

# วิทยาเนื้อเยื่อของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลือง

*Hemibagrus filamentus* (Fang and Chau, 1949)

Histological Structure of the Esophagus and Stomach in

Yellow Mystus, *Hemibagrus filamentus*

(Fang and Chau, 1949)

คิลปชัย เสนารัตน์\* และเจษฎ์ เกษตรระทัต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

วชิพร เย็นฉ่ำ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ชีวภาพ ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี 12120

Sinlapachai Senarat\* and Jes Kettratad

Department of Marine science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

Pisit Poolprasert

Program of Biology, Faculty of Science and Technology,

Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000

Watiporn Yenchum

Bio Analysis Laboratory, Department of Chemical Metrology and Biometry,

National Institute of Metrology, Pathum Thani 12120

---

## บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างทางจุลกายวิภาคของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลือง *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chau, 1949) ที่มีความยาวลำตัวเฉลี่ย 17.4 เซนติเมตร ภายใต้อุ้งกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าทั้งหลอดอาหารและกระเพาะอาหารประกอบด้วยผนัง 4 ชั้น คือ mucosa, submucosa, muscularis และ serosa สำหรับหลอดอาหารสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ที่มีโครงสร้างเนื้อเยื่อที่ต่างกัน โดยเฉพาะส่วนของ longitudinal fold ในชั้น mucosa ขณะที่กระเพาะอาหารสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ กระเพาะส่วนต้น (fundic)

และส่วนท้าย (pyloric) เยื่อบุผิวทั้งสองส่วนเป็นแบบเซลล์ชั้นเดียวรูปทรงสูง (simple columnar epithelium) โดยตลอด พบต่อมสร้างสาร (gastric gland) แทรกอยู่เป็นจำนวนมากในชั้น lamina propria

**คำสำคัญ :** จุลกายวิภาค; หลอดอาหาร; กระเพาะอาหาร; พลาเกตเหลือง

## Abstract

A histological study on the esophagus and stomach of yellow mystus, *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chau, 1949) with average total body length about 17.4 cm was conducted. Under the light microscope, the esophagus and stomach are composed of four layers; mucosa, submucosa, muscularis and serosa. The esophagus of this fish was divided into three parts based on differently histological structure especially longitudinal fold in the mucosa layer. The stomach could be divided into two distinct regions; fundic and pyloric. Each region was covered by simple columnar epithelium. Gastric gland was found throughout their stomach in the layer of lamina propria.

**Keywords:** histology; esophagus; stomach; *Hemibagrus filamentus*

## 1. บทนำ

จากการทบทวนเอกสารพบว่าการศึกษาด้าน จุลกายวิภาคทางเดินอาหารปลากระดุกแฉิ่งมีไว้หลากหลายฉบับ อาทิเช่น ปลาเรนโบว์เทราต์ (rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*) [1] ปลากดอเมริกัน (channel catfish, *Ictalurus punctatus*) [2] ปลากะพงลาย (striped bass, *Morone saxatilis*) [3] และปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus*) [4]

สำหรับปลากดเหลือง *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chau, 1949) ซึ่งจัดเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นที่ต้องการของตลาดสูงเนื่องจากมีรสชาติที่อร่อย ทำให้มีการศึกษาวิจัยค้นคว้าเพื่อส่งเสริมเพื่อเพิ่มผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงปลากดเหลืองไม่น้อยกว่าปลาเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะระบบย่อยอาหาร การศึกษาระบบนี้ไม่เพียง

เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ทราบถึงชีววิทยาการเจริญเติบโต แต่ยังใช้คาดการณ์ถึงอัตราการอยู่รอดของปลาในช่วงวัยอ่อน (larval growth and survival) ได้อีกด้วย [5] ยกตัวอย่าง เช่น การศึกษาระบบย่อยอาหารของปลากดเหลืองวัยอ่อน พบว่าเมื่อปลาอายุ 16 วัน มีการพัฒนาของระบบย่อยอาหารที่สมบูรณ์และย่อยอาหารได้ดี [6,7] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโครงสร้างมหกายวิภาค (anatomy) และชนิดของอาหารภายในกระเพาะของปลากดเหลืองที่โตเต็มวัย พบว่าผนังเนื้อเยื่อด้านในมีลักษณะเป็นหยักสีขาว มีปลาขนาดเล็ก ตัวอ่อนแมลง และกุ้งน้ำจืด เป็นองค์ประกอบอยู่ภายในกระเพาะอาหาร ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าปลาชนิดนี้จัดเป็นปลากินเนื้อ [8,9]

แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่เคยมีรายงานด้านจุลกายวิภาคของทางเดินอาหารที่เน้นส่วนของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลืองมาก่อน โดยใช้เทคนิคด้านเนื้อเยื่อ (histological

analysis) มาวิเคราะห์ ดังนั้นวัตถุประสงค์ครั้งนี้เพื่อศึกษาและตอบคำถามเกี่ยวกับโครงสร้างหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลากดเหลืองตัวเต็มวัย ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงแต่ยืนยันโครงสร้างระดับเนื้อเยื่อและเซลล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังเป็นพื้นฐานสำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร สรีรวิทยา ตลอดจนใช้เปรียบเทียบกับการศึกษาจุลพยาธิวิทยา บริเวณทางเดินอาหารของปลากดเหลืองที่เป็นโรคในอนาคตต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

สุ่มเก็บตัวอย่างปลากดเหลืองตัวเต็มวัยจากชาวประมงพื้นบ้าน ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2554 จำนวน 20 ตัว [ความยาวมาตรฐาน (standard length) 16-20 เซนติเมตร เฉลี่ย 17.4 เซนติเมตร] จากแม่น้ำตาปี บริเวณอำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช (8°28.103' N, 99°29.452' E) นำปลาที่ได้มาสลบด้วยการแช่น้ำแข็ง (rapid cooling method) ตามวิธีของ Wilson และคณะ [10] เปิดช่องท้อง นำส่วนทางเดินอาหารตั้งแต่หลอดอาหารถึงกระเพาะอาหารออกมา แล้วเก็บในน้ำยารักษาสภาพเนื้อเยื่อ Davidson's fixative ต่อจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างสไลด์ถาวรตามวิธีมาตรฐานของ paraffin method ตัด section หนา 5-6  $\mu\text{m}$  ย้อมสี Harris's hematoxylin และ eosin [11] นำสไลด์เนื้อเยื่อที่ได้มาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อหลอดอาหารและกระเพาะอาหาร

## 3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

### 3.1 โครงสร้างทางจุลกายวิภาคของหลอดอาหาร (histology of esophagus)

หลอดอาหารเป็นส่วนหนึ่งของทางเดินอาหารที่ต่อจากคอหอยจนสิ้นสุดบริเวณกระเพาะอาหาร มีหน้าที่ส่งผ่านอาหารไปยังกระเพาะอาหาร [12] ทางเดินอาหารตั้งแต่หลอดอาหารเป็นต้นไปมีโครงสร้างเนื้อเยื่อจำนวน 4 ชั้น เป็นองค์ประกอบ คือ mucosa, submucosa, muscularis และ serosa เช่นเดียวกับปลาไหลยุโรป (European eel, *Anguilla anguilla* และ ปลาซิกลิด (ciclids fish, *Astatotilapia burtoni* [13] สำหรับหลอดอาหารของปลากดเหลืองสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ หลอดอาหารส่วนต้น กลาง และปลาย แต่ละส่วนแสดงรายละเอียด ดังนี้

