บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปลาบู่ทราย *Oxyeleotris marmoratus* มีชื่อสามัญว่า sand goby เป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับปลาบู่ชนิดอื่น โดยปลาบู่มีทั้งหมด 5 ครอบครัว ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 100 ชนิด (Smith, 1945) ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย พบว่ากระจายอยู่ในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะมาลายู ได้แก่บอร์เนียว เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย สำหรับในประเทศไทย พบอยู่ทั่วไปตามแม่น้ำ ลำคลองทั่วประเทศ โดยมีปริมาณมากในบริเวณภาคกลาง ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี และปทุมธานี (ทวี และยุพินท์, 2539) นอกจากนี้ยังพบปลาบู่ทรายกระจายตัวอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความเค็มต่ำ เช่นในทะเลน้อย จังหวัดสงขลา และปากแม่น้ำสายบุรี จังหวัดปัตตานี (เจริญ และคณะ, 2522) ปลาบู่ทรายนับว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง โดยมีการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ จีน และญี่ปุ่น เป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาทต่อปี (เฉิดฉัน และคณะ, 2538) แต่ในปัจจุบันปริมาณของปลาบู่ทรายมีจำนวนลดน้อยลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด อาจสืบเนื่องมาจากในธรรมชาติจำนวนปลาบู่มีจำกัดทำให้พ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงขาดแคลน อีกทั้งการเพาะขยายพันธุ์ และการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายในขณะนี้ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากยังขาดข้อมูลพื้นฐานในการจัดการบางประการ ส่งผลให้ผลผลิตของปลาบู่ทรายมีจำนวนลดน้อยลง

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายยังประสบปัญหา เรื่องการขาดแคลนพันธุ์ปลา กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงได้ทดลองเพาะขยายพันธุ์ปลา ด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมนผสมเทียม แต่ผลที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และยังใช้เวลานานในการรอให้ปลาบู่ทรายวางไข่ในแต่ละครั้ง นอกจากนี้ยังมีความยุ่งยากในการจัดการ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาดำเนินการในเชิงพาณิชย์ได้ ต่อมาได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงโดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งทำให้การเพาะขยายพันธุ์ปลาได้ดีขึ้น แต่ทั้งนี้อัตราการรอดของลูกปลา ยังมีความผันแปรค่อนข้างสูงอยู่ (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

อัตราการรอดที่ผันแปร อาจสืบเนื่องมาจากหลายสาเหตุ การจัดการด้านอาหารอาจเป็นสาเหตุหนึ่ง จากรายงานพบว่าการขาดสารอาหารของปลากระดูกแข็งในระยะวัยอ่อน ทำให้การพัฒนาของทางเดินอาหารผิดปกติ (Cousin and Baudin-Laurencin, 1985; Avila and Juario, 1987; Eckmann, 1987; Ferraris *et al.*, 1987; Boulhic and Gabuadan, 1992) ซึ่งส่งผลให้อัตราการรอด

ต่ำได้ การศึกษาการพัฒนาท่อทางเดินอาหาร ทำให้สามารถวางแผนการจัดการด้านอาหาร ให้พอเหมาะกับการเกิดของอวัยวะ เพื่อลูกปลาระยะวัยอ่อนจะนำสารอาหารไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของการพัฒนาทางเดินอาหารในปลา นอกจากจะทำให้สามารถวางแผนการจัดการด้านอาหาร ให้มีความเหมาะสมแล้ว ยังช่วยในการประเมินการเกิดโรค ทั้งที่เกิดจากเชื้อโรค สารพิษ และความเครียดที่เกิดจากการขาดสารอาหาร (Molnar and Baska, 1989; William and Nickol, 1989) ทำให้การวินิจฉัยโรค มีความแม่นยำ และถูกต้องขึ้น ซึ่งการศึกษาพัฒนาการของทางเดินอาหารในปลาบู่ทราย ทำให้เข้าใจถึงลักษณะเนื้อเยื่อ การพัฒนา และความพร้อมที่จะทำงานของอวัยวะภายในทางเดินอาหาร โดยข้อมูลเหล่านี้จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยง ยังผลให้การเลี้ยงปลาบู่ทรายประสบผลสำเร็จได้ดีขึ้น

ในการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางชีววิทยาของการพัฒนาทางเดินอาหารในปลาบู่ทราย โดยดูจากลักษณะภายนอก สนธิพันธุ์ และชัยศิริ (2525) ได้ทดลองเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายโดยใช้โรติเฟอร์เป็นอาหาร พบว่าเมื่อปลาบู่มีอายุได้ 1 วัน จะมีความยาวของถุงสะสมอาหาร (yolk sac) ประมาณ 1/5 ของลำตัว อายุ 2 วัน ถุงอาหารจะเริ่มยุบตัวลง และเมื่อลูกปลาอายุได้ 3 วันพบว่าถุงอาหารจะยุบจนหมดและเริ่มเห็นกระเพาะอาหารชัดเจนขึ้น ภาณุ และคณะ (2532) รายงานว่าลูกปลาอายุได้ 1 วัน บริเวณส่วนของปากจะมีการพัฒนาไปเป็นริมฝีปากบนและล่าง ในขณะเดียวกันจะมีการเจริญของทางเดินอาหารเป็นลำไส้ติดกับท่อขับถ่าย หลังจากนั้นในวันที่ 2 จะเห็นปากชัดเจน ธำรงค์ และคณะ (2544) พบว่าลูกปลาบู่ทรายที่ฟักออกมาใหม่ จะมีท่อทางเดินอาหารเป็นท่อตรงใส เริ่มมีการคอดพับและโค้งงอในวันที่ 3 – 6 และเมื่อลูกปลามีอายุ ได้ 14 วันลำไส้จะม้วนเป็นวงกลม 1 วง ลูกปลาจะมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งอายุได้ 37-45 วัน ลูกปลาจะมีลักษณะคล้ายพ่อแม่แต่มีขนาดเล็กกว่าเท่านั้น (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางเดินอาหารในปลาบู่ทราย แม้จะมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่มักจะเป็นการศึกษาจากภายนอก ซึ่งอาจทำให้ความเข้าใจในระบบทางเดินอาหารของปลาบู่ทรายยังไม่ชัดเจนนัก ทั้งนี้การศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อ และวิธีทางฮีสโตเคมีคาดว่าจะทำให้ทราบถึงบทบาทของอวัยวะในระบบทางเดินอาหารในปลาบู่ทราย ปรากฏชัดเจนขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงการพัฒนาเนื้อเยื่อระบบทางเดินอาหารของปลาบู่ทรายในส่วนต่างๆ ตั้งแต่ส่วนของปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ และตับอ่อน โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของผนังทางเดินอาหารเมื่อปลามีอายุมากขึ้น (ตั้งแต่ออกจากไข่ จนกระทั่งมีอายุ 45 วัน) นอกจากนี้ได้ศึกษาด้านฮีสโตเคมี โดยศึกษาการทำงานของเอนไซม์ alkaline phosphatase และไกลโคเจน (glycogen) ในตับ เอนไซม์ alkaline phosphatase มีส่วนสำคัญในการดูดซึมสารอาหาร เช่น น้ำตาล, ไขมัน, แคลเซียม และฟอสเฟต (Roubaty and Portmann, 1988) โดยเอนไซม์ชนิดนี้ มีหน้าที่ใน

การดูดซึม และกระบวนการขนย้ายสารผ่านเยื่อบุผิว ดังนั้นการศึกษาการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้ จะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่เซลล์ภายในทางเดินอาหารของปลาเริ่มมีการดูดซึม และขนย้ายสาร สำหรับการศึกษาปริมาณไกลโคเจน ซึ่งเป็นสารที่มีสะสมมากในตับ และกล้ามเนื้อ และเป็นแหล่งสะสมอาหารในสัตว์ ทั้งยังเป็นแหล่งสำคัญในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ในปลาที่ขาดสารอาหารพบว่ามีปริมาณของไกลโคเจน ในตับ และส่วนต่างๆของระบบทางเดินอาหารน้อย (Belkovskij *et al.*, 1991) ดังนั้นการศึกษาปริมาณไกลโคเจนในตับปลาบู่ทราย ที่อายุต่างๆกัน สามารถนำมาอธิบายถึงความเพียงพอของสารอาหารที่ปลาบู่ทรายได้รับ นอกจากนี้ยังได้ศึกษา acid mucosubstance ซึ่งทำหน้าที่ในการหล่อลื่น และเคลือบลำไส้ เพื่อป้องกันการทำลายจากกรดในกระเพาะอาหาร (Strand, 1978)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงบทบาทและการทำงานของระบบทางเดินอาหารได้ชัดเจนขึ้น และยังทำให้เข้าใจถึงชีววิทยาพื้นฐานของปลาบู่ทรายได้ดียิ่งขึ้น โดยจะส่งผลให้การเพาะเลี้ยง และการอนุรักษ์ ปลาบู่ทรายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การตรวจเอกสาร

1. ชีววิทยาของปลาบู่ทราย (สมปอง, 2523)

1.1. อนุกรมวิธานของปลาบู่ทราย

Phylum Vertebrata

Class Teleostomi

Order Gobioidae

Family Eleotridae

Genus *Oxyeleotris*

Species *marmoratus*

Bleeker (1852)

