



# รายงานฉบับสมบูรณ์

## โครงการวิจัย

การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน  
(พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก

Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic  
hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.

หัวหน้าโครงการวิจัย	ดร. ไพฑูรย์ มกกงไผ่
ผู้ร่วมวิจัย	นายอาวุธ หมั่นหาผล
	นายวันชัย วงสุดาวรรณ
	นางสาวสุกานดา ทับเมฆา

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้  
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

รหัสโครงการ 256106A1080017

สัญญาเลขที่ 77/2561

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

### โครงการวิจัย

การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน  
(พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก

Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic  
hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.

หัวหน้าโครงการวิจัย

ดร. ไพฑูรย์ มกกงไผ่

ผู้ร่วมวิจัย

นายอาวุธ หมั่นหาผล

นายวันชัย วงสุดาวรรณ

นางสาวสุกานดา ทับเมฆา

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

## การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก

ไพฑูรย์ มกกงไผ่, อาวุธ หมั่นหาผล, วันชัย วงสุดาวรรณ และสุกานดา ทับเมฆา  
สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

### บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลบริเวณภาคตะวันออก ทำการเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ ตะกอนดินและปลาทะเลสีกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2561 พบความเข้มข้นของสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กในฤดูฝนโดยเฉลี่ย  $0.917 \pm 0.228$ ,  $0.096 \pm 0.040$  และ  $0.215 \pm 0.018$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.324 \pm 0.173$ ,  $0.035 \pm 0.011$  และ  $0.170 \pm 0.014$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมบตพุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชรวม ในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กโดยเฉลี่ย  $0.080 \pm 0.021$ ,  $0.079 \pm 0.032$  และ  $0.106 \pm 0.024$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.061 \pm 0.018$ ,  $0.078 \pm 0.026$  และ  $0.060 \pm 0.029$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมบตพุดตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันในการปนเปื้อนของสารพีเอเอช รวมไปถึงเนื้อเยื่อหอย และในฤดูฝนหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม อยู่สูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตะกอนดินจากแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ทั้ง 3 พื้นที่ พบมีปริมาณของสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนในฤดูฝนโดยเฉลี่ย  $0.092 \pm 0.022$ ,  $0.141 \pm 0.023$  และ  $0.160 \pm 0.017$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย  $0.458 \pm 0.206$ ,  $0.473 \pm 0.239$  และ  $0.566 \pm 0.620$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมบตพุด จังหวัดระยองตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้งฤดูกาลและสถานที่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบในฤดูแล้งปริมาณสูงกว่าในฤดูฝน ผลจากการศึกษาแสดงถึงระบบนิเวศทางทะเลมีการปนเปื้อนด้วยสารมลพิษโดยเฉพาะสารในกลุ่มปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอย่างต่อเนื่องสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

**คำสำคัญ:** การปนเปื้อน, พีเอเอช, หอยแมลงภู่

## Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.

Phaithoon Mokkongpai, Arvut Munhapon, Wanchai Wongsudawan and  
Sukanda Tubmeka

The Institute of Marine Science, Burapha University, Bangsaen, Chon Buri 20131,  
Thailand.

---

### Abstract

The contamination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organisms and sediments from the Eastern coast from eastern coast in Chonburi and Rayong province, Thailand between October 2017 and March 2018 was investigated. The concentration levels of PAHs of Green mussel (*Perna viridis*) samples from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were  $0.917\pm 0.228$ ,  $0.096\pm 0.040$  and  $0.215\pm 0.018$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights) in average and those in large size were  $0.324\pm 0.173$ ,  $0.035\pm 0.011$  and  $0.170\pm 0.014$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights). The samples collected in the dry season from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput showed that the average concentration levels in dry weight of PAHs in small size mussel were  $0.080\pm 0.021$ ,  $0.079\pm 0.032$  and  $0.106\pm 0.024$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights) and in large size were  $0.061\pm 0.018$ ,  $0.078\pm 0.026$  and  $0.060\pm 0.029$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights) The result were suggested that PAHs contaminated in mussels during the two seasons of all stations were significantly. Interaction in all factors including season, station and sizes had an effect on the contamination of PAHs. The highest concentration of PAHs in small size was found in the rain season at Ang Sila.

