

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน

ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) จัดอยู่ใน Class Actinopterygii (ray-finned fishes) Order Acipenseriformes (Sturgeons and paddle fish) Family Acipenseridae (sturgeons) เคยมีบันทึกไว้ว่า ในธรรมชาติจะมีความยาวถึง 2 เมตร และน้ำหนัก 210 กิโลกรัม แต่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะพบประมาณ 60 กิโลกรัม และอายุสูงสุด 60 ปี เฉพาะประชากรที่อาศัยในแม่น้ำ Lina ของไซบีเรีย ปลาตัวผู้ถึงวัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 9-10 ปี เพศเมียมีไข่เมื่ออายุ 10-12 ปี สำหรับกลุ่มอื่นๆ จะถึงวัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 18-21 ปี สำหรับเพศผู้ และอายุ 24-28 ปี สำหรับเพศเมีย โดยมีฤดูกาลวางไข่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ในธรรมชาติจะกินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่พื้นท้องน้ำ เช่น benthic organisms รวมทั้งตัวอ่อนของแมลงพวก chironomid larvae, amphipods, isopods และ polychaetes (Sokolov and Vasil'ev, 1989) อย่างไรก็ตาม ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ที่เลี้ยงในบ่อจะสามารถถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วขึ้นโดยพบว่าตัวผู้จะถึงวัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 4 ปี และ 6 ปี ในปลาเพศเมียการเจริญถึงวัยเจริญพันธุ์ของปลาสเตอร์เจียน ที่เลี้ยงในน้ำที่ 21-23 °C ปลาสามารถเจริญพันธุ์ได้เร็วกว่าในธรรมชาติที่มีอุณหภูมิน้ำเย็นกว่า ซึ่งแต่ละชนิดเจริญพันธุ์ในอายุต่างกัน การเจริญเติบโตจนถึงวัยเจริญพันธุ์จะเร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น

ปลาสเตอร์เจียนชนิดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ Beluga sturgeon (*Huso huso*) โดยมีความยาวกว่า 6 เมตร น้ำหนักมากกว่า 1.5 ตัน อายุยืนถึง 175 ปี (Remmerswaal, 2003) ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียนถือได้ว่าเป็นปลากลุ่ม Anadromous อาศัยในน้ำจืดและน้ำกร่อย pH 7-7.5 อุณหภูมิน้ำ 10-20 องศาเซลเซียส การแพร่กระจายอยู่ในรัสเซียและเอเชีย ในลุ่มน้ำเขต Siberia, แม่น้ำ Ob, Irtysh, Yenisei, Lena, Kolyma (Riede, 2004)

ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) พบแพร่กระจายในประเทศจีน คาซัคสถาน และรัสเซีย (Anon, 2000) ในประเทศจีนพบในแม่น้ำ Irtysh ของ Xinjiang ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำ Kern (Ruban, 1997) ส่วนคาซัคสถาน พบในแม่น้ำ Irtysh ที่เชื่อมต่อกับจีน นอกจากนี้ยังพบในอ่างเก็บน้ำ Shulbinskoe, Ust-kmenogorskoe และ Bukhtarminskoe ในขณะที่ในรัสเซีย พบในแม่น้ำสายหลักในเขต Siberia กล่าวคือ พบในลุ่มน้ำ Lena เป็นหลัก (Ruban, 2005)

Koksai *et al.* (1999) รายงานการเลี้ยงปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ด้วยอาหารปลาเรนโบว์เทราต์ระดับโปรตีน 45-47% มีไขมันเป็นองค์ประกอบไม่น้อยกว่า 10% เลี้ยงปลาขนาดเริ่มต้นน้ำหนักเฉลี่ย 9.2±0.34 กรัมต่อตัว (อายุ 75 วัน) โดยให้อาหารตามน้ำหนักเฉลี่ย ปลาน้ำหนักเฉลี่ย 5-10 กรัม ให้อาหาร 8% ของน้ำหนักตัวต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ย 10-50 กรัม ให้อาหาร 6% ของน้ำหนักตัวต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ย 50-100 กรัม ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ย 100-200 กรัม ให้อาหาร 4% ของน้ำหนักตัวต่อวันและปลาน้ำหนักเฉลี่ย 200-400 กรัม ให้อาหาร 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน เลี้ยงปลาที่อุณหภูมิน้ำระหว่าง 16-22 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 135 วัน พบว่า ปลาเจริญเติบโต

