

# บทปฏิบัติการ วิชา 303314 มীনวิทยา (Ichthyology)

โดย

อ.ดร. สมร พรชื่นชูวงศ์



สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

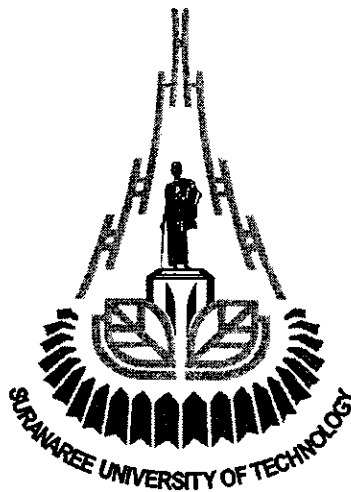
2548

อภิธาน์ทนาการ

บทปฏิบัติการ วิชา 303314 มีนวิทยา (Ichthyology)

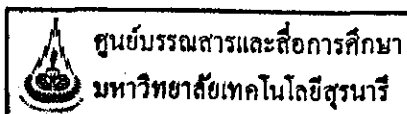
โดย

อ.ดร. สมร พรชื่นชูวงศ์



สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2548



## สารบัญ

	หน้า
<b>บทปฏิบัติการ</b>	
บทปฏิบัติการที่ 1 ลักษณะภายนอกของปลา	1
บทปฏิบัติการที่ 2 การจัดจำแนกกลุ่มปลา	7
บทปฏิบัติการที่ 3 ระบบกายวิภาคระบบโครงกระดูก และ กล้ามเนื้อ การกิน และการย่อยอาหารของปลา	13
บทปฏิบัติการที่ 4 ระบบการย่อยอาหารของปลา	16
บทปฏิบัติการที่ 5 ระบบสืบพันธุ์ของปลา	21
บทปฏิบัติการที่ 6 ระบบหายใจของปลา	25
บทปฏิบัติการที่ 7 ระบบหมุนเวียนโลหิต	29
บทปฏิบัติการที่ 8 ระบบขับถ่ายและการรักษาสมดุลของน้ำ	32
บทปฏิบัติการที่ 9 ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ	34
หัวข้อรายงาน ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลา	35

## บทปฏิบัติการที่ 1 ลักษณะภายนอกของปลา (Morphology of fish)

จุดประสงค์ ต้องการให้นักศึกษารู้จักลักษณะภายนอกต่างๆ ไปของปลากระดูกอ่อนและปลากระดูกแข็ง พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปลา 2 กลุ่มนี้ ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

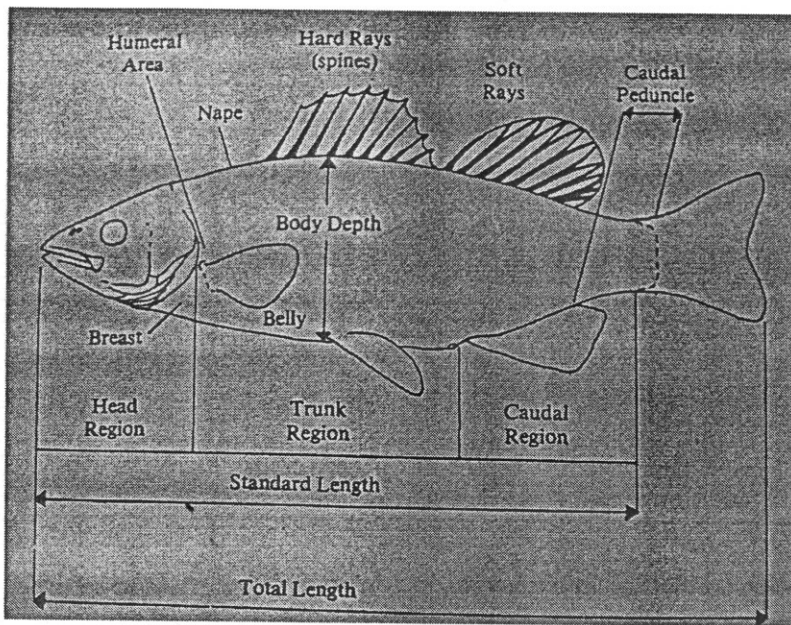
### รูปร่างของปลา (Body shape)

รูปร่างของปลาจะแตกต่างกันตามสิ่งแวดล้อมที่ดำรงชีพ เช่น ปลาที่หากินตามผิวน้ำ (pelagic fish) เป็นปลาที่มีความว่องไวสูง ว่ายน้ำเร็ว รูปร่างเพรียว ยาว แบบรูปกระสวย ในขณะที่ปลาที่หากินตามพื้นน้ำดิน (bottom fish) มักเป็นปลาที่อยู่นิ่งเฉย เคลื่อนไหวช้า หรือมีรูปร่างแบนราบไปกับพื้นท้องน้ำ ซึ่งสามารถจัดแบ่งรูปร่างปลาเป็นกลุ่มใหญ่ตามลักษณะของรูปร่างได้ดังนี้

1. Fusiform ลักษณะเรียวยาวคล้ายกระสวย
2. Globiform ลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลม
3. Anguilliform ลักษณะเรียวยาวคล้ายงู
4. Filiform ลักษณะเรียวยาวแบบเส้นด้าย
5. Trachipteriform ลักษณะตัวแบนข้างและยาวมาก คล้ายริบบิ้น
6. Sagittiform ลักษณะลำตัวค่อนข้างกลม หรือเป็นทรงกระบอก
7. Compressiform ลักษณะแบนข้าง ค้านซ้ายและขวาแบนเข้าหากัน
8. Depressiform ลักษณะจะแบนลง โดยจะแบนจากบนลงล่าง

นอกจากนี้ยังมีลักษณะรูปร่างที่ไม่เป็นไปตามลักษณะดังกล่าว โดยดูจากความยาวเป็นหลักได้แก่

1. Elongate ปลาที่มีลักษณะลำตัวยาว โดยมีขนาดความยาวมาตรฐาน (standard length) มากกว่าความลึก (depth length) ประมาณ 5-8 เท่า
2. Oblong ปลาที่มีลักษณะลำตัวค่อนข้างยาว โดยมีขนาดความยาวมาตรฐาน มากกว่าความลึก 3-4 เท่า
3. Ovate ปลาที่มีลักษณะลำตัวค่อนข้างสั้น โดยมีขนาดความยาวมาตรฐาน มากกว่าความลึก ประมาณ 1-2 เท่า



ภาพที่ 1.1 แสดงการวัดความกว้างและความยาวส่วนต่างๆของปลา

(ที่มา: Eddy and Underhill, 1978)

### ครีบบปลา (Fins)

ครีบบปลาเป็นอวัยวะที่ช่วยในการว่ายน้ำและการเคลื่อนที่ของปลา ครีบบปลาที่มีทั้งที่เป็นครีบเดี่ยวและครีบคู่ (ภาพที่ 1.1)

#### ครีบเดี่ยว (Median หรือ unpaired fin) ได้แก่

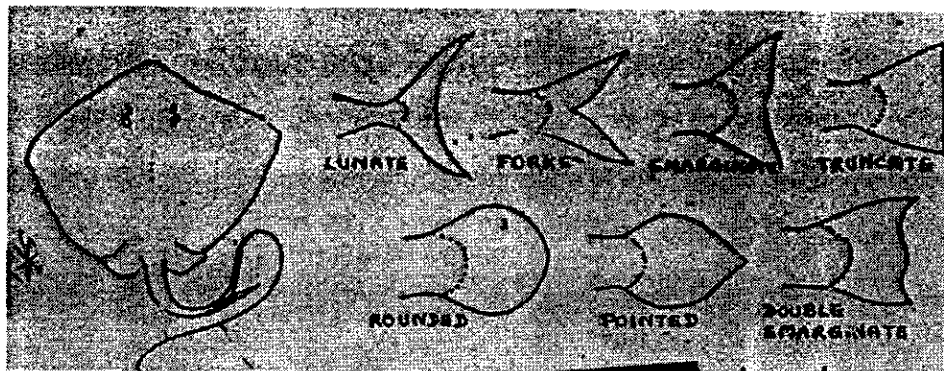
ครีบหลัง(dorsal fin) ครีบหลังปลามีลักษณะแตกต่างกันตามชนิดของปลา ปลาบางชนิดมีครีบหลังสั้น เช่น ปลายี่สกเทศ ปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาบางชนิดมีครีบหลังยาว เช่น ปลานิล ปลาดุก ปลาช่อน ปลาบางชนิดอาจมีครีบหลัง 2 ตอน อยู่แยกกัน เช่น ปลากระพงขาว ปลาสาก หรือครีบหลังอยู่ติดกัน เช่น ปลาสำลี ปลาบู่ทราย ปลาบางชนิดครีบหลังอันที่สองเป็นครีบไขมัน (adipose fin) ได้แก่ปลาในกลุ่ม catfish และ pangasiid ทั้งหลาย เช่น ปลากด ปลาบึก ปลาสร้อย ปลาบางชนิดครีบหลังเป็นครีบฝอย (finlets) เช่น ปลาหู ปลาอินทรี เป็นต้น

ครีบก้น(anal fin) เป็นครีบที่อยู่หลังรูก้น anal pore มีอันเดียว ในปลาบางชนิดมีครีบฝอยอยู่ต่อท้ายแบบเดียวกับครีบหลัง เช่น ในปลาอินทรีและปลาหู มีทั้งขนาดสั้นและยาวแตกต่างกันตามชนิดปลา เช่น ในปลาดุกและปลาช่อน ครีบก้นจะยาวจากช่องท้องจนถึงคอดหาง เป็นต้น

ครีบบหาง (caudal fin) เป็นครีบเดี่ยวมีขนาดใหญ่ มีรูปร่างแตกต่างกันออกไป (ภาพที่ 1.2) ได้แก่

1. Forked tail ครีบบหางแบบเว้าลึก เช่น ปลาหู
2. Lunate หรือ concave tail ครีบบหางเว้าแบบพระจันทร์ เช่น ปลาโอ
3. Emarginated tail ครีบบหางเว้าเล็กน้อย
4. Truncate หรือ straight tail ครีบบหางแบบตัดตรงหรือเกือบตรง เช่น ปลานิล

5. Rounded tail ครีบหางมีลักษณะกลม เช่น ปลาช่อน
6. Pointed tail ครีบหางมีลักษณะแหลม เช่น ปลาน้ำ
7. Leptocercal tail ครีบหางมีลักษณะเป็นเส้น เช่น ปลากระเบน



### Leptocercal

ภาพที่ 1.2 แสดงลักษณะของครีบหางแบบต่างๆ  
(ที่มา: วิมล, 2524)

**ครีบคู่ (Paired fin)** ประกอบด้วยครีบอก และครีบท้อง มีหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำ เคลื่อนที่ของปลา ครีบหูหรือครีบอก (pectoral fin) เป็นครีบที่ตั้งอยู่หลังช่องเหงือก ครีบท้อง (ventral fin หรือ pelvic fin) ตั้งอยู่บริเวณด้านท้อง อาจเอียงไปทางช่วงอกหรือคอ ครีบปลา ประกอบด้วยก้านครีบ (finrays) และเยื่อบางๆ (membrane)

**ก้านครีบ (Finrays)** มี 2 ลักษณะ คือ

1. ก้านครีบแข็ง (spine หรือ single finrays) เป็นก้านครีบที่แข็ง เป็นท่อนเดียว ไม่แตกแขนง มีปลายแหลมคม มักอยู่ส่วนต้นของครีบ
2. ก้านครีบอ่อน (soft หรือ segmented finrays) มีลักษณะเป็นปล้อง เป็นข้อสั้นๆ ต่อกันเป็นจำนวนมาก และที่ปลายอาจแตกแขนง 2-3 แขนง (branched rays)