#### 3.1.1 หลอดอาหารส่วนต้น ประกอบด้วยผนัง 4 ชั้น ได้แก่

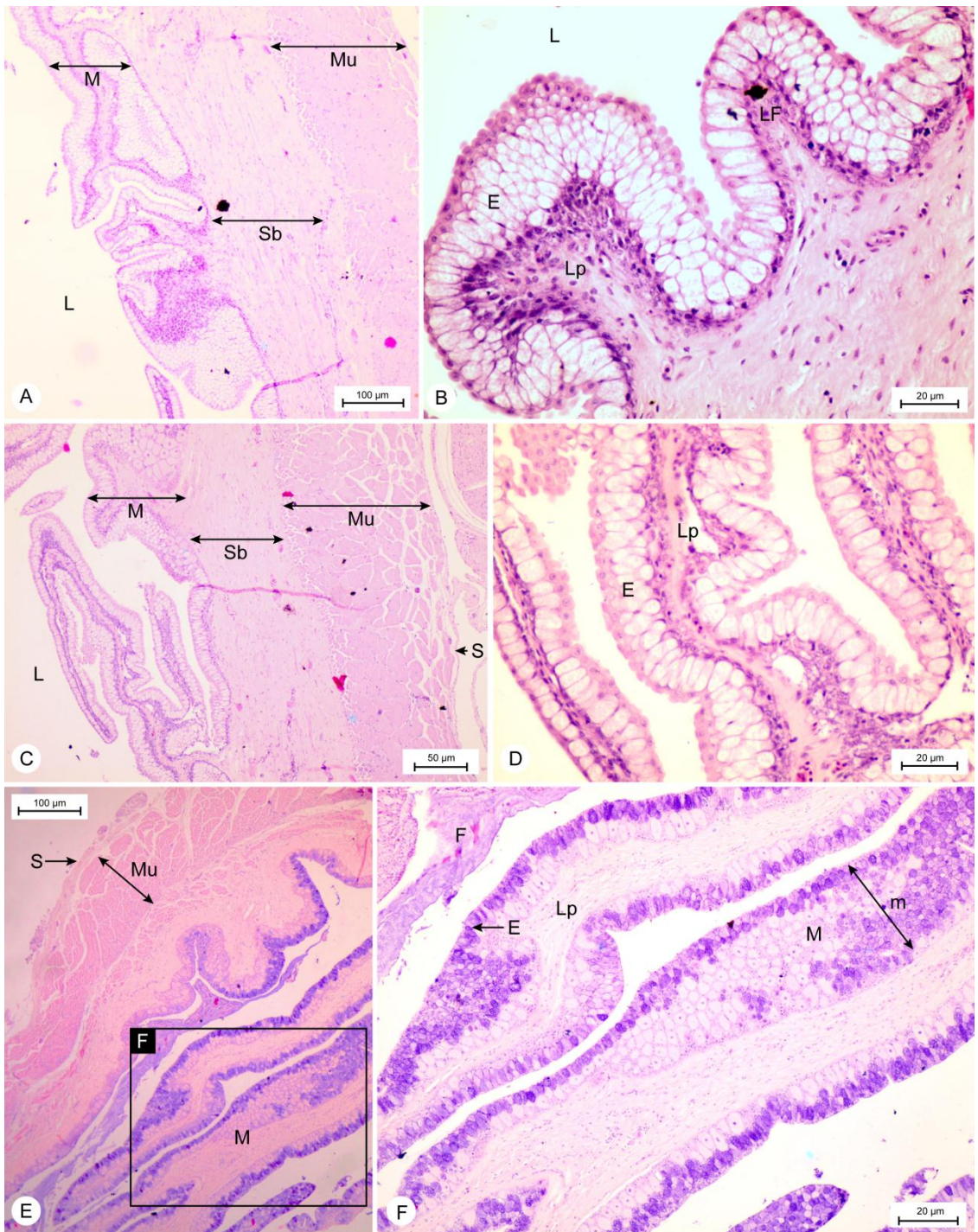
(1) ชั้น mucosa (รูปที่ 1A - 1B) สามารถแบ่งออกเป็นชั้นย่อย ๆ ได้แก่

(1.1) ชั้น epithelium เป็นชนิด stratified squamous epithelium ประกอบด้วยเซลล์บุผิวรูปแบนเรียงซ้อนกันหลายชั้นแทรกด้วย goblet cells จำนวนมาก ไม่มี cilia สอดคล้องกับปลา *Astatotilapia burtoni* ที่พบ goblet cells กระจายตัวอยู่เป็นจำนวนมากในชั้นนี้ [13] ซึ่งจากการศึกษาของ Reifel และ Travill [14] พบว่าเซลล์บุผิวบริเวณนี้สร้าง neutral mucopolysaccharides

(1.2) ชั้น lamina propria เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ใต้เยื่อบุผิวและยื่นเข้าไปในลูเมน และไม่พบ esophageal gland ในผนังหลอดอาหาร เช่นเดียวกับรายงานในปลาชนิดอื่น ๆ [13,15,16]

