันธุ์ปลาที่ใช้ในการทดลอง

พันธุ์ปลาช่อนที่ใช้เป็นประชากรพื้นฐาน (base population) คือ ประชากรปลาช่อนจากแหล่งเพาะเลี้ยงจังหวัดบุรีรัมย์ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด จากผลการเลี้ยงเปรียบเทียบลักษณะเชิงเพาะเลี้ยงของปลาช่อนจาก 3 แหล่งเพาะเลี้ยง (ประชุม และคณะ, 2553)

## 2. การเพาะพันธุ์และวิธีการคัดเลือก

ดำเนินการคัดพันธุ์ปลาช่อน โดยการคัดเลือกแบบดูลักษณะภายในครอบครัว (Within-family selection) เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2558 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำบุรีรัมย์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 สุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลาช่อน จากข้อ 1 จำนวน 16 คู่ จากประชากรพื้นฐาน 50 คู่ เพื่อสร้างประชากรรุ่นพ่อแม่พันธุ์ (parental generation, P<sub>0</sub>)

2.2 นำปลาช่อน 16 คู่ มาแยกเพาะพันธุ์แบบช่วยธรรมชาติในถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ใส่ น้ำสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 1 คู่/ถัง (ครอบครัว) รวมทั้งสิ้น 16 ถัง โดยฉีดฮอร์โมนเพื่อเร่งให้ปลาผสมพันธุ์ ในปลาช่อนเพศเมียใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin Acetate ความเข้มข้น 30 ไมโครกรัม ต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับสาร Dopamine Antagonist 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนปลาช่อนเพศผู้ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin Acetate ความเข้มข้น 15 ไมโครกรัม ต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับสาร Dopamine Antagonist 5 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม แล้วจึงปล่อยลงในถังเพาะพันธุ์ที่เตรียมไว้โดยใส่เชือกฟางที่ฉีกเป็นริ้ว ๆ เพื่อใช้สำหรับให้ปลาได้เกี่ยวพาราสิก่อนการผสมพันธุ์ ควบคุมถึงเพาะพันธุ์ด้วยตาข่ายกรองแสงเพื่อป้องกันปลากระโดด

2.3 หลังจากปลาวางไข่แล้วนำพ่อแม่พันธุ์ออกจากถังเพาะพันธุ์ สุ่มไข่ปลาช่อนจากแต่ละถัง (ครอบครัว) จำนวน 1,000 ฟอง ไปฟักในกระชังผ้าโอลอนแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ลึก 80 เซนติเมตร ถังละ 1 กระชัง (กระชังผ้าโอลอนแก้วลอยในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 8 กระชัง/ถัง)

2.4 เมื่อลูกปลาฟักออกเป็นตัว และถุงไข่แดงยุบ ย้ายไปอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 16 ถัง (ครอบครัวละ 1 ถัง) ให้ไข่แดงต้มสุกบดละเอียดละลายน้ำสะอาดให้ลูกปลากินวันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 2 วัน แล้วให้กินไรแดงอีก 3 - 5 วัน โดยให้กินอย่างเพียงพอ หลังจากนั้นให้อาหารตามขนาดและอายุของปลาช่อน วันละ 2 ครั้ง ดำเนินการปรับความหนาแน่นของปลาช่อนให้เท่ากันทุกถัง ทุก ๆ 2 เดือน ในแต่ละช่วงอายุ ดังนี้ อายุ 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 เดือน ให้เหลือ 250, 150, 100, 80, 60, 40 และ 20 ตัว/ถัง ตามลำดับ ทำการชั่งวัดน้ำหนักและความยาวทุกช่วง แล้วสร้างสายพันธุ์ปลาช่อน

เป็น 2 สาย คือ สายคัดพันธุ์ (selected line) และสายควบคุม (control line)

2.5 ปลาช่อนสายคัดพันธุ์ ทำการคัดเลือกปลาที่โตดีที่สุดในแต่ละครอบครัว ๆ ละ 2 ตัว (เพศละ 1 ตัว)

2.6 ปลาช่อนสายควบคุม สุ่มปลาจากแต่ละครอบครัว ๆ ละ 2 ตัว (เพศละ 1 ตัว)