1.2. ลักษณะทั่วไปของปลาบู่ทราย

ปลาบู่ทรายมีลักษณะลำตัวกลมยาว ความลึกลำตัวประมาณ 1 ใน 3.5 ของความยาวมาตราฐานของลำตัว ส่วนหัวยาวเป็น 1 ใน 2.8 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว หัวค่อนข้างโต และด้านบนของหัวแบนราบ มีจุดดำ (ocellus) ประปราย ปากกว้างใหญ่เปิดทางด้านบนตอนมุมปากเฉียงลงและยาวถึงกึ่งกลางระดับตา ขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบนและทั้งขากรรไกรบน และล่างมีฟันแหลมซี่เล็กๆลักษณะฟันเป็นแบบฟันแถวเดียว ลูกตามีลักษณะโปนกลมอยู่บนหัวถัดจากริมฝีปากบนเล็กน้อย รูจมูกคู่หน้าเป็นหลอดยื่นขึ้นมาอยู่ติดกับร่องที่แบ่ง จงอยปากกับริมฝีปากบน ครีบหูและครีบหางมีลักษณะกลมมนใหญ่มีลวดลายดำสลับขาว มีก้านครีบอ่อนอยู่ 15-16 ก้าน ครีบหลังมี 2 ครีบ ครีบอันหน้าสั้นเป็นหนาม (spine) 6 ก้าน เป็นก้านครีบสั้นและเป็นหนาม ครีบอันหลังเป็นก้านครีบอ่อน 11 ก้าน ครีบท้องหรือครีบอก (pectoral fins) อยู่แนวเดียวกับครีบหู และมีก้านครีบอ่อน 5 ก้าน ครีบอกของปลาบู่ใน subfamily Eleotrinae แยกจากกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างจากปลาบู่ชนิดอื่นในครอบครัว Gobioidae ซึ่งมีครีบท้องติดกันเป็นรูปจาน ครีบก้นอยู่ในแนวเดียวกับครีบหลังอันที่สอง มีก้านครีบอ่อน 7 ก้าน และมีความยาวครีบเท่ากับครีบหลังอันที่สอง ส่วนของครีบมีลายสีน้ำตาลดำแดงสลับขาวเป็นแถบๆ และมีจุดสีดำกระจายทั่วไป ลำตัวมีเกล็ดแบบ ctenoid (เกล็ดมีหนามคล้ายซี่หวีอยู่ทางส่วนหลังของเกล็ด) และมีแถบสีดำขวางลำตัว 4 แถบ ด้านท้องมีสีอ่อน สีตัวของปลาบู่ทรายแตกต่างกันไปตามถิ่นที่อยู่ ปลาบู่ทรายจัดเป็นปลาขนาดกลางและเป็นปลาชนิดเดียวในครอบครัวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ตามปกติมีความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แต่มีรายงานว่าพบยาวถึง 60 เซนติเมตร (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

1.3. การแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่อาศัย

ปลาปู่ทรายเป็นปลาที่สามารถพบได้ทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อย พบในหลายประเทศโดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะมลายู ได้แก่ บอว์เนียว เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย มาเลเซีย จีน ไทย สำหรับในประเทศไทยพบขยายพันธุ์ทั่วไปตามแม่น้ำลำคลองและสาขาทั่วทุกภาคตามหนองบึง และอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา ปากน้ำโพ บึงบอระเพ็ด แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำท่าจีน นอกจากนี้พบตามอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จ.อุตรดิตถ์ อ่างเก็บน้ำลำตะคอง จ.นครราชสีมา อ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จ.ยะลา และมีรายงานพบในทะเลน้อย จ.สงขลา สำหรับในอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นใหม่พบว่าปลาปู่ทรายมีการเจริญเติบโตเร็ว และแพร่ขยายพันธุ์ได้ดี เช่นเดียวกับปลากินเนื้อชนิดอื่น

ปลาปู่ทรายเป็นปลากินเนื้อที่ชอบอยู่นิ่งๆตามดินอ่อน พื้นทราย และกลบซ่อนตามก้อนหิน ตอไม้ เสาไม้ รากหญ้าหนาๆ เพื่อรอให้เหยื่อผ่านมาแล้วเข้าโจมตีทันทีด้วยความเร็ว ปลาปู่ทรายพบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อย ลูกปลาปู่ทรายชอบซ่อนตัวบริเวณรากพืชไม้น้ำ จอกแหน และรากไม้ (เฉิดฉัน และ คณะ, 2538)

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของทางเดินอาหารในปลาตัวเต็มวัย

2.1 **ริมฝีปาก** (lip) ปลาที่กินอาหารชิ้นใหญ่หรือมีการกัดกินจะมีริมฝีปากบาง ปลาที่ปากดูดริมฝีปากจะเป็นเนื้อหนาขึ้นมาซึ่งอาจจะเป็นหนังแข็ง และเหนียว ได้แก่ ปลา sturgeon ปลาลูกผึ้ง พวกนี้ส่วนมากจะมีหนวดรอบปากใช้ประโยชน์ในการช่วยหาทิศทางและตำแหน่งของอาหาร (วิมล, 2540)

2.2 **ปาก** (mouth) เป็นช่องเปิดที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายทำหน้าที่ในการรับอาหารรับน้ำเพื่อหายใจ ช่วยในการยึดเกาะ บางชนิดช่วยในการต่อสู้ศัตรู บางชนิดใช้ในการหาอาหาร ปลาที่มีปากขนาดเล็กได้แก่ปลากระดี่ ปลาสลิด ปลาผีเสื้อ ปลาที่มีปากขนาดปานกลางได้แก่ปลาสวาย ปลาเทโพ ปลาที่มีปากกว้างมากๆได้แก่ ปลาช่อน ปลาเค้า คางเบือน ปลาเก๋า (วิมล, 2540)