The concentration levels of PAHs in sediment samples collected from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were  $0.092\pm 0.022$ ,  $0.141\pm 0.023$  and  $0.160\pm 0.017$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights) in average while, in dry season were  $0.458\pm 0.206$ ,  $0.473\pm 0.239$  and  $0.566\pm 0.620$   $\mu\text{g/g}$  (dry weights). The result suggested that PAHs contaminated in sediments in both two seasons of all areas were significantly different. The result suggested that PAHs continually contaminated in marine ecology but, no PAHs carcinogenic group was found.

**Keywords:** Contamination, PAHs, Green mussel.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล  
(งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา  
ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 77/2561

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัย	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
บทที่ 5 วิจัยรณัผลการวิจัย	46
สรุปผลการวิจัย	54
ผลผลิต	56
บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	61

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงเขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย	4
ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในโครงการวิจัย	19
ภาพที่ 3 แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี	25
ภาพที่ 4 แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งทะเลบริเวณบ้านอ่าวประตูเขตนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดระยอง	25
ภาพที่ 5 แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งทะเลบริเวณ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี	26
ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างหอยแมลงภูในแหล่งเพาะเลี้ยง ที่มีการเลี้ยงแบบแขวนเชือก	26
ภาพที่ 7 การคัดเลือกหอยแมลงภูขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาหาสาร PAHs	27
ภาพที่ 8 หอยแมลงภูขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ที่ใช้ในการศึกษาหาสาร PAHs	27
ภาพที่ 9 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่าง (grab sampling)	28
ภาพที่ 10 ตัวอย่างปลาทะเล จากการวางอวนตักปลา บริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง	28
ภาพที่ 11 ตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ผ่านการทำแห้งและการบดปั่นละเอียดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน	29
ภาพที่ 12 การสกัดสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างเนื้อเยื่อและตะกอนดินด้วยเครื่อง Ultrasonic	29
ภาพที่ 13 การบ่มตัวอย่างที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา Saponification	30
ภาพที่ 14 การสกัดสารพีเอเอชรวม แบบแยกส่วนจากสารสกัดของตัวอย่าง	30
ภาพที่ 15 การแยกและขจัดสิ่งสกปรกออกจากสารสกัด ด้วยวิธี Column Silica gel	31
ภาพที่ 16 การทำให้สารสกัดเข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสาร (evaporate)	31
ภาพที่ 17 การ Flow Nitrogen gas ในตัวอย่างสารสกัด	32
ภาพที่ 18 ตัวอย่างสารสกัดพร้อมการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพีเอเอชรวม	32
ภาพที่ 19 เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS)	33
ภาพที่ 20 การสกัดไขมันในเนื้อเยื่อตัวอย่าง แบบต่อเนื่องด้วย Soxhlet extraction	35
ภาพที่ 21 ตารางสามเหลี่ยมคุณภาพเนื้อดิน (soil texture triangle)	35
ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู	39
ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในตะกอนดิน	40
ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู	41
ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (เปอร์เซ็นต์)	43
ภาพที่ 26 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อหอยแมลงภูกับไขมัน	44
ภาพที่ 27 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในตะกอนดินกับอินทรีย์สาร	45

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย	7
ตารางที่ 2 แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2559	9
ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ สูตรโครงสร้างของสาร โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน	13
ตารางที่ 4 สถานีเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่มะและตะกอนดินชายฝั่งทะเล	20
ตารางที่ 5 แสดงชนิดของตัวอย่างปลาที่ศึกษาปริมาณการสะสมของสารพีเอเอชรวม	22
ตารางที่ 6 แสดงความสามารถของเครื่อง GC/MS ปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้	34
ตารางที่ 7 แสดงเนื้อดินชนิดต่างๆ ในกลุ่มพวกเนื้อดิน	36
ตารางที่ 8 แสดงชนิดของสารพีเอเอช (PAHs) ที่พบการปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่าง	40
ตารางที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคตะกอนดินในแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่ง	42
ตารางที่ 10 แสดงค่าความเข้มข้นของ PAHs ในดินตะกอนจากชายฝั่งประเทศต่าง ๆ	51
ตารางที่ 11 การประเมินปริมาณของปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนบนโลก เข้าสู่ทะเล	52
ตารางที่ 12 ปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม ในปลาและผลิตภัณฑ์ประมงบางชนิดของ EU	53
ตารางที่ 13 มาตรฐานประเทศอื่นๆ ของปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม	53



