ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมเบื้องต้นของลักษณะการเติบโตในปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Preliminary Estimated Heritability for Growth of Guppy (*Poecilia reticulata*)

ชื่อนักศึกษา นายเอกศักดิ์ ดุลยพัชร์ **รหัส** 40044289

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 31 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13784

ปัญหาพิเศษ
เรื่อง

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมเบื้องต้นของลักษณะการเติบโตในปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Preliminary Estimated Heritability for Growth of Guppy (*Poecilia reticulata*)

T099172

โดย
นายเอกศักดิ์ ดุลยพัชร์ รหัส 40044289

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Fisheries Science
Faculty of Agriculture Technology

ปพ.
ล๔๔๔ก
๒๕๔๔

สถาบัน...
เลขทะเบียน 99172
วัน.เดือน.ปี 15 JUN 2000

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntakarn Lardkrabang
Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมเบื้องต้นของลักษณะการเติบโต ในปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Preliminary Estimated Heritability for Growth of Guppy (*Poecilia reticulata*)

การศึกษาเพื่อประเมินค่าประเมินอัตราพันธุกรรมเบื้องต้นของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงสายพันธุ์โกลว์เด้น ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมแม่เดียวกัน (full-sib analysis) โดยใช้พ่อและแม่ปลาหางนกยูงที่อายุมากกว่า 3 เดือน จำนวน 30 คู่ เลี้ยงในตู้กระจกขนาด 0.15X 0.15 X 0.26 ลูกบาศก์เมตร ลูกปลาที่ได้ในแต่ละครอบครัวจะแยกอนุบาลและเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 0.15 X 0.15 X 0.35 ลูกบาศก์เมตร นับจำนวนปลาแรกเกิดในแต่ละครอบครัว เลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 60 วัน นำปลามาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลำตัวทุกตัว ย้ายปลาลงกระชังขนาด 0.5 X 0.5 X 0.6 ลูกบาศก์เมตร กระชังละ 1 ครอบครัว เลี้ยงต่อไปอีก 40 วัน นำปลามาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลำตัวอีกครั้ง ปลาหางนกยูงที่อายุ 45 วัน ภายในครอบครัวเดียวกันมีแนวโน้มที่จะเป็นเพศเมียมากกว่าเพศผู้ สัดส่วนเพศอยู่ที่ประมาณ 1 ต่อ 3 อัตรารอดของปลาหางนกยูงช่วงอายุ 60 วัน และ 100 วัน คิดเป็น 40.36 เปอร์เซ็นต์ และ 87.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้และปลาหางนกยูงเพศเมียที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบค่าความแตกต่างของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวระหว่างปลาหางนกยูงเพศผู้กับเพศเมียที่อายุ 100 วัน ($P > 0.05$) เมื่อแยกองค์ประกอบของความแปรปรวนเพื่อใช้ในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วัน มีค่า 0.82 ± 0.261 และ 0.64 ± 0.273 และที่ 100 วัน มีค่า 1.18 ± 0.321 และ 1.06 ± 0.354 ตามลำดับ สำหรับปลาหางนกยูงเพศเมีย ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวที่ 60 วัน มีค่า 0.50 ± 0.158 และ 0.51 ± 0.159 และที่ 100 วัน มีค่า 0.45 ± 0.206 และ 0.77 ± 0.225 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ได้ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่างๆ ตลอดการทดลอง พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่อง จนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์

ขอบคุณ วนิดา สนเมือง และ สัจเทพ สุขแก้ว ที่ช่วยดูแลปลาระหว่างฝึกงาน

ขอบคุณ มณีรัตน์ รัตนวิชัย ปรีชญา สุธนฐาน และ รชนิมุข ปรีชาผล ที่ช่วยขนตู้ปลา

ขอบคุณปารีดา เจะดาแม ชรินทร์ อยู่โพธิ์ พัชรี อ้นทุ่งยั้ง ภาวิณี เทพาสิทธิ์ กนกวรรณ กลิ่นเกสร สุวิภา เจียวก๊ก ที่ช่วยให้อาหารในยามจำเป็น

ขอบคุณ กาญจนา ชัยมงคล สินีนาฏ อินทรศร วิกานดา แก้วหลวง และ ต่อศักดิ์ เชื้อวงศ์ ที่เป็นเพื่อนที่ดีให้กำลังใจตลอดมา และที่ลืมไม่ได้ ทนงศ์ อินทรสมบัติ เพื่อนที่อยู่ในใจตลอดไป

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณแม่ ที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้

เอกศักดิ์ ดุลยพัชร์

พฤษภาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	9
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารผลการทดลอง	12
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ค่าเฉลี่ย (mean ± S.E.) ของน้ำหนักตัว (body weight) และความยาวลำตัว (total length) ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน..... 13

2 จำนวนและอัตรารอดของปลาหางนกยูงช่วงอายุแรกเกิดจนถึงอายุ 60 วัน และช่วงอายุ 60วัน ถึง 100 วัน..... 15

3 ค่าความแปรปรวนและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนในการหาค่าอัตราพันธุกรรม..... 17

ตารางผนวกที่

1 การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกัน..... 21

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน..... 21

3 ความยาวเฉลี่ย (total length) น้ำหนักเฉลี่ย (body weight) และจำนวนตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย 30 ครอบครัว ที่อายุ 60 วัน..... 23

4 ความยาวเฉลี่ย (total length) น้ำหนักเฉลี่ย (body weight) และจำนวนตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย 18 ครอบครัว ที่อายุ 100 วัน..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ปลาสวยงามเป็นสินค้าประมงที่มีศักยภาพในการขยายตลาดและการส่งออก การเลี้ยงปลาสวยงามเริ่มต้นจากการนำปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเลี้ยง ต่อมาได้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณให้พอเพียงกับความต้องการของผู้เลี้ยงและในที่สุดได้มีการคิดค้นการผสมพันธุ์ โดยการคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ปลาที่มีลักษณะดี สีสวย หรือมีลักษณะที่แปลกไปจากเดิม ทำให้สามารถเพิ่มสายพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นอีกมากมาย

ปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) เป็นปลาในกลุ่มปลาออกลูกเป็นตัว (Live bearers) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาสอด ปลาเซลฟีนและปลาแพลตตี้ ปลาหางนกยูงจัดเป็นปลาที่มีราคาดี เนื่องจากเป็นปลาที่มีครีบขนาดใหญ่ สีสันสวยงามสะดุดตา เลี้ยงง่าย ทนต่อสภาพแวดล้อม สามารถแพร่พันธุ์ได้ง่าย เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณการผลิตปลาหางนกยูงจึงเป็นช่องทางหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าการส่งออก (วันเพ็ญ มีนกาญจน์และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ , 2542) ในปัจจุบันปลาหางนกยูงได้มีสายพันธุ์ใหม่ๆ ออกสู่ตลาดมากมาย การปรับปรุงพันธุ์ปลาหางนกยูงจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและลดระยะเวลาการเลี้ยง เพื่อลดต้นทุนการผลิต ค่าอัตราพันธุกรรม หมายถึง สัดส่วนของความแปรปรวนของฟีโนไทป์อันเนื่องมาจากผลของยีน ซึ่งค่านี้ชี้ให้เห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากยีนเท่าใด และสามารถบอกได้ว่าลักษณะที่ปรากฏจะถูกถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ในอัตราส่วนเท่าใด จึงเป็นค่าพื้นฐานที่สำคัญ และมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการกำหนดวิธีการปรับปรุงพันธุ์