โดยมีน้ำหนักสุดท้าย 225 ± 8 กรัม อัตราอดตาย 91% อัตราแลกเนื้อ 1.7 ผลผลิตเมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็น 16.6 กิโลกรัม/ตารางเมตร

Dehasque *et al.* (1995) ได้ทดลองเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลา Seabream โดยใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 45% ไขมันไม่น้อยกว่า 16% Astaxanthin 200 ppm Vitamin C 4,500 ppm และ Vitamin E 2500 ppm ได้ใช้อาหารผสมนี้เป็นกรณีศึกษา ซึ่งได้แบ่งอาหารออกเป็น 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ให้ปลาหมักสดสับ 100%, สูตรที่ 2 ให้ปลาหมักสับ 50% ร่วมกับอาหารผสม 50% และสูตรที่ 3 ให้อาหารผสมทั้ง 100% พบว่าอาหารสูตรที่ 1 ให้ผลต่อการฟักไข่สูงที่สุดและพัฒนาการของตัวอ่อนดีที่สุด แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 3 ($p > 0.05$)

ช่วงแสงและอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ และการเพาะพันธุ์ปลาในเขตอบอุ่น (Lam, 1983) ในประเทศไทยอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวไม่ต่ำเท่าในต่างประเทศ การพัฒนาของไข่จนถึงระยะสุดท้ายต้องการอุณหภูมิที่ต่ำโดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ของปลาสเตอร์เจียน อยู่ระหว่าง 18-24 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม น้ำเย็น (10-12 องศาเซลเซียส) เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการพัฒนาของไข่โดยเฉพาะช่วงระยะสุดท้ายของกระบวนการสร้างไข่แดง (vitellogenesis) (Doroshov *et al.*, 1997)

โกมุทและคณะ (2557) ได้ศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ในสภาพการเลี้ยงของประเทศไทย ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงกันยายน 2551 ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในบ่อซีเมนต์ขนาด $2.45 \times 3.76 \times 1.20$ เมตร ระดับน้ำลึก 0.7 เมตร โดยเปรียบเทียบสัดส่วนโปรตีนและพลังงานต่างกัน 9 ชุดการทดลอง ได้แก่ 40:500, 40:525, 40:550, 45:500, 45:525, 45:550, 50:500, 50:525 และ 50:550 เปอร์เซ็นต์ : กิโลแคลอรี/100 กรัมอาหาร ปลาที่เลี้ยงมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 45.74 ± 2.80 ถึง 47.35 ± 0.18 เซนติเมตร น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 320.05 ± 29.75 ถึง 340.16 ± 9.99 กรัม จำนวน 25 ตัวต่อบ่อ ผลการทดลอง พบว่า ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียนที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดการทดลองที่ 4 ที่มีโปรตีน 45 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 500 กิโลแคลอรี/100 กรัมอาหาร เมื่อพิจารณาจากการเจริญเติบโต อัตรารอด และประสิทธิภาพอาหารทดลอง พบว่าไม่แตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 และ 9 ($p > 0.05$) สรุปได้ว่า ควรเลี้ยงปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 45 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 500 กิโลแคลอรี/100 กรัมอาหาร ซึ่งเวียง (2542) กล่าวว่า อาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดที่ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนี้แล้วระดับโปรตีนที่เหมาะสมต้องสัมพันธ์กับระดับพลังงานในอาหารเพื่อการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดของสัตว์น้ำด้วย โดยระดับโปรตีนต่อพลังงานรวมที่เหมาะสมนั้นแตกต่างกันในแต่ละชนิดปลา และอายุของปลา (Sena *et al.*, 1995)