## บทที่ ๑ บทนำ

จากการพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก ตามแผนยุทธศาสตร์ที่เริ่มขึ้นในปี 2542 โดยกำหนดแนวทางการพัฒนาให้พื้นที่ในจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง เป็นฐานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสังคมแห่งใหม่ เพื่อสนับสนุนนโยบายการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาค มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ทางด้านการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การท่องเที่ยว และการอุตสาหกรรม ที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่างๆตามมา ขณะเดียวกันยังคงเกิดเหตุการณ์ต่างๆจากการกระทำที่ขาดความระมัดระวังของมนุษย์เป็นการเพิ่มปริมาณมลพิษเข้าสู่ระบบสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ดังในเหตุการณ์ในปี 2545 เกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ขึ้น 2 ครั้ง จากเรือบรรทุกสารเคมีชนิดอินโซโครกในบริเวณอำเภอสัตหีบ เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2545 มีน้ำมันเตารั่วไหลออกมามากกว่า 234 ตัน และในวันที่ 17 ธันวาคม 2545 เรือบรรทุกคอนเทนเนอร์ ชนกับเรือน้ำมัน มีน้ำมันเตารั่วไหลประมาณ 20 ตัน ระหว่างเกาะไผ่กับเกาะล้าน อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) และไม่สามารถกำจัดออกจากระบบนิเวศทางทะเลได้มากนัก จึงพบคราบน้ำมันกระจายสะสมในระบบนิเวศทางทะเลต่างๆ บริเวณชายหาด แหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ มีการรวบรวมเหตุการณ์พบว่ามีมากถึง 215 ครั้ง พบทั้งในฝั่งทะเล ในแม่น้ำลำคลองและในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเล ได้แก่ จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดกระบี่ และจังหวัดสตูล โดยพบสูงสุดที่ กรุงเทพฯ ฯลฯ จำนวน 76 ครั้ง และรองลงมาที่มีการรั่วไหลของน้ำมันมากกว่า 10 ครั้ง ได้แก่ จังหวัดชลบุรี (47 ครั้ง) จังหวัดสมุทรปราการ (38 ครั้ง) จังหวัดระยอง (23 ครั้ง) และจังหวัดชุมพร (12 ครั้ง) แต่ว่าเหตุการณ์ใหญ่ที่เกิดขึ้นในบริเวณกว้างและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเห็นได้ชัด จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ “Eastern Fortitude” บริเวณแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ในวันที่ 15 มกราคม พ.ศ.2545 มีน้ำมันรั่วไหลจำนวน 234 ตัน ถึงแม้ว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในจังหวัดชลบุรีแต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยอง และ “Dargon 1” บริเวณเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ในวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ.2547 มีน้ำมันรั่วไหลจำนวน 150 ตัน แต่ส่งผลกระทบไม่รุนแรง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557) นอกจากนั้นแล้ว เกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเล ขณะขนถ่ายจากเรือบรรทุกน้ำมัน เพื่อขึ้นเก็บในคลังน้ำมัน ของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด มหาชน ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเช้าของวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 มีปริมาณที่รั่วไหลลงสู่ทะเลเป็นจำนวนมากและไม่สามารถ ควบคุมให้อยู่ในวงจำกัด เพื่อทำการจัดเก็บได้ คลื่นลมแรงในขณะนั้นทำให้คราบน้ำมันลอยไปทางทิศตะวันออกมุ่งสู่เกาะเสม็ด จนในที่สุดเข้าหาดอ่าวพร้าวเป็นจำนวนมากตามข่าวที่ปรากฏในข่าวไทยรัฐออนไลน์ (2557) วันที่ 11 ตุลาคม 2556 เกิดคราบน้ำมันจำนวนมากเข้าชายหาดบางแสน โดยไม่