2.3 **ฟัน** (tooth) ปลาเป็นสัตว์ที่กินอาหารโดยไม่เคี้ยว จึงมีฟันเหมือนกันทั้งหมด ฟันปลาจะมีการหลุดและเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา ในปลาฉลามจะมีการเกิดของฟันเรียงเป็นแถวๆ ฟันแถวนอกสุดจะมีอายุมากที่สุด เมื่อหลุดไปแถวใหม่ด้านในจะสร้างขึ้นมาทดแทน และแถวที่ถัดจากแถวนอกจะร่นเข้ามาแทนที่ (วิมล, 2540)

2.4. **ลิ้น** (tongue) ปลามีลิ้นแต่ยังไม่เจริญเนื่องจากไม่ได้ใช้ในการคลุกเคล้าอาหาร ลิ้นปลาไม่มีกล้ามเนื้อ เป็นเพียงแกนกระดูกที่มีเยื่อหุ้ม ในปลาบางชนิดจะเห็นเป็นรอยนูนชัดมาก ช่องคอหรือคอหอย (pharynx) เป็นส่วนที่ถัดจากช่องปากเข้าไป เป็นช่องแคบสั้นเหมือนกับปากกรวย ในบริเวณนี้จะมีซี่เหงือกทำหน้าที่กั้นอาหารแล้วส่งเข้าหลอดอาหาร ในปลาบางชนิดช่องคอจะมีฟันด้วย (วิมล, 2540)

2.5. **หลอดอาหาร** (esophagus) เป็นอวัยวะต่อจากช่องคอ มีลักษณะเป็นหลอดหรือท่อที่แท้จริง หลอดอาหารของปลามีขนาดสั้นมากเนื่องจากปลาไม่มีคอทำให้หลอดอาหารมีขนาดพอๆกับกระเพาะอาหารทำให้การแยกอวัยวะ 2 ส่วนนี้จึงเป็นไปได้ยาก แต่ทราบได้จากการขยายตัวเมื่อมีอาหารผ่านเข้าไป ในหลอดอาหารพบว่ามีต่อมเมือกเป็นจำนวนมาก (วิมล, 2540 และ Harder, 1975)

2.6. **กระเพาะอาหาร** (stomach) ทำหน้าที่เป็นที่พักอาหารและย่อยอาหาร โดยใช้น้ำย่อยจากต่อมน้ำย่อยที่มีอยู่ในผนังของกระเพาะอาหาร ปลามีกระเพาะเป็นรูปถุงยาวก้นถุงแคบ มีสีน้ำตาลอ่อน กระเพาะอาหารของปลาโดยส่วนใหญ่แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนต้นเรียกว่า cardia และส่วนปลายเรียกว่า pylorus (วิมล, 2540 และ Harder, 1975) แต่ในปลาบางชนิดพบว่ากระเพาะอาหารมี 3 ส่วนคือ cardia, fundus และ pylorus เช่นปลานิล, *Tilapia nilotica* (Osman and Caceci, 1991)

2.7. **ลำไส้เล็ก** (small intestine) เป็นอวัยวะที่ยาวที่สุดในทางเดินอาหาร อาจเป็นท่อตรงหรือขดม้วนทับกันเป็นก้อนใหญ่ แบ่งเป็น 3 ตอนคือ ส่วนต้นเรียกว่า duodenum อยู่ถัดจากส่วนท้ายของกระเพาะอาหาร เป็นตอนที่ยาวและหนากว่าส่วนอื่น ต่อมาเป็นลำไส้ส่วนกลางเรียกว่า jejunum มีขนาดสั้นกว่า duodenum และส่วนท้ายเรียกกว่า ileum จะเป็นส่วนที่สั้นและแคบที่สุด(วิมล, 2540)

2.8. **ลำไส้ใหญ่** (large intestine) เป็นส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหารต่อจากลำไส้เล็ก แยกจากลำไส้เล็กโดยรอยคอดกิ่ว ผิวภายในมีรอยย่นมากกว่าในลำไส้เล็ก ในปลากระดูกอ่อน จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ rectum และ cloaca แต่ในปลากระดูกแข็งจะมี rectum และ anus เลย (วิมล, 2540)

3. พัฒนาการภายนอกของปลาบู่ทรายระยะวัยอ่อน (เฉิดฉัน และคณะ 2538)

1. ลูกปลาอายุ 32 ชั่วโมง

เป็นระยะฟักตัว (hatched out) เวลาการฟักตัวแปรผันมาก ตัวอ่อนหลุดออกจากไข่โดยใช้ส่วนของหางแกว่งเคลื่อนไหวไปมาจนตัวอ่อนหลุดออกจากเปลือกไข่จมลงสู่พื้นแล้วลอยไปตามกระแสน้ำ ส่วนของ yolk sac มีขนาด 1/3 ของลำตัว

2. ลูกปลาอายุ 1 วันหลังออกจากไข่

ลูกปลามีลำตัวขาวใส ถุงอาหารยุบลงมาเหลือประมาณ 1/5 ของความยาวลำตัว ระบบย่อยอาหารมีการเจริญเป็นลำไส้ติดต่อกับท่ออาหาร ลูกปลามีความยาวเฉลี่ย 3.6 มิลลิเมตร บริเวณปากกำลังพัฒนาเป็นริมฝีปากบน และ ล่าง