1.1 วัตถุประสงค์

(1) ศึกษาอัตราการเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาหางนกยูงที่อายุ 60 วัน

(2) ศึกษาสัดส่วนเพศในปลาหางนกยูงที่อายุ 60 วัน

(3) ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียอายุ 60 วัน และ 100 วัน ด้วยวิธี full – sib analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางชีววิทยาของปลาหางนกยูง

ปลาหางนกยูงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Poecilia reticulata* มีชื่อสามัญว่า Guppy หรือ Millions Fish มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณประเทศ เวเนซูเอลา ตรีนีแดด บาร์บาดอส กานา และทางตอนเหนือของบราซิล (Axclrod,1987 ; Walker,1971) ในธรรมชาติชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดและน้ำกร่อยที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งจนถึงน้ำไหลเอื่อย ๆ เป็นปลาที่มีขนาดเล็กปลาเพศผู้ลำตัวจะเรียวและเล็กกว่าเพศเมีย ความยาวลำตัว เพศผู้ 1.25-1.5 นิ้ว เพศเมีย 2 นิ้ว (Walker,1971) ปลาในธรรมชาติเพศเมียมีสีเทา เทาอมน้ำตาล น้ำตาลอ่อนหรือสีเขียวอมน้ำตาล บริเวณท้องสีขาวอมเทา ครีบต่าง ๆ ไม่มีสี ส่วนปลาเพศผู้จะมีจุดสีเขียว เหลือง แดง น้ำเงินหรือดำปรากฏอยู่บริเวณคอดหาง ครีบหางกลม (Wischnath,1993 อ้างโดย วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ ,1999) ปลาหางนกยูงที่ได้รับความนิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม (Fancy guppies) ในปัจจุบันนี้ เป็นปลาที่ได้รับการคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์มาจากพันธุ์พื้นเมืองที่พบแพร่กระจายอยู่ในแหล่งธรรมชาติ (Wild guppies) เนื่องจากปลาหางนกยูงมีมากมายหลายสีแตกต่างไปตามสภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัยทำให้นักเพาะเลี้ยงสามารถทดลองผสมข้ามพันธุ์จนเป็นที่นิยมกันทั่วโลก และเป็นปลาที่มีมูลค่าจำหน่ายสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่นๆ (Axelrod, 1986 อ้างโดย วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ ,1999)

ระบบการสืบพันธุ์ของปลาหางนกยูงเป็นลักษณะเพศแยก (dinocious) ส่วนของครีบก้น (anai fin) พัฒนาเป็นอวัยวะช่วยในการผสมพันธุ์ (gonopodium) โดยปกติจะมีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (diploid) มีจำนวน 44 แท่ง หรือ 22 คู่ โดยจะมี 1 คู่เป็นโครโมโซมเพศ (sex chromosome) มีระบบการควบคุมเพศเป็นแบบ XY ยีน(gene) ที่ศึกษาพบมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม XY หรือ Y โดยมีการแสดงออกของลักษณะที่บ่งบอกถึงเพศอย่างชัดเจน (differential gonochoristic fish) ได้แก่ สีสัน รูปร่าง ขนาด ลักษณะครีบ ลักษณะอวัยวะเพศ และพฤติกรรม (Purdom , 1993 อ้างโดย บุญรัตน์ ประทุมชาติ และสมพล ทองขาว , 1999) เมื่อพิจารณายีนบนโครโมโซมเพศพบว่าลักษณะต่าง ๆ นั้นมีโอกาสปรากฏในเพศเมียและเพศผู้ได้ไม่เท่ากัน (Emmens , 1970 อ้างโดย อุทัยรัตน์ ณ นคร ,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาหางนกออกลูกเป็นตัว (ovoviviparous) ตัวอ่อนได้รับอาหารจากไข่แดง เจริญพัฒนาการภายในท้องแม่ไม่ได้รับอาหารจากสายสะดือหรือรก เพียงแต่อาศัยท่อนำไข่เป็นเกราะป้องกันตัวอ่อนระหว่างที่มีพัฒนาการ (วิมล เหมะจันทร , 2538 อ้างโดย บุญรัตน์ ประทุมชาติ และสมพล ทองขาว , 2542) กรรมวิธีการผสมพันธุ์เริ่มจากปลาเพศผู้จะสอดอวัยวะช่วยในการผสมพันธุ์ (gonopodium) โดยมีลักษณะพัฒนามาจากก้านครีบแข็งทำหน้าที่เป็นท่อลำเลียงน้ำเชื้ออสุจิ โดยปลาเพศผู้จะสอดโกโนโปเดียมเข้าไปในบริเวณท่อนำไข่ (genital pore) ของปลาเพศเมีย (Ommanney , 1980 อ้างโดย บุญรัตน์ ประทุมชาติ และสมพล ทองขาว , 1999) แล้วปล่อยน้ำเชื้อเข้าไปผสมกับไข่ หลังจากตัวเมียได้รับการผสมแล้ว จะใช้ระยะเวลาตั้งท้องประมาณ 28-30 วัน จึงออกลูกในแต่ละครั้งประมาณ 40-50 ตัว หรืออาจจะมากถึง 200 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความสมบูรณ์เพศของแม่พันธุ์ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวันเพ็ญ มีนกาญจน์ , 2539) สามารถให้ติดต่อกันได้ 4-6 ครั้ง ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีปลาเพศผู้มาผสมเหมือนครั้งแรก เนื่องจากยังมีน้ำเชื้ออสุจิอยู่ภายในรังไข่อีกมาก และสามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวชกุล ,2513 ; ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ , 2531 อ้างโดย บุญรัตน์ ประทุมชาติ และสมพล ทองขาว , 2542) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัญหาที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์

2.2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงปลาหางนกยูง

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสถานที่ เตรียมบ่อเพาะพันธุ์ และบ่อเลี้ยง นิยมบ่อซีเมนต์ โดยทำความสะอาดบ่อ โรยปูนทิ้งไว้ครึ่งวันเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ตากบ่อทิ้งไว้ปล่อยน้ำเข้าบ่อที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร พร้อมกับหว่านเกลือเพื่อปรับสภาพน้ำ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร , 2541)