ทราบแหล่งที่มาของน้ำมัน (หนังสือพิมพ์แนวหน้า, 2557) 15 มีนาคม 2557 มีคราบน้ำมันเข้าหาดบางแสน มีลักษณะเป็นก้อนเหนียว (Tar ball) เป็นจำนวนมากติดอยู่ที่พื้นทรายตามชายหาด และมีบางส่วนที่ผสมกับมวลน้ำจืดเป็นสีน้ำตาล โดยที่ไม่ทราบชนิดและแหล่งที่มาของน้ำมัน (ผู้จัดการออนไลน์, 2557., สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2557.) ต่อมาวันที่ 10 มิถุนายน 2557 พบคราบน้ำมันเป็นแผ่นฟิล์มเหนียวๆ คล้ายน้ำมันเตา หรือน้ำมันที่ใช้งานแล้ว ลอยเข้าชายหาด หน้าหมู่บ้านสบายสบาย รีสอร์ทหาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง โดยไม่ทราบถึงแหล่งที่มากระจายตามแนวชายหาดบางแสน โดยที่ในน้ำไม่พบคราบน้ำมัน (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2557) วันที่ 7 สิงหาคม 2557 เกิดคราบน้ำมันถูกคลื่นลมพัดพาเข้าหาดบางแสนมีลักษณะเป็น Tar ball ขนาดเล็กๆกระจายเป็นบริเวณกว้างตรงหน้าวงเวียน โรงแรมบางแสน รีสอร์ท แต่ที่บริเวณน้ำทะเลไม่พบคราบน้ำมัน ซึ่งคาดการณ์ว่าน่าจะมาจากทางศรีราชาตามทิศทางกระแสลมที่พัดเข้าฝั่งขณะนั้น (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2557) ล่าสุดเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2557 ได้เกิดคราบน้ำมันมีลักษณะเป็นก้อนเหนียวๆ (tar ball) ขึ้นที่บริเวณก้นอ่าวจังหวัดระยอง มีลักษณะเป็นน้ำมันเหนียวๆ สีดำ กระจายเป็นแนวยาวตามชายหาดระยะทางยาวประมาณ 1 กม. โดยไม่รู้แหล่งที่มา

จากปัญหาน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ดังกล่าวที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล สารมลพิษเข้าปนเปื้อนในระบบห่วงโซ่อาหารนำมาซึ่งความอันตรายต่อระบบสุขภาพของประชาชนที่ได้บริโภคเข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากการที่น้ำมันดิบมีความสามารถละลายได้น้อยในน้ำ ซึ่งองค์ประกอบของน้ำมันจะเป็นสาร โปไตรเลียมที่มีสารในกลุ่มของ PAHs อยู่และมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน (Persistent Organic Pollutant, POPs) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำลดลงส่งผลให้เกิดโรคร้ายขึ้นเช่นสาร B[a]P เนื่องจากสารไปยับยั้ง CYP 450 (Malmström et al., 2004.) สาร PAHs บางชนิดเช่น Phenanthrene มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้มากจึงเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อย่างรวดเร็วทำให้มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ (Wootton et al., 2003.) การตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของสาร PAHs ที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำกลุ่มที่มนุษย์นำมาบริโภคและมีอยู่ในท้องถื่น นับว่ามีความสำคัญยิ่งเพื่อให้ทราบสถานการณ์คุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหามาตรการการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถ การเสริมสร้างการพัฒนาของหน่วยงานท้องถื่นและหน่วยงานของภาครัฐในการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนของประเทศ เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ดี และสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่อไป

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก
2. ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ประชาชนในท้องถื่นให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

## บทที่ 2 เอกสารงานวิจัย

จากการที่พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกได้มีการพัฒนาในโครงการ Eastern Seaboard ทำให้มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ชายฝั่งทั้งทางอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวอย่างมาก ชุมชนมีการขยายตัว มีความหนาแน่นของประชากรเพิ่มมากขึ้น และรัฐบาลมีนโยบายที่จะให้สร้างเมือง ศรีราชา เป็นศูนย์กลางความเจริญในการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น (Sriracha Hub) จากความเจริญเติบโตของเมืองส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆตามมามากมาย โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ทางการขนส่งทางน้ำ และกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งด้านการประมง และการท่องเที่ยว จึงพบเห็นการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลอยู่บ่อยๆทั้งจากการเกิดอุบัติเหตุเรือชนหินโสโครก หรือเรือชนกัน รวมทั้งการรั่วไหลระหว่างการถ่ายน้ำมันลงสู่เรือเพื่อการประมงหรือเพื่อการท่องเที่ยว จากท่าเรือศรีราชาไปยังเกาะสีชัง จากเหตุการณ์อุบัติเหตุรั่วไหลตามทีกรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้รายงานไว้ พบว่ามีการรั่วไหลมาตั้งแต่ปี 2516-2545 รวม 88 ครั้ง โดยครั้งแรกในปี 2545 มีปริมาณน้ำมันที่รั่วไหลมากถึง 200 ตัน ที่บริเวณหินฉลาม อำเภอสัตหีบ โดยไม่ได้มีการจัดการเก็บน้ำมันทิ้งทันที เพราะไม่มีการแจ้งให้หน่วยงานที่รับผิดชอบเข้ามาจัดการคราบน้ำมัน จึงส่งผลให้มีการกระจายตัวของน้ำมันไปตามกระแสน้ำและเคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งบริเวณหาดพลา หาดพยุคน หาดน้ำริน หาดแสงจันทร์ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง และเกาะจวง เกาะจาน เกาะขามหินหลักไมล์ เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี ส่วนครั้งที่สองมีการรั่วไหลของน้ำมันเตา 20 ตัน จากอุบัติเหตุเรือชนกัน บริเวณระหว่างเกาะไผ่และเกาะล้าน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ถึงแม้ว่าจะมีการวางทุ่นกักคราบน้ำมันแต่ยังมีคราบน้ำมันบางส่วนกระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม ในบริเวณท่าเทียบเรือแหลมฉบัง แหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ และยังพบมีก้อนน้ำมัน (Tar ball) ตามชายหาดบางละมุง และหาดพัทยา เกิดความเสียหายอย่างมากทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการท่องเที่ยว และการประมงชายฝั่ง