Xue *et al.* (2008) กล่าวว่า ไม่มีสูตรอาหารที่เป็นมาตรฐานสำหรับการเลี้ยงปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน โดยทั่วไปใช้อาหารที่เลี้ยงปลาในกลุ่ม salmonid มีระดับโปรตีน 40-45 เปอร์เซ็นต์และพลังงานรวม 430-526 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม อาหารในขณะ Kaushik *et al.* (1989) และ Moore *et al.* (1988) ซึ่งแนะนำว่าอาหารสำหรับปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ควรจะมีระดับโปรตีน

ระหว่าง 36-42 เปอร์เซ็นต์ Mahmoud *et al.* (2011) เลี้ยงปลาเปอร์เซียน สเตอร์เจียน (persian sturgeon) ด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 525.81 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมอาหาร ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงสุดความต้องการโปรตีนของปลาอยู่ในระดับมากน้อยแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยที่ต่างกัน ได้แก่ ชนิด อายุ และขนาดของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังรวมถึงแหล่งของโปรตีนที่ใช้ในอาหาร อุณหภูมิ ระบบการเลี้ยงและลักษณะของสภาพแวดล้อมต่างๆ ด้วย (Lovell, 1989 ; National Research Council, 1993)

Trusov (1972) จำแนกพัฒนาการของรังไข่และถุงน้ำเชื้อจากปลา Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833) และ Chebanov and Galich (2011) อธิบายภาพจากการสแกนอัลตราซาวด์ ปลา Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ดังนี้

พัฒนาการของรังไข่

ระยะที่ 1 รังไข่มีขนาดเล็กมาก แนบติดกับกระดูกสันหลัง โปร่งแสงเล็กน้อย สีเนื้อ ยังมองไม่เห็นเม็ดไข่ด้วยตาเปล่า ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปรากฏเป็นเนื้อละเอียดและไม่มีเยื่อคลุม ขอบแนวรังไข่ไม่ชัดเจนรังไข่ประกอบด้วยเส้นเลือดและไขมันเพียงเล็กน้อย สามารถสังเกตเห็นรังไข่ได้ในส่วนกลางของอวัยวะสืบพันธุ์

ระยะที่ 2 รังไข่จะปรากฏมีไขมันเพียงเล็กน้อยสะสมแทรกในส่วนที่เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ ในขณะที่เพศผู้จะสะสมอยู่ส่วนเหนือของอวัยวะสืบพันธุ์ ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปรากฏเนื้อเยื่อรังไข่ คล้ายก้อนเมฆ ที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ขอบเขตรังไข่ไม่สม่ำเสมอโดยไม่มีเยื่อคลุม ส่วนที่เป็นไขมัน มองเห็นได้ในรูปของบริเวณที่มีดกกว่าซึ่งแตกต่างจากเนื้อเยื่อรังไข่ที่มีสีเทาหรือสีเทาอ่อน มองเห็นรังไข่ สลับกับบริเวณที่มีไขมันตรงกลางและด้านข้าง เนื้อเยื่อรังไข่ถูกห่อหุ้มด้วยไขมันมากกว่าครึ่งหนึ่ง

ระยะที่ 3 รังไข่มีการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อรังไข่และมีขนาดโตขยายออกทางด้านข้างมากขึ้น กินเนื้อที่ประมาณครึ่งหนึ่งของช่องท้อง ปริมาณไขมันในรังไข่ ลดลงและรังไข่ยังมีเซลล์ไข่ขนาดเล็กปนอยู่ด้วย ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปรากฏขนาดของโอโอไซต์ขนาดเล็กสีขาวและสีเทาดำ สามารถมองเห็นได้ทันทีที่เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ อวัยวะสืบพันธุ์มีไขมันน้อยลงเนื้อเยื่อรังไข่มีความชัดเจนมากขึ้น