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ คัดพ่อแม่ปลาพันธุ์เดียวกันที่มีลักษณะดี สีสวย อายุประมาณ 4- 6 เดือน เป็นพ่อแม่พันธุ์ โดยการคัดปลาเพศผู้ที่มีลำตัวโต แข็งแรง ครีบหลังและครีบหางใหญ่และแผ่กว้าง สีเข้มสดใสสวยงาม ส่วนปลาเพศเมียคัดเลือกปลาสายพันธุ์เดียวกัน ลำตัวโต แข็งแรง ปราดเปรียว ครีบหางเข้มสดใส ปล่อยในสัดส่วน 1 : 3 หรือ 1 : 4 ของปลาเพศผู้ : ปลาเพศเมีย ระหว่างการเพาะพันธุ์ ให้ไรแดงเป็นอาหารในตอนเช้าและให้อาหารสำเร็จรูปในตอนเย็น ปลาเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วจะปรากฏเป็นจุดสีดำบริเวณท้อง (วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ , 2542)

ขั้นตอนที่ 3 การอนุบาลและเลี้ยงลูกปลา หลังจากแม่ปลาได้รับการผสมพันธุ์แล้วประมาณ 26-28 วันจะมีลูกปลาวัยอ่อนเกิดขึ้นให้รวบรวมลูกปลาออกแล้วนำไปสะสมไว้ในบ่ออนุบาล ในระยะแรกให้ไรแดงเป็นอาหารตอนเช้าและเย็นทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงให้อาหารสำเร็จรูป จนกระทั่งลูกปลามีอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะที่สามารถแยกเพศได้ โดยปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพศเมีย สังเกตจุดสีดำบริเวณเปิดช่องท้อง ส่วนปลาเพศผู้เมื่อมองจากด้านบนจะมีลำตัวยาวกว่าเพศเมีย

ขั้นตอนที่ 4 คัดขนาดและแยกเพศปลานำไปแยกเลี้ยงในบ่อในอัตรา 200-300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ให้กินไรแดงเป็นอาหารในตอนเช้า ส่วนตอนกลางวันและตอนเย็นให้กินอาหารสำเร็จรูป เลี้ยงไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน ก็สามารถจำหน่ายได้

2.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าอัตราพันธุกรรม

(1) ลักษณะปริมาณ (quantitative traits)

ลักษณะหลายๆ ลักษณะของสิ่งมีชีวิตจัดเป็นลักษณะปริมาณ คือ เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ ยีนแต่ละคู่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะปารกฏและมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะปรากฏ เช่น ลักษณะการเจริญเติบโตเนื่องจากลักษณะปริมาณถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะปรากฏหลายๆ แบบในรุ่นลูก ยิ่งมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ลูกแบบหนึ่งๆ ก็จะแสดงลักษณะปรากฏต่างๆ แตกต่างกันออกไปอีก ในที่สุดก็จะทำให้ความแปรปรวนของลักษณะปริมาณมีลักษณะต่อเนื่อง (continuous variation) ข้อมูลจากการชั่งวัดปลาจะเป็นตัวอย่างที่ดี จะพบว่าเมื่อนำปลาดุกจำนวน 100 ตัว ที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกันมาชั่งน้ำหนักทีละตัว เราจะไม่สามารถแยกปลาเหล่านั้นออกเป็นกลุ่มอย่างเด่นชัด เพราะน้ำหนักของปลาเหล่านั้นจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและต่อเนื่อง (วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ , 2542)

ลักษณะปริมาณไม่อาจจำแนกได้ โดยใช้สายตาเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยโดยวิธีการชั่ง ตวง วัด อาจโดยวิธีการง่าย ๆ หรือต้องอาศัยเทคนิคเฉพาะ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีระวิทยา อาจวัดได้โดยดูจากผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการนั้น ๆ เช่น ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ลักษณะความดกของไข่

การวัดลักษณะปริมาณ ต้องวัดในตัวอย่างจำนวนมาก ๆ และแสดงค่าลักษณะปรากฏด้วยค่าทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าวาเรียนซ์ (variance) และโควาเรียนซ์ (covariance)

(2) องค์ประกอบทางพันธุ์กรรมของลักษณะปริมาณ

ลักษณะปริมาณ เกิดจากผลร่วมระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถเขียนสมการง่าย ๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = G + E + (G \times E)$$

เมื่อ P = ลักษณะปรากฏ

G = ลักษณะทางพันธุกรรม

E = สิ่งแวดล้อม

G X E = ปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม

แต่เนื่องจากลักษณะปรากฏของลักษณะปริมาณมีการกระจายอย่างต่อเนื่อง การศึกษาจึงจำเป็นต้องใช้ค่าทางสถิติ คือ วาเรียนซ์ (variance) ดังนั้นอาจเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$V_P = V_G + V_E + V_{G\text{-}E}$$

จะเห็นว่าหากต้องการปรับปรุงลักษณะปริมาณใด ๆ (P) สามารถทำได้โดยการปรับปรุงพันธุกรรม (G) หรือสิ่งแวดล้อม (E) (อุทัยรัตน์ ณ นคร , 2538)

(3) อัตราพันธุกรรม (heritability)

อัตราพันธุกรรม หมายถึง สัดส่วนของความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (V_P) อันเนื่องมาจากผลของยีน ใช้สัญลักษณ์ h^2 ซึ่งค่านี้ชี้ให้เห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากยีนเท่าใด และสามารถบอกได้ว่าลักษณะที่ปรากฏจะถูกถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ในอัตราส่วนเท่าใด ลักษณะคุณภาพจะมีค่าอัตราพันธุกรรมสูงและลักษณะปริมาณจะมีอัตราพันธุกรรมต่ำ (ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ , 2541)

2.4 ค่าอัตราพันธุกรรมแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

(1) ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability) หมายถึง อัตราส่วนความแปร ปรวนของยีโนไทป์ต่อความแปรปรวนของฟีโนไทป์ หาได้จากสูตร

$$h^2 = \frac{V_G}{V_P} = \frac{V_G}{V_G + V_E}$$

V_P = ความแปรปรวนของฟีโนไทป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_G = ความแปรปรวนของยีโนไทป์

V_E = ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อม

h^2 = ค่าอัตราพันธุกรรม

(2) อัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow sense heritability) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของยีนที่มีการแสดงออกแบบบวกสะสมต่อความแปรปรวนของฟีโนไทป์

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P} = \frac{V_A}{V_G+V_E}$$

$$= \frac{V_A}{V_A+V_D+V_I+V_E}$$

V_A = ความแปรปรวนของยีนที่มีการแสดงออกแบบบวกสะสม

V_D = ความแปรปรวนของยีนที่แสดงการข่มภายในตำแหน่งเดียวกัน

V_I = ความแปรปรวนของยีนที่แสดงการข่มต่างตำแหน่ง

2.5 ประโยชน์ของอัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรมมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการกำหนดวิธีการปรับปรุงพันธุ์ อัตราพันธุกรรมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ลักษณะใดที่มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางหรือสูง แสดงว่าลักษณะปรากฏนั้น ๆ เป็นผลมาจากการกำหนดโดยพันธุกรรมของยีนผลบวก ดังนั้นหากเลือกปลาที่มีลักษณะดีมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ ลูกที่ได้ก็จะมีลักษณะดีด้วย จึงสามารถปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ ได้โดยวิธีการคัดพันธุ์

