

การเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพเหงือกของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ที่เกิดจากโคฟิพอด *Lernanthropus* sp. และกลุ่มโมโนจีเนีย *Diplectanum* sp.

Gill histopathology of cage cultured Asian sea bass (*Lates calcarifer*)
infected by *Lernanthropus* sp. and *Diplectanum* sp.

ปานระวี ชชพันธ์¹, วิชญา วงษ์คำ¹, จันทรจรัส วัฒนะโชติ² และ มลฤดี สอนธิ^{1*}

Panrawee Chotchaphan¹, Witchaya Wongkham¹, Janjarus Wattanachot²
and Molruedee Sonthi^{1*}

บทคัดย่อ: ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพเหงือกของปลากะพงขาวที่เกิดจากโคฟิพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. โดยเทคนิคเนื้อเยื่อวิทยา และย้อมด้วยสี Mayer's hematoxylin และ Eosin จากผลการศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกปลา ดังนี้ การฉีกขาดของเนื้อเยื่อ (tear of tissue) การเพิ่มจำนวนของเซลล์ (hyperplasia) การรวมกันของซี่เหงือก (lamellae fusion) การยกตัวของเนื้อเยื่อบุผิว (epithelium lifting) การบวมน้ำ (edema) secondary lamellae สั้น และการตกเลือด (haemorrhage) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับเหงือกปลาที่ไม่มีการเกาะติดของปรสิตทั้งสองชนิดนี้ พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพเหงือกมีลักษณะคล้ายกัน จากงานวิจัยสามารถเสนอแนะได้ว่า การฉีกขาดของ primary และ secondary lamellae และการตกเลือด (haemorrhage) ที่บริเวณเหงือกปลา น่าจะเป็นผลกระทบโดยตรงที่เกิดจากการเกาะติดของโคฟิพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. คำสำคัญ: ปลากะพงขาว, ปรสิตภายนอก, โคฟิพอด, ปลิงใส

ABSTRACT: : Gill histopathology of cage cultured Asian sea bass (*Lates calcarifer*) infected by *Lernanthropus* sp. and *Diplectanum* sp. was studied by histology technique and stained with Mayer's hematoxylin and Eosin. From the result, histological changes observed in the gills were: tear of tissue, hyperplasia, lamellae fusion, epithelium lifting, edema, secondary gill lamellae short and haemorrhage. However, when compared with the non-infected fish gill, the histopathological changes is quite similar. This study can suggest that histopathologic change in the fish gills, tear of primary and secondary lamellae, and haemorrhage are probably direct effect caused by the adhesion of *Lernanthropus* sp. and *Diplectanum* sp.

Keywords: Sea bass, external parasite, copepod *Lernanthropus* sp., *Diplectanum* sp.

¹ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี เลขที่ 57 ม. ต. ไชยมง อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี 22170

Faculty of Marine Technology, Chanthaburi Campus, 57 M. 1 Khamong Thamai District, Chanthaburi Province 22170

² สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ. ลพพิบาลบางแสน ต.แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

Marine Science Institute, Burapha University, 169 Longhad Bangsaen Road, Saensook, Mueang, Chonburi 20131