พื้นที่ชายฝั่งทะเลในภาคตะวันออก มีการใช้ประโยชน์อย่างมากทั้งด้านการท่องเที่ยว การประมง การอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นที่ในอำเภอสัตหีบ มีใช้ในกิจกรรมต่างๆที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไป เช่นกลุ่มอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน ท่าเรือพาณิชย์ การประมง และการขนส่งทางน้ำ จากศรีราชาสู่เกาะสีชัง จากกิจกรรมต่างๆ ในขณะที่พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดระยอง มีการประกอบการด้านอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เหล่านี้ก่อให้เกิดต้นเหตุให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลได้ตลอดเวลา แม้ในอดีตที่ผ่านมาจะเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลมาหลายครั้ง ตามทีกรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้รวบรวมเป็นสถิติข้อมูลการเกิดเหตุรั่วไหลไว้ ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ กรมเจ้าท่า (2560) ยังได้รวบรวมข้อมูลการเกิดเหตุรั่วไหลในแหล่งน้ำทั่วประเทศไว้ ซึ่งได้นำมาเฉพาะที่เกิดบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ตารางที่ 2) จากการขนถ่ายน้ำมัน การลักลอบปล่อยน้ำล้างถังน้ำมัน หรือน้ำ

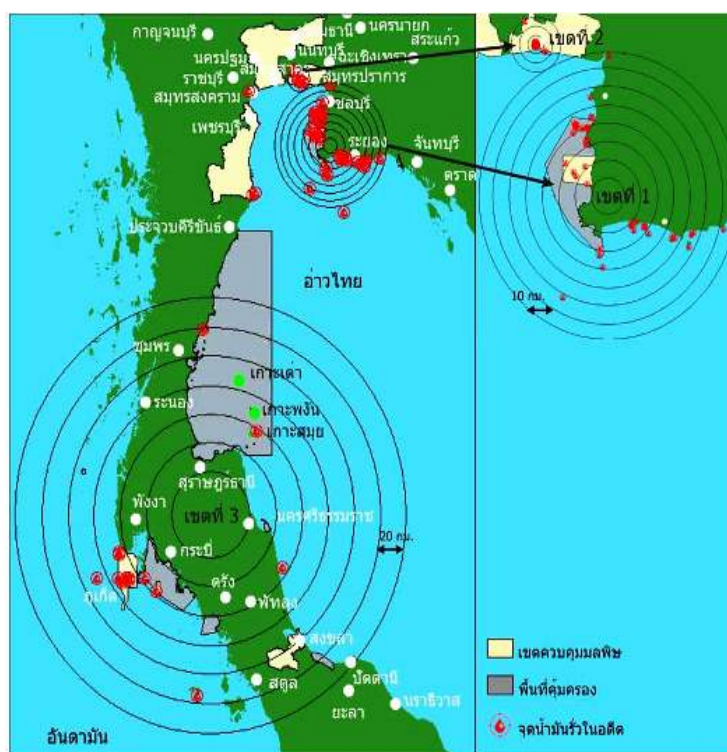
อับเฉาเรือลงในทะเล จากเหตุดังกล่าวจึงมีการแบ่งเขตความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย โดยส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2554) ได้จำแนกความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำทะเลไทย ตามระดับความเสี่ยงและความรุนแรงต่อการได้รับผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล ออกเป็น 4 เขต ดังนี้