ในทางตรงกันข้ามในลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ การผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะดี ก็ไม่แน่ว่าลูกที่ได้จะมีลักษณะดีหรือไม่ เพราะลักษณะปรากฏที่วัดได้นั้นอาจเกิดจากผลของ V_D, V_I หรือผลจากสิ่งแวดล้อมจึงไม่สามารถปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ โดยวิธีการคัดพันธุ์ได้ แต่ต้องพิจารณาต่อไปว่ามีผลของความดีเด่นของลูกผสมในลักษณะนั้น ๆ หรือไม่ ถ้ามีก็ควรเลือกวิธีผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์หากไม่มีก็แสดงว่าความแปรปรวนของลักษณะนั้นๆ เกิดจากสิ่งแวดล้อม ในปลานั้น ค่าอัตราพันธุกรรมที่จัดว่าต่ำ จะมีค่าตั้งแต่ 0.15 ลงไป ส่วนค่าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำกว่า 0.3 แต่สูงกว่า 0.15 จัดเป็นค่าปานกลาง และค่าอัตราพันธุกรรมตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป จัดว่ามีค่าสูง (Tave , 1986)

ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นสมบัติเฉพาะของลักษณะหนึ่งในประชากรนั้นภายใต้สภาพแวดล้อมหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นถ้านำค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการประเมินจากประชากรอื่นมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ของอีกประชากรหนึ่ง ก็จะต้องพิจารณาความคล้ายคลึงของประชากรและสภาพแวดล้อมด้วย (ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ , 2541) นอกจากนั้นอัตราพันธุกรรมยังมีประโยชน์ในการประเมินค่าตอบสนองต่อการคัดพันธุ์ (response to selection) ซึ่งสามารถประเมินได้โดยใช้สูตร

$$R = h_2S$$

เมื่อ R = ค่าการตอบสนองต่อการคัดพันธุ์

h_2 = อัตราพันธุกรรม

S = ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่ได้รับการคัดเลือกกับค่าเฉลี่ยของประชากรก่อนการคัดเลือก(selection differential)

Dunham และคณะ (1983) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินค่าตอบสนองการคัดพันธุ์ และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวใน 3 สายพันธุ์ของปลา channel catfish ได้แก่ สายพันธุ์ Rio Grande (Texas) , Marion (Alabama) และ Kansas (Kansas) โดยนำมาเลี้ยงในระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 10 ปี 20 ปี และ 60 ปี ตามลำดับ พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวของสายพันธุ์ Marion มีค่า 0.50 ± 0.13 สายพันธุ์ Rio Grande มีค่าอัตราพันธุกรรมเป็น 0.24 ± 0.06 และสายพันธุ์ Kansas มีค่าอัตราพันธุกรรมเป็น 0.33 ± 0.10 ระหว่างปลาเพศผู้และเพศเมีย ค่าอัตราพันธุกรรมจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Busack และ Gall (1983) ได้ศึกษาลักษณะปริมาณของการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์เพศของปลา mosquitofish , *Gambusia affinis* ทำการศึกษาในปลาเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 60 วัน ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเป็น 473 มิลลิกรัม และ 183 มิลลิกรัม และความยาวเฉลี่ย 26.2 มิลลิเมตร และ 20.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมของเพศผู้เป็น 0.25 ทั้งความยาวและน้ำหนัก สำหรับเพศเมีย ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความยาวเป็น 0.72 และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวเป็น 0.77 ปลาเพศผู้อายุเฉลี่ย 55 วันจะสมบูรณ์เพศและจะไม่พบความแตกต่างภายใน stocks เดียวกัน ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมของความสมบูรณ์เพศ มีค่าเท่ากับ 0.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรวัฒน์ ยศบุญ (2543) ทำการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของปลากัดไทยเพศเมีย ที่อายุ 120 วัน พบว่า ค่าประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลากัดไทยเพศเมียมีค่า 0.81 $\pm$ 0.199 และ 0.88 $\pm$ 0.200 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

(1) ปลาหางนกยูงพ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากกว่า 3 เดือน

(2) ไรแดง

(3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป (อาหารลูกปลาดุก)

(4) ตู้กระจกขนาด 0.15 X 0.26 X 0.15 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง X ยาว X สูง)

(5) ตู้กระจกขนาด 0.15 X 0.38 X 0.15 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง X ยาว X สูง)

(6) บ่อคอนกรีต ขนาด 2 X 3 X 1 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง X ยาว X สูง)

(7) กระชังขนาด 0.5 X 0.5 X 0.6 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง X ยาว X สูง)

(8) สายยางขนาดเล็ก

(9) สวิงตาถี่ขนาดเล็ก

(10) สวิงตากว้างขนาดกลาง

(11) บีกเกอร์

(12) ไม้ไผ่

(13) กะละมังขนาดเล็ก

(14) หัวทราย

(15) ชั้นวางตู้กระจก

(16) เครื่องชั่ง (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

(17) ไม้บรรทัด (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

3.2 วิธีการ

3.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ nested design (ND) โดยใช้แม่ปลาหางนกยูงที่อายุมากกว่า3 เดือน ที่มีลักษณะท้องแก่ จำนวน 30 คู่ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมแม่เดียวกัน (full-sib analysis) เมื่อปลาหางนกยูงอายุครบ 60 และ 100 วัน แยกองค์ประกอบของความแปรปรวน เพื่อคำนวณหาค่าอัตราพันธุกรรม

3.2.2 การกระตุ้นแม่ปลาให้ออกลูก

(1) การเตรียมตู้ ใช้ตู้ปลาขนาด 0.15 X 0.15 X 0.26 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 30 ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การเตรียมน้านำน้ำที่ได้หลังจากการพักเติมในตู้ปลาแต่ละตู้ ให้ได้ระดับประมาณ 5 เซนติเมตร

(3) การเตรียมแม่พันธุ์ปลา ใช้แม่พันธุ์ปลาที่มีอายุตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป ที่ไข่ได้รับการผสมจากเชื้อเพศผู้และมีลักษณะท้องแก่เต็มที่ (บริเวณใต้ท้องมีจุดสีดำและท้องมีขนาดใหญ่) จำนวน 30 ตัว ใส่ลงในตู้ ใช้ตู้ปลา 1 ตู้ ต่อ แม่ปลา 1 ตัว

3.2.3 การอนุบาลลูกปลาหางนกยูง

(1) นำลูกปลาหางนกยูงมาอนุบาลในตู้กระจกขนาด 0.15 X 0.15 X 0.38 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยเติมน้ำให้มีระดับความสูง 10 เซนติเมตร

(2) การให้อาหารช่วง 15 วันแรกให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (อาหารลูกปลาดุก) โดยการบดละเอียดหลังจาก 15 วันให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโดยการบดอย่างหยาบ