2.7 การเพาะพันธุ์ปลาช่อนสายคัดพันธุ์ รุ่นที่ 1 (selected line, F<sub>1</sub>) นำปลาสายคัดพันธุ์ จากข้อ 2.5 มาเพาะพันธุ์ตามภาพผนวกที่ 1 เพื่อหลีกเลี่ยงการผสมกันระหว่างพี่น้องและลดอัตราการผสมเลือดชิดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งในรุ่นที่ 1 (F<sub>1</sub>) เพศเมียของครอบครัว A ผสมกับเพศผู้ของครอบครัว B และในครอบครัว B ถึง P เรียงการผสมตามลำดับอักษรดังแผนผังในภาคผนวกที่ 1 และในรุ่นที่ 2 (F<sub>2</sub>) เพศเมีย (แม่ครอบครัว A กับ พ่อครอบครัว B) ผสมกับเพศผู้ (แม่ครอบครัว C กับ พ่อครอบครัว D) และเรียงลำดับการผสมต่อไปจนครบทั้ง 16 ครอบครัว โดยเพาะพันธุ์ถึงละ 1 คู่ การอนุบาลและการจัดการระหว่างเลี้ยงดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.2 และ 2.3

2.8 การเพาะพันธุ์ปลาช่อนสายควบคุมรุ่นที่ 1 (control line, F<sub>1</sub>) ดำเนินการไปพร้อมกับการเพาะพันธุ์ปลาช่อนในสายคัดพันธุ์ โดยนำปลาช่อนสายควบคุมจากข้อ 2.6 มาเพาะเป็นคู่ ๆ แล้วนำไปฟักรวมกัน นำไปอนุบาลและเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสจำนวน 4 ใบ การอนุบาลและการจัดการระหว่างเลี้ยงดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.2 และ 2.3

2.9 การเพาะพันธุ์ปลาช่อนสายคัดพันธุ์รุ่นที่ 2 (selected line, F<sub>2</sub>) นำปลาสายคัดพันธุ์ รุ่นที่ 1 (F<sub>1</sub>) มาครอบครัวละ 1 คู่ โดยเลือกปลาช่อนที่โตที่สุดในแต่ละครอบครัว ทำการเพาะพันธุ์ปลาแต่ละครอบครัว โดยเพศเมีย (แม่ครอบครัว A กับ พ่อครอบครัว B) ผสมกับเพศผู้ (แม่ครอบครัว C กับ พ่อครอบครัว D) และเรียงลำดับการผสมต่อไปจนครบทั้ง 16 ครอบครัว ตามแผนผังภาคผนวกที่ 1 และดำเนินการควบคุมไปกับการเพาะพันธุ์ปลาช่อนสายควบคุม รุ่นที่ 2 (control line, F<sub>2</sub>) ซึ่งใช้ปลาช่อนสายควบคุมจาก รุ่นที่ 1 ทั้งนี้การเพาะพันธุ์ การอนุบาล และการจัดการอื่น ๆ ดำเนินการเช่นเดียวกับในรุ่นที่ 1

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 การประเมินค่าทางพันธุกรรม

นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลาช่อนที่อายุ 14 เดือน ของประชากรรุ่นพ่อแม่, รุ่นที่ 1 และ 2 มาคำนวณค่าทางพันธุกรรมต่อไปนี้

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

ค่าตอบสนองของการคัดเลือก คือ ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในประชากรสายคัดพันธุ์กับประชากรรุ่นพ่อแม่ (Falconer, 1989) ซึ่งในการทดลองนี้ได้นำประชากรสายควบคุมมาปรับความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไปแต่ละรุ่นตามวิธีการของ (Hill, 1972) โดยการนำค่าเฉลี่ยของประชากรสายควบคุมที่อายุเท่ากันและเลี้ยงรุ่นเดียวกันมาลบออกจากค่าเฉลี่ยของประชากรสายคัดพันธุ์ 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  $i$  ในสายคัดพันธุ์  
 $\bar{C}_i$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i$  ในสายควบคุม  
 $\bar{X}_{i-1}$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i-1$  ในสายคัดพันธุ์  
 $\bar{C}_{i-1}$  คือ ค่าเฉลี่ยประชากรรุ่นที่  $i-1$  ในสายควบคุม

