บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปลาบู่ทราย หรือปลาสิงห์โต มีชื่อสามัญว่า Sand goby หรือ Marbled sleepy goby มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oxyeleotris marmoratus* เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย สามารถพบได้ทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อยในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะมลายู ได้แก่ เกาะสุมาตรา บอร์เนียว มาเลเซีย กัมพูชา เวียตนาม และสำหรับประเทศไทยพบกระจายอยู่ทั่วไปตามแม่น้ำลำคลองต่างๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคกลาง เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปากน้ำโพ แม่น้ำลพบุรี และในอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง อ่างเก็บน้ำลำตะคอง และอ่างเก็บน้ำบางพระ (กรมประมง, 2545) ถึงแม้ว่าปลาชนิดนี้จะไม่เป็นที่นิยมบริโภคของคนไทยเท่าปลาชนิดอื่นๆ แต่ตามรายงานของกรมศุลกากรแล้ว ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้มากที่สุด ได้แก่ จีน ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย (ณรงค์, 2542) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อนุ่มและมีรสชาติดี เป็นปลาที่มีก้างน้อย มีสารพวกคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่มากกว่าปลาชนิดอื่นๆ เช่น ปลาตะเพียน ปลาดุกด้าน ปลาสวาย จึงทำให้มีรสหวานและอร่อยกว่าปลาชนิดอื่นๆ และเนื่องจากความต้องการปลาบู่ทรายจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี เป็นผลให้ราคาแพงขึ้น เฉลี่ยไม่ต่ำกว่ากิโลกรัมละ 200 บาท และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้น (ณรงค์, 2542) ทำให้มีผู้สนใจเลี้ยงปลาบู่ทรายกันอย่างกว้างขวาง เพราะฉะนั้น การเลี้ยงปลาบู่ทรายจึงเป็นที่สนใจและน่าส่งเสริมเพื่อช่วยเสริมสร้างอาชีพที่มั่นคงและช่วยเพิ่มพูนรายได้ให้มีผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนและลงแรงแก่เกษตรกรไทย

การเพาะขยายพันธุ์และอนุบาลลูกปลาบู่ทรายยังอยู่ในวงจำกัด ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เพราะอัตราการรอดของลูกปลาวัยอ่อนต่ำ อันเนื่องมาจากผู้เลี้ยงยังขาดความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ ในการเพาะเลี้ยง (กรมประมง, 2545) ทำให้ไม่มีปลาเพียงพอแก่ความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นทุกปี อีกทั้งลูกปลาส่วนใหญ่จะได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม การใช้เครื่องมือจับผิดประเภท และการทำ

ประมงเกินศักยภาพ ทำให้ลูกปลาในธรรมชาติลดลง (ทวีและยุพินท์, 2544) ซึ่งอนาคตอาจจะทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนลูกพันธุ์ปลาได้ และอาจส่งผลให้รายได้จากการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศของปลาบู่ทรายซึ่งมีมูลค่าหลายสิบล้านบาทขาดหายไปด้วย ดังนั้นการศึกษาวิจัยในด้านต่างๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญเกี่ยวกับการเพาะฟักลูกปลา การอนุบาล รวมถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทราย จึงมีความจำเป็นและสำคัญต่อการพัฒนาไปสู่การเพิ่มผลผลิตลูกพันธุ์ปลา นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับวงจรการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทรายจัดว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ควรติดตามศึกษาเพื่อให้ทราบถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์ และเพื่อประโยชน์ต่อการวางแผนการเพาะพันธุ์ปลาบู่ทรายต่อไป

การศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาเพื่อให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จำเป็นต้องศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อควบคู่ไปกับการศึกษาจากลักษณะภายนอก ของระบบสืบพันธุ์ เพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของเซลล์สืบพันธุ์และรังไข่ในแต่ละเดือนอันจะนำมาสู่การวิเคราะห์วงจรการสืบพันธุ์ได้แน่ชัดขึ้น ทำให้สามารถเข้าใจธรรมชาติการสืบพันธุ์ของปลาอย่างแท้จริง สำหรับการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทราย ในประเทศไทยยังมีการศึกษาน้อย และไม่พบว่ามีรายงาน การวิจัยครั้งนี้ จึงให้ความสำคัญต่อการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทราย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างปลาบู่ทรายเพศเมียทุกเดือนเป็นเวลาติดต่อกัน 12 เดือน ซึ่งข้อมูลการวิจัยนอกจากจะทำให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่และฤดูผสมพันธุ์ปลาอย่างถูกต้องแล้ว ยังสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการกำหนดหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พันธุ์ปลา และควบคุมให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาโครงสร้างโดยละเอียดของไข่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจการทำงานและรายละเอียดต่างๆ ของเซลล์ไข่ในระยะต่างๆ คาดว่าข้อมูลจากการวิจัยทำให้เข้าใจถึงสาระสำคัญของระบบสืบพันธุ์ และเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นได้

การตรวจเอกสาร

1. รูปร่างลักษณะของปลาบู่ทราย

ปลาบู่ทรายมีลักษณะลำตัวค่อนข้างกลม ยาว ส่วนหัวค่อนข้างแบน ใหญ่ และเรียวลงไปตามส่วนถึงหาง (รูปที่ 1) มีความยาวของลำตัวเป็น 1.0-3.5 เท่าของความลึก และเป็น 1.0-2.8 เท่าของความยาวหัว ปากกว้างเฉียงลง ยาวถึงระดับเดียวกับกึ่งกลางของตา มีขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน ทั้งขากรรไกรล่างและขากรรไกรบนมีฟันเป็นซี่ขนาดเล็ก แหลมคม เรียงต่อกันเป็นแถวเดียว (http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm)

ลักษณะลูกตา ตาปลาบู่ทรายจะโปนกลมอยู่บนหัวถัดจากริมฝีปากบนเล็กน้อย ระหว่างตาและริมฝีปากมีรูจมูก 2 คู่ รูจมูกคู่หน้าเป็นหลอดยื่นขึ้นมาติดกับร่องที่แบ่งจะงอยปากกับริมฝีปาก ส่วนรูจมูกคู่หลังเป็นรูปขนาดเล็กอยู่ค่อนขึ้นไปทางด้านบนของตา

ลักษณะครีบ ครีบหูและครีบหางมีลักษณะกลมมนใหญ่ มีลวดลายดำสลับขาว มีก้านครีบอ่อน 15-16 ก้าน ครีบหลังมี 2 ครีบ ครีบอันหน้าสั้นเป็นหนาม 6 ก้าน เป็นก้านครีบสั้นและเป็นหนาม ครีบอันหลังเป็นก้านครีบอ่อน 11 ก้าน ครีบท้องหรือครีบอกอยู่ในแนวเดียวกันกับครีบหูและมีก้านครีบอ่อน 6 ก้าน ครีบก้นอยู่ในแนวเดียวกันกับครีบหลังอันที่สอง มีก้านครีบอ่อน 7 ก้าน มีความยาวครีบเท่ากับครีบหลังอันที่สอง

ลักษณะเกล็ด ลำตัวมีเกล็ด 2 ลักษณะ คือ เกล็ดกลมขอบเรียบ และเกล็ดมีปลายเป็นหนาม บริเวณส่วนหัวจะมีเกล็ดกลมขอบเรียบ ส่วนบริเวณลำตัวเป็นเกล็ดมีปลายเป็นหนาม เส้นข้างของลำตัวจะมีเกล็ดประมาณ 70-90 เกล็ด ลำตัวมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา ส่วนบนของหัวมีจุดสีดำประปราย ด้านท้องมีลักษณะสีขาวจาง ส่วนหลังและด้านข้างลำตัวจะมีสีขาวปนเหลือง แถบจะเห็นได้ชัดบริเวณหาง ครีบทุกครีบจะมีลายดำพาดขวาง ยกเว้นครีบหลังจะมีสีน้ำตาลปนดำ (http://www.sutsad.com/animal/sandgoby ; ทวี และยุพินท์, 2544)

2. การแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่อาศัย

ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่สามารถพบได้ทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อย ในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะมลายู ได้แก่ เกาะสุมาตรา บอร์เนียว อินโดนีเซีย มาเลเซีย กัมพูชา เวียตนาม จีน และไทย สำหรับประเทศไทยพบ

ปลาบู่ทรายแพร่ขยายพันธุ์อยู่ทั่วไปตามแม่น้ำลำคลอง หนองบึง และสาขาทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคกลาง เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปากน้ำโพ แม่น้ำลพบุรี บึงบอระเพ็ด และในอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิต์ จังหวัดอุตรดิตถ์ อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา อ่างเก็บน้ำลำตะคอง และอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี (กรมประมง, 2545; ทวีและยุพินท์, 2544) โดยสามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนตั้งแต่ 3 mg/l ขึ้นไป ความเป็นด่าง (Alkalinility) 35- 221 mg/l ความกระด้าง (Hardness) 23-164 mg/l ความเป็นกรดด่าง 6.3-8.6 (http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm)
ปลาบู่ทรายจะชอบอาศัยอยู่ในที่มืด ตามซอกหิน โพรงไม้ รากหญ้าหนาๆ ชอบฝังตัวอยู่ในพื้นดินอ่อน หรือพื้นทราย เป็นปลาที่ชอบอยู่กับที่นิ่งๆ เชื่องช้า แต่จะมีความว่องไวมากเมื่อจู่โจมเข้าหาเหยื่อและเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น

ปลาบู่ทรายเป็นปลากินเนื้อเป็นอาหาร เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลา แมลงในน้ำ หอย ฯลฯ ซึ่งปลาบู่ทรายวัยแตกต่างกันจะมีนิสัยการกินที่แตกต่างกัน เช่น ในช่วงที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะกินแพลงค์ตอนพืชเป็นอาหารต่อจากนั้นจะกินแพลงค์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็กที่ลูกปลาสามารถกินได้ จากการวิเคราะห์นิสัยการกินอาหารของปลาบู่ทราย พบว่า ปลาบู่ทรายที่มีขนาด 1.0-10.0 เซนติเมตร อาหารที่พบเป็นกุ้ง 75% และปลา 25% ส่วนปลาบู่ทรายที่มีขนาด 10.1-20.0 เซนติเมตร อาหารที่พบเป็นกุ้ง 58% ปลา 40% และปู 2% และปลาบู่ทรายที่มีขนาดตั้งแต่ 20.1 เซนติเมตรขึ้นไป อาหารที่พบเป็นปลา 72% และกุ้ง 28%
((http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm) โดยปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวันจะมีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักของตัวปลา (ยุพินท์, 2536)