(3) ช่วง 15 วันแรกให้อาหาร 3 มื้อ เช้า กลางวัน เย็น (9:00 น. 12:00 น. 15:30น. ตามลำดับ) หลังจาก 15 วันให้วันละ 2 มื้อ เช้า เย็น (9:00 น. 15:00 น. ตามลำดับ) อาหารทุกมื้อในปริมาณที่มากเกินพอ

(4) ดูดตะกอนก้นตู้วันละ 1 ครั้งก่อนอาหารมื้อเย็น (เวลาประมาณ 15:30 น.) พร้อมเติมน้ำให้ได้ระดับเดิม เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ทุก 5 วัน

(5) ระยะเวลาในการอนุบาลในตู้กระจกประมาณ 50 วัน หลังจากนั้นย้ายปลาลงกระชัง

3.2.4 การเลี้ยงปลาหางนกยูงในกระชัง

(1) การเตรียมกระชัง นำกระชังสำเร็จรูปขนาด 0.5 X 0.5 X 0.6 ลูกบาศก์เมตร ผูกติดกับไม้ไผ่พร้อมใช้ทุ่นช่วยในการทรงตัวและช่วยให้กระชังลอยในน้ำได้ เตรียมกระชังทั้งหมด 30 กระชัง

(2) การเตรียมบ่อ ใช้บ่อคอนกรีตขนาด 2 X 3 X 1 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 บ่อ เติมน้ำให้ได้ระดับ 0.5 เมตร นำกระชังที่ผูกติดกับไม้ไผ่พร้อมทุ่นลงในบ่อพร้อมปรับระดับปากกระชังให้สูงกว่าระดับน้ำประมาณ 20 เซนติเมตร ลักษณะของกระชังจะเป็นแบบกระชังลอย

(3) การเตรียมน้ำ ใช้น้ำที่ได้หลังจากการพักใส่ลงในบ่อทั้ง 2 บ่อให้ได้ระดับน้ำสูงประมาณ 0.50-0.55 เมตร

(4) การปล่อยปลาลงกระชัง นำปลาหางนกยูงที่ได้จากการอนุบาลในตู้กระจกที่อายุประมาณ 50 วัน ปล่อยลงกระชังที่เตรียมไว้

(5) การให้อาหาร ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (อาหารลูกปลาดุก) โดยไม่ต้องบด ในปริมาณที่มากเกินพอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ถ่ายน้ำ 50% ทุกๆ 15 วัน พร้อมเติมน้ำให้ได้ระดับเดิม ระยะเวลาที่เลี้ยงในกระชังประมาณ 50 วัน

3.2.5 การเก็บข้อมูล

(1) บันทึกการเติบโตของปลาหางนกยูงแต่ละครอบครัวที่อายุ 60 วัน และ100 วัน

(2) บันทึกจำนวนตัวและสัดส่วนเพศในแต่ละครอบครัว

3.2.6 การวิเคราะห์ผล

(1) หาค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของการเติบโต ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปลาหางนกยูงทั้งหมดและปลาหางนกยูงแต่ละครอบครัว รวมทั้งหาอัตราการรอดของปลาหางนกยูงช่วงอายุต่ำสุด สูงสุด ด้วยโปรแกรม Systat Ver 5.0

(2)หาสัดส่วนทางเพศของปลาหางนกยูงในแต่ละครอบครัวด้วยตัวทดสอบ X^2

(3) หาค่าอัตราพันธุกรรมของปลาหางนกยูง

3.2.7 ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การเติบโต

น้ำหนักตัวและความยาวลำตัวปลาหางนกยูงที่อายุ 60 วัน

จากการทดลองเลี้ยงปลาหางนกยูง จนมีอายุ 60 วัน พบว่าปลาหางนกยูงเพศผู้ 30 ครอบครัว มีน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยรวม 0.21 ± 0.026 กรัม และ 2.09 ± 0.089 เซนติเมตร ปลาหางนกยูงเพศเมีย 30 ครอบครัว มีน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยรวม 0.17 ± 0.032 กรัม และ 1.92 ± 0.130 เซนติเมตร ตามลำดับ

น้ำหนักตัวและความยาวลำตัวปลาหางนกยูงที่อายุ 100 วัน

ปลาหางนกยูงที่อายุ 100 วัน มีปลาหางนกยูงทั้งหมด 18 ครอบครัว พบว่า ปลาหางนกยูงเพศผู้มีน้ำตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยรวม 0.42 ± 0.027 กรัม และ 2.55 ± 0.080 เซนติเมตร และปลาหางนกยูงเพศเมียมีน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยรวม 0.4 ± 0.060 กรัม และ 2.52 ± 0.146 เซนติเมตร ตามลำดับ

การเจริญเติบโตของปลาหางนกยูงที่เลี้ยงในตู้กระจกช่วงแรกเกิดจนมีอายุ 60 วัน และการเจริญเติบโตหลังจากที่ย้ายลงเลี้ยงในกระชังจนมีอายุครบ 100 วัน พบว่าน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยของปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วันมีค่า 0.21± 0.026 กรัม และ 2.09 ± 0.089 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับเพศเมียมีค่า 0.17 ± 0.032 กรัม และ 1.92 ± 0.130 เซนติเมตร ตามลำดับ ปลาหางนกยูงที่อายุ 100 วันพบว่า น้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเฉลี่ยของปลาเพศผู้ มีค่า 0.42 ± 0.027 กรัม และ 2.55 ± 0.080 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับปลาเพศเมีย มีค่า 0.40 ± 0.060 กรัม และ2.52 ± 0.146 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงพบว่า ที่ระดับค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปลาหางนกยูงทั้ง 30 ครอบครัว ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.00$) ยกเว้นค่าความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ที่อายุ 100 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากปลาหางนกยูงที่อายุ 100 วันมีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (mean ± S.E.) ของน้ำหนักตัว (body weight) และความยาวลำตัว (total length) ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน

อายุ (วัน)	เพศผู้	เพศเมีย
น้ำหนัก		
60	0.21± 0.026[a]	0.17 ± 0.032[b]
100	0.42± 0.027[c]	0.40 ± 0.060[c]
ความยาว		
60	2.09 ± 0.089[d]	1.92 ± 0.130[e]
100	2.55 ± 0.080[f]	2.52 ± 0.146[f]

