



มิถุนวิทยาเชิงเปรียบเทียบทางโครงสร้างของม้ามปลาฉลามหัวบาตร  
*Carcharhinus leucas* (Müller & Henle, 1839) และ  
ปลาไหลงู *Pisodonophis boro* (Hamilton, 1822)  
A Comparative Histological Structure of the Spleens of  
*Carcharhinus leucas* (Müller & Henle, 1839) and  
*Pisodonophis boro* (Hamilton, 1822)

ศิลปชัย เสนารัตน์<sup>1\*</sup>, ปิยากร บุญยัง<sup>2</sup>, ภากร ณ. ลำปาง<sup>1</sup>, อัมภรณ์พรรณ พลาชัย<sup>1</sup>, วรณีย์ จิรวงศ์กุล<sup>3</sup>,  
พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ<sup>4</sup> และ เจษฎ์ เกษตรระพี<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<sup>2</sup>ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

<sup>3</sup>ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

<sup>4</sup>โปรแกรมชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

\*Corresponding Author, E-mail: Senarat.S@hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทางโครงสร้างมิถุนวิทยาของม้ามระหว่างปลาฉลามหัวบาตร *Carcharhinus leucas* (Müller & Henle, 1839) และปลาไหลงู *Pisodonophis boro* (Hamilton, 1822) ผลการศึกษาด้านมิถุนวิทยาของม้ามจากปลาฉลามหัวบาตร พบว่าม้ามถูกห่อหุ้มด้วยแคปซูลหนาและมีส่วนยื่นจากส่วนแคปซูลจนกลายเป็นสันยื่นเข้าไปในเนื้อเยื่อม้ามที่สามารถแบ่งได้ 2 บริเวณ คือ white pulp และ red pulp โดย white pulp เป็นบริเวณที่มีลักษณะ diffuse lymphatic tissue และ lymphatic nodule เป็นกลุ่มเล็กๆ ติดสีชมพูอ่อน ในขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของ red pulp เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไม่พบแองเงอเล็ด แต่พบเซลล์หลากหลายชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (erythrocytes) ทромโบไซต์ (thrombocyte) แกรนูโลไซต์ (granulocyte) เรติคิวลาร์ เซลล์ (reticular cell) และ ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ในส่วนของการเปรียบเทียบมิถุนวิทยาของม้ามระหว่างปลาฉลามหัวบาตรกับปลาไหลงูพบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามกลับพบโครงสร้างเป็นหลอดเลือดแดง (penicillar artery) เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไปใน red pulp ของเนื้อเยื่อม้ามในปลาไหลงู

## ABSTRACT

The present study aimed to compare the histological structure of the spleens between *Carcharhinus leucas* (Müller & Henle, 1839) and *Pisodonophis boro* (Hamilton, 1822). Histologically, the spleen of *C. leucas* was covered with a thick capsule and then its capsule protruded into the central zone, as called trabeculae. Two main components including white and red pulps are present from this event. The white pulp contained an aggregation of the diffuse lymphatic tissue and small lymphatic nodule, which stained more slightly eosinophila. Whereas the most region of the red pulp was a connective tissue and the ellipsoid was not observed. Nevertheless, several cellular classifications including red blood cells (erythrocytes), thrombocyte, granulocyte, reticular cell and lymphocyte could be basically found in this region. Based on a histological comparison of the spleens between *C. leucas* and *P. boro*, they were slightly different. However, it was found that the numerous penicillar arteries were scattered throughout the red pulp of the *P. boro* spleen.