3. ลูกปลาอายุ 2 วัน หลังออกจากไข่

ลูกปลาเริ่มกินอาหารเนื่องจากถุงไข่แดงยุบหมดและเห็นปากชัดเจน ลูกปลามีการว่ายน้ำในแนวดิ่ง คือ พุ่งขึ้น และจมลง มีความยาวเฉลี่ย 4 มิลลิเมตร

4. **ลูกปลาอายุประมาณ 7 วัน**

ลูกปลามีความยาวเฉลี่ย 4.6 มิลลิเมตร และเริ่มมี pigment เกิดขึ้น โดยมีสีดำเข้มบริเวณส่วนท้องด้านล่างไปจนถึงโคนครีบหางตอนล่าง

5. **ลูกปลาอายุประมาณ 15 วัน**

ลูกปลามีความยาวเพิ่มขึ้นซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 5.05 มิลลิเมตร และมี pigment มากขึ้น

6. **ลูกปลาอายุประมาณ 20 วัน**

ลูกปลามีความยาวประมาณ 7.6 มิลลิเมตร มี pigment มากขึ้น

7. **ลูกปลาอายุประมาณ 30 วัน**

ลูกปลามีความยาวประมาณ 8 - 10 มิลลิเมตร เกิดลายพาดขวาง ลำตัวคล้ายพ่อแม่ แต่ส่วนเนื้อที่ไม่มีลายยังใสอยู่ และสามารถมองเห็นอวัยวะภายใน

8. **ลูกปลาอายุประมาณ 37-45 วัน**

ลูกปลามีลักษณะคล้ายพ่อแม่ เพียงแต่มีขนาดเล็กกว่าเท่านั้น ส่วนที่เป็นเนื้อใสเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขุ่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลงานที่มีมาก่อน

การศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลาหลังออกจากไข่มีการศึกษาเป็นจำนวนมาก ลูกปลาหลังออกจากไข่จะมีขนาดความยาวลำตัวแตกต่างกันออกไปตามแต่ชนิดของปลา เช่น ปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) มีความยาวเท่ากับ 3.5 มิลลิเมตร (อุมาพร, 2542) ปลาดุกอุย, walking catfish (*Clarias macrocephalus*) มีความยาวเท่ากับ 4.8 มิลลิเมตร (ชาตรี, 2543) ปลานวลจันทร์ทะเล, milkfish (*Chanos chanos*) มีความยาวเท่ากับ 2.1 มิลลิเมตร (Ferraris *et al.*, 1987) ลูกปลาบู่ทรายขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับปลาชนิดอื่นเช่น ปลา siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) มีความยาวเท่ากับ 10.4 –11.2 มิลลิเมตร (Gisbert *et al.*, 1998) ปลา *Solea senegalensis* มีความยาวเท่ากับ 3.0 มิลลิเมตร (Riberio *et al.*,1999) ปลา wolfish มีความยาวเท่ากับ 23 มิลลิเมตร (Falk – Petersen and Hansen, 2001)

ท่อทางเดินอาหารในปลาแบ่งออกเป็น หลอดอาหาร (esophagus) กระเพาะอาหาร (stomach) และลำไส้ (intestine) (Govoni *et al.*, 1986) ซึ่งลักษณะเนื้อเยื่อท่อทางเดินอาหารของปลาแต่ละชนิดมีทั้งลักษณะคล้ายคลึงและแตกต่างกันออกไป เช่น ปลา nile tilapia มีเยื่อบุผิวของคอหอยเป็นแบบแบนบางเรียงตัวชั้นเดียวและมีต่อมเมือกอยู่เป็นจำนวนมาก (Morisson and Wright, 1999) เช่นเดียวกับที่พบในปลาดุกอเมริกัน, channel catfish (Sis *et al.*, 1979) แต่ในกระเพาะอาหารของปลาทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างกัน โดยปลาดุกอเมริกันพบ gastric gland ในกระเพาะส่วนหน้า ส่วนปลา nile tilapia พบ gastric gland ในกระเพาะส่วนท้าย นอกจากนี้ยังพบว่ามี goblet cell ที่เยื่อบุผิวของกระเพาะอาหารในปลา ไม่พบในดุกอเมริกัน (Sis *et al.*,1979; Morisson and Wright, 1999)

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทางเดินอาหารของปลาบู่ทรายมีอยู่เป็นจำนวนมาก โดยมักจะศึกษาจากลักษณะภายนอก Tan และ Lam (1973) พบว่าลูกปลาบู่ทรายจะฟักออกเป็นตัวภายใน 38 ชั่วโมง และเริ่มเปิดปากใน 12 ชั่วโมงถัดมา สนธิพันธุ์ และชัยศิริ (2525) ได้ทดลองเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายโดยใช้โรติเฟอร์เป็นอาหาร พบว่าเมื่อปลาบู่ทรายมีอายุได้ 1 วัน จะมีความยาวของถุงอาหาร (yolk sac) ประมาณ 1/5 ของลำตัว อายุ 2 วัน ถุงอาหารจะเริ่มยุบตัวลง และเมื่อลูกปลาอายุได้ 3 วัน พบว่าถุงอาหารจะยุบจนหมดและเริ่มเห็นกระเพาะอาหารชัดเจนขึ้น ภาณุ และคณะ (2532) รายงานว่าลูกปลาอายุได้ 1 วัน บริเวณส่วนของปากจะมีการพัฒนาไปเป็นริมฝีปากบนและล่าง ในขณะเดียวกันจะมีการเจริญของทางเดินอาหารเป็นลำไส้ติดกับท่อขับถ่าย หลังจากนั้นในวันที่ 2 จะเห็นปากชัดเจน ธำรงค์ และคณะ (2544) พบว่าลูกปลาบู่ทรายที่ฟักออกมาใหม่ ยังไม่มีการพัฒนาของปากและขากรรไกร เมื่อลูกปลาอายุ 36 ชั่วโมง หลังจากฟักออกเป็นตัว เริ่มมีการพัฒนาของขากรรไกร และ