(1.3) ชั้น muscularis mucosae ที่ค่อนข้างสังเกตยาก แต่จะมีลักษณะบาง ๆ อยู่ถัดจากชั้น lamina propria ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ

(2) ชั้น submucosa เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (loose connective tissue) ที่มีหลอดเลือดแทรก



รูปที่ 1 โครงสร้างเนื้อเยื่อหลอดอาหารตัดตามยาว (longitudinal sections) : (A-B) หลอดอาหารส่วนต้น, (C-D) หลอดอาหารส่วนกลาง และ (E-F) หลอดอาหารส่วนปลาย (E = epithelium, F = อาหาร, M = mucosa, Sb = submucosa, Mu = muscularis, S = serosa, L = lumen, LF = longitudinal fold, Lp = lamina propria, m = เซลล์สร้างเมือก)

(3) ชั้น muscularis ประกอบด้วยชั้นกล้ามเนื้อเรียบ 2 ชั้น คือ ชั้นในที่เรียงแบบวงกลม (circular muscular layer) และชั้นนอกที่เรียงแบบตามความยาว (longitudinal muscular layer)

(4) ชั้นนอกสุดคือ serosa ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นบาง ๆ และมีเซลล์รูปแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) อยู่ภายนอก

3.1.2 หลอดอาหารส่วนกลาง มีลักษณะโครงสร้างทางเนื้อเยื่อเหมือนหลอดอาหารส่วนต้น ต่างเพียงแต่ชั้น mucosa ยื่นเข้าไปในลูเมนมากขึ้น (รูปที่ 1C - 1D)

3.1.3 หลอดอาหารส่วนปลาย มีโครงสร้างเช่นเดียวกับหลอดอาหารส่วนต้นและกลาง แต่จะมีสันนูนตามยาว (longitudinal fold) ของชั้น mucosa ยื่นเข้าไปในลูเมนอย่างเห็นได้ชัด พบเซลล์สร้างเมือกที่เห็นชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองส่วน นอกจากนี้ยังพบชั้น muscularis mucosae หนาและชัดเจนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดอาหารส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 1E - 1F)

### 3.2 โครงสร้างทางจุลกายวิภาคของกระเพาะอาหาร (histology of stomach)

ส่วนนี้จะต่อจากหลอดอาหารส่วนท้ายรอยต่อระหว่างหลอดอาหารและกระเพาะอาหารพบว่าเยื่อบุผิวเปลี่ยนจาก stratified squamous epithelium เป็นชั้นเดียวรูปทรงสูง (simple columnar epithelium) และพบ gastric gland กระเพาะอาหารของปลากระดูกแข็งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน โดยพิจารณาจากโครงสร้างเนื้อเยื่อ ได้แก่ กระเพาะอาหารส่วนต้น (fundic) และส่วนท้าย (pyloric) คล้ายกับการรายงานของ Genten และคณะ [13] ที่สามารถแสดงรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 กระเพาะอาหารส่วนต้น ประกอบด้วย