### 3.1.2 ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (Selection differential, S)

ค่าความแตกต่างของการคัดเลือกของแต่ละครอบครัว คำนวณได้จากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปลาที่คัดเลือกจากค่าเฉลี่ยของประชากรในครอบครัว จากนั้นนำค่าความแตกต่างของการคัดเลือกของทั้ง 16 ครอบครัว มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณอัตราพันธุกรรมดังข้อ 3.1.3 ต่อไป

### 3.1.3 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  $h^2$  คือ อัตราพันธุกรรมของประชากรทั้งหมด  
 $h_w^2$  คือ อัตราพันธุกรรมจากการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว ประเมินจากสัดส่วนระหว่างค่าตอบสนองการคัดเลือกทั้งหมดกับความแตกต่างของการคัดเลือกทั้งหมดในการคัดเลือก 2 รุ่น (Hill, 1972)  
 $r$  คือ ค่าความสัมพันธ์ของการผสมพันธุ์ ซึ่งในกรณีนี้ครอบครัวเป็นฟูล-สิบ (full-sib) มีค่าเท่ากับ 0.5  
 $t$  คือ ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะที่ปรากฏภายในครอบครัว (intraclass correlation)

### 3.2 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของปลาประชากรสายคัดพันธุ์ (selected line) และสายควบคุม (control line) วัดได้จากน้ำหนักและความยาวของปลาที่อายุ 14 เดือน ซึ่งจะนำเอาข้อมูลนี้มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติตามโมเดลแบบ one-way nested analysis of variance (Sokal and Rohlf, 1981) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SYSTAT (Wilkinson *et al.*, 1992) เมื่อกำหนดให้ประชากรในแต่ละสายและถึงเป็นอิทธิพลหลักในสมการต่อไปนี้

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

เมื่อ  $Y_{ijkl}$  คือ ค่าสังเกตของลักษณะการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักหรือความยาวของ ปลาที่อายุ 14 เดือน ของปลาตัวที่  $l$  ในถังที่  $k$  ประชากรที่  $j$  รุ่นที่  $i$   
 $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด  
 $\alpha_j$  คือ อิทธิพลของประชากรที่  $j$   
 $\beta_{jk}$  คือ อิทธิพลของถังที่  $k$  ภายในประชากรที่  $j$   
 $\epsilon_{ijkl}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

### ผลการศึกษา

การคัดพันธุ์ปลาช่อนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตด้วยวิธีการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (Within-family selection) ซึ่งเมื่อผ่านการคัดเลือก จำนวน 2 รุ่น สามารถประเมินค่าทางพันธุกรรม ได้แก่ ค่าตอบสนองของการคัดเลือก ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก ค่าอัตราพันธุกรรม และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาช่อน ทั้ง 2 รุ่น ดังนี้

## 1. การประเมินค่าทางพันธุกรรม

### 1.1 ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (R)

ในประชากรคัดพันธุ์รุ่นที่ 1 การตอบสนองของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนักมีค่า 0.14 เซนติเมตร และ 22.25 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ในประชากรคัดพันธุ์รุ่นที่ 2 การตอบสนองของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนักมีค่า 3.15 เซนติเมตร และ 45.31 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การตอบสนองของการคัดเลือกทั้งหมดใน 2 รุ่นของการคัดพันธุ์โดยความยาวและน้ำหนักมีค่า 3.29 เซนติเมตร และ 67.56 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

### 1.2 ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (S)

ในประชากรคัดพันธุ์รุ่นที่ 1 ความแตกต่างของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนัก มีค่า  $2.49 \pm 0.84$  เซนติเมตร และ  $52.10 \pm 12.00$  กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ในประชากรคัดพันธุ์รุ่นที่ 2 ความแตกต่างของการคัดเลือกโดยความยาวและน้ำหนักมีค่า  $2.26 \pm 0.95$  เซนติเมตร และ  $52.76 \pm 11.11$  กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ความแตกต่างการคัดเลือกทั้งหมดใน 2 รุ่นของการคัดพันธุ์โดยความยาวและน้ำหนักมีค่า 4.75 เซนติเมตร และ 104.86 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