### ลักษณะของปาก

ลักษณะปากปลาแบ่งตามลักษณะการกินอาหาร ได้ 3 ชนิด ดังภาพที่ 1.3

#### 1. Terminal mouth

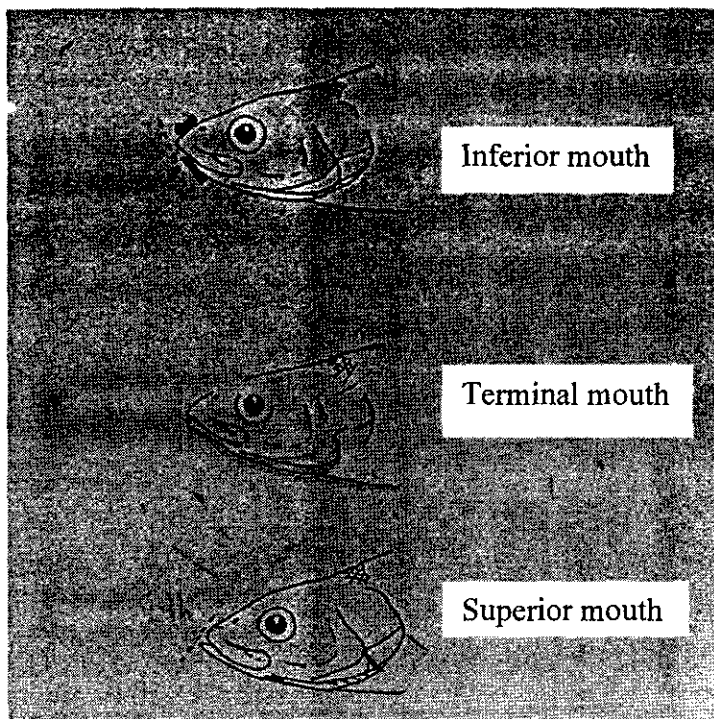
ปากอยู่ทางปลายด้านหน้าสุดของส่วนหัว ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ปลาที่มีลักษณะปากแบบนี้ มักหากินกลางน้ำ พบในปลากระดุกแข็งแรงทั่วไป

#### 2. Superior mouth

ริมฝีปากล่างยาวเลยริมฝีปากบน ปลาที่มีลักษณะปากแบบนี้มักหากินตามผิวน้ำ เช่นปลากะพง

#### 3. Inferior mouth

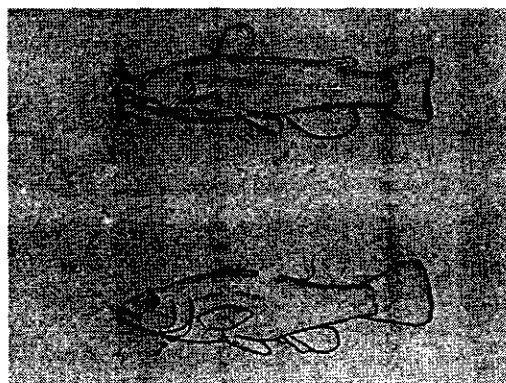
ริมฝีปากบนยาวเลยริมฝีปากล่าง ปลาที่มีลักษณะปากแบบนี้มักหากินตามพื้นท้องน้ำ ได้แก่ปลากระดุกอ่อน



ภาพที่ 1.3 แสดงลักษณะปากแบบต่างๆ

### เส้นข้างลำตัวปลา (Lateral line)

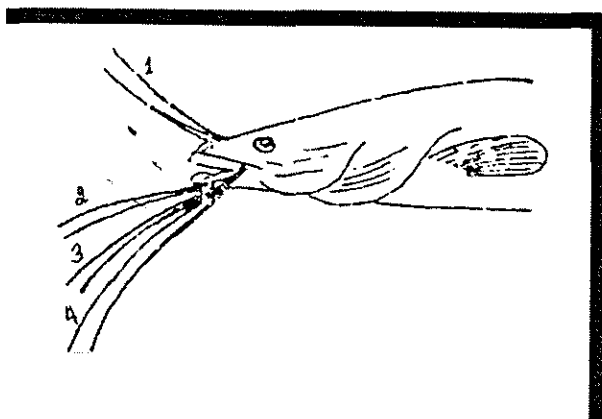
ปลาส่วนใหญ่มีเส้นข้างลำตัวข้างละ 1 เส้น อาจยาวติดต่อกันจนถึงโคนหาง หรือขาดเป็นท่อนๆ ก็ได้ (ภาพที่ 1.4) ทำหน้าที่รับความรู้สึกสั่นสะเทือนของน้ำ โดยรับความรู้สึกจากการสั่นสะเทือนของน้ำที่เซลล์รับความรู้สึกบริเวณเส้นข้างตัวปลา ลักษณะของเกล็ดบนเส้นข้างลำตัวปลาจะแตกต่างจากเกล็ดที่บริเวณอื่นๆ คือจะมีรูเพื่อเป็นทางที่ให้ติดต่อกับภายนอก จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างลำตัวปลาจะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ชนิดปลาได้



ภาพที่ 1.4 แสดงลักษณะเส้นข้างลำตัวปลาแบบสมบูรณ์ (ภาพบน) และแบบไม่สมบูรณ์ (ภาพล่าง)  
ที่มา: ดัดแปลงจาก วิมล (2540)

### ลักษณะหนวด (Barbel)

หนวดปลาที่มีหน้าที่ในการรับสัมผัส และช่วยหาอาหาร สามารถแบ่งชนิดของหนวดปลาตามตำแหน่งที่ตั้งได้ 4 ชนิด คือ 1. Maxillary barbells 2. Mandibular barbells 3. Snout หรือ Rostral barbells และ 4. Mental หรือ Chin barbells (ภาพที่ 1.5)



ภาพที่ 1.5 แสดงลักษณะหนวดปลาที่พบตามตำแหน่งต่างๆ ที่มา: ดัดแปลงจากวิมล (2540)

### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลาช่อน ปลานิล

อุปกรณ์ ภาชนะตัก อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์แบบ Stereo ไม้บรรทัด และ petri dish

### งานที่ต้องศึกษา

ศึกษาลักษณะภายนอกของปลาที่กำหนดให้ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อไทย
2. ชื่อสามัญ (common name)
3. ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)
4. วัดขนาดความยาวลำตัว (total length) เป็นเซนติเมตร โดยวัดจากปลายสุดทางด้านหัว ไปยังส่วนปลายสุดของครีบหางที่ยาวที่สุด
5. วัดความยาวมาตรฐานลำตัว (standard length) เป็นเซนติเมตร โดยวัดจากปลายสุดทางด้านหัว ไปยังส่วนฐานของครีบหาง หรือปลายกระดูก hypural plate
6. วัดขนาดความลึกของลำตัว (body depth) เป็นการวัดช่วงที่สูงที่สุดของตัวปลา ซึ่งโดยทั่วไปมักจะ เป็นหน้าครีบหลังแล้วลากเป็นแนวตั้งลงมาถึงบริเวณส่วนท้องของปลา



7. ลักษณะรูปร่างปลาเป็นแบบใด
8. ครีบหลังประกอบด้วยก้านครีบแข็ง และก้านครีบอ่อนจำนวนเท่าใด
9. ครีบอกประกอบด้วยก้านครีบแข็งและก้านอ่อนจำนวนเท่าใด
10. ครีบหางมีลักษณะแบบใด
11. ปากมีลักษณะแบบใด
12. เส้นข้างลำตัวมีลักษณะแบบใด
13. นับจำนวนเกล็ดบนเส้นข้างลำตัวปลา
14. จำนวนหนวดมีกี่คู่
15. จงวาดภาพปลาที่ทำการศึกษาพร้อมเขียน label ส่วนประกอบที่สำคัญ

## บทปฏิบัติการที่ 2. การจัดจำแนกกลุ่มปลา (Classification of fish)

**จุดประสงค์** นักศึกษาสามารถบอกหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกกลุ่มปลา และสามารถจัดจำแนกปลาโดยใช้ คีย์ที่กำหนดให้ได้

การจัดจำแนกกลุ่มปลาโดยจัดเรียงตามหลักอนุกรมวิธาน จะประกอบด้วยปลาที่สูญพันธุ์ไปแล้ว และปลาที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน ในบทปฏิบัติการนี้ให้นักศึกษาจัดจำแนกชนิดปลากระดูกแข็ง โดยดูจากลักษณะเด่นของปลาแต่ละชนิด เช่น ลักษณะรูปร่างลำตัว ลักษณะเกล็ด ลักษณะครีบ ลักษณะปาก ลักษณะเส้นข้างตัว จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างตัว จำนวนก้านครีบอ่อน และก้านครีบแข็ง เป็นต้น

### วัสดุและอุปกรณ์

**ตัวอย่างปลา** ปลาตะเพียน และ ปลาคู

**อุปกรณ์** ภาชนะผ่าตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์แบบ Stereo ไม้บรรทัด และ Petri dish

### งานที่ต้องศึกษา

ให้นักศึกษาจัดจำแนกกลุ่มปลา ในระดับ Genus และ Species โดยใช้คีย์ ที่กำหนดให้ และให้นักศึกษาสรุปลักษณะเด่นของปลาแต่ละชนิดที่ได้จัดจำแนก

### Suborder CYPRINOIDEL

### Family Cyprinidae

#### Key to Subfamily

- 1a. Upper lip separated from skin of rostrum by a deep groove; base of upper lip more or less covered by a pendulous rostral fold.....2
- 1b. Upper lip not separated from snout by a groove but continuous with skin of snout; mouth conspicuously inferior.....Garrinae
- 2a. Abdomen compressed into a sharp edge; no barbels; pharyngeal teeth in 2 or 3 rows .....Abraminae
- 2b. Abdomen rounded or flat, not compressed into a sharp edge; barbels present or absent, pharyngeal teeth 1 to 3 rows.....3
- 3a. Generally a knob at symphysis of lower jaw fitting into an emargination in upper jaw; lateral line if present with an abrupt downward curvature anteriorly if complete auning in lower half of caudal peduncle.....Rasborinae

- 3b. No knob at symphysis of lower jaw; lateral line running along middle of caudal peduncle .....  
 .....Cyprininae

### Subfamily Cyprininae

#### Key to genera

- 1a. Mouth terminal or subterminal.....2  
 1b. Mouth conspicuously inferior..... 5  
 2a. Dorsal fin with less than 20 branched rays.....3  
 2b. Dorsal fin with 21 to 30 branched rays.....Labiobarbus  
 3a. A gelatinous or adipose eyelid.....4  
 3b. No well-developed gelatinous or adipose eyelid.....5  
 4a. Snout about equal to eye, not abruptly decurved; gill rakers long; branched anal rays 5 .....  
 .....Albulichthys  
 4b. Snout about half of eye; abruptly decurved; gill rakers rudimentary; branched anal rays 6 .....  
 .....Sikukia  
 5a. A procumbent predorsal spine.....Mystacoleucus  
 5b. No procumbent predorsal spine.....6  
 6a. Lips fringed.....Cosmochilus  
 6b. Lips entire or only upper lip crenulated or fringed.....7  
 7a. Mouth large, Maxillary extending to or beyond vertical from anterior margin of eye .....8  
 7b. Mouth smaller, maxillary not extending to vertical from anterior margin of eye .....9  
 8a. Head of moderate size, 2 to 2.5 in body length .....Hampala  
 8b. Head very large, 1.5 or less in body length.....Catlocarpio  
 9a. Lateral line incomplete.....10  
 9b. Lateral line complete.....11  
 10a. Body with black transverse bands; perforated lateral line scales 3 to 4.....Eirmotus  
 10b. Body without black transverse band; perforated lateral line scales 6 to 7 .....Oreichthys  
 11a. Head with numerous sensory lines of pores mostly paralld in groups.....Cyclocheilichthys  
 11b. Head without sensory lines of pores, except in young.....12  
 12a. Lateral line scales 21 to 23; last simple dorsal rays smooth and osseous .....Tor  
 12b. Lateral line scales over 23; last simple dorsal rays osseous, smooth or denticulated .....13  
 13a. Lower jaw with a postsymphyseal knob, more or less developed.....Cirrhinus