เขตที่ 1 มีความเสี่ยงสูงมาก ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม มีกิจกรรมการขนถ่ายน้ำมันบริเวณท่าเทียบเรือและกลางทะเล มีการจราจรทางน้ำหนาแน่น

เขตที่ 2 มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงท่าเรือคลองเตย เป็นเส้นทางหลักของเรือบรรทุกน้ำมัน เรือสินค้า และเรือโดยสาร อีกทั้งเป็นที่ตั้งคลังน้ำมันหลายแห่งริมฝั่งแม่น้ำ

เขตที่ 3 มีความเสี่ยงสูงปานกลาง ฝั่งทะเลอ่าวไทย ได้แก่ อ่าวไทยด้านตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ พัทลุง และสงขลา และฝั่งทะเลอันดามัน ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดตรัง พังงา กระบี่ ตรัง และสตูล น้ำมันรั่วไหลอาจเกิดจากเรือบรรทุกน้ำมันที่เดินทางเข้าออก ช่องแคบมะละกา การขนถ่ายน้ำมัน ท่าเรือน้ำลึก และท่าเรือโดยสาร ฯลฯ

เขตที่ 4 มีความเสี่ยงต่ำ ได้แก่ พื้นที่บริเวณฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามันนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 3 เขต ข้างต้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงเขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ความรุนแรงของผลกระทบจากน้ำมัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งชนิดของน้ำมัน ปริมาณที่รั่วไหล สภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณที่เกิดรั่วไหล ระดับความลึก กระแสน้ำ กระแสลม การขึ้น-ลงของน้ำทะเล ตลอดจนความหลากหลายและความสมบูรณ์ของทรัพยากรรอบๆบริเวณนั้น คลื่นลมจะเป็นตัวการให้เกิดการผสมผสานของน้ำกับน้ำมันบางส่วนจะระเหย(มีจุดเดือดต่ำ มีโมเลกุลขนาดเล็ก) ส่วนที่เหลือจะดูดซับน้ำไว้ในเนื้อน้ำมันเกิดเป็นอิมัลชัน (Emulsion) จะทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น 3-4 เท่าตัว คลื่นและกระแสน้ำจะพัดพาไปได้ไกล แบคทีเรียบางชนิดจะช่วยย่อยสลายคราบน้ำมัน บางส่วนจะจับตัวเป็นก้อนสีดำจมลงสู่พื้นท้องทะเล บางส่วนจะถูกพัดพาไปสู่ชายฝั่ง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล มีผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการกินอาหาร เกิดความผิดปกติในการแพร่พันธุ์ และด้วยคุณสมบัติของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมี Half life ที่ยาวนาน จึงคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน โอกาสที่ถ่ายทอดและสะสมไปตามห่วงโซ่อาหารก็สูงมากขึ้น

น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการสะสมกันของสารอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่ทับถมกันภายใต้พื้นผิวโลกเป็นระยะเวลาหลายล้านปี โดยมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และโลหะต่างๆ สารปิโตรเลียมจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบในสัดส่วนที่ต่างกัน (จรรยา , 2537.) ไฮโดรคาร์บอนแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มทางเคมีหลักๆ คือ พาราฟิน (paraffin) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แนฟทีน (naphthenes) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แต่มีหน่วยของไซคลิก (cyclic) และอะโรมาติก (aromatics) คือไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว นอกจากนั้นมีสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจน วานาเดียม นิกเกิลและเกลือแร่อื่นๆ และสารประกอบเอสพาลท์ ที่ไม่สามารถถูกกลั่นออกได้ องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยไปก่อนสำหรับองค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำเรียงลำดับได้ดังนี้คือ สารประกอบเฮเทอโร > สารประกอบอะโรมาติก > ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันหรือน้ำมันดิบมีความสามารถละลายได้น้อยในน้ำ จึงคงสภาพอยู่ในแหล่งน้ำได้นาน ขณะที่องค์ประกอบของน้ำมันจะเป็นสารปิโตรเลียมที่มีสารในกลุ่มของ PAHs อยู่และมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน (Persistent Organic Pollutant, POPs) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั้งในระยะเวลาอันสั้นและ/หรืออาจจะส่งผลกระทบในระยะเวลาที่ยาวนานพิษของน้ำมันต่อสิ่งมีชีวิตจึงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมัน เมื่อน้ำมันเข้าสู่สิ่งมีชีวิตหรือเข้าไปติดค้างในเนื้อเยื่อทำให้มีผลต่อขบวนการดำรงชีวิต เช่น ความผิดปกติของการเผาผลาญอาหารในร่างกายทำให้การเจริญเติบโตลดลง เกิดความผิดปกติในการแพร่พันธุ์ และเกิดความผิดปกติในทางพฤติกรรมการกินอาหารรวมทั้งส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำลดลง ส่งผลให้เกิดโรคได้ง่ายขึ้นเช่นสาร B[a]P เนื่องจากสารไปยับยั้ง CYP 450 (Malmström *et al.*, 2004.)