ด้วยผนัง 4 ชั้น ได้แก่

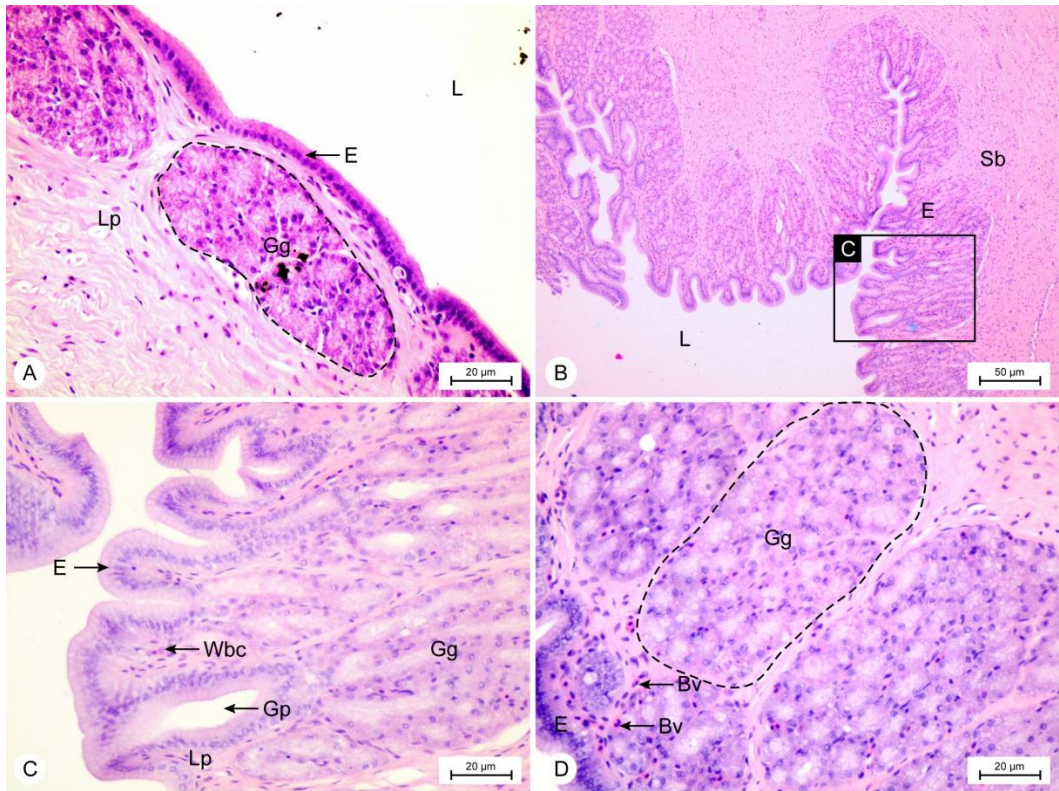
(1) ชั้น mucosa มีลักษณะเป็น longitudinal fold ยื่นเข้าไปในลูเมนน้อยมากคล้ายกับการศึกษาในปลา *Perca fluviatilis*, *Poecilia reticulata* และ *Schilbe mystus* [13] ผิวของกระเพาะอาหารมี investigation เรียกว่า gastric pit ชั้น mucosa แบ่งออกเป็น 3 ชั้นย่อย ดังนี้

(1.1) ชั้น epithelium เยื่อบุผิวชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์รูปแท่งทรงสูงเรียงชั้นเดียว (simple high columnar epithelium) นิวเคลียสรูปรีอยู่ด้านบนเซลล์ ไม่พบ goblet cells คล้ายกับการศึกษาในปลาหลายชนิด อาทิ *Perca fluviatilis*, *Schilbe mystus* [13] และอื่น ๆ [17,18] (รูปที่ 2A)

(1.2) ชั้น lamina propria ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และพบ gastric gland (หรืออาจเรียกว่า fundic gland) แทรกอยู่ในชั้นนี้เป็นจำนวนมาก แต่ละต่อมประกอบด้วย glandular cell มีรูปร่างคล้าย pyramid มีนิวเคลียสอยู่บริเวณฐานเซลล์ ไฮโดรฟาสซิมติดสี eosin เรียงเป็นชั้นเดียว หน้าที่ของ gastric gland คือ สร้างเอนไซม์ pepsinogen และกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric, HCl) [19,20] ซึ่งเทียบได้กับ chief cells และ parietal cells ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม [21] รวมทั้งยังมีงานวิจัยที่เชื่อว่าเซลล์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกรดไขมันอีกด้วย [22] นอกจากนี้ อาจพบหลอดเลือดแทรกอยู่ในชั้นนี้ด้วย (รูปที่ 2A)

(1.3) ชั้น muscularis mucosae ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบชั้นบาง ๆ ที่แยกจากชั้น submucosa ได้ค่อนข้างยาก

(2) ชั้น submucosa ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียงตัวอย่างหลวม ๆ (loose connective tissue) ที่มีเส้นเลือดขนาดเล็กแทรกตัวอยู่



รูปที่ 2 โครงสร้างเนื้อเยื่อตัดตามยาว (longitudinal sections) : (A) กระเพาะอาหารส่วนต้น, (B-D) กระเพาะอาหารส่วนปลาย (Bv = หลอดเลือด (blood vessel), E = epithelium, Gg = gastric gland, Gp = gastric pit, L = lumen, Lp = lamina propria, Sb = submucosa, Wbc = เม็ดเลือดขาว)