เริ่มเห็นเป็นรูปปาก ปากจะเปิดอย่างสมบูรณ์ทุกตัวเมื่อลูกปลามีอายุ 78 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่จะมีท่อทางเดินอาหารเป็นแบบเส้นตรงใส ติดกับถุงไข่แดง ทางเดินอาหารจะติดต่อถึงส่วนโค้งของครีบก้น (anal fin) ปากทวารยังไม่เปิด จนกระทั่งลูกปลาอายุ 38 ชั่วโมงหลังจากฟักเป็นตัว รูทวารจึงเปิดออก ลูกปลาอายุ 3 ถึง 6 วัน ทางเดินอาหารส่วนของลำไส้มีการขดพับ และโค้งงอ ผนังลำไส้หนาขึ้นและเห็นการทำงานของลำไส้ชัดเจน และเมื่อลูกปลามีอายุได้ 14 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว ลำไส้ของลูกปลาจะมีการม้วนเป็นวง 1 วง ลูกปลาจะมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งอายุได้ 37-45 วัน ลูกปลาจะมีลักษณะคล้ายพ่อแม่แต่มีขนาดเล็กกว่าเท่านั้น (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาของเนื้อเยื่อท่อทางเดินอาหารในปลาระยะวัยอ่อน ได้มีการวิจัยอย่างกว้างขวาง โดยพบว่าปลาส่วนใหญ่เมื่อแรกเกิดจะมีท่อทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ มีท่อตรง ไม่มีการเปิดออกของปากและทวารหนัก (Govoni *et al.*, 1986) ทางเดินอาหารหลังออกจากไข่จะยังไม่มีการพัฒนา โดยเริ่มพัฒนาก่อนที่จะได้รับอาหารจากภายนอก (Segner *et al.*, 1994; Bisbal and Bangston, 1995 และ Sarasquete *et al.*, 1995) การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของทางเดินอาหารมีการศึกษาจำนวนมาก ซึ่งเวลาในการพัฒนาอวัยวะในท่อทางเดินอาหารของปลาแตกต่างกัน สุปราณี และคณะ (2534) ศึกษาการเกิดของอวัยวะ และลักษณะเนื้อเยื่อปลากัดวัยอ่อน (*Beta splendens*) อายุ 1 – 15 วันพบว่า ท่อทางเดินอาหารในลูกปลาอายุ 1 วัน มีลักษณะเป็นท่อตรง ยังไม่มีการเปิดออกของทวารหนัก เมื่อลูกปลามีอายุได้ 3 วัน โครงสร้างของระบบท่อทางเดินอาหารจะมีการพัฒนาขึ้น และมีองค์ประกอบเหมือนตัวเต็มวัยเมื่อลูกปลาอายุ 15 วัน กลุ่มเซลล์ที่จะพัฒนาเป็นตับอ่อนและม้าม เริ่มปรากฏเห็นได้ชัดเจนเมื่อลูกปลามีอายุได้ 15 วัน Boulhie and Gabaudan (1992) พบว่าปลา dover sole (*Solea solea*) จะเริ่มเปิดปากและกินอาหารจากภายนอก (exogenous feeding) เมื่อลูกปลาอายุได้ 2 วัน เช่นเดียวกับปลา gillhead seabream *(Sparus aurata)* และปลา *Solea senegalensis* (Sarasqueue *et al.*, 1995; Ribeiro *et al.*, 1999) ในขณะที่ปลา siberian sturgeon จะเริ่มกินอาหารจากภายนอกเมื่ออายุได้ 9 วัน (Gisbert *et al.*, 1998)

Kjorsvik and Reiersen (1992) ศึกษาการเจริญของท่อทางเดินอาหารในปลา atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) ตั้งแต่ออกจากไข่ จนกระทั่งมีอายุ 24 วัน พบว่าลูกปลาสามารถดูดกลืนและย่อยอาหารได้ดีก่อนที่ถุงไข่แดงจะยุบ

เมื่อปลา dover sole มีอายุได้ 2 วัน สามารถแยกทางเดินอาหารออกเป็น คอหอย กระเพาะและลำไส้ เริ่มยื่นเยื่อบุผิวเข้าไปในช่องว่างในวันที่ 8 และพบว่ามีต่อมแกสตริก (gastric gland) ปรากฏในวันที่ 22 หลังฟักออกเป็นตัว (Boulhie & Gabaudan, 1992) ปลา gillhead seabream มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ เมื่อปลาเริ่มกินอาหารได้ (อายุ 2 วัน) โดยสามารถแยกออกเป็น 3 ส่วนคือ