### 1.3 ค่าอัตราพันธุกรรม ( $h^2$ )

อัตราพันธุกรรมที่คำนวณจากประชากรรุ่นพ่อแม่โดยการประเมินค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะ ปรากฏภายในครอบครัว ( $h^2 = 2t$ ) มีค่า  $0.277 \pm 0.067$  และ  $0.216 \pm 0.004$  โดยความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ และอัตราพันธุกรรมที่คำนวณจากการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว (realized heritability) ในการคัดเลือก 2 รุ่น โดยคำนวณเป็น ค่าอัตราพันธุกรรมของประชากรทั้งหมดตามสมการของ Falconer (1989) มีค่าเท่ากับ 0.388 และ 0.228 โดยความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยด้านความยาวและน้ำหนักปลาช่อนสายควบคุมและสายคัดพันธุ์อายุ 14 เดือน ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (R) และค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (S) ในรุ่นต่าง ๆ

รุ่น	สายควบคุม		สายคัดพันธุ์		ค่าตอบสนองของการคัดเลือก (R)		ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (S)	
	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
รุ่นพ่อแม่ ( $P_0$ )	$27.67 \pm 2.41$	$190.86 \pm 41.86$	$27.67 \pm 2.41$	$190.86 \pm 41.86$	-	-	-	-
รุ่นที่ 1 ( $F_1$ )	$27.85^a \pm 1.75$	$198.22^x \pm 34.21$	$27.99^b \pm 1.68$	$220.47^y \pm 47.90$	0.14	22.25	$2.49 \pm 0.84$	$52.10 \pm 12.00$
รุ่นที่ 2 ( $F_2$ )	$28.35^a \pm 2.28$	$220.06^x \pm 40.44$	$31.50^b \pm 2.47$	$265.37^y \pm 51.66$	3.15	45.31	$2.26 \pm 0.95$	$52.76 \pm 11.11$
รวม					3.29	67.56	4.75	104.86

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในบรรทัดเดียวกันของรุ่นเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ (a, b เปรียบเทียบความยาว และ x, y เปรียบเทียบน้ำหนัก) ตามตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2

**ตารางที่ 2** การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัว (full-sib) (1) และจากการตอบสนองของการคัดเลือก (2) ของค่าเฉลี่ยลักษณะความยาวและน้ำหนักของปลาช่อน อายุ 14 เดือน หลังจากผ่านการคัดเลือกโดยดูลักษณะภายในครอบครัว จำนวน 2 รุ่น

ลักษณะ	ค่าอัตราพันธุกรรม (1) $h^2 = 2t$	ค่าอัตราพันธุกรรม (2) $h^2 = h^2_w / (1-r)/(1-t)$
ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	$0.277 \pm 0.067$	0.388
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	$0.216 \pm 0.004$	0.228



## 2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ของประชากรรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 ประชากรรุ่นที่ 1

การเจริญเติบโตด้านความยาวและน้ำหนักของปลาช่อน สายคัดพันธุ์และสายควบคุม ที่อายุ 14 เดือน พบว่าสายคัดพันธุ์ มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย  $27.99 \pm 1.68$  เซนติเมตร และ  $220.47 \pm 47.90$  กรัม ตามลำดับ ส่วนสายควบคุม มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย  $27.85 \pm 1.75$  เซนติเมตร และ  $198.22 \pm 34.21$  กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่าง มีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 1) โดย ประชากรสายคัดพันธุ์ มีความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรสายควบคุม เท่ากับ 0.50 และ 11.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

## ประชากรรุ่นที่ 2

การเจริญเติบโตด้านความยาวและน้ำหนักของปลาช่อน สายคัดพันธุ์และสายควบคุม ที่อายุ 14 เดือน พบว่าสายคัดพันธุ์ มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย  $31.50 \pm 2.47$  เซนติเมตร และ  $265.37 \pm 51.66$  กรัม ตามลำดับ ส่วนสายควบคุม มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย  $28.35 \pm 2.28$  เซนติเมตร และ  $220.06 \pm 40.44$  กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่าง มีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 1) โดยประชากรสายคัดพันธุ์ มีความยาวและน้ำหนักมากกว่าประชากรสายควบคุม เท่ากับ 11.10 และ 20.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ด้านความยาว และน้ำหนัก ของปลาช่อน อายุ 14 เดือน