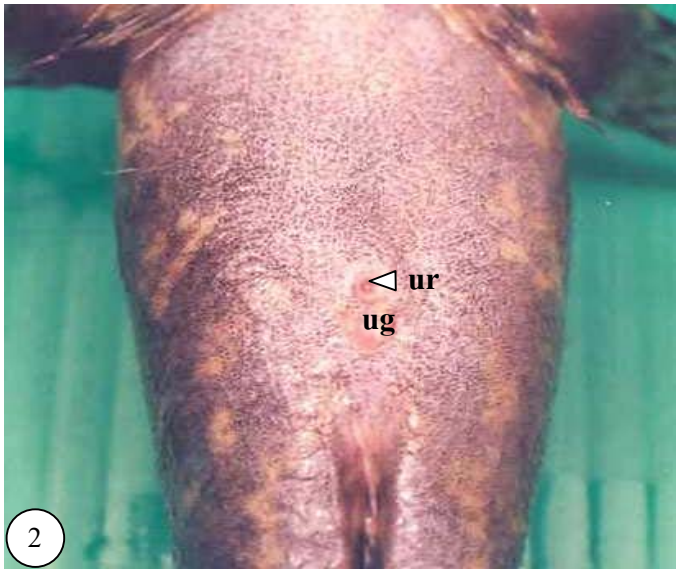
3. การสืบพันธุ์ของปลาบู่ทราย

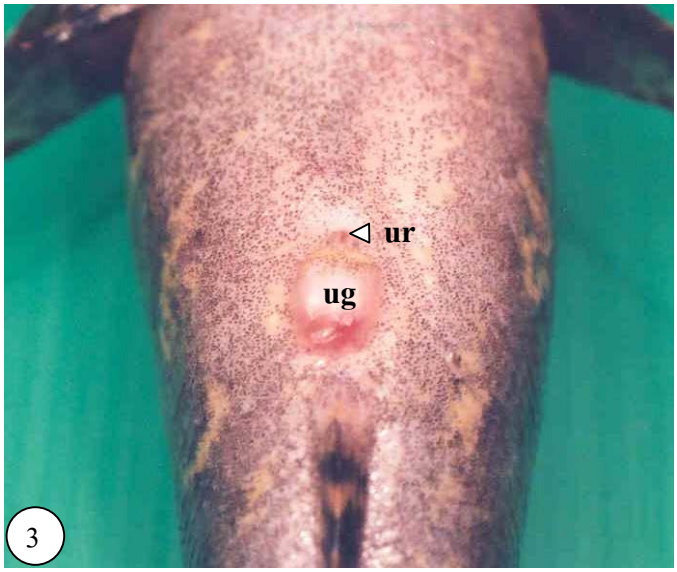
ปลาบู่ทราย โดยทั่วไปมีขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 15.0-30.0 เซนติเมตร ขนาดที่ใหญ่ที่สุดมีความยาว 60.0 เซนติเมตร ซึ่งจัดเป็นปลาบู่ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ปลาบู่ทรายสามารถขยายพันธุ์ได้เมื่อมีขนาดความยาวตั้งสิ้นของตัวปลาตั้งแต่ 8.0 เซนติเมตรขึ้นไป ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีการผสมพันธุ์แบบภายนอก (external fertilization) เมื่อดูจากลักษณะภายนอกสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียได้ชัดเจน โดยเพศผู้จะมีอวัยวะเพศเป็นติ่งเนื้อสามเหลี่ยมขนาดเล็ก ปลายเรียวแหลม อยู่ถัดจากรูทวารมาทางด้านหาง ปลายสุดจะมีรูขนาดเล็กซึ่งเป็นทางออกของน้ำเชื้อ (รูปที่ 2) ส่วนเพศเมียจะมีอวัยวะเพศเป็นติ่งเนื้อ

สามเหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่กว่า ป้านกว่า ปลายสุดจะมีรูขนาดใหญ่กว่าซึ่งเป็นทางออกของไข่ (รูปที่ 3) เมื่อพร้อมผสมพันธุ์ปลายอวัยวะเพศทั้งเพศผู้และเพศเมียจะมีสีแดง เห็นเส้นเลือดฝอยสีแดงที่มาเลี้ยงอวัยวะเพศได้ชัดเจน สำหรับปลาเพศเมียที่มีรังไข่สุกเต็มที่จะมีขนาดความยาวสุดปลายหาง 12.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 34.0 กรัม และเพศผู้มีถุงอัณฑะแก่เต็มที่มีความยาวสุดปลายหาง 14.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 45.0 กรัม (ทวีและยุพินท์, 2544)