ทางเดินอาหารส่วนหน้า (ประกอบด้วย คอหอย และกระเพาะ) ทางเดินอาหารส่วนกลาง และทางเดินอาหารส่วนท้าย เช่นเดียวกับ ปลา dover sole ทางเดินอาหารเจริญสมบูรณ์คล้ายตัวเต็มวัยเมื่อปลามีอายุได้ 13 วัน ส่วนปลา siberian sturgeon จะมีการเจริญของท่อทางเดินอาหาร และกระเพาะอาหารเริ่มมีการสร้างต่อม เมื่อปลา siberian sturgeon อายุได้ 11 วัน (Gisbert *et al.* , 1998) จากรายงานของ Riberiro และคณะ (1999) ศึกษาการเจริญของท่อทางเดินอาหารในปลา *Solea senegolensis* พบว่าในระยะที่มีการกินอาหารจากภายใน (endogenous feeding) ท่อทางเดินอาหารเจริญเป็นส่วนต้นและส่วนท้าย และในวันที่ 2 หลังจากฟักออกเป็นตัว จะเริ่มกินอาหารจากภายนอก (exogenous feeding) ท่อทางเดินอาหารสามารถแบ่งชัดเจนในวันที่ 3 และเจริญสมบูรณ์คล้ายตัวเต็มวัย เมื่ออายุได้ 27 วัน

การเจริญของต่อมแกสตริกในกระเพาะอาหาร สามารถบ่งบอกถึงการเข้าสู่ระยะ juvenile ของปลา (Govoni *et al.*, 1986) ซึ่งปลาแต่ละชนิดมีช่วงอายุในการปรากฏของต่อมแกสตริก แตกต่างกันออกไป เช่น ปลาช่อนพบต่อมแกสตริก ในกระเพาะเมื่อปลามีอายุ 3 วัน (สุปราณี และคณะ, 2536) ปลากดเหลือง พบเมื่อปลามีอายุได้ 4 –5 วัน (อุมาพร, 2542) ปลาดุกอุย พบเมื่อปลามีอายุได้ 4 วัน (ชาตรี, 2543) ปลานวลจันทร์ทะเล ปรากฏต่อมแกสตริก ในวันที่ 42 หลังออกจากไข่ (Ferraris *et al.*, 1987) ปลา dover sole พบ ในวันที่ 22 หลังออกจากไข่ (Boulhie & Gabaudan; 1992) ปลา turbot (*Scophthalmus maximus*) พบเมื่อปลามีอายุได้ 15-16 วัน (Cousin and Laurencin, 1985) และปลา summer flounder (*Paralichthys dentatus*) พบในวันที่ 31 หลังออกจากไข่ (Bisbal and Bengtson, 1995) ในขณะที่ปลา walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) ยังไม่มีการพัฒนาของต่อมแกสตริก แม้จะมีอายุได้ 31 วัน (Porter and Theilacker, 1999) ในต่อมแกสตริก จะมีน้ำย่อยโปรตีนจำพวกกรดไฮโดรลิกและเอนไซม์เปบซิโนเจน (pepsinogen) (Kapoor *et al.*, 1975 อ้างจาก Ferraris *et al.*, 1987)

การสะสม lipid vacuole และ eosinophilic granule ที่ทางเดินอาหารของปลา การพบ lipid vacuole แสดงถึงการดูดซึมไขมัน (Loewe and Eckmann, 1988) ในปลาส่วนใหญ่จะพบว่ามี lipid vacuole ปรากฏในลำไส้ เช่น ปลา dover sole (Boulhic and Gabaudan, 1992) ปลา gillhead seabream (Sarasquete *et al.*, 1995) ปลา siberian sturgeon (Gisbert, 1998) ปลา walleye pollock (Porter and Theilacker, 1998) และ *Solea senegalensis*, Ribeiro *et al.*, 1999) ส่วน eosinophilic granule ที่ปรากฏในลำไส้จะแสดงถึงการดูดซึมโปรตีน (Govoni *et al.*, 1986; Cousin *et al.*, 1986; Boulhic and Gabaudan, 1992 และ Bisbal and Bengtson; 1995)

จากการศึกษาการเจริญของตับ และตับอ่อน พบว่า เซลล์ตับในปลาส่วนใหญ่ จะปรากฏในวันแรกหลังจากปลาออกจากไข่ (Cousin *et al.*, 1986; Boulhic and Gabaudan, 1992; Sarasquete *et*

al., 1995; Falk – Peterson Hansen, 2001) ตับอ่อนของลูกปลาจะหลั่งเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหาร (Kurokawa และ Suzuki, 1996 อ้างจาก Riberio *et al*.,1999) โดยจะมีโปรตีน จำพวก tyrosine, llysine, arginine และ tryptophan (Sarasquete *et al*., 1995; Riberio *et al*.,1999) ซึ่งจะแสดงถึงการสร้างเอนไซม์ เช่นเอนไซม์ trypsinogen (Grau *et al*., 1992)