**คำสำคัญ:** ปลาฉลามหัวบาตร ปลาไหลงู เนื้อเยื่อม้าม มิถุนวิทยา ประเทศไทย

**Keywords:** Bull shark, Estuary snake-eel, Histology, Splenic parenchyma, Thailand

## บทนำ

ม้าม (spleen) จัดเป็นอวัยวะที่สำคัญมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันร่างกาย (immune system) และการสร้างเม็ดเลือด (primary hematopoietic organs) (Agius and Roberts, 2003) ดังการรายงานในปลาหลายชนิด เช่น ปลากระดูกแข็ง (teleost fish) เช่น sturgeon และ paddlefish และ Holosteans (gars และ bowfin) (Genten et al., 2008) สำหรับการศึกษาด้านกายวิภาค (anatomy) ของม้าม พบว่า ม้ามถูกบรรจุภายในช่องท้อง อยู่เหนือส่วนทางเดินอาหาร (gut wall) ขณะที่การศึกษาด้าน มิถุนวิทยา (histology) อวัยวะนี้มีแคปซูลห่อหุ้ม มีองค์ประกอบเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและยังมีเซลล์ไฟโบรบลาส (fibroblast) แทรกตัวอยู่ด้วย จากบริเวณนี้สังเกตได้ว่าเกิดสันยื่นเข้าไปด้านในของม้ามหรือเรียกว่า trabeculae ทำให้สามารถแบ่งเนื้อเยื่อ

ออกเป็นส่วนๆ อย่างไม่สมบูรณ์ จนกลายเป็นพวยย่อย เรียกว่า splenic pulp แต่ละพวยย่อยประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือด (blood cells) หลอดเลือด (blood vessel) และ macrophage ตลอดไปจนถึง antigen-presenting cell (Genten et al., 2008) ดังการรายงานในปลากระดูกแข็งหลากหลายชนิด ได้แก่ *Sparus aurata*, *Ctenopoma ansorgii* และ *Carassius auratus* (Genten et al., 2008) *Dicentrarchus labrax* (Kurtović et al., 2008) และ *Salmo letnica* (Rebok et al., 2011) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาโครงสร้างของอวัยวะดังกล่าวมีน้อยมากในปลากระดูกอ่อน ทั้งนี้ข้อมูลที่มีอยู่ก็มักรายงานในต่างประเทศทั้งสิ้น เช่น *Harpagofututor volsellorhinus* (Grogan and Lund, 1997) และ *Mustelus schmitti* (Galindez and Aggio, 1998)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปลาฉลามหัวบาตร *Carcharhinus leucas* เป็นตัวแทนของปลากระดูกอ่อนและพบได้ทั่วไปบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองของประเทศไทย มีถิ่นอาศัยในบริเวณที่มีน้ำคุณภาพดีและมีค่าดีโอ (DO) สูง ตรงกันข้ามกับปลาไหลงู *Pisodonophis boro* เป็นตัวแทนของปลากระดูกแข็งที่มีแหล่งที่อยู่อาศัยในบริเวณดินตะกอนและมีค่าดีโอต่ำ ด้วยลักษณะพื้นที่อาศัยที่ต่างๆ กัน ผู้วิจัยจึงคาดว่าความสามารถของการจับออกซิเจนของฮีโมโกลบิน (hemoglobin) อาจจะต่างกัน ย่อมสะท้อนถึงโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันด้วย ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและอธิบายถึงโครงสร้างทางด้านกายวิภาคและทางด้านมิถุนวิทยา ตั้งแต่ระดับอวัยวะถึง เซลล์ของม้ามของปลาทั้งสองชนิด ท้ายสุดนำเอาข้อมูลมิถุนวิทยาของม้ามปลาฉลามหัวบาตรมาเปรียบเทียบกับมิถุนวิทยาของม้ามปลาไหลงู ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงได้รับข้อมูลด้านชีววิทยาพื้นฐาน โดยเฉพาะความแตกต่างกันระหว่างปลากระดูกอ่อนและปลากระดูกแข็ง ยังสามารถนำไปใช้สำหรับการเปรียบเทียบกับสัตว์กลุ่มอื่นๆ ต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างปลาฉลามหัวบาตรเสียชีวิตที่ได้รับมาจากชาวประมง บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 (จำนวนรวม 2 ตัว ความยาวเฉลี่ยประมาณ 80 เซนติเมตร) ในขณะที่ตัวอย่างปลาไหลงูถูกจับในแม่น้ำปราณบุรี อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2558 ถึงกรกฎาคม 2558 (จำนวน 3 ตัว ความยาวเฉลี่ยประมาณ 60-80 เซนติเมตร) ปลาทั้งหมดถูกผ่าตัดเปิดช่องท้องเพื่อศึกษาดำแหน่งของม้าม หลังจากนั้นนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อม้ามจาก 3 บริเวณ คือ ส่วนต้น