ในธรรมชาติเมื่อถึงฤดูกาลวางไข่ ตัวผู้จะทำหน้าที่หาสถานที่ในการวางไข่ได้แก่ ตอไม้ เสาไม้ กอหญ้า ทางมะพร้าว หรือวัสดุอื่นๆ แล้วทำความสะอาดวัสดุดังกล่าว หลังจากนั้นตัวผู้จะเข้ามาเกี้ยวพาราสีพร้อมไล่ต้อนตัวเมียให้ไปยังรังที่เตรียมไว้เพื่อวางไข่ เมื่อตัวเมียปล่อยไข่ออกมา ตัวผู้จะปล่อยน้ำเชื้อออกมาผสม โดยที่ไข่ปลาบู่ทรายจะติดกับตอไม้ เสาไม้ กอหญ้า ทางมะพร้าว หรือวัสดุอื่นที่ไข่สามารถเกาะติดได้ จากนั้นตัวผู้จะเฝ้าดูแลไข่ โดยใช้ครีบหูหรือครีบหางพัดโบกไปมา ไข่ที่ได้รับการผสมจะฟักเป็นตัวและหลุดออกจากเปลือกไข่จมลงสู่พื้นใช้เวลา 32 ชั่วโมง ถึง 5 วัน แล้วลอยไปตามกระแสน้ำ ลูกปลาอายุ 2 วัน หลังจากฟักจะเริ่มหาอาหารกิน เนื่องจากถุงไข่แดงยุบหมด และมีความยาวเฉลี่ย 4.0 มิลลิเมตร ลูกปลาอายุ 37-45 วันจะเข้าสู่ระยะตัวโตเต็มวัย จะมีลักษณะคล้ายพ่อแม่ เพียงแต่มีขนาดเล็ก เรียกว่า juvenile (วิมล, 2540)

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของปลาบู่ทราย (*Oxyeleotris marmoratus*) เพศเมีย





รูปที่ 2 แสดงลักษณะของปลาบู่ทรายเพศผู้; ur = urogenital pore, ug = urogenital papillae

รูปที่ 3 แสดงลักษณะของปลาบู่ทรายเพศเมีย; ur = urogenital pore, ug = urogenital papillae

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลงานที่มีมาก่อน

ในการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่และวงจรการสืบพันธุ์ จำเป็นต้องศึกษาถึงการพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ หรือดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic index, GSI) ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของรังไข่กับน้ำหนักตัวปลา ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันเพราะว่าแต่ละช่วงของวงจรการสืบพันธุ์จะมีการสร้างไข่ที่อยู่ระยะต่างกันและจำนวนไม่เท่ากัน โดยในช่วงก่อนฤดูกาลวางไข่ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดในฤดูกาลวางไข่ (Tomasini, Collart and Guignard, 1996; Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994; Fouda, Hanna and Fouda, 1993; Treasurer, 1990; Ntiba and Jaccarini, 1990) ในปลาทั่วๆ ไปจะมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์อยู่ในช่วง 8.0-10.0 % (อุทัยรัตน์, 2538) สำหรับปลาในตระกูลปลาบู่จะมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ประมาณ 12.0-25.0 % (Miller, 1984) จัดเป็นปลาที่มีช่วงฤดูกาลวางไข่ยาวหลายเดือน ตัวอย่างปลาพวกนี้ได้แก่ *Pomatoschistus marmoratus* and *Silhouettea aegyptia* (Fouda, Hanna and Fouda, 1993), *Tridentiger obscurus* (Kaneko and Hanyu, 1985), *Chasmichthys dolichognathus* (Kaneko, Hanyu and Hirose, 1984) ปลาตระกูลนี้สามารถปรับตัวและทนต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ดี อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำเขตร้อนและเขตอบอุ่น รวมทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม (Fouda, Hanna and Fouda, 1993; Miller, 1984)

การศึกษาถึงพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ สามารถบ่งบอกให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่ของปลาแต่ละชนิด เพราะทำให้ทราบลักษณะของเซลล์ไข่ในแต่ระยะและพัฒนาการของรังไข่ได้เป็นอย่างดี (Arocha, 2001; Yoneda *et al*., 1998; Mayer, Shackley and Ryland, 1990; Forberg, 1982) และยังสามารถใช้ในการศึกษาผลของปัจจัยภายนอกต่อพัฒนาการของรังไข่ได้ เช่น การเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิ จะมีผลให้ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน ทำให้เห็นพัฒนาการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ในระยะต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Kaneko, Hanyu and Hirose, 1984; อุทัยรัตน์, 2538) จากการศึกษาพัฒนาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไข่ปลาบู่บางชนิด *Tridentiger obscurus* (Kaneko and Hanyu, 1985) พบว่า ระยะการเจริญและพัฒนาการของเซลล์ไข่จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน และเซลล์ไข่มีขนาดเท่ากัน หรือว่ามีเซลล์ไข่สุกเพียงระยะเดียว แสดงว่า รังไข่มีการพัฒนาของไข่พร้อมกัน (synchronous oocyte development) และจะมีการวางไข่เพียง 1 ครั้งต่อฤดูกาลวางไข่ สามารถแบ่งระยะการเจริญและพัฒนาการเซลล์ไข่ได้ 4 ระยะ คือ (1) resting period เซลล์