- 13b. Lower jaw without a postsymphyseal knob.....14
- 14a. Body with seven narrow dark longitudinal stripes; pharyngeal teeth uniserial .....Probarbus
- 14b. Body without narrow dark longitudinal stripes ; pharyngeal teeth biserial or triserial .....15
- 15a. Last simple dorsal rays non osseous and non denticulated.....16
- 15b. Last simple dorsal rays osseous and denticulated or non denticulated .....17
- 16a. Scales in lateral line 58 to 65.....Thynnichthys
- 16b. Scales in lateral line 29 to 54.....Osteochilus
- 17a. Branched dorsal rays 11 .....Acanthorhodeus
- 17b. Branched dorsal rays 7 to 9 .....18
- 18a. Branched anal rays 29 or 30 ..... Rohtee
- 18b. Branched anal rays 5 to 6 (7)..... 19
- 19a. A groove posterior to lower lip.....20
- 19b. No groove posterior to lower lip, which is continuous with skin of throat .....24
- 20a. Lower lip with posterior groove forming a pocket that opens backward .....Balantiocheilus
- 20b. Lower lip without a pocket.....21
- 21a. Snout with a median and lateral lobes.....Chagunius
- 21b. Snout without a median and lateral lobes.....22
- 22a. Gill rakers about 30 or more .....Puntioplites
- 22b. Gill rakers less than 20 .....23
- 23a. Lower lip closely adnate to lower jaw or separated by a superficial sulcus; mouth and cheeks without horny tubercles.....Puntius
- 23b. Lower lip conspicuously separated from lower jaw; mouth and cheeks with horny tubercles.....  
.....Acrossocheilus
- 24a. Median part of lower jaw slender, with a sharp-edged bony scoop .....Scaphognathops
- 24b. Lower jaw without a sharp-edged bony scoop.....Scaphiodonichthys
- 25a. A well marked annular eyelid.....26
- 25b. No well marked annular eyelid.....27
- 26a. Snout obliquely truncate, with a small median lobe ..... Amblyrhynchichthys
- 26b. Snout evenly rounded. With a large median lobe.....Xenocheilichthys
- 27a. Suborbital bone enlarged, covering most of cheek; a small postsymphyseal tubercle on lower jaw..... Barbichthys
- 27b. Suborbital bone not enlarged; no postsymphyseal tubercle on lower jaw .....28

- 28a. Branched dorsal rays 8 or 9 ..... Lobocheilus  
 28b. Branched dorsal rays 10-18 .....29  
 29a. Lower lip entirely separated from isthmus by a deep groove; branched dorsal rays 15 to 18.....  
 .....Morulius  
 29b. Lower lip joined to isthmus by a bridge; branched dorsal rays 10 to 15 ..... Labeo

### Genus Puntius Hamilton

#### Key to species

- 1a. No barbel.....stoliczkanus (ticto)  
 1b. One or two pairs of barbels.....2  
 2a. Maxillary barbels present.....3  
 2b. Maxillary and rostral barbels present.....7  
 3a. Last simple dorsal ray non-osseous.....masyai  
 3b. Last simple dorsal ray osseous.....4  
 4a. Last simple dorsal ray osseous and smooth.....5  
 4b. Last simple dorsal ray osseous and denticulated.....6  
 5a. Black markings on middle and posterior margin of dorsal fin.....leiacanthus  
 5b. No black marking on dorsal fin.....sophoroides (chola)  
 6a. Lateral line incomplete.....partipentazona  
 6b. Lateral line complete.....stigmatosomus  
 7a. Last simple dorsal ray osseous or non osseous, and nondenticulated .....8  
 7b. Last simple dorsal ray osseous, and denticulated.....9  
 8a. Dorsal and caudal lobes with black tips, lateral line scales 29 .....colemani  
 8b. Dorsal and caudal lobes without black tips, lateral line scales 33 .....faucis  
 9a. Pored scales along lateral line 23 to 23 .....10  
 9b. Pored scales along lateral line 29 to 32 .....13  
 10a. Body marked with dark cross bands.....lateristriga  
 10b. Body without dark cross band.....11  
 11a. Circumpeduncular scales 12.....12  
 11b. Circumpeduncular scales 14.....daruphani  
 12a. Body with a black spot at dorsal base, and a black spot on caudal peduncle, young  
 otherwise spotted.....binotatus

- 12b. Body without black sport at dorsal base or on caudal peduncle .....vernayi
- 13a. Lateral line complete.....14
- 13b. Lateral line incomplete or absent.....huguenini
- 14a. Lateral line scales 27 to 30 .....15
- 14b. Lateral line scales more than 30.....18
- 15a. Branched anal rays 5.....16
- 15b. Branched anal rays 6 to 7 .....17
- 16a. Gill rakers 9.....sarana
- 16b. Gill rakers 15 to 17 .....jolamarki
- 17a. Predorsal scales 10, lateral line scales 29.....gonionotus
- 17b. Predorsal scales 13, lateral line scales 27.....brameides
- 18a. A black blotch on apex of dorsal fin; predorsal scales 12 to 13 .....19
- 18b. No black blotch on apex of dorsal fin; predorsal scales 10 to 11 .....20
- 19a. A broad black sub marginal band on each caudal lobe .....schwanefeldi
- 19b. No black sub marginal band on caudal lobe ..... altus
- 20a. Body depth 3.4 to 3.8 in SL, barbels less than 1/3 of eye diameter .....ashmeadi
- 20b. Body depth 2.5 to 3.0 in SL, barbels equal to or longer than eye.....orphoides

### Family Clariidae

#### Key to genera

- 1a. Dorsal, caudal and anal fins entirely separated.....Clarias
- 1b. Dorsal, caudal, and anal fins united.....Prophagorus

#### Genus Clarias

#### Key to species:

- 1a. Pectoral spine with strong, sharp, prominent teeth on its anterior border .....meladerma
- 1b. Pectoral spine without prominent teeth on its anterior border, which is smooth, rough, or inconspicuously denticulated.....2
- 2a. Occipital process more or less angular with rounded tip, its basal width about 2 times its length in medium sized fish .....3
- 2b. Occipital process wide, low, broadly curved, its basal width 3 to 5 times its length.....4
- 1a. Distance from dorsal fin to occipital process contained 4.0 to 5.5 times in length of head measured

- along upper median line .....batrachus
- 3b. Distance from dorsal fin to occipital process contained 2.5 times in length of head measured along upper median line .....teysmanni
- 4a. Distance from dorsal fin to occipital process contained times in length of head measured along upper median line .....leiacanthus
- 4b. Distance from dorsal fin to occipital process contained 5 to 7 times in length of head measured along upper median line .....macrocephalus

#### Genus *Prophagorus*

- 1a. Depth 8.0 to 9.3 in standard length; dorsal rays 87-106, anal rays 69-95 .....nieuhoffii
- 1b. Depth 6, 5 in standard length; dorsal rays 67, anal rays 54 .....cataractus

#### เอกสารอ้างอิง

ภาควิชาชีววิทยาประมง. 2528. คู่มือวิเคราะห์พรรณปลา ภาควิชาชีววิทยาประมง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 297 หน้า.

### บทปฏิบัติการที่ 3 กายวิภาคระบบโครงกระดูก กล้ามเนื้อ และระบบทางเดินอาหารของปลา

ระบบโครงร่างของตัวปลาประกอบด้วยโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ร่างกายปลาคงรูปอยู่ได้ เป็นเกราะคุ้มกันสมอง ไขสันหลัง และทั้งยังมีความสำคัญในเรื่องการว่ายน้ำและช่วยในการเคลื่อนไหวของปลาอีกด้วย

**กล้ามเนื้อ (Muscle) ของปลาแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ**

1. **Skeleton muscle (Striated muscle)** เป็นกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การทำงานของจิตใจ (voluntary) พบบริเวณกล้ามเนื้อของลำตัว กล้ามเนื้อของหัว กล้ามเนื้อของครีบ และกล้ามเนื้อตา

2. **Smooth muscle (กล้ามเนื้อเรียบ)** เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ (involuntary) พบในบริเวณลำไส้หรือทางเดินอาหาร

3. **Cardiac muscle (กล้ามเนื้อหัวใจ)** เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจเช่นเดียวกับกล้ามเนื้อเรียบ พบบริเวณผนังของหัวใจ

**โครงกระดูกแบ่งตามที่อยู่ได้ 3 ประเภทคือ**

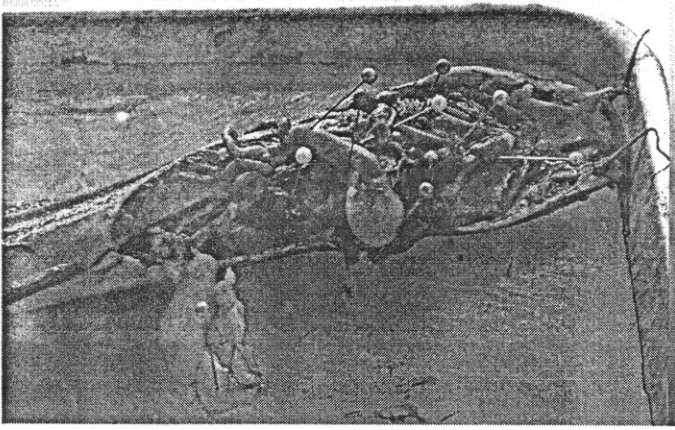
1. **Exoskeleton** เป็นโครงกระดูกที่ห่อหุ้มภายนอกร่างกาย ได้แก่ เกล็ด bony scale plate
2. **Endoskeleton** เป็นโครงกระดูกที่อยู่ภายในร่างกาย ได้แก่ หัวกะโหลก กระดูกสันหลัง เป็นต้น
3. **Membranous skeleton** ได้แก่ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่บุอยู่ตามอวัยวะภายใน เช่น mesentery, pericardium, peritoneum เป็นต้น

#### การกินและการย่อยอาหารของปลา (Feeding and Digestion)

ปลาก็เหมือนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ที่ต้องการอาหาร เพื่อช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ ปลาแต่ละชนิดอาจจะเลือกกินอาหารต่างประเภทกัน แบ่งได้เป็น 6 กลุ่มใหญ่ๆ คือ 1. ปลาที่กินพืชอย่างเดียว (herbivorous fish) เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล 2. ปลาที่กินสัตว์อย่างเดียว (carnivorous fish) เช่น ปลาอินทรี ปลาฉลาม ปลาเก๋า 3. ปลาบางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous fish) เช่น ปลาคู 4. ปลาที่กินซากเน่าเปื่อยตามพื้นน้ำเป็นอาหาร (scavenger) 5. ปลาที่กรอง plankton กินเป็นอาหาร (plankton eater) เช่น ปลาหู 6. ปลาที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (parasitic fish) เช่น *Lamprey*

นอกจากนี้การกินอาหารของปลาจะขึ้นกับปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ ปัจจัยภายนอก (external factors) ได้แก่ อุณหภูมิ ฤดูกาล แสง เป็นต้น และปัจจัยภายใน (internal factors) ได้แก่ อวัยวะรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เช่น หนวดปลา จมูก เป็นต้น ในการศึกษาเรื่องระบบทางเดินอาหารของปลานั้น จำเป็นต้องรู้จักลักษณะและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี เช่น ปาก ลิ้น ช่องคอ กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่และต่อมสมทบที่ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยต่างๆ (ภาพที่ 3.1)