รุ่น	ค่าเฉลี่ยของสายคัดพันธุ์ - ค่าเฉลี่ยของสายควบคุม			
	ความยาว		น้ำหนัก	
	เซนติเมตร	เปอร์เซ็นต์	กรัม	เปอร์เซ็นต์
รุ่นพ่อแม่ ( $P_0$ )	0.00	0.00	0.00	0.00
รุ่นที่ 1 ( $F_1$ )	0.14	0.50	22.25	11.22
รุ่นที่ 2 ( $F_2$ )	3.15	11.10	45.31	20.59

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้แสดงถึงประสิทธิภาพในการปรับปรุง การเจริญเติบโตของปลาช่อนด้วยวิธีการคัดเลือกโดยดูลักษณะ ภายในครอบครัว (Within-family selection) ซึ่งพบว่า เมื่อผ่าน การคัดเลือกจำนวน 2 รุ่น ประชากรสายคัดพันธุ์มีความยาวและ น้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าสายควบคุมในรุ่นเดียวกัน โดยประชากรใน รุ่นที่ 1 ปลาช่อนสายคัดพันธุ์มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย มากกว่าสายควบคุม คิดเป็น 0.50 และ 11.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในประชากรรุ่นที่ 2 ปลาช่อนสายคัดพันธุ์มีความ ยาวและน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าสายควบคุม คิดเป็น 11.10 และ 20.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นทั้งใน ด้านความยาวและน้ำหนักของปลาช่อนที่ผ่านการคัดพันธุ์ในครั้งนี้ สอดคล้องกับการคัดเลือกสัตว์น้ำในกลุ่มปลาชนิดเดียวกัน ด้วยวิธีเดียวกัน กับการศึกษาครั้งนี้ โดยสุภัทธา และมะลิวัลย์ (2535) ได้คัดเลือก ปลานิลจำนวน 16 ครอบครัว จำนวน 3 รุ่น พบว่า ปลานิลสาย คัดพันธุ์มีน้ำหนักมากกว่าปลานิลสายควบคุม 21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประทุม และคณะ (2556) คัดพันธุ์ปลานิลจิตรลดา จำนวน 2 รุ่น พบว่าประชากรที่ผ่านการคัดเลือก มีความยาวและน้ำหนัก มากกว่าประชากรสายควบคุม 11.82 และ 28.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สมนึก และคณะ (2553) ปรับปรุงพันธุ์ปลานิล

จิตรลดา 3 จำนวน 3 รุ่น พบว่าปลานิลสายคัดพันธุ์มีการ เจริญเติบโตด้านน้ำหนักมากกว่าปลานิลสายควบคุม 10.48 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ศรีจรรยา และคณะ (2555) คัดพันธุ์ปลา นิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์ จำนวน 2 รุ่น ด้วยวิธีการเดียวกัน พบว่า ประชากรสายคัดเลือกรุ่นที่ 1 มีความยาวและน้ำหนัก มากกว่าประชากรสายควบคุม เท่ากับ 5.60 และ 14.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอัตราพันธุกรรมจากการคัดเลือกโดยดู ลักษณะภายในครอบครัวของปลาช่อน ในลักษณะของน้ำหนักที่ ศึกษาในครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.216 จัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยในปลานิลนั้นค่าอัตราพันธุกรรมที่จัดว่าต่ำมีค่าตั้งแต่ 0.15 ลงไป ส่วนค่าที่ต่ำกว่า 0.3 แต่สูงกว่า 0.15 จัดเป็นค่าปานกลาง และค่า อัตราพันธุกรรมตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป จัดว่ามีค่าสูง แสดงให้เห็นว่า การคัดพันธุ์ปลาช่อนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในการศึกษาครั้งนี้ เป็นผลมาจากการกำหนดโดยพันธุกรรมของยีนผลบวก (additive gene effect) ซึ่งลักษณะใดก็ตามที่มีอัตราพันธุกรรม ปานกลางหรือสูง สามารถปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ ได้โดยใช้วิธีการ คัดเลือกที่ได้กำหนดไว้ (Tave, 1986) ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรม ด้านน้ำหนักที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับปลานิลที่ผ่าน การคัดเลือกมาแล้ว จำนวน 3 รุ่น โดยมีค่าเท่ากับ 0.27 (สุภัทธา และมะลิวัลย์, 2535)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ได้คำตอบสนองของการคัดเลือก  
ค่อนข้างดี แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกโดยคุณลักษณะภายใน  
ครอบครัวเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงพันธุ์ปลาช่อน  
โดยสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลาช่อนได้ ซึ่งประเมิน  
ได้จากค่าอัตราพันธุกรรมจากการคัดเลือกที่จัดอยู่ในระดับ