จากการศึกษาการทำงานของเอนไซม์ alkaline phosphatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในการดูดซึมสารอาหาร เช่น น้ำตาล, ไขมัน, แคลเซียม และฟอสเฟต (Roubaty and Portmann, 1988) จากการศึกษาฮีสโตเคมีของท่อทางเดินอาหารในปลาพบว่า ที่ brush borderของเยื่อบุผิว ลำไส้เล็กของปลาเก๋า (*Epinephelus malabaricus*) มีการทำงานของเอนไซม์ alkaline phosphatase ในปริมาณมาก (จินตมาศ, 2533) ในปลาระยะวัยอ่อน alkaline phosphatase จะทำหน้าที่ในการดูดซึม และกระบวนการขนย้ายสารผ่านเยื่อบุผิวในลูกปลาระยะวัยอ่อนจะพบมากในถุงสะสมอาหาร และลำไส้ และจะมีปริมาณมากขึ้นเมื่อปลามีการเจริญเติบโตขึ้น (Govoni, *et.al*.,1986) ปลาส่วนใหญ่จะมีการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้ในทางเดินอาหารตั้งแต่วันแรกที่ปลาออกจากไข่และจะมีปริมาณมากขึ้นเมื่อปลามีการเจริญเติบโตขึ้น (Govoni *et al*., 1986; Cousin *et al*., 1987; Feraris *et al*,1987; Gisbert *et al*, 1999; Riberio *et al*., 1999; Sagiv, 2001) โดยจะพบได้มากที่ brush border (จินตมาศ, 2533; Cousin *et al*., 1987; Feraris *et al*,1987; Baglole *et al*., 1998; Gisbert *et al*, 1999; Riberio *et al*., 1999)

จากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการสะสมไกลโคเจน (glycogen) ในท่อทางเดินอาหาร พบว่าการปรากฏของไกลโคเจนในปลาแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน ปลา gillhead seabream มีการสะสมไกลโคเจนในท่อทางเดินอาหารตั้งแต่ลูกปลาเริ่มออกจากไข่ (Guyot, 1995; Gisbert *et al*., 1999) ปลา *Solea senegolensis* จะพบไกลโคเจน ในท่อทางเดินอาหารเมื่ออายุได้ 7 วัน ตามลำดับ (Sarasquete *et al*., 1995 ; Ribeiro *et al*., 1999) ปลาที่ขาดสารอาหารพบว่า มีปริมาณของไกลโคเจน ในตับ และส่วนต่างๆของระบบทางเดินอาหารน้อย (Belkovskij *et al*., 1991)

acid mucosubstance เป็นสารเมือกที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งทำหน้าที่ในการหล่อลื่นและเคลือบลำไส้เพื่อป้องกันการทำลายจากกรดในกระเพาะอาหาร (Strand, 1978) ในปลา *Solea solea* พบว่ามี acid mucosubstance ในลำไส้ (Boulhie and Gabaudan, 1992) ในขณะที่ *Solea senegalensis* พบว่ามีสารจำพวก sulphate mucosubstance และ carboxylate mucosubstance (Riberio *et al*., 1999)

สาเหตุที่ศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากปลาบู่ทรายเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนหลายร้อยล้านบาทต่อปี แต่ในปัจจุบันปลาบู่ทรายมีจำนวนลดน้อยลง ไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ซึ่งสาเหตุของการลดจำนวนเนื่องจากการขาดแคลน

พันธุ์ปลา และการเพาะเลี้ยงและการอนุบาลปลาปู่ทราย ยังไม่ประสบความสำเร็จ และความยุ่งยากในการจัดการ ทำให้ไม่เหมาะที่จะดำเนินการในเชิงพานิชย์ได้ (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของท่อทางเดินอาหารมีความสำคัญมากต่ออัตราการรอด และการเจริญเติบโต เนื่องจากอวัยวะในท่อทางเดินอาหารจะทำหน้าที่ในการย่อย และดูดซึมสารอาหาร หากท่อทางเดินอาหารผิดปกติ อาจส่งผลให้อัตรารอดต่ำได้

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงการพัฒนาเนื้อเยื่อ และการเกิดส่วนต่างๆของท่อทางเดินอาหาร เพื่อที่จะได้วางแผนการจัดการอาหารให้พอเหมาะกับการเจริญของของท่อทางเดินอาหาร ซึ่งจากการตรวจเอกสาร พบว่า การศึกษาทางเนื้อเยื่อของทางเดินอาหารในปลาปู่ทรายระยะวัยอ่อน ยังไม่เคยมีมาก่อน ซึ่งคาดว่าข้อมูลที่ได้จาการศึกษาในครั้งนี้ จะส่งผลให้การเพาะเลี้ยงปลาปู่ทรายมีความสำเร็จดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาทางเนื้อเยื่อวิทยาของระบบย่อยอาหารในปลาบู่ทรายระยะวัยอ่อน

2. เพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์ alkaline phosphatase ในส่วนต่างๆของทางเดินอาหารของปลาบู่ทรายระยะวัยอ่อน

3. เพื่อศึกษาปริมาณไกลโคเจน (glycogen) ในตับของปลาบู่ทรายระยะวัยอ่อน

4. เพื่อศึกษาปริมาณ acid mucosubstance ในส่วนต่างๆของทางเดินอาหารของปลาบู่ทรายระยะวัยอ่อน