อัตรารอดของปลาหางนกยูง

อัตรารอดของปลาหางนกยูงแรกเกิดจนถึงอายุ 60 วัน และช่วงอายุ 60-100 วัน มีค่าอัตรารอดเฉลี่ย 40.36 เปอร์เซ็นต์ และ 87.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองเลี้ยงปลาหางนกยูงในตู้กระจกขนาด 0.15×0.15×0.38 ลูกบาศก์เมตร ช่วงแรกเกิดจนมีอายุ 60 วัน จำนวน 30 ตู้ ตู้ละ 1ครอบครัว พบว่าอัตรารอดของปลาหางนกยูงอยู่ที่ 40.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่อัตรารอดต่ำอาจเนื่องมาจากในแต่ละตู้จะเลี้ยงปลา 1 ครอบครัว ซึ่งในแต่ละครอบครัวมีจำนวนลูกปลาไม่เท่ากันและระยะเวลาในการเลี้ยงค่อนข้างนาน เมื่อปลาโตขึ้น สัดส่วนระหว่างพื้นที่ต่อน้ำหนักตัวปลาลดลงทำให้ปลาเกิดการแข่งขันกันเพื่อการดำรงชีวิต บ่ลาบางส่วนจะโตหรือเล็กผิดปกติ ปลาที่มีขนาดใหญ่กว่าก็จะกินปลาที่มีขนาดเล็กกว่า หรือปลาขนาดใหญ่แย่งกินอาหารทำให้ปลาขนาดเล็กที่ไม่สามารถกินอาหารได้บางส่วนตายไปในที่สุด ในบางกรณีอาหารอาจมีส่วนเกี่ยวกับอัตรารอดของปลาหางนกยูง เพราะในการเลี้ยงปลาหางนกยูงส่วนใหญ่ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวันเพ็ญ มีนกาญจน์ , 2539 และวันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ , 2542) ปลาหางนกยูงแรกเกิดจะให้ไรแดงหรือไรน้ำตาลเป็นอาหารวันละ 2 มื้อเช้าเย็นประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นก็เปลี่ยนเป็นให้อาหารสำเร็จรูปควบคู่ไปกันกับไรแดงก็ได้ แต่ในการทดลองตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงจะให้อาหารสำเร็จรูปโดยมีการบดเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดปากของลูกปลา ซึ่งอาจทำให้ลูกปลาได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วนทำให้ลูกปลาอ่อนแอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงปลาในกระชังขนาด 0.5×0.5×0.6 ลูกบาศก์เมตร ในบ่อคอนกรีตขนาด 2 ×3 ×1 ลูกบาศก์เมตร โดยเลี้ยงกระชังละ 1 ครอบครัว ช่วงปลามีอายุ 60 – 100 วัน พบว่า อัตรารอดของปลาหางนกยูงมีค่า 87.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีเปอร์เซนต์สูง แสดงว่า หลังจากที่ย้ายปลาหางนกยูงลงเลี้ยงในกระชังอัตราการตายลดลงเมื่อเทียบกับที่อายุ 60 วัน ซึ่งแสดงว่าปลาหางนกยูงที่มีขนาดใหญ่มีเปอร์เซนต์การตายลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 จำนวนและอัตรารอดของปลาหางนกยูงช่วงอายุแรกเกิดจนถึงอายุ 60 วัน และช่วงอายุ 60วัน ถึง 100 วัน

ครอบครัวที่	จำนวนแรกเกิด (ตัว)	จำนวนรอดที่อายุ 60 วัน (ตัว)	อัตรารอดที่อายุ 60 วัน (เปอร์เซนต์)	จำนวนรอดที่อายุ 100 วัน (ตัว)	อัตรารอดที่อายุ 100 วัน เทียบกับที่ 60 วัน(เปอร์เซนต์)
1	29	4	13.79	4	100.00
2	24	8	33.33	5	62.50
3	39	15	38.46	8	53.33
4	15	3	20.00	*	*
5	24	19	79.17	19	100.00
6	26	18	69.23	16	88.89
7	16	16	100.00	*	*
8	10	9	90.00	8	88.89
9	37	22	59.46	*	*
10	6	6	100.00	*	*
11	11	8	72.73	*	*
12	14	14	100.00	13	92.86
13	22	20	90.91	16	80.00
14	35	2	5.71	2	100.00
15	41	2	4.88	*	*
16	6	6	100.00	5	83.33
17	2	2	100.00	*	*
18	37	6	16.22	*	*
19	14	5	35.71	*	*
20	8	6	75.00	*	*
21	13	14	100.00	13	92.31
22	38	13	34.21	*	*
23	28	4	14.29	*	*
24	22	9	40.91	*	*
25	45	4	8.89	4	100.00
26	38	4	10.53	3	75.00
27	4	3	75.00	2	66.67
28	17	8	47.06	8	100.00
29	24	14	58.33	14	100.00
30	24	7	29.17	7	100.00
รวม	669	271	1622.98	147	1483.77
	เฉลี่ย		40.36		87.28

*** มีการรวมกันระหว่างครอบครัว**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 สัดส่วนเพศของปลาหางนกยูง

ปลาหางนกยูงที่อายุ 45 วัน ในปลา 30 ครอบครัว แนวโน้มที่มีปลาหางนกยูงเพศผู้น้อยกว่าเพศเมีย 22 ครอบครัว จำนวนปลาเพศผู้เท่ากับเพศเมีย 5 ครอบครัว และครอบครัวที่มีจำนวนปลาเพศผู้มากกว่าเพศเมีย 3 ครอบครัว

สัดส่วนเพศของปลาหางนกยูงหลังจากที่ตรวจสอบเพศในวันที่ 45 พบว่า ในปลา 30 ครอบครัว สัดส่วนเพศระหว่างเพศผู้และเพศเมียมีแนวโน้มที่จะมีปลาหางนกยูงเพศเมียมากกว่าเพศผู้

4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรม

ของลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน และปลาหางนกยูงเพศเมียที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน พบว่าลักษณะทั้งสองของปลาหางนกยูงเพศผู้ 24 ครอบครัวที่ 60 วัน และ 14ครอบครัวที่ 100 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลาหางนกยูงเพศเมียความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัว 29 ครอบครัวที่ 60 วัน และ 18 ครอบครัวที่ 100 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักตัวและลักษณะความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้เทียบกับเพศเมียที่อายุ 100 วันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วัน มีค่า 0.82 ± 0.261 และ 0.64 ± 0.273 และที่ 100 วัน มีค่า 1.18 ± 0.321 และ 1.06 ± 0.354 ตามลำดับ สำหรับปลาหางนกยูงเพศเมีย ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวที่ 60 วัน มีค่า 0.50 ± 0.158 และ 0.51 ± 0.159 และที่ 100 วัน มีค่า 0.45 ± 0.206 และ 0.77 ± 0.225 ตามลำดับ

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของปลาหางนกยูง พบว่า ปลาหางนกยูงเพศผู้ที่อายุ 60 วัน มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวเป็น 0.82 ± 0.261 และ 0.64 ± 0.273 และที่อายุ 100 วัน ค่าอัตราพันธุกรรมทั้งสองลักษณะมีค่า 1.18 ± 0.321 และ 1.06 ± 0.354 ตามลำดับ สำหรับปลาหางนกยูงเพศเมีย การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัว ที่ 60 วัน มีค่า 0.50 ± 0.158 และ 0.51 ± 0.159 และที่ 100 วัน มีค่า 0.45 ± 0.206 และ 0.77 ± 0.225 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมที่มีค่าสูงกว่า 0.3 แสดงว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมสูง (Tave , 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าความแปรปรวนและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนในการหาค่าอัตราพันธุกรรม