ระยะที่ 4 (incomplete) เซลล์ไข่สีดำ ขนาด 1,000-2,000 ไมโครเมตร รังไข่ขยายใหญ่ขึ้น geminal vesicle อยู่กึ่งกลางไข่ และรังไข่ยังมีเซลล์ไข่ขนาดเล็กปนอยู่ด้วย ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปรากฏขนาดของโอโอไซต์ขนาดใหญ่ที่มีขนาดเท่ากันสามารถมองเห็นได้ดีและในภาพจะไม่สามารถมองเห็นได้ถึงตรงกลางถึงด้านล่างของอวัยวะสืบพันธุ์เนื่องจากรังไข่มีขนาดใหญ่

ระยะที่ 4 (complete) เซลล์ไข่สีดำ ขนาดมากกว่า 2,000 ไมโครเมตร germinal vesicle เริ่มเคลื่อนไปสู่ animal pole รังไข่ขยายใหญ่ขึ้น ไม่มีไขมันและรังไข่ยังมีเซลล์ไข่ขนาดเล็กปนอยู่ด้วย ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปราศจากไขมันอย่างชัดเจน รังไข่ขยายใหญ่เต็มช่องท้องและมีสีสมบูรณ์ (สีดำ) มีขนาดเม็ดไข่เสมอกัน

ระยะที่ 5 เม็ดไข่หลุดออกมาจากรังไข่ตกลงสู่ช่องท้องและหลุดออกจากช่องเพศพร้อมปฏิสนธิ รังไข่ยังมีเซลล์ไข่ขนาดเล็กปนอยู่ด้วย ภาพอัลตราซาวด์รังไข่ปรากฏเซลล์ไข่ที่มีสีขาว เนื่องจากมีการสะสมของของเหลวจำนวนมาก

ระยะที่ 6 รั้งไข่หลังจากการตกไข่ อาจมีไข่ส่วนเหลือตกค้างอยู่บ้าง ไข่เสื่อมสภาพเป็นไข่เสีย รั้งไข่ยังมีเซลล์ไข่ขนาดเล็กปนอยู่ด้วย ภาพอัลตราซาวด์เนื้อเยื่อรั้งไข่จะปรากฏน้อยลง มีไขมันเพียงเล็กน้อยถึงไม่มีลักษณะรั้งไข่คล้ายคลึงกับรั้งไข่ในระยะที่ 2 เซลล์ ไข่ขนาดเล็กที่ปนอยู่ไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนเนื่องจากขนาดเล็ก (0.2-0.4 มม.)

พัฒนาการของถุงน้ำเชื้อ

ระยะที่ 1 ถุงน้ำเชื้อจะปรากฏเป็นแถบสีขาวจนถึงสีชมพูอ่อน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อมีขนาดความกว้าง 5-7 มม. เนื้อเยื่อไขมันไม่ปรากฏชัดเจน ภาพสแกนอัลตราซาวด์จะมองเห็นได้ยากเนื่องจากมีขนาดเล็ก

ระยะที่ 2 มองเห็นได้ดีมีสีขาวหรือสีขาวอมชมพู ความกว้างของเนื้อเยื่อถุงน้ำเชื้อขนาด 0.3-3.5 ซม. มีขอบชัดเจน การสะสมไขมันเริ่มจากด้านตรงกลางและค่อยๆ กระจายไปด้านข้าง ปกติถึงครึ่งหนึ่งของความกว้างของถุงน้ำเชื้อ ปริมาณอวัยวะสืบพันธุ์โดยรวมขยายตัวเนื่องจากการสะสมไขมันน้ำหนักของไขมันอยู่ในช่วง 80 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งหมด ภาพสแกนอัลตราซาวด์สีของถุงน้ำเชื้อและเนื้อเยื่อไขมันอาจมองเห็นเป็นภาพเหมือนกันหมด สำหรับถุงน้ำเชื้อที่พัฒนามากขึ้นจะมองเห็นบริเวณที่มืดแบ่งออกเป็นแถบแสงเป็นเส้นแบ่งระหว่างไขมันและน้ำเชื้อ มองเห็นได้ดี ส่วนที่เป็นน้ำเชื้อเห็นเป็นเนื้อเดียวกันและละเอียดมีสีเทาแยกออกจากเนื้อเยื่อไขมันที่มองเห็นเป็นสีทึบดำ