กลาง และท้าย นำมาเก็บรักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาเดวิดสัน (Davidson's fixative) ต่อจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการมาตรฐานของการเตรียมตัวอย่างสไลด์ถาวรด้วยวิธี paraffin method ตัดเนื้อเยื่อด้วยความหนา 5 ไมโครเมตร และย้อมสี hematoxylin & eosin (H&E) และ periodic acid-schiff (PAS) (Bancroft and Gamble, 2007) แล้วนำสไลด์เนื้อเยื่อม้ามของปลาทั้งสองชนิดมาศึกษาเพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบ การจัดเรียง และชนิดของเซลล์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### กายวิภาคและมิถุนวิทยาของม้ามปลาฉลามหัวบาตร *Carcharhinus leucas* (รูปที่ 1)

กายวิภาคของม้ามปลาฉลามหัวบาตรมีลักษณะเป็นพวยาว (elongated shape) สีแดงคล้ำ แนบติดกับกระเพาะอาหารและลำไส้ ด้วยเนื้อเยื่อเมเซนเทอริย์ (mesentery) สอดคล้องกับการศึกษาในปลาฉลามบาสกิ้น *Cetorhinus maximus* (Matthews and Parker, 1950) แต่แตกต่างจากม้ามของปลากระเบนไฟฟ้า *Raja torpedo* ที่มีโครงสร้างม้ามรูปร่างเล็กแบนกลม (small flattened round spleen) ขณะที่มิถุนวิทยา และมิถุนเคมีของม้ามจากการส่องมาสามบริเวณ พบว่า ทุกบริเวณมีโครงสร้างเนื้อเยื่อคล้ายคลึงกัน เนื้อเยื่อม้ามถูกห่อหุ้มด้วยแคปซูลหนา (thick capsule) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มักมีเซลล์ไฟโบรบลาสต์ (fibroblast) แทรกตัวอยู่ จากส่วนของแคปซูลมีโครงสร้างที่แยกเป็นสันยื่นหรือ trabeculae เข้าไปในเนื้อเยื่อม้ามที่เรียกว่า splenic pulp และสังเกตเห็น splenic vein อยู่ตรงกลางของม้ามได้อย่างชัดเจน โครงสร้างของ splenic pulp ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ white pulp และ red pulp โดยที่ white pulp เป็นบริเวณที่ติดสีชมพู

เมื่อย้อมด้วย H&E และสีชมพูอ่อนเมื่อย้อมด้วย PAS ที่มีการกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะเด่นของส่วนนี้ คือ มีลักษณะ diffuse lymphatic tissue และ lymphatic nodule เป็นกลุ่มเล็กๆ ในส่วนของ red pulp เป็นบริเวณเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ เมื่อย้อมด้วย H&E มีลักษณะจาง ไม่พบแบ่งเลือด (ellipsoid) แต่กลับพบเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cells or erythrocytes) ทромโบไซต์ (thrombocyte) แกรนูโลไซต์ (granulocyte) เรติคิวลาร์ เซลล์ (reticular cell) และ ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ซึ่งคล้ายคลึงกับเนื้อเยื่อ้ามของปลาฉลาม *Mustelus schmitti* (Galindez and Aggio, 1998) ปลากระดูกอ่อนในชั้นย่อยอีลาสโมแบรินซีโอ (Elasmobranchs) (Hine and Wain, 1987) และสัตว์กระดูกสันหลังชั้นต่ำ (lower vertebrate) (Kanesada, 1956; Murata, 1959) โดยลักษณะเซลล์แต่ละชนิดภายใน red pulp มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**เซลล์เม็ดเลือด** เป็นเซลล์ที่พบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อ้าม มีรูปร่างรีขนาดเฉลี่ยประมาณ 6-10 ไมโครเมตร นิวเคลียสติดสีน้ำเงินอยู่ตรงกลางเซลล์ ขณะที่ไซโตพลาสซึมติดสีชมพูของ eosin คล้ายคลึงกับการศึกษาในปลาฉลามกระดูกสูง *C. plumbeus* บางเซลล์อาจพบแวคิวโอลแทรกอยู่ในไซโตพลาสซึมของเซลล์เม็ดเลือดแดง หน้าที่ของเซลล์ชนิดนี้ทราบดีว่าเกี่ยวกับการขนส่งลำเลียงออกซิเจนให้แก่เนื้อเยื่อและรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งกลับไปยังเหงือกนั่นเอง (Arnold, 2005)