	σ^2_s	σ^2_w	k
เพศผู้ อายุ 60 วัน			
น้ำหนัก	0.00343	0.00300	1.750
ความยาว	0.02812	0.03687	1.750
เพศเมีย อายุ 60 วัน			
น้ำหนัก	0.00138	0.00418	6.592
ความยาว	0.02319	0.06787	6.592
เพศผู้ อายุ 100 วัน			
น้ำหนัก	0.00472	0.00323	2.362
ความยาว	0.02604	0.02310	2.362
เพศเมีย อายุ 100 วัน			
น้ำหนัก	0.00873	0.02955	6.011
ความยาว	0.05861	0.09370	6.011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99172

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 60 วัน และ 100 วัน ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวอยู่ในเกณฑ์สูง (>0.3) แสดงให้เห็นว่าลักษณะที่ปรากฏนั้นเป็นผลมาจากการกำหนดโดยพันธุกรรมของยีนผลบาก (additive gene) ดังนั้น หากเลือกปลาที่มีลักษณะดีมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ลูกที่ได้ก็จะมีลักษณะดีด้วย และถ้าต้องการปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ ควรใช้วิธีการคัดพันธุ์

สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมที่มีค่าสูงกว่า 1 อาจมีสาเหตุมาจากมีจำนวนคู่ผสมน้อย และมีความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมสูง ในการศึกษาทั่ว ๆ ไป จำนวนคู่ผสมควรจะอยู่ระหว่าง 20 - 30 คู่ จึงจะได้ค่าอัตราพันธุกรรมที่ถูกต้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) การคัดแม่พันธุ์ปลาหางนกยูง ควรคัดเลือกแม่พันธุ์ที่มีท้องว่าง (ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์กับเพศผู้) เพื่อให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้มีค่าที่แน่นอนยิ่งขึ้น

(2) การอนุบาลลูกปลาหางนกยูงในช่วงแรก ควรให้ไรแดงหรืออาทีเมียเป็นอาหาร เพื่อให้อัตรารอดของปลาหางนกยูงมีค่าสูง

(3) ปลาหางนกยูงที่ใช้ในการทดลองออกลูกไม่พร้อมกัน ทำให้การเก็บข้อมูลเกิดความยุ่งยาก ดังนั้น ในการทดลองควรแยกการทดลองออกเป็นกลุ่ม แล้วค่อยเอาข้อมูลในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ . 2541 . พันธุศาสตร์ . วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร. หน้า 319-322 .

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ วันเพ็ญ มีนกาญจน์ . 2539. หางนกยูง...ราชินีแห่งปลาตู้ . วารสารการประมง . ปีที่ 44 ฉ. 3 : 203-207 .

วรวัฒน์ ยศบุญ . 2543. การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโตในปลากัดไทยเพศเมีย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 35 หน้า.

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ . 2542 . สภาวะการเพาะเลี้ยงปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) ในจังหวัดราชบุรี . วารสารการประมง .ปีที่ 52 ฉ. 1 : 19-29.

อุทัยรัตน์ ณ นคร . 2538 . พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ . ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ . คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 284 หน้า.

Axelrod , H. R . 1987. A complete introduction to breeding aquarium fishes . T.F.H. Publications , Inc. 125 p.

Busack , C.A. and Gall , G.A.E. 1983. An initial description of the quantitative genetics of growth and reproduction in the mosquitofish , *Gambusia affinis* .Aquaculture , 32 : 123-140.

Dunham , R.A. and Smitherman , R.O. 1983 . Response to selection and realized heritability for body weight in three strains of channel catfish , Ictalurus punctatus , grown in earthen ponds. Aquaculture , 33 : 89-96.

Tave Douglas. 1986. Genetics for fish hatchery managers. AIV Publishing Company , Inc. America. 299 p.

Walker , B . 1971 . TROPICAL FISH in colour . BLANDFORD PRESS POOLE DORSET . Blandford . 256 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรในการคำนวณของวิธี full sib analysis

ตารางผนวกที่ 1 การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกัน

Source of variation	Sum of square	Mean square
Correction term (CT)	γ^2/n	-
Between sires	$\Sigma_i(\gamma_i^2/ n_i)$ - C.T.	SS_S / (S-1)
Progeny within sires	$\Sigma_i\Sigma_k Y^2_{ik} - \Sigma_i (\gamma^2/n_i)$	SS_W / (n –s)

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	EMS
Sires : พ่อ	s-1	SS_S	MS_S	$\sigma^2_W + k\sigma^2_S$
Progenies : รุ่นลูกภายในพ่อ	n..-s	SS_W	MS_W	σ^2_W
Total :	n..–1	SS_T	MS_T	

โดยที่ s คือจำนวนของพ่อ

n_i คือจำนวนของลูกภายในพ่อ i ซึ่งเท่ากับจำนวนของแม่ที่ผสมกับพ่อ i นั่นเอง

$k = n_i$ คือจำนวนลูกภายในพ่อ i ในค่า EMS

ในกรณีที่จำนวนลูกต่อพ่อไม่เท่ากันจะต้องคำนวณหาค่า k ใหม่ทุกครั้ง โดยที่

$$k = 1/(s-1)\left(n. – (\Sigma n^2_i / n.)\right)$$

n. คือจำนวนของลูกทั้งหมด

จากตาราง σ^2_S คือ ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของลูกที่เกิดจากพ่อแต่ละตัว (กลุ่มลูกมีพ่อรวมกัน ; half sib family) หรืออาจกล่าวได้ว่า σ^2_S คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างลูกที่เกิดจากพ่อร่วมกัน (COV_{HS})

ส่วนความแปรปรวนทั้งหมด ; $\sigma^2_T = \sigma^2_W + \sigma^2_S$

โดยที่ $\sigma^2_W = MS_W$

และ $\sigma^2_S = (MS_S – MS_W)/k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมสามารถคำนวณได้จาก

$$h^2 = \frac{2\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_w}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของอัตราพันธุกรรมจะสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$S.E.(h^2) = 2\sqrt{\frac{2(1-t)^2\left(1+(k-1)\,t\right)^2}{k\,(k-1)\,(s-1)}}$$

โดยที่ t คือสหสัมพันธ์ภายในชั้น (interclass correlation) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$t \cong \frac{\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_w}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (total length) น้ำหนักเฉลี่ย (body weight) และจำนวนตัว ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย 30 ครอบครัว ที่อายุ 60 วัน