PAHs (Polycyclic aromatic hydrocarbons) เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยวงอะโรมาติก (aromatic ring) ตั้งแต่สองวงขึ้นไปต้องอาศัยคาร์บอน 2 อะตอมในการเชื่อมต่อกัน วงอะโรมาติกอาจจะมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ PAHs ประกอบด้วยสารที่มีสูตรโครงสร้างหลักต่างกัน 35 ชนิด (ดังตารางที่ 2) โดยแต่ละสูตรโครงสร้างหลักประกอบด้วยอนุพันธ์ต่างๆ (derivative) PAH มีปรากฏอยู่ในธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ในควันจากภูเขาไฟ นอกจากนี้ PAHs ยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อีกด้วย ที่สำคัญ คือการเผาไหม้สิ่งต่างๆในสภาวะที่ไม่สมบูรณ์ เช่น การเผาไม้ กระดาษ ยางรถยนต์ สารในกลุ่มของ PAHs บางชนิดมีความเป็นพิษต่อมนุษย์ และสารบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรง (กรมควบคุมมลพิษ, 2543.) เช่น Benzo [a] pyrene สาร PAHs บางชนิดเช่น Phenanthrene มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้มากจึงเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อย่างรวดเร็วทำให้มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ (Wootton *et. al.*, 2003.)

Hungspreugs *et al.* (1984) ศึกษาโลหะหนักและ ส่วนประกอบของโพลีไซคลิก ไฮโดรคาร์บอน ในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่หน้าผิวดิน พบปริมาณสาร PAHs มีความเข้มข้นที่ 1.0 – 8.2 ng/g

Boonyatumanond, R. *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจาย และแหล่งที่มาของสาร PAHs ในแม่น้ำ ปากแม่น้ำ และตะกอนดินทะเล มาตามแม่น้ำเริ่มจากที่จังหวัดอยุธยา มากรุงเทพฯ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย พบสาร PAHs อยู่ในช่วง 6 – 8399 ng/g (น้ำหนักแห้ง) มีค่าเฉลี่ยที่  $2290 \pm 2556$  ng/g บริเวณชายฝั่งจะมีปริมาณสูงกว่าบริเวณที่ห่างฝั่ง นอกจากนั้นยังพบการปนเปื้อนหรือแหล่งที่มาจากพวก petrogenic (>) and pyrogenic คือมาจากพวกปิโตรเลียมเป็นหลัก

Cheevaporn, V. and F, William (2007) ได้ศึกษาการใช้ไซโตโครม 450 (CYP 1 A P 450) เพื่อเป็นเครื่องมือใช้ตรวจวัดหา PAHs ในปลาจากน้ำตื้นของปลาลิ้นหมา (tongue-fish, *Cynoglossus acrolepidotus*) ผลการศึกษามีความสัมพันธ์กับปริมาณสาร PAHs ที่พบในตะกอนดิน ในบริเวณศรีราชา ซึ่งเป็นแหล่งอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน และบริเวณสัตว์หีบ พื้นที่ๆมีการรั่วไหลของน้ำมัน

Isobe, T. *et al.* (2007) ได้ทำการศึกษาสาร PAHs ที่แพร่กระจายในหอยแมลงภู่ บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศอินโดนีเซีย สิงคโปร์ มาเลเซีย เขมร เวียดนาม และประเทศไทย พบอยู่ในช่วง 11 – 1,133 ng/g (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่สาร PAHs ในหอยจากประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วงที่น้อยมาก (ไม่สามารถตรวจวัดได้) ถึง 211 ng/g (น้ำหนักแห้ง)