**ทромโบไซต์** เป็นชนิดเซลล์ที่พบได้ค่อนข้างเด่น มีรูปร่างรีค่อนข้างแหลม นิวเคลียสรูปร่างรี และมีขนาดเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือด (ประมาณ 3 ไมโครเมตร) นิวเคลียสรูปร่างกลม เล็ก และล้อมรอบด้วยขอบของไซโตพลาสซึมสีชมพูจาง (rim of cytoplasm) (เมื่อ

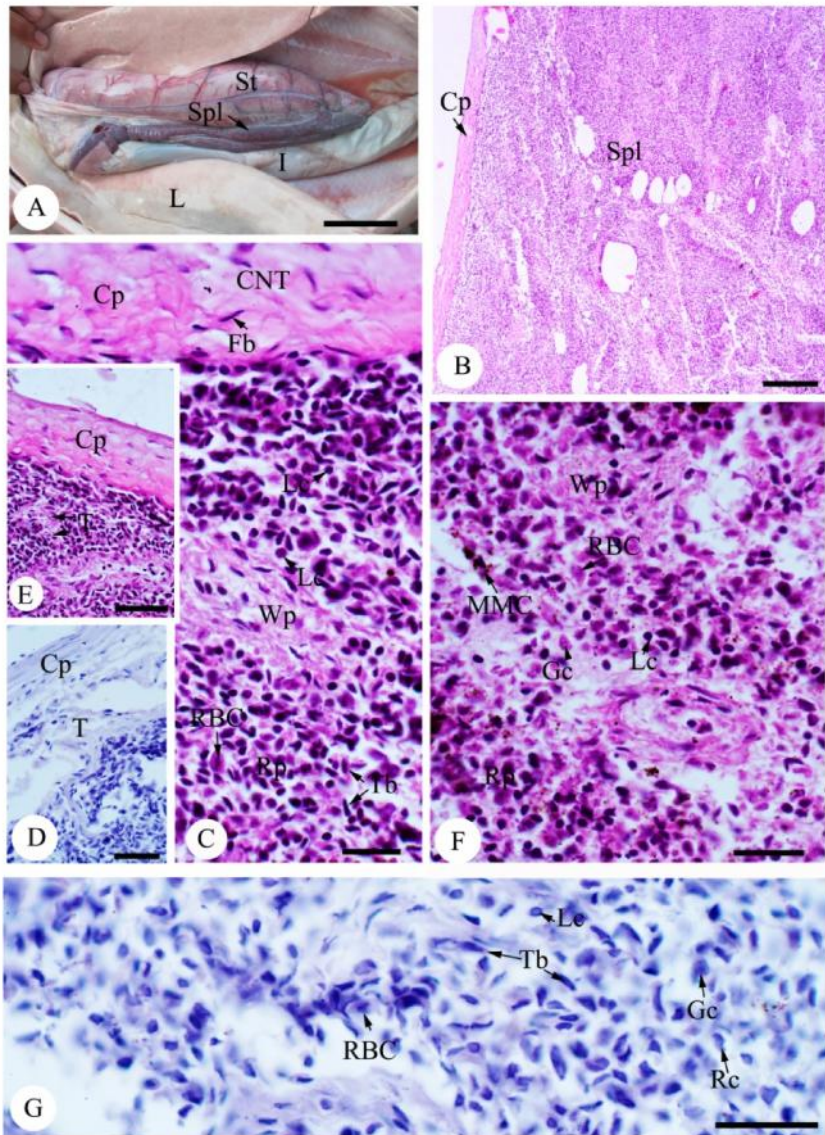
ย้อมด้วย H&E) และสีชมพูอ่อนเมื่อย้อมด้วย PAS จากการศึกษาก่อนหน้านี้เป็นไปได้ว่าทромโบไซต์พัฒนามาจากลิมโฟไซต์ (Jordan and Spedel, 1924; Roberts, 2012) ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด เพื่อป้องกันการสูญเสียของเหลวจากหลอดเลือด (Robert, 2012)