ไข่อยู่ในระยะ early perinucleolus stage สัดส่วนระหว่างนิวเคลียสต่อไซโตพลาซึมมีค่าสูง จะมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ต่ำ (2) yolk vesicle stage เซลล์ไข่เจริญเข้าสู่ระยะ late perinucleolus stage นิวเคลียสมีขนาดเล็กลง เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80-130 ไมโครเมตร (3) yolk globule stage เซลล์ไข่เริ่มมีการสะสมของโยล์ค (yolk) ทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120-160 ไมโครเมตร รวมถึงค่าดัชนีการเจริญพันธุ์จะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นด้วย และ (4) maturation stage ปริมาณของโยล์คโกลบูล (yolk globule) จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นมากกว่า 50% ของไซโตพลาซึม โดยจะเริ่มมีการสะสมจากขอบเซลล์ (periphery) และค่อยๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในระยะนี้เซลล์ไข่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 400 ไมโครเมตร จะแตกต่างจากการศึกษาพัฒนาการของปลาในตระกูลอื่นๆ เช่น ปลา *Lophiomus setigerus* (Yoneda *et al*., 1998) ได้แบ่งระยะการเจริญและพัฒนาการของเซลล์ไข่ไว้ 7 ระยะ คือ (1) chromatin nucleus stage, (2) yolk vesicle stage, (3) primary yolk stage, (4) secondary yolk stage, (5) tertiary yolk stage, (6) migratory nucleus stage, (7) mature stage เช่นเดียวกับปลาในตระกูลปลากะพง *Dicentrachus labax* L.I. (Mayer, Shackley and Ryland, 1988) ซึ่งได้แบ่งระยะการเจริญไว้ 7 ระยะเช่นกัน เนื่องจากว่าเซลล์ไข่มีระยะเจริญและพัฒนาการไม่พร้อมกัน เซลล์ไข่จะมีขนาดไม่เท่ากัน มีพัฒนาการของรังไข่แบบไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) โดยทั่วไปจะพบเซลล์ไข่ 3 ชุด ได้แก่ (1) เซลล์ไข่พัฒนาจนมีขนาดใหญ่ที่สุด จะมีการสะสมโยล์คอยู่ภายใน (2) เซลล์ไข่ขนาดปานกลาง และอยู่ในระยะคอร์ติคัล อัลวิโอไล (cortical alveoli) หรือระยะโยล์คเวสสิเคิล (yolk vesicle stage) (3) เซลล์ไข่ขนาดเล็กและอยู่ในระยะแรกของการพัฒนา จึงทำให้มีการวางไข่ได้มากกว่า 1 ครั้งต่อฤดูกาลวางไข่ แต่มีปลาบางชนิด เช่น *Xiphias gladius* (Arocha, 2001) มีระยะเจริญและพัฒนาการของเซลล์ไข่ที่ไม่พร้อมกัน และไม่สามารถที่จะแยกระยะเจริญและพัฒนาการที่ชัดเจนได้ เซลล์ไข่จะมีการสร้างทดแทนกันตลอดเวลา จึงเรียกรังไข่ลักษณะนี้ว่า ไข่พัฒนาไม่พร้อมกัน (asynchronous oocyte development) เพราะฉะนั้นจึงมีการวางไข่มากกว่า 1 ครั้งต่อฤดูกาลวางไข่เช่นเดียวกันกับพัฒนาการของรังไข่แบบไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) แต่จะต่างกันตรงที่รังไข่แบบไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม จะสามารถแยกระยะของเซลล์ไข่ได้ ทำให้สามารถทราบวงจรการสืบพันธุ์ในแต่ละระยะของรังไข่ได้ แต่รังไข่แบบไข่สุกไม่พร้อมกัน จะไม่