ปานกลางทั้งนี้ปลาช่อนที่ผ่านการคัดพันธุ์มีการเจริญเติบโต  
ที่เพิ่มขึ้นทั้ง 2 รุ่น ดังนั้นจึงสามารถนำปลาช่อนดังกล่าว  
ไปส่งเสริมให้กับเกษตรกรในเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และบริเวณ  
ใกล้เคียงสำหรับเลี้ยงเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจได้

### กิตติกรรมประกาศ

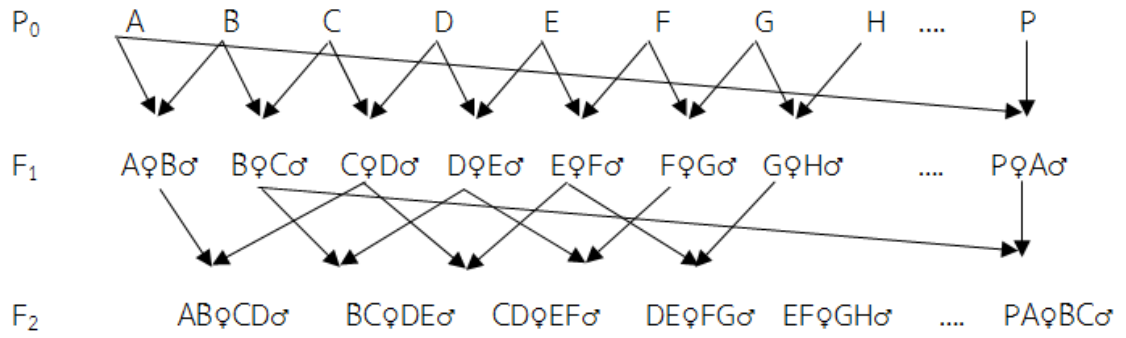
คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.วงศ์ปฐม กมลรัตน์และดร.สุภัทรา อุไรวรรณ ที่ให้คำแนะนำสำหรับการวางแผนงานวิจัย และ  
ข้อเสนอแนะในการเขียนข้อเสนอแนวคิด ดร.ศรีรัตน์ สอดสุข ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ และคณะกรรมการ  
วิชาการของกองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำทุกท่านที่ได้ตรวจสอบแก้ไข แนะนำ งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ  
ดร.ศรีจรรยา เข้มกลัด ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ  
บุรีรัมย์ทุกท่านสำหรับการเก็บข้อมูล จัดพิมพ์เอกสาร รวมทั้งเป็นแรงงานสำคัญสำหรับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2557. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2555. ศูนย์สารสนเทศ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารฉบับที่  
9/2557. 92 หน้า.
- เฉลียง ใช้เทียมวงศ์. 2518. เขาเลี้ยงปลาช่อนกันอย่างไร. วารสารการประมง 28(2) : 251 - 262.
- ประชุม ดวนใหญ่, สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์, สุภัทรา อุไรวรรณ, พนม กระจ่างพจน์ สอดสุข และ บุญโฮม เอี่ยมสอาด. 2553.  
เปรียบเทียบลักษณะเชิงเพาะเลี้ยงของปลาช่อนจาก 3 แหล่งเพาะเลี้ยง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. สถาบันวิจัยและพัฒนา  
พันธุกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 23 หน้า.
- ประชุม ดวนใหญ่, สุภัทรา อุไรวรรณ, สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์ และ วรพจน์ ทิพยกุลานนท์. 2556. การคัดเลือกแบบภายใน  
ครอบครัวเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของปลานิลจิตรลดา. ใน : การประชุมวิชาการประมงประจำปี 2556. วันที่ 5 - 6  
มิถุนายน 2556. ณ ห้องประชุมกรมประมง. หน้า 69-81.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2524. ชีวประวัติปลาช่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2524. สถาบันประมงน้ำจืดกรมประมง. 40 หน้า
- วิทย์ ธารชลาณุกิจ. 2511. ปลาช่อน. คู่มือการเลี้ยงปลา. เอกสารเผยแพร่เล่มที่1. สถานปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . 22 หน้า.
- ศรีจรรยา สุขมนอนมนต์, วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, สุภัทรา อุไรวรรณ, สุภาพร จันทร์อินทร์ และ ทองอยู่ อุดเลิศ. 2555.  