* Corresponding author: mamsonthi@gmail.com

บทนำ

ปลากะพงขาวเป็นปลาเศรษฐกิจน้ำจืดที่สำคัญของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดจันทบุรี รูปแบบการเลี้ยงมีทั้งการเลี้ยงในกระชัง และการเลี้ยงในบ่อดิน มีรายงานการระบาดของโรคปลากะพงขาวที่เลี้ยงในบริเวณนี้ ได้แก่ โรคไวรัสเกล็ดหลุด (Scale drop disease virus, SDDV) (Senapin et al., 2019) โรคที่เกิดจากแบคทีเรียกลุ่ม Vibrion (Vibrio sp.) โรคที่เกิดจากปรสิตโคพิพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. โดยพบการเกาะติดที่บริเวณเหงือกเท่านั้น (มลฤดี และคณะ, 2559) การเกาะติดของปรสิตอาจไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดการตายของปลาแต่อาจเป็นตัวสนับสนุนให้ปลาอ่อนแอ มีการสร้างเมือกมากขึ้น และมีบาดแผลตรงบริเวณที่ปรสิตเข้าเกาะนำไปสู่การติดเชื้อร่วมของแบคทีเรีย และการตายของปลาในที่สุด จากการติดตามการปรากฏของปรสิตในปลากะพงขาวสุขภาพดีที่เลี้ยงในกระชังบริเวณอำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี พบว่าเหงือกปลาที่เลี้ยงในบริเวณนี้มีการเกาะติดของปรสิต สองกลุ่มเท่านั้น ได้แก่ โคพิพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. ซึ่งเหงือกปลาที่มีการเกาะของปลิงใสตลอดช่วงระยะเวลาการเลี้ยง โดยในช่วงฤดูหนาวจะพบการปรากฏของปลิงใสมากกว่าฤดูกาลอื่นๆ ในขณะที่การปรากฏของโคพิพอด *Lernanthropus* sp. พบมากในฤดูร้อน (มลฤดี และคณะ, 2559)

ปรสิตที่อยู่ตามอวัยวะต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเหงือกที่มีการเกาะติดของปรสิตกลุ่มโปรโตซัว *Trichodinella* sp., *Tripartiella* sp. และ ปลิงใส *Diplectanum* sp. พบว่าเหงือกมีอาการบวม (edema) การตกเลือด (haemorrhage) การเพิ่มจำนวนเซลล์ (hyperplasia) การอักเสบ (inflammation) การเสื่อมสภาพ (degeneration) การตายของเซลล์หรือเนื้อเยื่อ (necrosis) การเพิ่มขนาดของเซลล์ (hypertrophy) ที่ฐานของซี่เหงือก การรวมกันของเส้นเหงือก (lamellar fusion) การเกิดหลอดเลือดโป่งพอง (aneurism) การยกตัวของเนื้อเยื่อบุผิว (epithelial lifting) และ Secondary

lamellae สัน (วีรวรรณ, 2535; นิธิติศัย และ สุวิมล, 2551) การเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเหงือกที่มีการเกาะติดของปรสิต *Lernanthropus* sp. ยังไม่มีรายงานในประเทศไทย และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกปลากะพงขาวที่มีการเกาะติดของปลิงใส *Diplectanum* sp. ยังไม่เคยมีรายงานในปลาที่เลี้ยงในกระชัง จังหวัดจันทบุรีมาก่อน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกปลากะพงขาวที่มีการเกาะติดของปรสิต *Lernanthropus* sp. และ *Diplectanum* sp. เพื่อเป็นข้อมูลด้านพยาธิสภาพเหงือกปลาที่เกิดจากปรสิตทั้งสองกลุ่มนี้ต่อไป

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชัง บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ขนาด 400-600 กรัม ในเดือน พฤษภาคม 2561 จำนวน 17 ตัว ทำให้ตาย โดยใช้ยาาสลบน้ำมันกานพลู ที่ความเข้มข้น 160 ppm (deep anesthesia) ตรวจหาปรสิตภายนอกที่ผิวหนังปลา และตัดเหงือกวางไว้ในจานแก้วที่มีน้ำเกลือ 0.85% สองภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ บันทึกชนิด และจำนวนของปรสิตที่พบ เหงือกที่มีการเกาะของปรสิต *Lernanthropus* sp. และ *Diplectanum* sp. จะตัดกระดูกเหงือก (gill arch) ออก และเก็บรักษาสภาพ (fixation) ของเส้นเหงือก (gill filament) ในสารละลายเดวิดสัน (Davidson's solution) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บใน 70% แอลกอฮอล์ นำเนื้อเยื่อเหงือกผ่านกระบวนการดึ่งน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (dehydrate) และฝังเนื้อเยื่อลงในพาราฟิน (embedding) เมื่อพาราฟินแข็งตัวนำไปตัด (sectioning) และติดเนื้อเยื่อลงบนสไลด์ (affix) ย้อมสไลด์ด้วยสี H & E (Luna, 1968) ทำสไลด์ถาวร โดยหยดน้ำยา permount ลงบนสไลด์ แล้วปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ (cover glass) นำไปด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อเหงือกบริเวณที่มีการเกาะติดของปรสิต และบริเวณเหงือกที่ไม่มีการเกาะติดของปรสิต