ภาพที่ 3.1 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการกินและการย่อยอาหารของปลา

เข็มหมุดสีม่วงปักคือ กระเพาะอาหาร

เข็มหมุดสีฟ้าปักคือ ลำไส้

เข็มหมุดสีเหลืองปักคือ ตับ

เข็มหมุดสีขาวปักคือ ถุงน้ำดี

### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลาช่อน ปลานิล

Model ระบบ โครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อปลา และระบบทางเดินอาหารของปลา

อุปกรณ์ ถาดผ่าตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo ไม้บรรทัด

### งานที่ต้องศึกษา

1. ศึกษากล้ามเนื้อลายบริเวณลำตัวปลา จากตัวอย่างที่ตั้งแสดงไว้บน โต๊ะ และให้นักศึกษาวาดรูปประกอบพร้อมทั้ง label ชื่อชนิดของกล้ามเนื้อที่สำคัญ
2. ศึกษากระดูกปลาบริเวณกะโหลกศีรษะ (skull) กระดูกสันหลัง (vertebrae) จากตัวอย่างที่ตั้งแสดงไว้บน โต๊ะ และให้เปรียบเทียบความแตกต่างของกระดูกทั้ง 2 ชนิด จากนั้นให้ใส่ชื่อกระดูกที่สำคัญลงในรูปภาพที่แจกให้
3. ศึกษาอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารของปลา โดยให้นักศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างอวัยวะระหว่างปลากินพืชและปลากินเนื้อ โดย ศึกษาจากหัวข้อต่อไปนี้
  1. ฟันเป็นแบบใด และ ตำแหน่งที่ตั้งของฟัน
  2. รูปร่างของกระเพาะอาหาร
  3. สีของเยื่อช่องท้อง (peritoneum)
  4. ลักษณะของตับ
  5. ลักษณะของถุงน้ำดี และตำแหน่ง

6. ลักษณะของดักอ้อนและตำแหน่ง
7. ความยาวของกระเพาะอาหาร \_\_\_\_\_cm.
8. ความยาวของลำไส้เล็ก \_\_\_\_\_cm. และลำไส้ใหญ่ \_\_\_\_\_cm.
9. ชนิดของอาหารที่กินเป็นปลากินพืชหรือปลากินเนื้อ
10. ชื่อปลาที่ใช้ศึกษา ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสามัญ และชื่อไทย

## บทปฏิบัติการที่ 4 ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive system)

จุดประสงค์ เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถแยกเพศปลาและบอกความแตกต่างระหว่างปลาเพศผู้และปลาเพศเมียได้ สามารถหาความคดของไข่ปลา หาสัมประสิทธิ์การเจริญพันธุ์ (maturity coefficient) หรือ โคนาโคโซมาติก อินเด็กซ์ (gonadosomatic index, GSI) และประเมินคุณภาพน้ำเชื้อปลาได้

อวัยวะสืบพันธุ์ของปลามี 2 แบบ คือ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ เรียก อัณฑะ (testis) มี 1 คู่ มีลักษณะเป็นถุงสีครีม ทอดไปตามความยาวของลำตัว ภายในมี germ cell เจริญเป็น spermatozoa มี vasdeferens (ท่อนำน้ำเชื้อ) นำ sperm ไปเปิดออกที่คิงเพส (urogenital pore) ลักษณะอัณฑะ อาจเป็นแบบ tubular type หรือ lobular type อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย คือ Ovary (รังไข่) มีลักษณะเป็นคู่ ทอดไปตามความยาวของลำตัว ภายในมี ลักษณะเป็นเม็ด ไข่จะเคลื่อนที่ผ่านท่อนำไข่เพื่อออกสู่ภายนอก

ความคดของไข่ (Fecundity) ปลาแต่ละชนิด จะสร้างไข่จำนวนมากน้อยต่างกันไป จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

### 1. พฤติกรรมการดูแลลูกปลา

1.1 ปลาที่ดูแลลูกปลาอย่างดี เช่น ปลานิล ปลาแรด จะมีความคดของไข่ปลาน้อยกว่าปลาที่ไม่มีการดูแลลูก

ข้อดี ทำให้ปลา มีอัตราการรอดสูง

1.2 ปลาที่ไม่มีมีการดูแลลูกปลา ปลาพวกนี้ความคดของไข่จะสูง ส่วนใหญ่พบในปลาทะเล สำหรับปลาน้ำจืด ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว ปลาไน ปลาจีน ปลายี่สก ปลากลุ่มนี้มีอัตราการรอดต่ำกว่าปลากลุ่มแรก

### 2. ขนาดไข่ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคดของไข่ปลา

ขนาดไข่ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคดของไข่ปลา เช่นขนาดไข่เล็ก จะมีความคดมากกว่าขนาดไข่ใหญ่ เช่น

- ไข่ขนาดเล็ก (0.03 – 0.5 mm) จะมีความคดไข่ ~ 500,000 – 1,000,000 ฟอง/กิโลกรัม
- ไข่ขนาดปานกลาง (0.8 – 1.1 mm) จะมีความคดไข่ 100,000 – 300,000 ฟอง/กิโลกรัม
- ไข่ขนาดใหญ่ (1.5 – 2.5 mm) จะมีความคดไข่ 5,000 – 50,000 ฟอง/กิโลกรัม

### 3. ขนาดปลา (body size) หรือ อายุปลา

ขนาดและอายุปลาจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคดของไข่ปลา นั่นคือความคดไข่ปลาเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวและน้ำหนักปลา หรืออายุปลาเพิ่มขึ้น

## วิธีการประเมินความคดของไข่ปลา สามารถหาได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

### 1. วิธีนับ (counting method)

เป็นวิธีที่แม่นยำที่สุด เพราะนับไข่ทุกใบ แต่เสียเวลามาก ไม่เหมาะกับปลาขนาดใหญ่ที่มีไข่จำนวนมาก เช่น ปลาจีน สวาย ยี่สก บึก นอกจากนี้ปลาที่มีขนาดเล็กก็อาจจะทำให้นับไขยาก (ปลานิลใช้วิธีแบบนี้ได้)

### 2. วิธีชั่งน้ำหนัก (gravimetric method)

เป็นวิธีการประเมินความคดไข่ที่นิยมทำในปลาขนาดใหญ่ ที่มีจำนวนไข่มาก เพราะไม่สามารถนับได้โดยตรงทั้งหมด ทำได้สะดวก

วิธีการ ชั่งน้ำหนักไข่ทั้งหมด แล้วสุ่มไข่จำนวนหนึ่งมาชั่ง น้ำหนักโดยละเอียด (4 ตำแหน่ง) แล้วนับโดยตรงว่ามีจำนวนไข่เท่าไร จากนั้นก็คำนวณกลับเทียบบัญญัติไตรยางศ์เพื่อหาความคดไข่ทั้งหมด

ตัวอย่าง ปลาสวายขนาด 2 kg มีไข่หนัก 20 g และเมื่อสุ่มไข่ 0.0025 g มานับพบว่า มีไข่จำนวน 200 ฟอง ให้หาความคดไข่ปลาสวาย (eggs/kg)

$$\begin{array}{l} \text{น้ำหนักไข่} \quad 0.0025 \text{ g} \quad \text{มีไข่} \quad 200 \quad \text{ฟอง} \\ \quad \quad \quad 20 \text{ g} \quad \text{มีไข่} \quad \frac{200 \times 20}{0.0025} = 1,600,000 \text{ eggs/2kg} \end{array}$$

ดังนั้นความคดของไข่ปลาสวาย 800,000 eggs/kg

### 3. วิธีตวง (volumetric method)

วิธีการคล้ายวิธีที่ 2 (ชั่งน้ำหนัก) แต่เปลี่ยนจากชั่งมาเป็นตวงแทน โดยการตวงไข่ทั้งหมดว่ามีปริมาตรเท่าไร แล้วตวงไข่จำนวนหนึ่งมานับจำนวนไข่ จากนั้นเทียบบัญญัติไตรยางศ์ คำนวณกลับหาความคดของไข่ทั้งหมด

เช่น ปลาไน 1 kg มีปริมาตรไข่ 200 ml และเมื่อสุ่มไข่ 0.1 ml มาตวง พบว่ามีไข่จำนวน 300 ฟอง ให้คำนวณหาความคดของไข่ (eggs/kg)

$$\begin{array}{l} \text{ปริมาตรไข่} \quad 0.1 \text{ ml} \quad \text{มีไข่จำนวน} \quad 300 \text{ ฟอง} \\ \text{ปริมาตรไข่} \quad 200 \text{ ml} \quad \text{มีไข่จำนวน} \quad \frac{300 \times 200}{0.1} = 60,000 = 600,000 \text{ eggs/kg} \end{array}$$

### ข้อเสียวิธีนี้

มีข้อผิดพลาดมากเนื่องจากการตวง เพราะปริมาตรที่อ่านได้มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากลักษณะของผิวหน้าไข่ไม่เรียบ ไม่เหมือนอ่านปริมาตรของสารละลาย

### 4. วิธีแทนที่น้ำ (displacement method)

วิธีนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการตวง เพื่อความสะดวกในการอ่านปริมาตรที่ง่ายขึ้น

วิธีการ สุ่มไข่มาจำนวนหนึ่งที่ทราบจำนวนไข่ที่แน่นอนไปแทนที่น้ำในแก้วตวง เพื่อจะได้ทราบว่า มีปริมาตรเท่าไร โดยใส่น้ำลงในแก้วตวง (จดปริมาตรน้ำไว้แล้วใส่ไข่ลงไป) ซึ่งน้ำจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ซึ่ง

ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น จะเป็นปริมาตรไข่ แล้วเทียบบัญญัติไตรยางศ์เหมือนวิธีที่ 2 และ 3 วิธีนี้ไม่นิยมเพราะมีหลายขั้นตอน ทั้งนับจำนวน วัดปริมาตร เพราะฉะนั้น วิธีที่ 2 วิธีการซึ่งจะสะดวกที่สุดในการปฏิบัติ สูตรต่างๆ ไปที่นิยมใช้ในการหาความคคของไข่ คือ

$$\text{Fecundity} = \frac{\text{Number of eggs}}{\text{Weight of fish}}$$

Weight of fish

ในการศึกษาฤดูวางไข่ของปลาแต่ละชนิด เราอาจดูจากลักษณะภายนอกของรังไข่หรืออัมตะหรือดูจากสัดส่วนเป็นร้อยละของรังไข่หรืออัมตะเทียบกับน้ำหนักตัว ค่าดังกล่าวนี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์การเจริญพันธุ์ (maturity coefficient) แต่นิยมเรียกว่า โคนาโคโซมาติก อินเด็กซ์ (gonadosomatic index) เรียกย่อๆว่า GSI ซึ่งหาได้จาก

$$\% \text{ GSI} = \frac{\text{Weight of gonad}}{\text{Weight of fish}}$$

Weight of fish

#### การตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อสด

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ โดยดูลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ ควรสังเกตทันทีหลังจากที่มีการรีดน้ำเชื้อออกมา โดยดู สี ความเข้มข้น ปริมาตร และสิ่งเจือปนต่างๆ เช่น เลือด ปัสสาวะ และน้ำจากตัวปลา เป็นต้น ซึ่งน้ำเชื้อที่ดีควรมีสีขาวขุ่น และไม่มีสิ่งเจือปน โดยทั่วไปการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อปลาประเมินจากอัตราการเคลื่อนที่ (motility rate) อัตราการมีชีวิต (viability rate) หรืออัตราการปฏิสนธิ (fertilization rate) ในบทปฏิบัติการนี้ให้นักศึกษาตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อปลาโดย ประเมินจากอัตราการเคลื่อนที่ และอัตราการมีชีวิต

#### การประเมินการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อปลา ในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้

นำน้ำเชื้อสดประมาณ 1 ul (ใช้ปลายเข็มเขี่ยตะแคง) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 1 หยด ผสมให้ตัวอย่างเข้ากันดี แล้วตรวจสอบอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4x, 10x และ 40x ประมาณการเคลื่อนที่ของสะเปิร์มเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยดูที่กำลังขยาย 40x โดยเลื่อนแผ่นสไลด์ไปรอบๆ เพื่อดูการเคลื่อนที่ของสะเปิร์ม สังเกตดูการโบกพัดของหางตัวอสุจิ

เกณฑ์การประเมินการเคลื่อนที่โดยการให้คะแนน คือ 0-4 เมื่อ

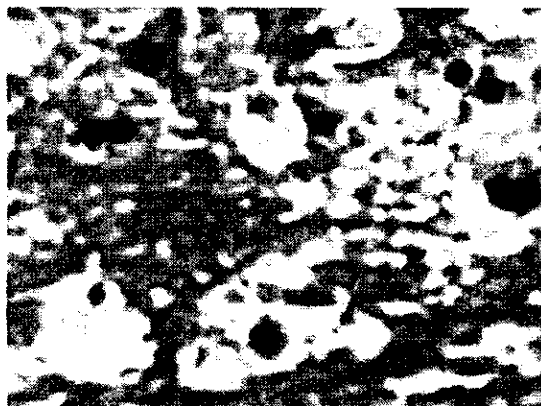
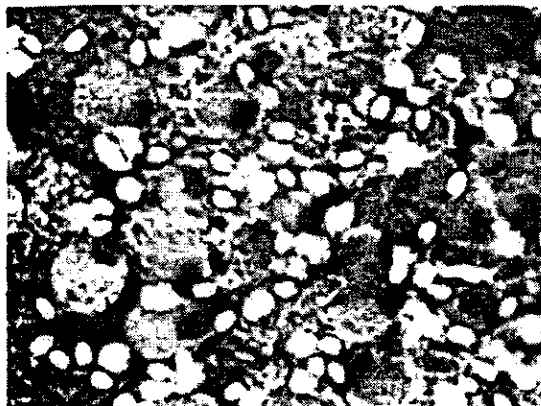
- 0 = ไม่มีการเคลื่อนที่ของสะเปิร์ม
- 1 = % การเคลื่อนที่ของสะเปิร์มประมาณ 25%
- 2 = % การเคลื่อนที่ของสะเปิร์มประมาณ 50%
- 3 = % การเคลื่อนที่ของสะเปิร์มประมาณ 75%
- 4 = % การเคลื่อนที่ของสะเปิร์มประมาณ 100%

### การประเมินอัตราการมีชีวิต (Viability rate)

นำน้ำเชื้อสด 1 ul และบนแผ่นสไลด์ จากนั้นหยดสี eosin-nigrosin ลงไป 5 ul เกลี่ยให้น้ำเชื้อและสีผสมกันด้วยเข็ม เขี่ยใช้แผ่นสไลด์อีกแผ่นกดทับ แล้วแยกแผ่นสไลด์ออกจากกันวางให้แห้ง หยคน้ำยาทาเล็บลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยดแล้วปิดด้วย cover slide แล้วนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40x และ 100x สะเปิร์มที่มีชีวิตจะไม่ติดสีย้อมจะมองเห็นเป็นสีขาว ส่วนสะเปิร์มตัวตายจะติดสีม่วง ดังภาพที่ 4.1 นับจำนวนเซลล์ตัวเป็นและตัวตายโดยการสุ่มนับ 5 พื้นที่ พื้นที่ละ 20 เซลล์

### วิธีการเตรียมสีย้อม สำหรับดูตัวเป็นตัวตายมีขั้นตอนดังนี้

ชั่ง Eosin 1 กรัม, Nigrosin 1.25 กรัม, Sodium citrate dihydrate 0.75 กรัม ใส่ใน Bigger และเติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ตั้งบนแผ่นให้ความร้อน (Hot plate) พร้อมใส่แท่ง Magnetic เมื่อสารละลายเข้ากันดีแล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองจนไม่ให้มีตะกอนเหลืออยู่ นำสีที่ได้เก็บไว้ในขวดสีชา



ภาพที่ 4.1 สะเปิร์มที่มีชีวิต (ซ้ายมือ) และสะเปิร์มตัวตาย (ขวามือ) เมื่อย้อมด้วยสี eosin-nigrosin

### วัสดุและอุปกรณ์

**ตัวอย่างปลา** พ่อ-แม่พันธุ์ ปลาดูทะเล ปลานิล และ ปลาดุก

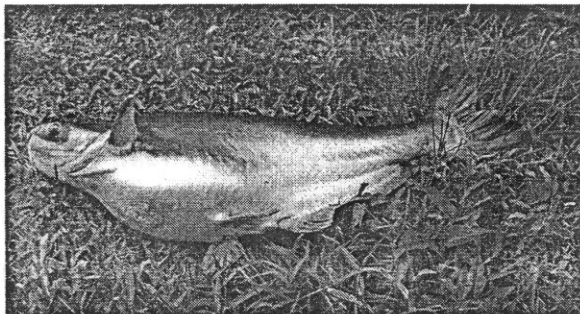
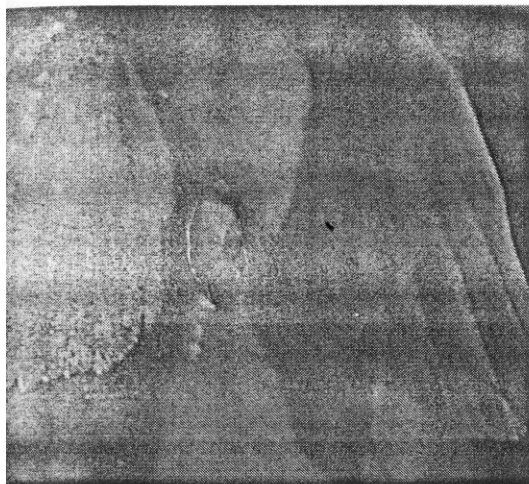
**อุปกรณ์** ภาชนะตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์ชนิด (compound) ไม้บรรทัด slide, cover slide, petri dish เครื่องชั่ง 3 kg, เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง

### งานที่ต้องศึกษา

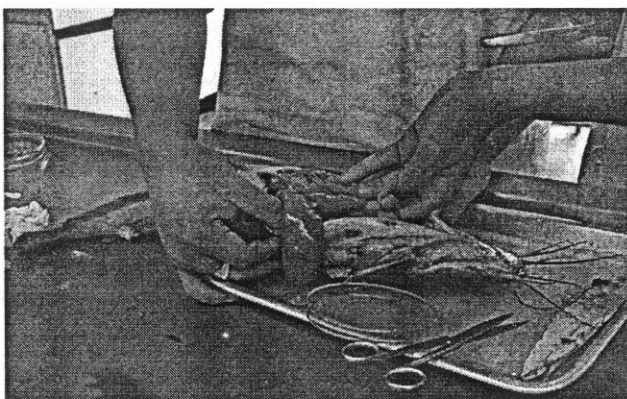
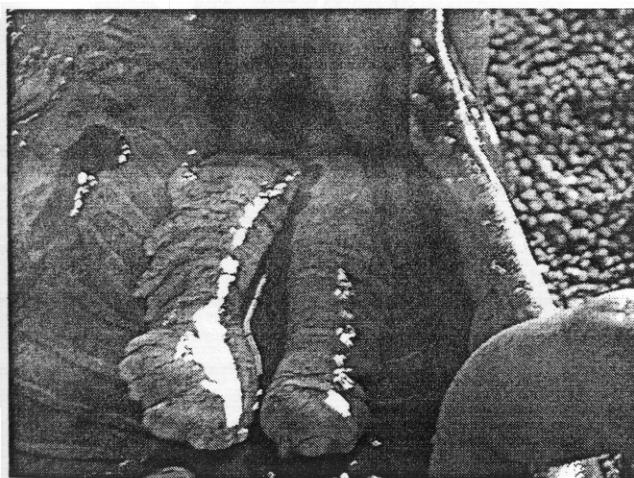
1. ศึกษาเพศของปลาโดยดูจากลักษณะภายนอก เช่น claspers ในปลาฉลาม ปลากะเบน หรือ ตั๋งเพศ (urogenital pore) ในปลาดุก ปลาดูทะเล และปลานิล เป็นต้น
2. นักศึกษาผ่าดูวัยวุฒิพันธุ์เพศผู้ เพศเมีย และเปรียบเทียบความแตกต่าง
3. หาสัมประสิทธิ์การเจริญพันธุ์ (maturity coefficient) หรือ โกนาโดโซมาติก อินเด็กซ์ (gonadosomatic index, GSI)

4. หาความคกของไข่ปลา (fecundity) ให้นักศึกษาสุ่มนับไข่ปลา 3 ครั้ง แล้วนำมาค่าเฉลี่ย (หาความคกของไข่ปลาโดยใช้วิธีที่ 2)

5. ศึกษาคุณภาพน้ำเชื้อสคของปลา ให้ประเมินอัตราการเคลื่อนที่ อัตราการมีชีวิต และให้นักศึกษาดังเกตส่วนหัว ส่วนหาง ของตัวอสุจิ



ภาพที่ 4.2 ซ้ายมือ แสดงลักษณะดิงเพศ (urogenital pore) มีลักษณะเรียวยาวแหลมในปลาอุกเพศผู้ และ ขวามือ ลักษณะท้องอูมเป่งในปลาสวายเพศเมีย



ภาพที่ 4.3 ซ้ายมือ แสดงลักษณะอัมตะปลาอุก และ ขวามือคือไข่ปลาอุก

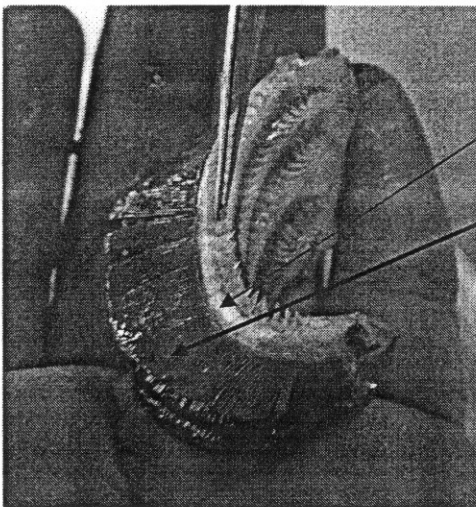
## บทปฏิบัติการที่ 5 ระบบหายใจ (Respiratory system)

**จุดประสงค์** เพื่อให้ให้นักศึกษารู้จักอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบการหายใจ และอวัยวะช่วยหายใจในปลา

การหายใจ หมายถึง การแลกเปลี่ยนก๊าซเพื่อรับเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและขับเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม การหายใจของปลาไม่ได้ใช้จมูกเพื่อการหายใจเช่นสัตว์อื่นๆ แต่จะมีมุกไว้สำหรับดมกลิ่น ปลาจะใช้เหงือก (gill) ในการหายใจ เหงือกปลาเป็นส่วนหนึ่งของอวัยวะที่มีการแลกเปลี่ยน  $O_2$  ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งไหลผ่านเหงือกเข้ามา และก็เป็นที่ๆ คาย  $CO_2$  ออกมาจากกระแสเลือดเช่นกัน ความต้องการออกซิเจนของปลาแตกต่างกันตามแต่ชนิดของปลา ซึ่งแตกต่างกันตามแหล่งน้ำที่ปลาอาศัยอยู่ ปลาที่อยู่ตามแหล่งน้ำไหลมีความต้องการออกซิเจนมากกว่าปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนิ่งเป็นต้น