สามารถแยกระยะของเซลล์ไข่ได้จึงไม่ทราบวงจรการสืบพันธุ์ของรังไข่ เพราะเซลล์ไข่จะมีการสร้างทดแทนกันตลอดเวลา

นอกจากนี้ ยังมีรายงานการศึกษาเซลล์ไข่ในระดับจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ในระยะการเจริญขั้นสุดท้ายของโอโอไซต์ มีการสลายตัวของนิวเคลียส (germinal vesicle breakdown, GVBD) แต่ก่อนที่จะเกิดการสลายตัวของนิวเคลียส (GVBD) โอโอไซต์จะมีการสร้างฮอร์โมนเพศ ซึ่งจัดเป็นสเตียรอยด์ฮอร์โมน (steroid hormone) ซึ่งจะทำให้เซลล์ไข่เจริญเต็มที่และมีความสมบูรณ์เต็มที่ (final maturation) พร้อมที่จะตกไข่ได้ บริเวณสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมนในปลากระดูกแข็งคือ โอวาเรียนฟอลลิเคิล (ovarian follicle) ซึ่งอาจจะเป็น ธีคา เซลล์ (theca cells) หรือ แกรนูโลซา เซลล์ (granulosa cells) ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา เช่น *Seriola quinqueradiata* (Kagawa, 1991) พบว่า ฟอลลิเคิล (follicle) ในระยะพรีโอวูลาตอรี (preovulatory follicle) จะมีธีคา เซลล์ มีลักษณะคล้ายเซลล์ที่สร้างสเตียรอยด์ (steroid producing cells) กล่าวคือ มีเอนโดพลาสมิค เรคติคูลัม ชนิดเรียบ (smooth endoplasmic reticulum; SER) และไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เป็นจำนวนมาก แต่แกรนูโลซา เซลล์ จะมีลักษณะคล้ายเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสารคัดหลั่ง (protein-secreting cells) คือ มีการเพิ่มจำนวนขึ้นของเอนโดพลาสมิค เรคติคูลัม ชนิดหยาบ (rough endoplasmic reticulum; RER) และกอลจิ คอมเพลซ (Golgi complex) เป็นจำนวนมาก และเมื่อถึงระยะ oocyte maturation จะสังเกตุเห็นว่า RER มีการขยายออก คล้ายกับว่าจะมีการสร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมนในแกรนูโลซา เซลล์ ขณะที่ไมโทคอนเดรียในธีคา เซลล์ จะเพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้น เมื่อถึงระยะ postovulatory follicle ธีคา เซลล์ ยังคงลักษณะคล้ายเซลล์ที่สร้างสเตียรอยด์ แต่แกรนูโลซา เซลล์ ไม่มีลักษณะที่แสดงว่าเป็น เซลล์ที่สร้างสเตียรอยด์ เลย แสดงว่าบริเวณสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างสเตียรอยด์ในฟอลลิเคิล คือ ธีคา เซลล์ เท่านั้น เช่นเดียวกับ *Clarias lazera* (Hurk and Richter, 1980) และ *Ictalurus nebulosus* (Rosenblum *et al.*,1987) แต่แตกต่างจาก *Clarias gariepnus* (Hurk and Peute, 1985) ซึ่งมีเซลล์เฉพาะชั้น แกรนูโลซา เซลล์ เท่านั้นที่ทำหน้าที่สร้างทั้งโปรตีน และสเตียรอยด์ฮอร์โมน