ผลการศึกษา

จากการศึกษาปรสิตภายนอกบริเวณผิวหนังและเหงือกปลากะพงขาวสุขภาพดี พบโคพีพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum*

sp. ในบริเวณเหงือกปลากะพงขาวเท่านั้น ไม่พบปรสิตบริเวณผิวหนังปลา โดยปลาที่ไม่มีการเกาะของปรสิตทั้งสองกลุ่มนี้มีเพียง 5 ตัว เท่านั้น ส่วนปลาที่มีการเกาะของปรสิตทั้งสองกลุ่มนี้ที่บริเวณเหงือกมีทั้งหมด 12 ตัว (Table 1)

Table 1 Weight, length of fish and number of parasite infected on fish gill.

No. of fish	Weight (g)	Length (cm.)	Number of	Number of Monogenea
			Copepod (<i>Lernanthropus</i> sp.)	(<i>Diplectanum</i> sp.)
1	400	25	5	2
2	400	27	2	1
3	600	30	3	3
4	600	32	2	4
5	500	30	11	2
6	570	31	3	5
7	500	27	1	3
8	510	29	2	4
9	610	30.2	10	6
10	610	30.6	3	3
11	640	32.5	3	4
12	500	27.2	10	7

การเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพเหงือกของปลาที่มีการเกาะติดของปรสิตทั้งสองชนิดมีลักษณะ ดังนี้ การฉีกขาดของเส้นเหงือก (tear of lamellae) การเพิ่มจำนวนของเซลล์ (hyperplasia, Hy) การบวมน้ำ (edema, E) การยกตัวของเนื้อเยื่อผิว (epithelium lifting, El) การรวมกันของซี่เหงือก (lamellae fusion, Lf) และการตกเลือด (haemorrhage) (Figure 1)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อเหงือกปลาในตัวที่ไม่พบปรสิตทั้งสองชนิดเข้าเกาะ ได้แก่ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ (hyperplasia, Hy) การบวมน้ำ (edema, E) การยกตัวของเนื้อเยื่อผิว (epithelium lifting, El) การรวมกันของซี่เหงือก (lamellae fusion, Lf) หลอด

เลือดโป่งพอง (aneurism, An) และ secondary lamellae สั้น (Figure 2)

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

การศึกษาลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกโดยเทคนิคทางเนื้อเยื่อวิทยา ช่วยให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ ที่อาจส่งผลต่อโครงสร้างและหน้าที่ของเหงือกปลา การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกปลามีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (gas exchange) การขับของเสียกลุ่มไนโตรเจน (nitrogenous waste excretion) การควบคุมระดับไอออนต่างๆ (ionic regulation) และการปรับสมดุลความเป็นกรด-เบส