อวัยวะที่ใช้หายใจของปลาแตกต่างกันตามสายวิวัฒนาการของปลา ในบทปฏิบัติการนี้จะเน้นการศึกษาถึงอวัยวะการหายใจในปลากระดูกแข็งเนื่องจากเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลาในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ใช้เหงือกเป็นอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ

**เหงือกปลา** ประกอบไปด้วยอวัยวะหลายส่วน (ภาพที่ 5.1) ได้แก่ กระดูกแกนเหงือก (gill arch) เส้นเหงือก (gill filament) และซี่กรองอาหาร (gill raker)



ลูกครีสน้ำเงินชี้คือ เส้นเหงือก  
ลูกครีสีแดงชี้คือ กระดูกแกนเหงือก  
ปลาเข็มชี้คือ ซี่กรองอาหาร

ภาพที่ 5.1 ส่วนประกอบของเหงือกปลา

### กระดูกแกนเหงือก (gill arch)

กระดูกแกนเหงือก เป็นแกนยึดเกาะของเส้นเหงือกเป็นกระดูกแข็งงอโค้ง หันส่วนหน้าไว้รับช่องปาก และส่วนโค้งด้านหลังไปทางช่องเหงือก



### เส้นเหงือก (gill filament)

เส้นเหงือกมีสีแดงสดเนื่องจากสีของเม็ดเลือดแดงที่มาหล่อเลี้ยงเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซ เส้นเหงือกแต่ละเส้นจะมีเส้นสาขาย่อยเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซจะแตกต่างกันในปลาแต่ละชนิด ปลาที่เคลื่อนไหวเร็วอยู่ตลอดเวลา จะมีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซมากกว่าปลาโดยทั่วไป นอกจากนี้ปลาที่เคลื่อนไหวเร็วอยู่เสมอยังมีผนังเส้นเหงือกที่บาง เพื่อให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นตลอดเวลา

### ซี่กรองอาหาร (gill raker)

ซี่กรองอาหารจะเป็นส่วนที่ตั้งอยู่บนกระดูกแกนเหงือก ทำหน้าที่คล้ายที่กรอง กั้นอาหาร เศษผง หรือสิ่งต่างๆ ที่ติดมากับน้ำ ไม่ให้ไปรบกวนบริเวณเส้นเหงือก และยังช่วยสกัดกั้นอาหาร ให้ผ่านลงตรงช่องคอ (buccal cavity) หากซี่กรองเล็กละเอียดมากก็จะกรองได้ดี ลักษณะและจำนวนของซี่กรองจะแตกต่างกันในปลาแต่ละชนิด เช่น ปลากินเนื้อ gill raker จะเป็นปุ่มทู่ๆ มีจำนวนน้อย ได้แก่ ปลาชะโด ปลาช่อน ส่วนปลากินพืช gill raker ละเอียดสีขาว จำนวนมาก ได้แก่ ปลานิล จากลักษณะและจำนวนของซี่กรองที่แตกต่างกันนี้จึงใช้เป็นคุณสมบัติในการวิเคราะห์ชนิดของปลาได้

ในปลากระดูกแข็งบางชนิด นอกจากเหงือกจะทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ปลากระดูกแข็งหลายชนิด ยังมีอวัยวะช่วยหายใจ (accessory breathing organ) เพื่อทำหน้าที่รับออกซิเจนโดยตรงจากอากาศ ซึ่งทำให้ปลาที่มีอวัยวะช่วยหายใจนี้สามารถมีชีวิตอยู่นอกได้นาน หรือบางชนิดสามารถอยู่ในน้ำที่ค่าการละลายออกซิเจนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปลาที่ไม่มีอวัยวะช่วยหายใจ เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ปลาหมอ ปลากัด เป็นต้น อวัยวะช่วยหายใจเหล่านี้อยู่ในช่องว่างเหนือที่ตั้งของเหงือกในตำแหน่งต่างๆ กัน และมีชื่อเรียกต่างๆ กันไปในปลาแต่ละพวก คือ

### Labyrinth organ

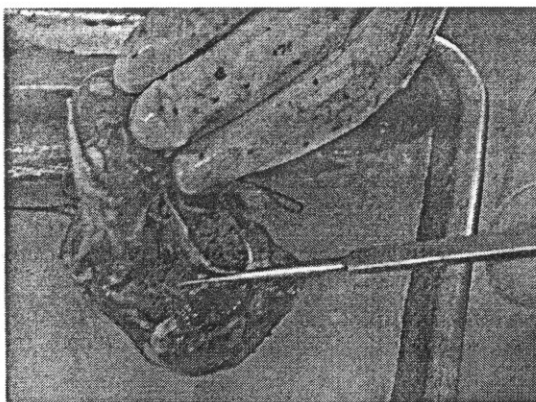
เป็นอวัยวะช่วยหายใจที่พบบริเวณคอหอย ในปลาครอบครัว Anabantidae ได้แก่ ปลาหมอ ปลากัด ปลาตลิด ปลากระดี่ เป็นต้น

### Diverticula

เป็นอวัยวะช่วยหายใจที่พบบริเวณคอหอย ของปลาในครอบครัวปลาช่อน (Ophiocephalidae) มีลักษณะเป็นปุ่มปม หรือเป็นริ้ว หรือเป็นหีบของแผ่นเนื้อ ปลาที่ยังมีชีวิตอวัยวะนี้จะเห็นว่ามียีสแดงชัดเจน

### Arborescent organ หรือ dendrite organ

เป็นอวัยวะที่พบในโพรงอากาศส่วนหัวของปลาในครอบครัวปลาดุก (Clariidae) มีลักษณะเป็นข้อมีกิ่งก้านแตกแขนง มีสีแดง (ภาพที่ 5.2)



ภาพที่ 5.2 อวัยวะช่วยหายใจของปลาคูก (dendrite organ)

### Air bladder (กระเพาะลม)

เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่คล้ายปอดเช่นเดียวกับปอดของสัตว์ชั้นสูงจะมีอยู่ในปลาบางพวกเช่น พวก Lung-fish หรือ Amia สำหรับปลาอื่นๆ กระเพาะลมที่มีอยู่ก็จะทำหน้าที่อื่นๆ เช่น ช่วยในการทรงตัว หรือช่วยในการรับเสียง เป็นต้น

### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน ปลาคูก ปลาช่อน ปลานิล ปลาสลิด

อุปกรณ์ ภาดผ่าตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์ slides และ cover glass

### งานที่ต้องศึกษา

1. บันทึกชื่อสามัญ ชื่อไทย และชื่อวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างปลาที่ศึกษา
2. บันทึกน้ำหนักปลา ขนาดความยาวมาตรฐานของตัวอย่างปลา
3. ศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของเหงือก และให้วาดภาพแสดงลักษณะเหงือกส่วนต่างที่ได้ศึกษา
4. ตัดเหงือกของปลาแต่ละชนิดชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง เปรียบเทียบน้ำหนักของเหงือกปลาแต่ละชนิดต่อน้ำหนักตัวของปลา

$$\text{gill weight ratio} = \frac{\text{gill weight}}{\text{body weight}}$$

5. ตัดเหงือกคู่ที่ 1 และคู่ที่ 3 ของปลาแต่ละชนิด

5.1 ทำการนับจำนวนเส้นเหงือก

5.2 สุ่มตัวอย่างเส้นเหงือกมา 1/10 ของเส้นเหงือกทั้งหมด ทำการวัดความยาวเส้นเหงือก

$$\text{ค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นเหงือก} = \frac{\text{ผลรวมของความยาวเส้นเหงือกแต่ละอัน}}{\text{จำนวนของเส้นเหงือก}}$$

ความยาวรวมของเส้นเหงือก = ความยาวเฉลี่ยของเส้นเหงือก × จำนวนเส้นเหงือก

5.3 สุ่มเส้นเหงือกปลา ชนิดละ 10 เส้น ต่อกุ secondary gill lamellae แล้วนับจำนวน

หาค่าจำนวน secondary lamellae เฉลี่ยได้จาก

ผลรวมของจำนวน secondary lamellae ทั้งหมด

10

6. สำรวจดูว่าปลาตัวอย่างที่ทำการศึกษามีอวัยวะช่วยหายใจ เช่น dendrite organ, diverticula หรือ กระเพาะลม หรือไม่ ถ้ามีให้วาดภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของอวัยวะช่วยหายใจนั้นด้วย

**บันทึกผลการทดลองปลาแต่ละชนิดดังนี้**

ชื่อไทย.....

ชื่อสามัญ.....

ชื่อวิทยาศาสตร์.....

น้ำหนัก.....กรัม

ความยาวมาตรฐาน.....เซนติเมตร

น้ำหนักเหงือกปลา.....กรัม

Gill weight ratio.....

จำนวนเส้นเหงือก ของเหงือกคู่ที่ 1 ..... คู่ที่ 3 .....

ความยาวของเส้นเหงือกเฉลี่ย..... เซนติเมตร

ความยาวรวมของเส้นเหงือก..... เซนติเมตร

ความยาวรวมของน้ำหนักเหงือกต่อตัวปลา ..... เซนติเมตรต่อกรัม

จำนวนเฉลี่ยของ secondary gill lamellae.....

อวัยวะช่วยหายใจคือ.....พร้อมวาดภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้ง.....

วาดภาพแสดงส่วนประกอบของเหงือกปลา

**จากผลการศึกษาที่ได้ให้นักศึกษาร่างกราฟดังต่อไปนี้**

กราฟที่ 1 gill weight ratio

กราฟที่ 2 จำนวนเส้นเหงือกคู่ที่ 1

กราฟที่ 3 ความยาวรวมของเส้นเหงือก/น้ำหนักตัวปลา

กราฟที่ 4 จำนวนเฉลี่ยของ secondary lamellae

โดยให้กราฟที่สร้างทั้ง 4 กราฟ เป็นแกน Y และให้แกน X เป็นชนิดของปลา

**หมายเหตุ:** ข้อมูลในทุกกราฟที่สร้างขึ้นให้นำผลการศึกษากลุ่มอื่นๆ มาแสดงด้วย

นำกราฟทั้ง 4 มาอภิปรายผลการศึกษาร่วมกับอวัยวะช่วยหายใจที่พบ และให้นักศึกษาสันนิษฐานจากผล

การศึกษาว่าปลาแต่ละชนิดต้องการความเป็นอยู่ในน้ำที่มีค่าการละลายออกซิเจนสูงต่ำกว่ากันอย่างไร