ระยะที่ 3 ระยะนี้มีระยะเวลาสั้นมาก ไขมันถูกนำไปใช้เกือบทั้งหมดในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์มีการเพิ่มขึ้นอย่างมาก มีโครงข่ายของหลอดเลือดที่เห็นได้อย่างชัดเจนบนพื้นผิวของถุงน้ำเชื้อ ภาพสแกนอัลตราซาวด์เห็นภาพมีระยะขอบโค้งถุงน้ำเชื้อเห็นเป็นเนื้อเดียวกันมีสีเทาอ่อน ขอบอวัยวะสืบพันธุ์และเยื่อช่องท้องส่วนที่อยู่ใกล้ชิดติดกัน ไม่มีไขมันด้านข้างถุงน้ำเชื้อแต่อาจพบปริมาณเล็กน้อยยังคงอยู่ที่ด้านตรงกลางถุงน้ำเชื้อปรากฏเป็นแถบบางๆ

ระยะที่ 4 ระยะนี้มีความสมบูรณ์ของกระบวนการสร้างอสุจิ ถุงน้ำเชื้อกลายเป็นสีอ่อนมีสีเกือบเหมือนน้ำมันและแทบไม่มีไขมัน ภาพสแกนอัลตราซาวด์พื้นผิวของถุงน้ำเชื้อเนียนเรียบภาพมีความสว่าง

ระยะที่ 5 เป็นระยะที่น้ำเชื้อมีความสมบูรณ์พร้อมสำหรับการปฏิสนธิ ภาพสแกนอัลตราซาวด์เนื้อเยื่อของถุงน้ำเชื้อมีขนาดลดลงเห็นเป็นสีทึบลงและไม่เห็นขอบถุงน้ำเชื้ออย่างชัดเจนเนื่องจากการหลุดไหลของน้ำเชื้อในช่วงฤดูผสมพันธุ์

2.2 กรอบแนวความคิด

โครงการประมง มูลนิธิโครงการหลวง ได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ที่ได้จากการนำเข้าไข่ปลาจากสหพันธสาธารณรัฐเยอรมนีและสหพันธรัฐรัสเซียตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 และ 2550 บนดอยอินทนนท์ พบว่า พันธุ์ปลาจากสหพันธรัฐรัสเซีย เมื่ออายุ 5 ปี ตัวผู้เริ่มสร้างน้ำเชื้อ และเพศเมียสร้างไข่ เมื่ออายุ 6-7 ปี ในเดือนมีนาคม 2558 คณะทำงานโครงการประมง ได้ดำเนินการทดลองเพาะพันธุ์แม่ปลาจากกลุ่มประชากรรัสเซีย อายุ 7 ปี และพ่อพันธุ์ปลากลุ่มประชากรเยอรมัน อายุ 8 ปี ซึ่งเป็นปลาจากต่างกลุ่มประชากรเพื่อรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลา โดยผลการเพาะพันธุ์ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี จนสามารถผลิตลูกปลาอายุ 1 เดือน ได้ทั้งสิ้น 13,000 ตัว

ลูกปลารุ่นที่ 1 (F1) ที่ได้จากการเพาะพันธุ์นี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองเลี้ยงเพื่อศึกษาถึงการเจริญเติบโต (Growth performance) และลักษณะทางพันธุกรรมอื่นของลูกปลารุ่นที่ 1 นี้ เพื่อใช้ในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาชนิดนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ ของปลาไซปีเรียน สเตอร์เจียนรุ่นลูก (F1) อธิบายได้ตามผังดังนี้