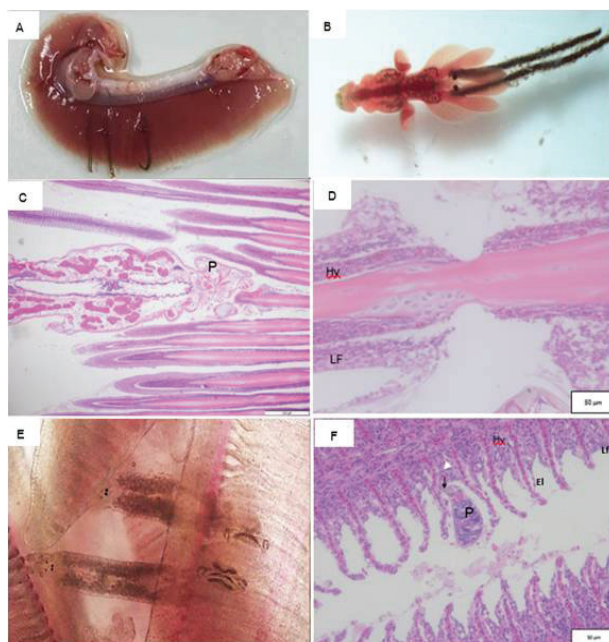


Figure 1 Mature parasites *Lernanthropus* sp. attached between the gill hemibranchs, B; mature female copepod, *Lernanthropus* sp., C; gill histopathology of Asian sea bass infected with *Lernanthropus* sp., (4 μ m, H&E staining, 4X), D; tear of lamellae, hyperplasia (Hy), epithelial lifting (El) and lamella fusion (LF), (4 μ m, H&E staining, 20X), E; microscopic appearance of *Diplectanum* ap., entire body on fish gill (10X); F. The opisthaptor of *Diplectanum* sp. in contact with the primary lamellae (black arrow), lamellar edema, haemorrhage (white arrows), hyperplasia (Hy), epithelial lifting (El) and lamella fusion (Lf).

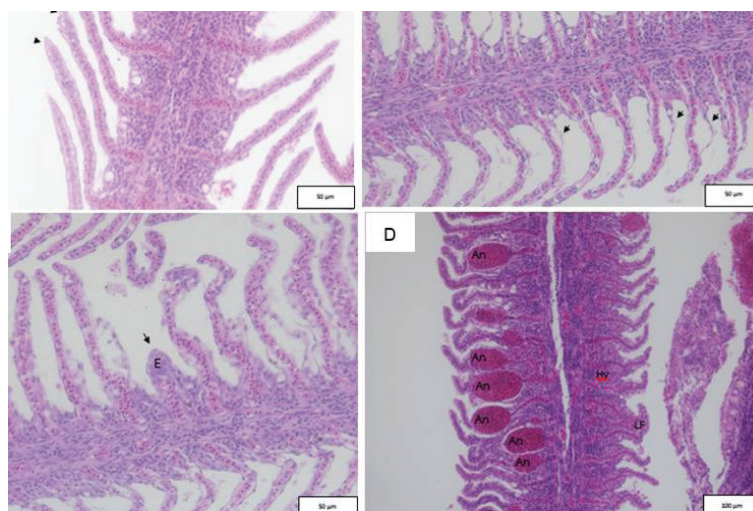


Figure 2 Gill histopathology of cage-cultured Asian sea bass, *Lates calcarifer* from Leamsing estuary, Chanthaburi Province. A; hyperplasia (Hy) and edema (black arrows), B; hyperplasia (Hy) and epithelium lifting (black arrows), C; short secondary lamellae (black arrow) and edema (E) (4 μ m, H&E staining, 40X), D; aneurism (An), lamellae fusion: LF) and hyperplasia (Hy) (4 μ m, H&E staining, 20X).

(pH balance) ในร่างกายปลา มีรายงานพบว่า การเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเซลล์และเนื้อเยื่อเหงือกปลา มีสาเหตุมาจากปัจจัยคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและชีวภาพ เช่น การได้รับสารเคมี โลหะหนัก ยาฆ่าแมลงที่ปะปนอยู่ในน้ำ (Evan, 1987) รวมทั้งการเกาะติดของปรสิต (นิวัติชัย และ สุวิมล, 2551) จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกปลาบริเวณที่มีการเกาะติดของปรสิต โคพีพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ การฉีกขาดของเนื้อเยื่อ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ การรวมกันของซีเหงือก การยกตัวของเนื้อเยื่อบุผิว การบวมน้ำ secondary lamellae สัน และการตกเลือด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ นิวัติชัย และ สุวิมล (2551) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกปลากะพงขาวที่มีการเกาะติดของปลิงใส *Diplectanum latesi* และ *D. papavarensis* และการศึกษาของ Yardimci and Pekmezci (2012) พบว่าเหงือกปลาที่มีการเกาะติดของปรสิต *Lernanthropus* sp. มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพเช่นเดียวกับเหงือกปลาที่มีการเกาะติดของปลิงใส *Diplectanum* sp. ปลาที่มีปลิงใสเข้าเกาะที่บริเวณเหงือกในปริมาณมาก มีแนวโน้มจะพบ โคพีพอดเข้าเกาะที่เหงือกมากเช่นกัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าปลิงใส *Diplectanum* sp. มีส่วนช่วยให้โคพีพอด *Lernanthropus* sp. สามารถเข้าเกาะที่เหงือกปลาได้ง่ายขึ้น (Yardimci and Pekmezci, 2012) การเข้าเกาะของปรสิตทั้งสองชนิดนี้พร้อมๆ กัน มีส่วนทำให้เส้นเหงือกถูกทำลาย อาจส่งผลให้ปลากะพงขาวเกิดความเครียด ภูมิคุ้มกันต่ำลง และอาจเกิดการยอมรับเชื้อได้ง่ายขึ้น