(3) ชั้น muscularis ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ 2 ชั้น ที่เรียงกันในแนววงกลม (inner circular layer) ที่หนาแน่นกว่าแนวตามยาว (outer longitudinal layer) คล้ายกับการรายงานการศึกษาในปลากระดูกแข็งทั่วไป [13,17]

(4) ชั้น serosa ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบาง ๆ และมี mesothelial cells เรียงเป็นชั้นเดียว (simple squamous epithelium) อยู่นอกสุด

3.2.2 กระเพาะอาหารส่วนท้าย เป็นส่วนที่ต่อจากกระเพาะอาหารส่วนต้น เป็นบริเวณส่วนโค้งของกระเพาะอาหาร ชั้น mucosa มีลักษณะยื่นเข้าไปในลูเมนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกระเพาะอาหาร

ส่วนต้น บางครั้งอาจแตกแขนงออกเป็น secondary fold ชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์รูปแท่งทรงสูงชั้นเดียว ในชั้น lamina propria อาจพบเซลล์เม็ดเลือดขาว (leukocyte) กระจายตัวอยู่ พบ gastric gland กระจายตัวอยู่เป็นจำนวนมากและเปิดออกบริเวณ gastric pit ถัดมาเป็นชั้น submucosa ซึ่งเป็นชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเรียงตัวหนาและพบหลอดเลือดขนาดเล็กแทรกตัวอยู่มากกว่าส่วนก่อนหน้านี้ ต่อจากนั้นไปเป็นชั้น muscularis มีกล้ามเนื้อเรียบหนากว่ากระเพาะอาหารส่วนต้นและชั้น serosa มีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับกระเพาะอาหารส่วนต้น (รูปที่ 2B - 2D)

นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ ยังทำการ และกระเพาะอาหารอีกด้วย โดยมีรายละเอียด ดังเปรียบเทียบโครงสร้างจุลกายวิภาคของหลอดอาหาร ตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบภาพรวมระหว่างโครงสร้างทางจุลกายวิภาคของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลาตกเหลือง *Hemibagrus filamentus*

อวัยวะ/ ชั้น	Mucosa			submucosa	muscularis	serosa
	mucosal epithelium	Lamina propria	muscularis mucosae			
หลอด อาหาร	stratified squamous epithelium	ไม่พบ esophageal gland	ชั้นกล้ามเนื้อบาง ๆ แต่จะหนามากขึ้น บริเวณส่วนปลาย	เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน พบหลอดเลือด ขนาดเล็ก	กล้ามเนื้อ เรียบ 2 ชั้น	เซลล์รูปแบบบาง ชั้นเดียว (simple squamous epithelium)
กระเพาะ อาหาร	Simple columnar epithelium	พบ gastric gland	ชั้นกล้ามเนื้อบาง ๆ แต่แยกค่อนข้างยาก จากชั้น submucosa	เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน พบหลอดเลือด ขนาดเล็ก	กล้ามเนื้อ เรียบ 2 ชั้น	mesothelial cells เรียงเป็นชั้น เดียว (simple squamous epithelium)

#### 4. สรุปและข้อเสนอแนะ

ทั้งหลอดอาหารและกระเพาะอาหารมีผนังครบทั้ง 4 ชั้น คือ mucosa, submucosa, muscularis และ serosa โดยที่หลอดอาหารสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนจะโครงสร้างทางจุลกายวิภาคที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ ชั้น mucosa ในขณะที่กระเพาะอาหารสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ที่มีเซลล์บุผิวแบบ simple columnar epithelium และมี gastric gland ตลอดแนวความยาวของชั้น lamina propria จากการศึกษาครั้งนี้ ยังขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างละเอียด (ultrastructure) มิถุนเคมีและเอนไซม์ของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลาตกเหลือง ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ดังนั้นคำถามเหล่านี้จะศึกษาในลำดับต่อไป