ครอบครัวที่	ขนาดเฉลี่ย (ซม.)		น้ำหนัก เฉลี่ย (กรัม)	
	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)
1	2.30 ± 0.245 (2)	2.15 ± 0.204 (2)	0.28 ± 0.102 (2)	0.23 ± 0.049 (2)
2	2.30 ± 0.000 (1)	2.17 ± 0.109 (7)	0.25 ± 0.000 (1)	0.21 ± 0.047 (7)
3	-	1.94 ± 0.160 (15)	-	0.16 ± 0.038 (15)
4	2.20 ± 0.000 (2)	2.2 ± 0.000 (1)	0.24 ± 0.008 (2)	0.25 ± 0.000 (1)
5	2.06 ± 0.171 (5)	1.84 ± 0.231 (14)	0.22 ± 0.060 (5)	0.15 ± 0.054 (14)
6	2.00 ± 0.082 (6)	1.97 ± 0.133 (12)	0.18 ± 0.013 (6)	0.14 ± 0.040 (12)
7	1.86 ± 0.119 (6)	1.7 ± 0.144 (10)	0.15 ± 0.033 (6)	0.13 ± 0.034 (10)
8	2.30 ± 0.058 (3)	2.18 ± 0.112 (6)	0.26 ± 0.013 (6)	0.21 ± 0.035 (6)
9	1.88 ± 0.087 (4)	1.67 ± 0.120 (18)	0.14 ± 0.009 (4)	0.09 ± 0.029 (18)
10	2.10 ± 0.153 (3)	2.00 ± 0.153 (3)	0.20 ± 0.025 (3)	0.16 ± 0.030 (3)
11	2.15 ± 0.041 (2)	1.77 ± 0.101 (6)	0.19 ± 0.025 (2)	0.13 ± 0.022 (6)
12	1.95 ± 0.041 (2)	1.98 ± 0.137 (12)	0.19 ± 0.024 (2)	0.17 ± 0.036 (12)
13	-	1.87 ± 0.148 (20)	-	0.18 ± 0.040 (20)
14	1.90 ± 0.000 (1)	2.00 ± 0.000 (1)	0.17 ± 0.000 (1)	0.22 ± 0.000 (1)
15	-	2.05 ± 0.041 (2)	-	0.21 ± 0.016 (2)
16	2.05 ± 0.041 (2)	1.93 ± 0.087 (4)	0.19 ± 0.016 (2)	0.19 ± 0.020 (4)
17	2.30 ± 0.082 (2)	-	0.27 ± 0.016 (2)	-
18	1.90 ± 0.000 (1)	1.78 ± 0.075 (5)	0.16 ± 0.000 (1)	0.14 ± 0.011 (5)
19	2.05 ± 0.100 (2)	1.73 ± 0.291 (3)	0.19 ± 0.027 (2)	0.15 ± 0.071 (3)
20	1.90 ± 0.082 (2)	1.73 ± 0.029 (4)	0.13 ± 0.016 (2)	0.12 ± 0.008 (4)
21	2.08 ± 0.139 (6)	2.00 ± 0.141 (7)	0.21 ± 0.031 (6)	0.21 ± 0.023 (7)
22	1.80 ± 0.082 (2)	1.58 ± 0.173 (11)	0.15 ± 0.008 (2)	0.09 ± 0.042 (11)
23	2.05 ± 0.041 (2)	2.10 ± 0.000 (2)	0.19 ± 0.012 (2)	0.24 ± 0.004 (2)
24	1.93 ± 0.033 (3)	1.80 ± 0.137 (6)	0.16 ± 0.003 (3)	0.12 ± 0.036 (6)
25	-	2.30 ± 0.236 (4)	-	0.29 ± 0.070 (4)
26	2.60 ± 0.082 (2)	1.85 ± 0.041 (2)	0.41 ± 0.024 (2)	0.16 ± 0.008 (2)
27	2.35 ± 0.122 (2)	2.10 ± 0.000 (1)	0.33 ± 0.061 (2)	0.22 ± 0.000 (1)
28	-	1.76 ± 0.148 (8)	-	0.11 ± 0.038 (8)
29	1.90 ± 0.100 (3)	1.60 ± 0.159 (11)	0.14 ± 0.027 (3)	0.11 ± 0.016 (11)
30	2.06 ± 0.067 (3)	1.98 ± 0.073 (4)	0.18 ± 0.025 (3)	0.19 ± 0.016 (4)
เฉลี่ย	2.09 ± 0.089 (70)	1.92 ± 0.130 (202)	0.21 ± 0.026 (70)	0.17 ± 0.032 (202)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ความยาวเฉลี่ย (total length) น้ำหนักเฉลี่ย (body weight) และจำนวนตัว ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย 18 ครอบครัว ที่อายุ 100 วัน

ครอบครัวที่	ขนาดเฉลี่ย (ซม.)		น้ำหนัก เฉลี่ย (กรัม)	
	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)
1	2.70 ± 0.082 (2)	3.10 ± 0.082 (2)	0.49 ± 0.012 (2)	0.44 ± 0.008 (2)
2	2.70 ± 0.000 (1)	2.58 ± 0.128 (4)	0.46 ± 0.000 (1)	0.42 ± 0.017 (4)
3	-	2.59 ± 0.065 (8)	-	0.41 ± 0.024 (8)
5	2.78 ± 0.048 (5)	2.01 ± 0.270 (14)	0.45 ± 0.021 (5)	0.19 ± 0.067 (14)
6	2.18 ± 0.119 (4)	2.29 ± 0.190 (12)	0.24 ± 0.027 (4)	0.27 ± 0.046 (12)
8	2.53 ± 0.033 (3)	2.52 ± 0.063 (5)	0.39 ± 0.012 (3)	0.44 ± 0.017 (5)
12	2.50 ± 0.000 (1)	2.09 ± 0.177 (12)	0.45 ± 0.000 (1)	0.24 ± 0.048 (12)
13	-	2.26 ± 0.152 (16)	-	0.29 ± 0.050 (16)
14	2.60 ± 0.000 (1)	2.90 ± 0.000 (1)	0.45 ± 0.000 (1)	0.61 ± 0.000 (1)
16	2.40 ± 0.000 (1)	2.80 ± 0.047 (4)	0.33 ± 0.000 (1)	0.54 ± 0.027 (4)
19	2.63 ± 0.067 (3)	2.35 ± 0.122 (2)	0.47 ± 0.012 (3)	0.30 ± 0.024 (2)
21	2.70 ± 0.115 (5)	2.45 ± 0.241 (7)	0.47 ± 0.045 (5)	0.44 ± 0.094 (7)
25	-	2.50 ± 0.302 (4)	-	0.47 ± 0.104 (4)
26	2.50 ± 0.000 (1)	2.50 ± 0.163 (2)	0.37 ± 0.000 (1)	0.39 ± 0.082 (2)
27	2.50 ± 0.000 (1)	3.10 ± 0.000 (1)	0.46 ± 0.000 (1)	0.59 ± 0.000 (1)
28	-	2.26 ± 0.102 (8)	-	0.28 ± 0.043 (8)
29	2.47 ± 0.088 (3)	2.21 ± 0.126 (11)	0.40 ± 0.027 (3)	0.25 ± 0.051 (11)
30	2.47 ± 0.000 (3)	2.83 ± 0.099 (4)	0.41 ± 0.061 (3)	0.55 ± 0.043 (4)
เฉลี่ย	2.55 ± 0.080 (34)	2.52 ± 0.146 (118)	0.42 ± 0.027 (34)	0.40 ± 0.060 (118)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้