จากการศึกษาพบว่าเหงือกปลาที่ไม่มีการเข้าเกาะของปรสิตทั้งสองชนิดนี้ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพเหงือกคล้ายคลึงกับปลาที่มีปรสิตเกาะที่เหงือก คือ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ การรวมกันของซีเหงือก การบวมน้ำ และการยกตัวของเนื้อเยื่อบุผิว นอกจากนี้ยังพบหลอดเลือดแดงโป่งพองร่วมด้วย แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อเหงือกปลาที่เลี้ยงในบริเวณนี้ ไม่ได้มีผลมาจากการเข้าเกาะของปรสิตเพียงอย่างเดียว แต่อาจมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในน้ำร่วมด้วย สอดคล้องกับ

รายงานของ Perry and Laurent (1993) ที่อธิบายไว้ว่าเหงือกเป็นอวัยวะส่วนแรก และมีพื้นที่กว้างในการสัมผัสกับสารพิษที่อยู่ในน้ำ การเปลี่ยนแปลงของเหงือกเป็นการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปลาที่ได้รับสารพิษต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงบริเวณเยื่อบุผิวของเหงือก เพื่อลดการเข้าสู่ของสารพิษไปสู่อวัยวะต่างๆ รวมทั้งเป็นการเพิ่มระยะทางของสารพิษที่จะเข้าสู่เลือดปลาด้วย อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทำให้ปลามีความเครียดมากขึ้น นอกจากนี้ Flores-Lopes and Thomaz (2011) ได้ใช้ลักษณะพยาธิสภาพเหงือกปลา เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบสภาวะสิ่งแวดล้อมในน้ำ ในประเทศบราซิล ดังนี้ ความรุนแรงของสิ่งแวดล้อมระดับต้น พบ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ การรวมกันของซีเหงือก และการยกตัวของเนื้อเยื่อบุผิว ความรุนแรงระดับกลาง จำนวนเซลล์เมือก และคลอไรด์เซลล์เพิ่มมากขึ้น และความรุนแรงระดับสูง พบ หลอดเลือดแดงโป่งพอง เกิดการตายของเนื้อเยื่อ นอกจากนี้มีการทดลองของ ฉัตรสุตา คงเพ็ง (2555) ที่ศึกษาผลกระทบของพาราควอตที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเหงือกปลากะพงขาว โดยใช้การประเมินเช่นเดียวกับ Flores-Lopes and Thomaz (2011) พบว่า พาราควอตมีผลต่อเนื้อเยื่อเหงือกปลาทั้ง 3 ระดับในช่วงต้น ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และระยะเวลาของพาราควอตที่ละลายอยู่ในน้ำ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าผลการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเหงือกที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุมาจากปัจจัยคุณภาพน้ำ สารเคมี หรือสิ่งปนเปื้อนชนิดใด ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในเชิงลึกต่อไป

ลักษณะพยาธิสภาพของเหงือกปลาที่มีการเกาะติดของปรสิตทั้งสองชนิดนี้ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเซลล์ และเนื้อเยื่อในหลายรูปแบบ อย่างไรก็ตามในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถเสนอแนะได้ว่า การขาดของ primary และ secondary lamellae และการตกเลือด (haemorrhage) ที่บริเวณเหงือกปลา น่าจะเป็นผลกระทบโดยตรงของโคพีพอด *Lernanthropus* sp. และปลิงใส *Diplectanum* sp. โดยโคพีพอดใช้หนวด ขากรรไกรบน และรยางค์อก เจาะทะลุเหงือกเพื่อยึดเกาะระหว่างตัวปรสิตและเหงือกของปลา ทำให้เส้นเหงือกทะลุ และขาด อีกทั้งปรสิตชนิดนี้ยังมีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความเสียหายของเหงือกจึงเกิดขึ้นในบริเวณกว้าง ส่งผล