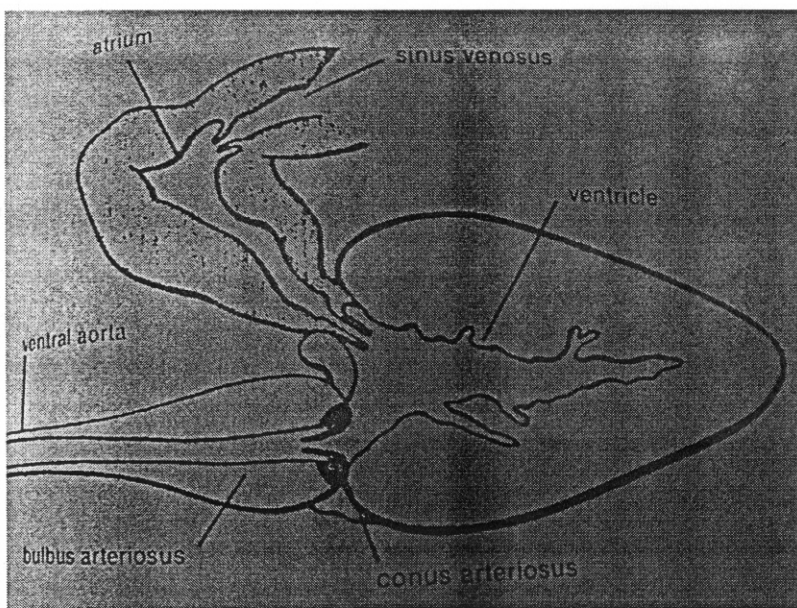
## บทปฏิบัติการที่ 6 การหมุนเวียนโลหิต (Circulatory system)

การหมุนเวียนโลหิตของปลาอาศัยการทำงานของหัวใจ ซึ่งหัวใจจะทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตโดยเลือดที่มีออกซิเจนน้อยจากอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายจะไหลเข้าสู่หัวใจ แล้วหัวใจบีบตัวให้เลือดนี้ไปฟอกที่เหงือก เลือดที่ฟอกแล้ว (เลือดดี) จะไหลไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย นอกจากนี้เลือดยังทำหน้าที่เป็นผู้นำอาหาร เกลือแร่ธาตุ ตลอดจนฮอร์โมน ไปสู่อวัยวะเป้าหมาย ในขณะที่เดียวกันเลือดก็จะรับเอาของเสียซึ่งร่างกายไม่ต้องการแล้วนำไปยังอวัยวะขับถ่ายเพื่อกำจัดออกสู่ภายนอกต่อไป

### หัวใจ

หัวใจอยู่ในช่องว่างที่เรียกว่า pericardial cavity อยู่บริเวณตอนหลังของเหงือก ส่วนประกอบของหัวใจปลา มีดังนี้ (ภาพที่ 6.1)

1. **Conus aertiosus** เป็นหลอดกลมมีกล้ามเนื้อเป็นผนังแข็งแรง ติดต่อกับเส้นเลือด ventral aorta ซึ่งนำเลือดจากหัวใจไปฟอกที่เหงือก
2. **Ventricle** เป็นส่วนที่เห็นเด่นชัด มีสีแดงและมีผนังหนา
3. **Auricle หรือ atrium** มีลักษณะเป็นถุงมีผนังบาง
4. **Sinus venosus** มีลักษณะเป็นถุงเลือด



ภาพที่ 6.1 ส่วนประกอบของหัวใจปลากระดูกแข็ง (ที่มา: Bond, 1979)

### เส้นเลือด

เส้นเลือดหลักๆ ของปลาแบ่งเป็น 2 ระบบคือ ระบบเส้นเลือดแดง และระบบเส้นเลือดดำ

ระบบเส้นเลือดแดง (Aterial system) เป็นระบบเส้นเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปสู่อวัยวะต่างๆ ประกอบด้วย

1. เส้นเลือดที่นำเลือดไปยังเหงือก (Afferent branchial vessel)
2. เส้นเลือดที่นำเลือดออกจากเหงือก (Efferent branchial vessel)
3. Dorsal aorta เป็นเส้นเลือดหลักที่ทอดยาวไปตามแนวกระดูกสันหลังของปลา เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงตามอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งจะมีเส้นเลือดแขนงย่อยต่างๆ แยกออกไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ แขนงย่อยของเส้นเลือด dorsal aorta จะมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป และเมื่อเส้นเลือดนี้เลยส่วนของ cloaca ไปทางด้านท้ายของลำตัว จะมีชื่อเรียกใหม่ว่า caudal artery

ระบบเส้นเลือดดำ (Venous system) เลือดในระบบนี้เป็นเลือดเสียทั้งหมด ประกอบด้วย

1. เส้นเลือดที่นำเลือดเปิดเข้า sinus venosus
2. Hepatic portal system เป็นระบบเส้นเลือดดำที่รับเลือดเสียกลับมาจากอวัยวะที่ช่วยในกระบวนการย่อยอาหารเช่น กระเพาะอาหาร ม้าม และลำไส้
3. Renal portal system เป็นระบบที่นำเลือดเสียจากหาง ซึ่งเรียกว่า caudal vein

### เลือดปลา

เลือดปลามีลักษณะเหมือนสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่นๆ คือประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว (fluid) และส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่งได้แก่เซลล์เม็ดเลือดต่างๆ และเกล็ดเลือด

**เม็ดเลือดแดง (red blood cell)** เม็ดเลือดแดงปลาเป็นเม็ดเลือดที่พบมากที่สุด มีลักษณะรูปไข่ มีขนาดความกว้างประมาณ 6-7 ไมครอน ขนาดความยาวประมาณ 10-12 ไมครอน มีนิวเคลียสอยู่กลางของเซลล์ เป็นรูปรี หรือรูปเกือบกลม ดิสคีม่วงอมน้ำเงิน ไซโตพลาสซึมดิสคีม่วงอ่อน เมื่อย้อมด้วยสี Wright & Giemsa เม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ

**เม็ดเลือดขาว (white blood cells)** มีหน้าที่สำคัญในการทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ภายในร่างกายของปลา เม็ดเลือดขาวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. พวกที่ไม่มีแกรนูล (agranulocyte) ได้แก่ lymphocytes และ monocytes
2. พวกที่มีแกรนูล (granulocyte) ได้แก่ neutrophils, eosinophil และ basophil

**เกล็ดเลือด (blood platelet หรือ thrombocyte)** ทำหน้าที่ช่วยในการแข็งตัวของเลือด

### อุปกรณ์และสารเคมี

#### อุปกรณ์

ถาดผ่าตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ เข็มฉีดยา หลอดทดลอง และ model หัวใจปลา

#### สารเคมี

1. 50 mg/ml EDTA (pH 8.0)

## 2. Wright stain

- Wright's 1.0 g
- Methyl alcohol 600.0 ml

บดผงสี Wright ให้ละเอียดใน Methyl alcohol ละลายบน magnetic stirrer กรองก่อนนำมาใช้

## 3. Giemsa stock solution

- Giemsa powder 11.4 g
- Methyl alcohol 225.0 ml
- Glycerin 75.0 ml

ผสม giemsa powder ลงใน glycerin คนให้เข้ากันอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 2 ชั่วโมง แล้วเติม methyl alcohol

## 4. 0.2 M Phosphate Buffer pH 6.5

5. Buffer pH 6.2 (0.1 M citric acid 84.75 ml ผสมกับ 0.2 M disodium phosphate 165.25 ml)

## งานที่ต้องศึกษา

### 1. ศึกษาลักษณะเม็ดเลือดปลา

เก็บตัวอย่างเลือดปลาจากเส้นเลือด dorsal aorta โดยใช้เข็มฉีดยาคูดสารละลาย EDTA ดูดขึ้นและลง 2-3 ครั้ง เพื่อให้สารละลาย EDTA เคลือบติดภายในเข็มฉีดยา แล้วใช้เข็มฉีดยาแทงตรงบริเวณหลังช่องท้องปลาเหนือกระดูกคอดหาง caudal peduncle (ดูภาพที่ 6.2) ให้ดูดเลือดขึ้นมาประมาณ 0.1-0.2 มิลลิลิตร จากนั้นนำเลือดใส่หลอดทดลองที่เตรียมไว้เพื่อทำการย้อมสีเม็ดเลือดต่อไป

#### ขั้นตอนการย้อมสีเม็ดเลือด

1.1 หยดเลือด 1 หยด ที่ปลายด้านหนึ่งของสไลด์ ใช้สไลด์อีกแผ่นหนึ่งวางทำมุม 45 องศา กับสไลด์แผ่นแรก ค่อยๆ ดึงสไลด์ถอยหลังมาจนแตะเลือดที่หยดไว้แล้วเกลี่ยจนเลือดแผ่กระจายทั่วแผ่นสไลด์

1.2 ปล่อยสไลด์ที่มีเม็ดเลือดเกาะอยู่ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปจุ่มใน 100% methyl alcohol นาน 15 นาที แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

1.3 ย้อมด้วย Wright's stains นาน 3-5 นาที

1.4 จุ่มลงในน้ำกลั่น แล้วใส่ใน Buffer pH 6.2 -6.8 นาน 5-6 นาที

1.5 ย้อมสีใน diluted Giemsa stock (1ml/10ml) นาน 20-30 นาที จากนั้นฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นแรงๆ เพื่อป้องกันการตกตะกอนบนสไลด์

1.6 จุ่มลงใน Buffer pH 6.2 นาน 15-30 วินาที ถ้านานเกินไปสีน้ำเงินจะจาง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น

### 1.7 จับน้ำออกทิ้งไว้ให้แห้งแล้ว mount สไลด์

2. ผ่าเปิดช่องท้องเพื่อศึกษาลักษณะหัวใจปลาและเปรียบเทียบความแตกต่างของหัวใจห้องบน-ล่าง
3. ศึกษาระบบทางเดินของโลหิตบริเวณหัว ที่นำเลือดไปฟอกที่เหงือกและนำกลับไปเลี้ยงร่างกายส่วนอื่นๆ
4. ศึกษาระบบเส้นเลือดที่นำเลือดไปเลี้ยงส่วนอวัยวะภายในต่างๆ และนำเลือดเสียบกลับสู่หัวใจ

หมายเหตุ: เมื่อนักศึกษาเจาะเลือดปลาแล้วให้นำเลือดใส่หลอดทดลองที่เตรียมไว้ จากนั้นทำการศึกษาในหัวข้อที่ 2-4 ก่อนทำการย้อมสีเมดเลือดปลาต่อไป

## บทปฏิบัติการที่ 7 ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก (Nervous system and sense organ)

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาโครงสร้างสมองและอวัยวะรับความรู้สึกในปลากระดูกแข็ง

ระบบประสาทของปลากระดูกแข็ง โดยทั่วไปประกอบด้วยสมองและไขสันหลังรวมเรียกว่า ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) โดยมีเส้นประสาทจากสมองและจากไขสันหลังไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย

### สมอง (Brain)

สมองในปลากระดูกแข็งประกอบด้วย 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ telencephalon (cerebrum), diencephalon, mesencephalon (midbrain), metencephalon (cerebellum) และ myelencephalon (medulla oblongata)

### Cerebrum

สมองส่วนนี้มีขนาดใหญ่ที่สุด พบอยู่ด้านหน้าสุดของส่วนหัว รับความรู้สึกเกี่ยวกับกลิ่น ปลายสองข้างของสมองส่วนนี้มีก้านของ olfactory nerve ยื่นไปติดกับจมูก โดยส่วนที่ติดต่อกับจมูกจะมีลักษณะเป็นพูอยู่สองพู ซ้ายและขวาเรียกว่า olfactory lobes ปลาที่ใช้การดมกลิ่นเพื่อหาอาหารจะมีส่วนนี้ขนาดใหญ่

### Diencephalon

เป็นสมองส่วนสั้นๆ ด้านบนจะถูกปิดด้วยสมองส่วน cerebellum จึงมองไม่เห็นจากด้านหลัง

### Midbrain

สมองส่วนนี้อยู่ถัดจากสมองส่วน cerebrum มาทางด้านท้ายและอยู่เหนือ diencephalons มีลักษณะเป็นพูสองพู มีขนาดใหญ่รองลงมาจาก cerebrum