**แกรนูโลไซต์** มีรูปร่างค่อนข้างกลม นิวเคลียสกลมอยู่ตรงกลางเซลล์ และมีลักษณะเด่นคือมีไซโตพลาสซึม แกรนูล กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม แต่อย่างไรก็ตามภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง อาจสังเกตได้ยากมาก เซลล์ชนิดนี้เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย (Robert, 2012)

**เรติคิวลาร์ เซลล์** เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างหลากหลายแบบ (multi-shapes) แต่โดยทั่วไปพบว่า มีรูปร่างคล้ายดาวและมีนิวเคลียสติดสีน้ำเงินอยู่ตรงกลางเซลล์ หน้าที่ของเรติคิวลาร์ เซลล์สร้างเรติคิวลาร์ไฟเบอร์ เป็นหลัก (Torroba et al., 1995)

**ลิมโฟไซต์** มีรูปร่างกลม ขนาดตั้งแต่ 6 - 11 ไมโครเมตร มีนิวเคลียสติดสีน้ำเงินเข้มและล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึมสีชมพูจาง (H&E) หน้าที่ของเซลล์ชนิดนี้เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย (Genten et al., 2008)

นอกจากนี้ยังสามารถพบ เมลาโนมาโครฟาจเซนเตอร์ (melano-macrophage center: MMC) มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 3 ไมโครเมตร และกระจายตัวอยู่ใน red pulp อีกด้วย โดย MMC หรือ อาจจะเรียกว่า pigment-containing cells พบได้ปกติใน้ามของปลากระดูกแข็ง (Genten et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ การพบ MMC อาจเป็นอาการที่บ่งชี้หรือเชื่อมโยงกับการตอบสนองของสารเคมีหรือสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Boorman et al., 1997; Roberts, 2012)



รูปที่ 1 โครงสร้างกายวิภาค และมิถุนวิทยาของปลาดุกรวมหัวบาตร

(A) กายวิภาคของม้าม, (B-G) มิถุนวิทยาและชนิดเซลล์ (CNT = connective tissue, Cp = capsule, Fb = fibroblast, Gc = granulocyte, I = intestine, L = liver, Lc = lymphocytes, MMC = melano-macrophage center, RBC = red blood cell, Rc = reticular cell, Rp = red pulp, Spl = spleen, St = stomach, T = trabeculae, Tb = thrombocyte, Wp = white pulp) Scale bar A = 10 cm, B = 200  $\mu$ m, C,F,G = 20  $\mu$ m, D-E = 40  $\mu$ m