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Anderson, B.G. and Mitochum, D.L, 1974, Atlas of Trout Histology, Wycming Game and Fish Commisison Bulletin, 110 p.
- [2] Grizzle, J.M. and Rogers, W.A., 1976, Anatomy and histology of the channel catfish, Auburn University Agricultural Experment Station, Auburn, Alabame, 309 p.
- [3] Groman, D.B., 1982, Histology of the Striped Bass, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 116 p.
- [4] ชะลอ ลี้มสุวรรณ, ปวีณา กิจสวัสดิ์ และสุปราณี ชินบุตร, 2530, เนื้อเยื่อของปลาดุกบ้าน. คณะ

- ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [5] Gisbert, E., Rodriquer, A., Castello-Orvay, F. and Williot, P.A., 1998, Histology study of development of the digestive tract of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) during early ontogeny. *Aquaculture* 167: 195-209.
- [6] Amornsakun, T., Chiayvareesajja, S. and Hassan, A.B., 1996, Starvation and initial delay of feeding on larval green catfish, *Mystus nemurus* (Cuv. & Val.), Songklanakarin J. Sci. Technol. 18: 443-446.
- [7] Amornsakun, T., Hassan, A.B., Ambak, A.B. and Chiayvareesajja, S., 1998, The culture of green catfish, *Mystus nemurus* (Cuv. & Val.) I: Feed and feeding scheme of larvae and juveniles, Songklanakarin J. Sci. Technol. 20: 379-384.
- [8] โยธิน สีนานนท์ และรังสิต แยมเอิบสินม, 2524, ชีววิทยาของปลากตเหลืองในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จ.กาญจนบุรี, งานชีววิทยาปลา ฝ่ายพัฒนาแหล่งน้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- [9] Inland Fisheries Division, 1895, *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chau, 1949), National Inland Fisheries Institute, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Bangkok.
- [10] Wilson, J.M., Bunte, R.M. and Carty, A.J., 2009, Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (*Danio rerio*), *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 48: 785-789.
- [11] Humason, G.L., 1979, *Animal Tissue Techniques*, 4th Ed., Freeman, San Francisco, 667 p.
- [12] Mujallid, M.S., 1989, Anatomical studies on the freshwater fish, *Barbus arabius* from Saudi Arabia, M.Sc. Thesis, K.A.U. Jeddah, Saudi Arabia.
- [13] Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A., 2008, *Atlas of Fish Histology*, Science Publishers, Enfield, 223 p.
- [14] Reifel, C.W. and Travill, A.A., 1977, Structure and carbohydrates histochemistry of the esophagus in ten teleosten species, *J. Morphol.* 152: 303-314.
- [15] Takashima, F. and Hibiya, T., 1995, *An atlas of fish histology: Normal and pathological features*, Kodansha, Tokyo. 213 p.
- [16] Santos, C.M., Duarte, S., Souza, T.G.L., Ribeiro, T.P., Sales, A. and Araujo, F.G., 2007, *Histologiae caracterização histoquímica do tubo gastrintestinal de *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae, Siluriformes) no reservatório de Funil, Rio de Janeiro, Brasil. Iheringi. Serie Zoologia* 97: 411-417.
- [17] Grau, A., Crespo, S., Sarasquete, M.C. and González de Canales, M.L., 1992, The digestive tract of the amberjack *SeMá dumerili*, *Risco: A light and scanning*



- electron microscope study, J. Fish Biol. 41: 287-303.
- [18] Gargiulo, A.M., Ceccarelli, P., Dall'aglio, C. and Pedini, V., 1997, Ultrastructural study on the stomach of *Tilapia* spp (Teleostei), Anatomia Histologia Embryologia 26: 331-336.
- [19] Giraud, AS., Yeomans, N.D. and Bohm, B.D., 1979, Ultrastructure and cytochemistry of the gastric mucosa of a reptile *Tiliqua scincoides*, Cell Tissue Res. 197: 281-294.
- [20] Osman, A.H.K. and Caceci, T., 1990, Histology of the stomach of *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1758) from the river Nile, J. Fish Biol. 38: 211-223.
- [21] Andrew, W. and Hickman, C.D., 1974, Histology of the Vertebrate, The C.V. Mosby Company, Saint Louis, 439 p.
- [22] Buddington, R.K. and Doroshov, S.L., 1986, Structural and functional relations of white sturgeon alimentary canal (*Acipenser transmontanus*), J. Morphol. 190: 201-213.