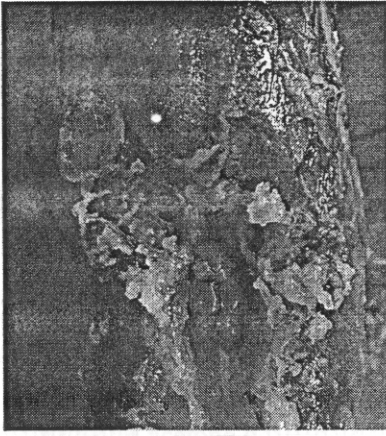
### Cerebellum

สมองส่วนนี้อยู่ถัดมาจากสมองส่วน midbrain มีลักษณะเป็นพูยาวยื่นไปทางส่วนท้ายและปกคลุมสมองส่วน medulla oblongata

### Medulla oblongata

สมองส่วนนี้อยู่ใต้สมองส่วน cerebellum มีลักษณะเป็นพูเล็ก 1 คู่ เป็นที่เกิดของเส้นประสาทสมองหลายเส้น





ภาพที่ 7.1 ส่วนประกอบสมองปลาตะเพียน

### ไขสันหลัง (spinal cord)

เป็นส่วนที่ต่อมาจากสมองส่วน medulla oblongata จะอยู่ในช่องว่างของกระดูกสันหลัง ทอดไปตามความยาวของตัวปลาจนถึงสุดโคนหาง

### อวัยวะรับความรู้สึกของปลา

ตา อยู่ด้านหน้าของส่วนหัว ปลาบางชนิดมีตาขนาดใหญ่เนื่องจากเป็นชนิดที่หากินในเวลากลางวันและอยู่อาศัยในบริเวณที่น้ำใส ปลาบางชนิดมีตาขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากมีอวัยวะรับความรู้สึกชนิดอื่นเจริญดี จึงใช้การมองเห็นในการหาอาหารน้อย เช่น ปลาดุก ตาปลาจะไม่มีเปลือกตา (eyelids) แต่จะมีพวกมีเยื่อไขมัน (adipose eyelide) ลักษณะเป็นวุ้นใสๆ ปกคลุมอยู่ คูคล้ายเปลือกตา

### จมูก

จมูกเป็นอวัยวะรับกลิ่นเท่านั้น ไม่ใช่ในการหายใจ ภายในช่องจะบุด้วยเยื่อเมือกและเยื่อที่มีความไวต่อกลิ่นเป็นพิเศษ ปกติปลาทั่วๆ ไป จะมีรูจมูก 1-2 คู่

### หู

หูของปลายังไม่เจริญ คือมีแต่เฉพาะหูชั้นในเท่านั้น จะฝังตัวอยู่บริเวณก้นของหู ซึ่งอยู่บริเวณ 2 ข้างของกระดูกหุ้มสมองและอยู่ด้านข้างของสมองส่วน Medulla oblongata

เส้นข้างลำตัว (Lateral line) เส้นข้างลำตัวจะเริ่มต้นจากบริเวณโคนของแผ่นปิดเหงือกทอดยาวไปยังด้านข้างของลำตัวสิ้นสุดที่โคนหาง ปลาบางชนิดเส้นข้างลำตัวอาจขาดเป็นช่วงๆ ไม่ติดต่อกัน บางชนิดมีขนาดสั้น เส้นข้างตัวปลาจะทำหน้าที่รับความรู้สึกจากการสั่นสะเทือนของน้ำ

### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน

สารเคมี Acetone

วัสดุและอุปกรณ์ เครื่องมือผ่าตัด ถาดผ่าตัด เลื่อย หลอดหยด และหลอดทดลอง

## งานที่ต้องศึกษา

1. ศึกษาวิจัยระดับความรู้ลึกของปลา พร้อมวาดภาพประกอบ ได้แก่ ตา จมูก และเส้นข้างลำตัวปลา
2. ศึกษาส่วนต่างๆ ของสมองปลาโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้
  - 2.1 ขอดเกล็ดบริเวณหัวปลาออก
  - 2.2 นำเลื่อย เลื่อยสมองปลาให้เลื่อยในแนวเฉียงลง เพื่อทำการเปิดกะโหลกปลา
  - 2.3 ใช้ปากคีบค่อยๆ ดึงเอาไขมันในกะโหลกปลาออก แต่ระวังไม่ให้กระเทือนสมอง จากนั้นค่อยหยด acetone ลงบนสมองแล้วค่อยๆ เอาปากคีบคีบเอาสมองทั้งหมดออกมาแล้วแช่เก็บไว้ในน้ำยา acetone

## บทปฏิบัติการที่ 8 ระบบขับถ่ายและการรักษาสมดุลของน้ำ (Excretory system and Osmoregulation)

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่ายและการรักษาสมดุลน้ำของปลา

ระบบการขับถ่ายของเสียและระบบการควบคุมสมดุลของอออนต่างๆ ในร่างกายของปลา กระดูกแข็งมีอวัยวะหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผิวหนัง เหงือก ไต โดยไตปลา มีระบบการรักษาสมดุลของน้ำและเกลือในร่างกายเอาไว้โดยการขับออกหรือดูดกลับเกลือแร่เอาไว้ และกำจัดของเสียพวกไนโตรเจน ส่วนเหงือกทำหน้าที่ในการกำจัด แอมโมเนีย เป็นหลัก

ไตปลา มีลักษณะเป็นคู่เรียวยาว มีสีแดงเข้มหรือน้ำตาลแดงเข้ม ทอดขนานอยู่เป็นคู่ติดกับกระดูกสันหลัง ไตปลาจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ

**Anterior kidney หรือ head kidney** ไตส่วนต้น จะแยกออกเป็นสองส่วนซ้ายและขวาของกระดูกสันหลังบริเวณเหนือคอหอยและทอดยาวไปตามแนวกระดูกสันหลังจนถึงจุดที่ไตทั้งสองข้างมารวมกัน ไตส่วนต้นของปลาประกอบด้วย haemopoietic tissue และ interrenal cells

**Posterior kidney หรือ trunk kidney** ไตส่วนท้ายมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ทอดไปทางซ้ายซ้ายของลำตัว และสิ้นสุดที่บริเวณเลยด้านหลังของช่องเปิดของทวารเล็กน้อย ไตส่วนท้ายของปลาประกอบด้วย nephrons นอกจากนี้ยังพบ haemopoietic tissue ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับที่พบในไตส่วนต้นกระจายอยู่ทั่วไปด้วย

### Opisthonephric ducts (wolffian ducts)

เป็นเซลล์รูปท่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมทรงสูง มีต่อมเมือกแทรกอยู่ระหว่างเซลล์รูปท่อ ทำหน้าที่รวบรวมปัสสาวะเข้าไปเก็บไว้ในกระเพาะปัสสาวะ เพื่อกำจัดออกสู่ภายนอก

### กระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder)

กระเพาะปัสสาวะจะอยู่ติดกับเขี้ยวช่องท้องด้านซ้ายของลำตัวใกล้ช่องทวารหนัก โดยมีลักษณะเป็นถุงบางๆ สีขาวขุ่น

### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน ปลานิล

วัสดุและอุปกรณ์ ถาดผ่าตัด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์

## งานที่ต้องศึกษา

### 1. ศึกษาตำแหน่งและรูปร่างของไตปลา ให้ปฏิบัติดังนี้

1.1 ใช้กรรไกรผ่าตัดเปิดช่องท้องปลา

1.2 เอาอวัยวะภายในได้แก่ อวัยวะในระบบทางเดินอาหาร อวัยวะสืบพันธุ์ และถุงลมออกจากช่องท้องปลา ใช้กระดาษทิชชู ซับเลือดออกจากช่องท้องปลาให้สะอาด

1.3 ให้สังเกตตำแหน่งไตซึ่งจะทอดตัวติดอยู่กับกระดูกสันหลัง มีสีแดงเข้มหรือสีน้ำตาลแดง ประกอบด้วยสองส่วน คือ anterior kidney และ posterior kidney

1.4 ให้นักศึกษาวาดภาพชี้ตำแหน่งไตปลาส่วน anterior kidney และ posterior kidney

## บทปฏิบัติการที่ 9 ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system)

### จุดประสงค์ เพื่อศึกษาระบบต่อมไร้ท่อในปลา

ระบบต่อมไร้ท่อในปลาประกอบด้วยต่อมต่างๆ เช่น ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ต่อมไทมัส เป็นต้นต่อมไร้ท่อเหล่านี้ ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน ซึ่งฮอร์โมนที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปยังอวัยวะเป้าหมาย โดยอาศัยกระแสเลือด เนื้อเยื่อของต่อมไร้ท่อบางชนิดไม่ได้ประกอบกันเป็นอวัยวะที่สร้างหรือผลิตฮอร์โมนโดยตรง แต่อาจอยู่ปะปนกับเนื้อเยื่ออื่นๆ การศึกษาเนื้อเยื่อของต่อมไร้ท่อจึงทำได้ยาก จะต้องทำการศึกษาเนื้อเยื่อปลา ในบทปฏิบัติการนี้ให้นักศึกษาทำการศึกษาเฉพาะต่อมใต้สมองปลาเท่านั้น

#### ต่อมใต้สมองปลา (Pituitary gland)

ต่อมใต้สมองทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่สำคัญหลายชนิด อีกทั้งยังทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนไปควบคุมต่อมไร้ท่ออื่นๆ อีกด้วย ต่อมใต้สมองมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ มีสีขาวขนาดเท่าหัวไม้ขีด ตำแหน่งอยู่ใต้สมอง ต่อมใต้สมองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ adenohypophysis และ neurohypophysis

Adenohypophysis ทำหน้าที่หลักในการสร้างฮอร์โมนต่างๆ เช่น growth hormone, gonadotropic hormone และ thyrotropic hormone เป็นต้น

Neurohypophysis เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่าง hypothalamus กับต่อมใต้สมอง ประกอบด้วยเส้นใยประสาท ทำหน้าที่ในการควบคุมความสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย และ osmoregulation เป็นต้น

#### วัสดุและอุปกรณ์

ตัวอย่างปลา ปลาตะเพียน

สารเคมี Acetone

วัสดุและอุปกรณ์ เครื่องมือผ่าตัด ภาชนะตัด เลื่อย หลอดหยดสารละลาย และหลอดทดลอง

#### วิธีการศึกษา

ศึกษาดำเนินการของต่อมใต้สมองปลา

1. ขอดเกล็ดบริเวณหัวปลาออก
2. นำเลื่อยเลื่อยสมองปลาเฉียงลง เพื่อทำการเปิดกะโหลกปลา
3. ใช้ปากคีบค่อยๆ ขูดเอาไขมันในกะโหลกปลาออกแต่ไม่ให้กระเทือนสมอง จากนั้นค่อยๆ หยด acetone ลง แล้วค่อยเอาปากคีบเอาสมองและต่อมใต้สมองจากนั้นแช่เก็บไว้ในขวดที่มีน้ำยา acetone บรรจุอยู่โดยแยกเก็บระหว่างสมองและต่อมใต้สมอง
4. ให้นักศึกษาวาดภาพต่อมใต้สมอง พร้อมบอกตำแหน่งที่ตั้งของต่อมใต้สมอง

## หัวข้อรายงาน ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลา

ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาตามหัวข้อที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

1. Morphology
2. Taxonomy
3. Feeding and digestion
4. Reproductive system ให้หา fecundity และ % GSI
5. ความยาวของเส้นเหงือกต่อน้ำหนักตัวปลา
6. ศึกษาระบบต่อมไร้ท่อ

หมายเหตุ: ปลาที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับจะแตกต่างจากในห้องเรียนที่ได้ปฏิบัติไปแล้ว

### รูปแบบการเขียนรายงาน

บทนำ

วิธีการศึกษา

ผลการศึกษา

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

### การนำเสนอ

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอรายงานกลุ่มละ 10 นาที