## มิถุนวิทยาของม้ามปลาไหลงู *Pisodonophis boro* (รูปที่ 2)

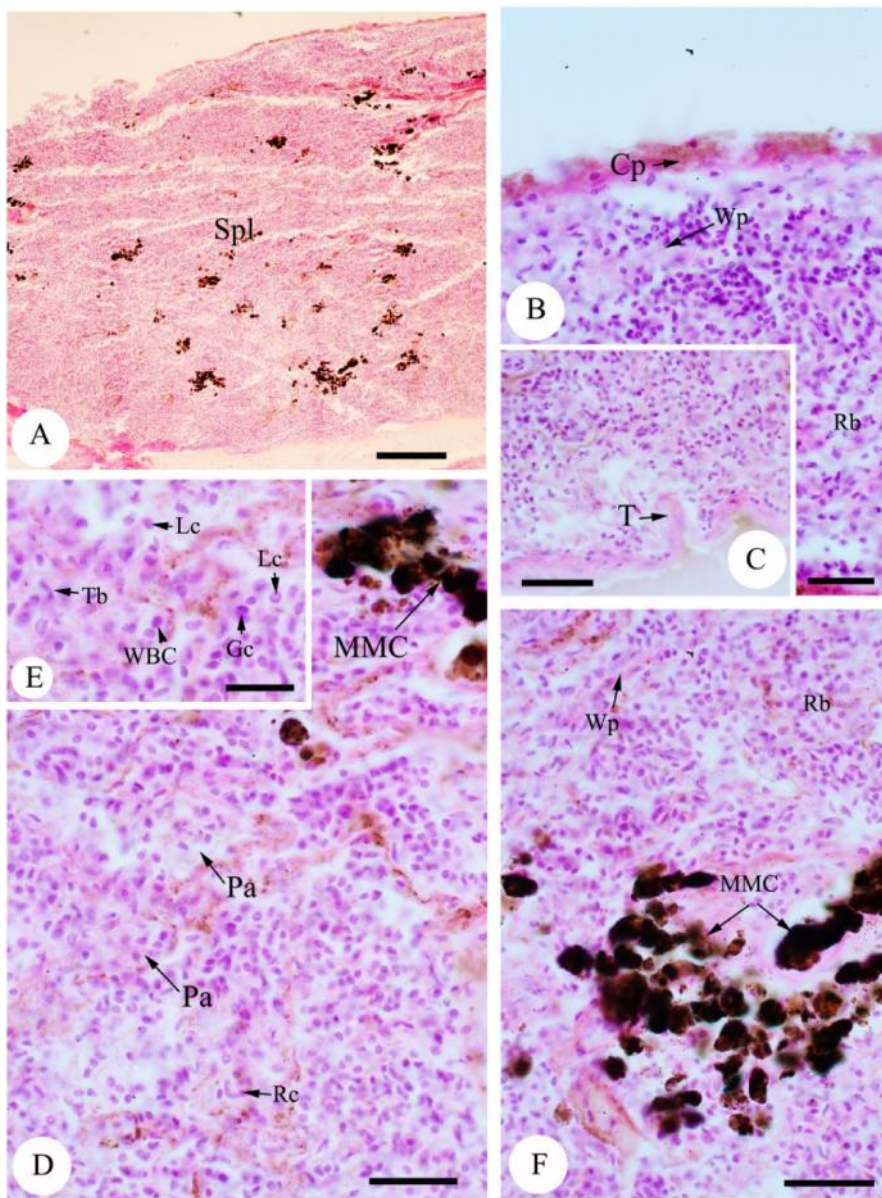
มิถุนวิทยาของม้ามปลาไหลงู พบว่า เนื้อเยื่อทั้งสามส่วนที่สุ่มมา มีโครงสร้างคล้ายกันถูกห่อหุ้มด้วยแคปซูล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีเซลล์ไฟโบรบลาส (fibroblast) แทรกตัวอยู่ พบลักษณะสันยี่นน้อยมาก ภายในเนื้อเยื่อม้ามพบได้ทั้ง white pulp ติดสีชมพูเข้ม (H&E) ในลักษณะ lymphatic nodule ขนาดเล็ก และ Red pulp เป็นบริเวณเนื้อเยื่อที่ล้อมรอบ white pulp มีลักษณะจาง เมื่อย้อมด้วย H&E ประกอบด้วยแองเกล็ด (ellipsoid) ที่ค่อนข้างสังเกตได้ยาก ลักษณะเด่นของส่วนนี้จึงประกอบด้วยหลอดเลือดแดง (penicillar artery) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ต่างจากเนื้อเยื่อม้ามของปลาฉลามหัวบาตร ขณะที่เซลล์หลายชนิด ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดทอมโบไซต์ แกรนูโลไซต์ เรติคิวลาร์เซลล์ และ ลิมโฟไซต์ กลับพบเหมือนในเนื้อเยื่อม้ามของปลาฉลามหัวบาตร ปลากระดุกแข็งหลายชนิด เช่น ปลากระรัง *Epinephelus malabaricus* (Lin et al., 2005) และ ปลาเทอร์บอท *Scophthalmus maximus* (Fournier-Betz et al., 2000) ตลอดไปจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (หนู) (Saito et al., 1988) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบกลุ่มของ MMC ที่มีสีเหลืองน้ำตาลหรือดำกระจายเป็นจำนวนมาก มีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 30 ไมโครเมตร สำหรับการพบเซลล์เมลานโนมาโครฟา