การปรับปรุงลักษณะการเจริญเติบโตปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์. วารสารวิจัยสารเทคโนโลยีการประมง 6 (2) : 1 - 11.
- สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2549. ปลาช่อน. สำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊คส์ จำกัด. 96 หน้า.
- สมนึก คงรัตน์, สุภัทรา อุไรวรรณ, วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, คงภ อ่ำพลศักดิ์ และ ทองอยู่ อุดเลิศ. 2553. การทดสอบปลานิล  
จิตรลดา 3 ที่ผ่านการปรับปรุง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2553. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 39 หน้า.
- สุภัทรา อุไรวรรณ. 2538. การปรับปรุงพันธุ์และการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ. เอกสารแนะนำฉบับที่ 3. สถาบันวิจัยและพัฒนา  
พันธุกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 13 หน้า.
- สุภัทรา อุไรวรรณ และ มะลิวัลย์ มีวรรณ. 2535. การคัดพันธุ์ปลานิลเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตโดยวิธีคุณลักษณะภายใน  
ครอบครัว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ,กรมประมง. 17 หน้า.
- Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. 3<sup>rd</sup> ed. Longman, London, 340 pp.
- Hill. 1972. W. G. Estimation of realized heritability from selection experiments. II. Selection in one direction.  
Biometrics 28 : 767 - 780
- Smith, H. M. 1945. The Freshwater Fishes of Siam or Thailand. Smithsonian Institution, United States National  
Museum, Bull. 188, 622 pp.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.  
2<sup>nd</sup> ed. W. H. Freeman and Company, New York. 859 pp.
- Tave, D. 1986. Genetics for Fish Hatchery Managers. AVI Publishing Company, Inc., New York. 299 p.
- Wilkinson, L., M. Hill, J. P. Welna and G. K. Birkenbeuel. 1992. SYSTAT for Windows Statistics, Version 5 Edition.  
Evanston, IL : SYSTAT, Inc. 751 pp.

## ภาคผนวก

Generation



ภาคผนวกที่ 1 แผนผังการผสมพันธุ์สลับครอบครัวของปลาช่อนสายคัดพันธุ์ ในรุ่นที่ 1 ( $F_1$ ) และรุ่นที่ 2 ( $F_2$ )



นำพ่อแม่ปลาช่อนลงเพาะพันธุ์ถึงละ 1 คู่



ไข่ปลาช่อน (ไข่ลอย)



รวบรวมไข่ปลาช่อนจากถังเพาะพันธุ์



นำไข่ปลาช่อนพักในกระชังผ้าโอล่อนแก้ว

ภาคผนวกที่ 2 การเพาะพันธุ์และการรวบรวมไข่ปลาช่อน





ภาคผนวกที่ 3 โรงเรือนและถังไฟเบอร์ที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลาช่อนสายคัดพันธุ์และสายควบคุม



ปลาช่อนสายคัดพันธุ์



ปลาช่อนสายควบคุม

ภาคผนวกที่ 4 ขนาดปลาช่อนสายคัดพันธุ์และสายควบคุมเมื่อสิ้นสุดการทดลองในรุ่นที่ 2