ให้เหงือกปลาทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้น้อยลง เช่นเดียวกับ รายงานของ Dezfuli et al. (2007) ปลิงใส่เข้าเกาะเหงือกปลาบริเวณ primary lamellae โดยใช้ส่วนของ opisthotal squamodisc ยึดเกาะ ทำให้เกิดการทำลาย secondary lamellae ด้วยเช่นกัน ปลาจะมีอาการผิดปกติ และมีอาการระคายเคืองที่เหงือก เหงือกบวม มีการหลั่งเมือกมากขึ้น รอยแผลที่เกิดจากการเกาะของปรสิตทั้งสองชนิดนี้ จะเปิดโอกาสให้แบคทีเรียและเชื้อราเข้าสู่ร่างกายปลาได้ง่ายขึ้น ปลาอ่อนแอ มีภูมิคุ้มกันต่ำลง และตายในที่สุด (Manera and Dezfuli, 2003)

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรสุตา คงเพ็ง. 2555. ผลกระทบของพาราควอตคุณภาพต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเหงือกในปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นิวัติชัย เพชรสุภา และสุวิมล นิลรัตน์. 2551. พยาธิสภาพของปลากะพงขาวที่มีปรสิต. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 2(1):138-145.
- มฤดี สนิธิ, สินีนาถ วรवास, และศุภพงษ์ นพพันธ์. 2559. การปรากฏของปรสิตภายนอกในปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชัง บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดจันทบุรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 34 (2):94-104.
- วีรวรรณ ชินอักษร. 2535. โรคและปรสิตของปลากะพงขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dezfuli, B., G. Luisa, S. Edi, M. Roberto, A. Shinn and M. Maurizio. 2007. Gill histopathology of cultured European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), infected with *Diplectanum aequans* (Wagener 1857) Diesing 1958 (*Diplectanidae*: Monogenea). Parasitol Res. 100:707-713.
- Evan, D. H. 1987. The Fish gill: Site of action and model for toxic effects of environmental pollutants. Environ Health Perspect. 71:47-58.
- Ezhilmathy, R., K. Rajalakshmi and A. Chezian. 2014. Histological alterations in sea bass, *Lates calcarifer* exposed to combined stressors of pesticide and metal (Profenofos and lead nitrate). Int. J. Marine & Environ. Sci. 3(2):44-47.
- Flores, F. and A. T. Thomaz. 2011. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring. Braz. J. Biol. 71:179-188.
- Manera, M. and B. S. Dezfuli. 2003. *Lernanthropus kroyeri* infection in farmed sea bass *Dicentrarchus labrax*: pathological features. Dis Aquat Org. 57:177-180.
- Paruruckumani, P. S., A. M. Rajan and P. Kumarasamy. 2015. Bioaccumulation and ultrastructural alterations of gill and liver in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) in sublethal copper exposure, Aquat. Living Resour. 28:33-44.
- Perry, S. F. and P. Laurent. 1993. Environmental effects on fish gill structure and function: Part of the Chapman & Hall Fish and Fisheries Series book series. Fish Physiol. 9:231-264.
- Senapin, S., H. T. Dong, W. Meemetta, W. Gangnonngiw, P. Sangsuriya, R. Vanichviriyakit, M. Sonthi and B. Nuangsaeng. 2019. Mortality from scale drop disease in farmed *Lates calcarifer* in Southeast Asia. J Fish Dis. 42:119-127.
- Yardimci, B. and G. Z. Pekmezci. 2012. Gill histopathology in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* (L.) coinfecting by *Diplectanum aequans* (Wagener, 1857) and *Lernanthropus kroyeri* (van Beneden, 1851). Ankara Univ Vet Fak Derg. 59:61-64.