สแทรกตัวอยู่ระหว่าง white pulp เป็นจำนวนมาก เป็นตัวว่าอาการนี้เชื่อมโยงกับการตอบสนองของสารเคมีหรือสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Roberts, 2012; Kumar et al., 2015) เซลล์อาจมีการปล่อยไซโตไคน์ (cytokines) อนุมูลอิสระ และชักนำให้มาโครฟาส เข้ามากำจัดสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ (Klaassen, 2013) ดังนั้นเป็นไปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของหลอดเลือดแดงในม้ามเพื่ออาจช่วยเพิ่มการหมุนเวียนเลือดและออกซิเจนให้มากขึ้น เนื่องจากเนื้อเยื่ออาจได้รับการบาดเจ็บ ทำให้เพิ่มการทำงานของ MMC เหตุนี้เองทำให้สามารถพบ MMC เป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามจำนวนของ MMC ยังขึ้นอยู่กับชนิด อายุ และสุขภาพของปลาอีกด้วย (Roberts, 2012; Kumar et al., 2015) ดังนั้นจึงยังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่สามารถบ่งบอกได้ว่า การพบเซลล์มาโครฟาสเกิดจากสาเหตุใด ที่จำเป็นที่จะต้องศึกษากันต่อไป

## สรุปและเสนอแนะ

การเปรียบเทียบมิถุนวิทยาของม้ามระหว่างปลาฉลามหัวบาตรกับปลาไหลงูมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามการพบหลอดเลือดแดงในปลาไหลงูเป็นลักษณะหนึ่งอย่างที่แตกต่างกัน เพียงแต่ยังไม่ีเหตุผลเพียงพอที่จะอธิบายได้ จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษากันต่อไป





**รูปที่ 2** มิถุนวิทยาและชนิดของเซลล์ในม้ามของปลาไหลงู (CNT = connective tissue, Cp = capsule, Fb = fibroblast, Gc = granulocyte, I = intestine, L = liver, Lc = lymphocytes, MMC = melano-macrophage center, Pa = penicillar artery, Rbc = red blood cell, Rc = reticular cell, Rp = red pulp, Spl = spleen, St = stomach, T = trabeculae, Tb = thrombocyte, Wp = white pulp) Scale bar A = 100  $\mu$ m, B-D, F = 30  $\mu$ m, E = 20  $\mu$ m

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหน่วยวิจัยสัตว์น้ำ ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ช่วยอนุเคราะห์อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง และการถ่ายรูปสไลด์ตัวอย่าง