นอกจากนี้ ยังมีรายงานการศึกษาถึงค่าความดกของไข่ (fecundity) ในปลา *Silhouettea aeguptia* (Yoneda *et al.*, 1998) และ *Lophiomus setigerus* (Fouda, Hanna and Fouda, 1993) พบว่า ค่าความดกของไข่จะมีความสัมพันธ์กับความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา น้ำหนักของตัวปลา และน้ำหนักของรังไข่ และรังไข่จะมีค่าความดกของไข่สม่ำเสมอตลอดรังไข่

ในปลาบางชนิด เช่น *Atherina boyeri* (Tomasini, Collart and Guignard, 1996), *Choerodon schoenleinii* (Ebisawa, Kanashiro and Kyan, 1995) และ *Esox lucius* L. (Treasurer, 1990) ค่าความดกของไข่จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีความยาวทั้งสิ้นตัวปลามากขึ้น แต่ในปลาบางชนิดเช่น *Dorosoma cepedianum* (Jons and Moranda, 1997) พบว่า แม้ว่าความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาใกล้เคียงกันแต่มีค่าความดกของไข่แตกต่างกัน แต่จะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของรังไข่ ยังมีรายงานอีกว่า ขนาดของเซลล์ไข่ไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา (Jons and Moranda, 1997; Tomasini, Collart and Guignard, 1996) แต่ขนาดของเซลล์ไข่จะเป็นตัวกำหนดขนาดของตัวอ่อน ตัวอ่อนที่มีขนาดใหญ่จะสามารถอยู่รอดได้ดีกว่าตัวอ่อนที่มีขนาดเล็ก เพราะสามารถกินและล่าเหยื่อขนาดใหญ่ได้ และสามารถปรับตัวต่อสภาพการขาดแคลนอาหารได้ดีกว่าตัวอ่อนขนาดเล็ก (Tomasini, Collart and Guignard, 1996) นอกจากนี้ ค่าความดกของไข่จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลลูกปลา พบว่า ปลาที่มีค่าความดกของไข่มาก พ่อพันธุ์แม่พันธุ์จะมีการดูแลตัวอ่อนน้อย ปล่อยให้มีการเลี้ยงดูตัวเองมาก ทำให้มีอัตราการรอดต่ำ แต่ปลาที่มีค่าความดกของไข่น้อย พ่อพันธุ์แม่พันธุ์จะมีการดูแลตัวอ่อนมาก ทำให้มีอัตราการรอดของลูกปลาสูง (อุทัยรัตน์, 2538) และยังมีรายงานว่า เมื่อค่าความดกของไข่เพิ่มขึ้นสูงสุดและลดลงทันทีถือว่า ช่วงนั้นเป็นฤดูกาลวางไข่ของปลาได้เช่นเดียวกันกับน้ำหนักของรังไข่ที่ลดลง จะบอกถึงฤดูกาลวางไข่ของปลาได้เช่นเดียวกัน (Jons and Miranda, 1997)

ในการวิจัยครั้งนี้ จึงสนใจศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ปลาบู่ทราย ระยะการเจริญและพัฒนาการของเซลล์ไข่ปลาบู่ทรายในเนื้อเยื่อรังไข่ เพื่อให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่และฤดูกาลสืบพันธุ์ที่แน่นอน ตลอดจนค่าความดกของไข่เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลในการวางแผนการขยายพันธุ์ และเพิ่มจำนวนลูกพันธุ์ปลาให้ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาโครงสร้างละเอียดของเซลล์ไข่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยขั้นสูงต่อไปในอนาคต การวิจัยครั้งนี้จึงคาดว่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการที่จะช่วยเพิ่มพูนศักยภาพในการผลิตปลาบู่ทรายให้มีปริมาณที่เพียงพอแก่ความต้องการบริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไข่ระยะต่างๆในรังไข่ของปลาบู่ทรายแต่ละเดือน
2. ศึกษาโครงสร้างละเอียดของโอวาเรียนฟอลลิเคิล (ovarian follicle) ของปลาบู่ทราย
3. ทราบช่วงฤดูกาลวางไข่และฤดูกาลสืบพันธุ์ที่แน่นอนของปลาบู่ทราย
4. หาค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ และค่าความดกของไข่ (fecundity) ปลาบู่ทราย