## เอกสารอ้างอิง

- Agius, C. and Roberts, R.J. (2003). Melano-macrophage centers and their role in fish pathology. *J. Fish Dis.* 26: 499-509.
- Arnold, J.E. (2005). Hematology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*: standardization of complete blood count techniques for elasmobranchs. *Vet. Clin. Pathol.* 34: 115-123.
- Bancroft, J.D. and Gamble, M. (2007). *Theory and Practice of Histological Techniques*. 7<sup>th</sup> ed., London, UK: Churchill Livingstone 744 pp.
- Boorman, G.A., Botts, S., Bunton, T.E., Fournie, J.W., Harshbarger, J.C., Hawkins, W.E., Hinton, D.E., Jokinen, M.P., Okihiro, M.S. and Wolfe, M.J. (1997). Diagnostic criteria for degenerative, inflammatory, proliferative nonneoplastic and neoplastic liver lesions in medaka (*Oryzias latipes*): consensus of a National Toxicology Program Pathology Working Group. *Toxicol. Pathol.* 25: 202-210.
- Fournier-Betz, V., Quentel, C., Lamour, F. and Le Ven, A. (2000). Immunocytochemical detection of Ig-positive cells in blood, lymphoid organs and the gut associated lymphoid tissue of the turbot (*Scophthalmus maximus*). *Fish Shellfish Immunol.* 10: 187-202.
- Galindez, E.J. and Aggio, M.C. (1998). The spleen of *Mustelus schmitti* (Chondrichthyes, Triakidae): a light and electron microscopic study. *Ichthyol. Res.* 45: 179-186.
- Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A. (2008). *Atlas of Fish Histology*. Florida, USA: CRC Press 224 pp.
- Grogan, E.D. and Lund, R. (1997). Soft tissue pigments of the Upper Mississippian Chondrenchelyid, *Harpagofututor volsellorhinus* (Chondrichthyes, Holocephali) from the Bear Gulch Limestone, Montana, USA. *J. Paleontol.* 71: 337-342.
- Hine, P.M. and Wain, J.M. (1987). The enzyme cytochemistry and composition of elasmobranch granulocytes. *J. Fish Biol.* 30: 465-475.
- Jordan, H.E. and Spedel, C.C. (1924). Studies on lymphocytes. II. The origin, function, and fate of lymphocytes in fishes. *J. Morphol.* 38: 529-546.
- Kanesada, A. (1956). A phylogenetical survey of hemocytopoietic tissues in submammalian vertebrates: with special reference to the differentiation of the lymphocyte and lymphoid tissue. *Bull. Yamaguchi Med. Sch.* 4: 1-35.
- Klaassen, C.D. (2013). *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 8<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Education: New York, USA, 1454 pp.
- Kumar, V., Abas, A.K. and Aster, J.C. (2015). *Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease*. 9<sup>th</sup> ed., Elsevier Inc.: Philadelphia, USA. 1472 pp.
- Kurtović, B., Teskeredžić, E. and Teskeredžić, Z. (2008). Histological comparison of spleen and kidney tissue from farmed and wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Acta Adriat.* 49: 147-154.



- Lin, H.T., Lin, H.Y. and Yang, H.L. (2005). Histology and histochemical enzyme-staining patterns of major immune organs in *Epinephelus malabaricus*. J. Fish Biol. 66, 729-740.
- Matthews, L.H., and Parker, H.W. (1950). Notes on the anatomy and biology of the basking shark (*Cetorhinus maximus* (Gunner)). J. Zool. 120: 535-576.
- Murata, H. (1959). Comparative studies of the spleen in submammalian vertebrates: II. Minute structure of the spleen, with special reference to the periarterial lymphoid sheath. Bull. Yamaguchi Med. Sch. 6: 83-105.
- Rebok, K., Jordanova, M. Taviciovskova-Vasilena, I. (2011). Spleen histology in the female Ohrid trout, *Salmo letnica* (Kar.) (Teleostei, Salmonidae) during the reproductive cycle. Arch. Biol. Sci. Belgrade, 63: 1023-1030.
- Roberts, J. R. (2012). Fish Pathology. 4<sup>th</sup> ed. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell 590 pp.
- Saito, H., Yokoi, Y., Watanabe, S., Tajima, J., Kuroda, H. and Namihisa, T. (1988). Reticular meshwork of the spleen in rats studied by electron microscopy. Am. J. Anat. 181: 235-252.
- Torroba, M., Chiba, A., Vicenta, A., Varas, A., Sacedó, R., Jimenez, E., Honma, Y. and Zapata, A.G. (1995). Macrophage-lymphocyte cell cluster in the hypothalamic ventricle of some elasmobranch fish: ultrastructural analysis and possible functional significance. Anat. Rec. 242: 400-410.