Pongpiachan, S. *et al.* (2013) ศึกษาความเสี่ยงของสาร  $\Sigma 12$  PAHs ในพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทย ที่ได้รับผลกระทบจากพายุคลื่นสึนามิ ในปี 2547 (2004) จากตะกอนดินชายฝั่งเขาหลัก ดินบนบกเขาหลักและตะกอนดินในทะเลสาบสงขลา พบ  $10.3 \pm 12.2$  ng/g  $16.0 \pm 47.7$  ng/g และ  $5.67 \pm 5.39$  ng/g ตามลำดับ

ประภาศิริ บาร์เนท และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลกระทบของโลหะหนักและ

สารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี 2555 – 2557 พบความเข้มข้นของ PAHs รวมในตับปลาจากอ่างศิลา มีค่าเฉลี่ย  $0.1041 \pm 0.1026$  ug/g dry wt. (n=30) สูงกว่า 4 เท่า ในกล้ามเนื้อค่าเฉลี่ย  $0.0270 \pm 0.0519$  ug/g dry wt. (n=30) ส่วนมาบตาพุด ความเข้มข้นของ PAHs ในตับปลามีค่าเฉลี่ย  $0.0546 \pm 0.0547$  ug/g dry wt. (n=30) สูงกว่า 2.7 เท่า ในกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.0201 \pm 0.0278$  ug/g dry wt. (n=30) โดยความเข้มข้นในตับปลาจากอ่างศิลา สูงประมาณ 2 เท่า จากมาบตาพุด ความเข้มข้นในกล้ามเนื้อปลาจากทั้งสองสถานี พบค่าใกล้เคียงกัน ส่วนหอยแมลงภู่นานาชาติใหญ่จากอ่างศิลามีค่าเฉลี่ย  $0.0500 \pm 0.0194$  ug/g dry wt. (n=20) สูงกว่า 2 เท่าในหอยขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ย  $0.0225 \pm 0.0225$  ug/g dry wt. (n=30) ในขณะที่หอยขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ย  $0.1834 \pm 0.0567$  ug/g dry wt. (n=20) สูงกว่า 13 เท่าในหอยขนาดเล็กค่าเฉลี่ย  $0.0142 \pm 0.1004$  ug/g dry wt. (n=20) ความเข้มข้นของ PAHs รวมในหอยแมลงภู่นานาชาติใหญ่จากมาบตาพุดมีค่าสูง 3.6 เท่ากว่าจากอ่างศิลา และหอยแมลงภู่นานาชาติจังหวังจังหวัดเป็นชุดควบคุม ไม่พบความเข้มข้นของ PAHs รวม (n=10)

**ตารางที่ 1** แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ.2547-2554 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
26 ธ.ค. 2547	เกาะครก เกาะสาก เกาะล้าน จ. ชลบุรี	น้ำมันเตา	500,000 ลิตร	เรือ Dargon one เกิดอุบัติเหตุชนหินโสโครก
14 มี.ค. 2548	หาดทรายทอง จ. ระยอง	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
1 ธ.ค. 2548	ทิศใต้เกาะเสม็ด จ. ระยอง	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
19 ธ.ค. 2548	เกาะค่างดาว อ.ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันดิบ	30,000 ลิตร	ข้อต่อท่อดังน้ำมันดิบจากเรือขนส่งน้ำมันของบริษัทไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) ชำรุดและหลุดออกจากกัน
18 มี.ค. 2549	ปากน้ำพังราด ถึงอำเภอบ้านฉาง จ. ระยอง	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ.2547-2554 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
4 พ.ค. 2549	ด้านในท่าเทียบเรือมาบตาพุด จ.ระยอง	น้ำมันเตา	20,000 ลิตร	เกิดรอยรั่วที่ของเรือบรรทุกน้ำมัน "CP 34" ที่ท่าเทียบเรือของ บ. อัลลายแอนซ์ รีไฟน์นิ่ง จำกัด
18 ก.ค. 2549	ชายหาดแหลมฉบัง จ. ชลบุรี	น้ำมันปนน้ำ	1,000 ลิตร	ถังรองรับน้ำมันใช้แล้วจากเรือที่ซ่อมบำรุงบนฝั่งบริเวณ บ. ยูนิไทยชิปยาร์ด แอนด์เอ็นจิเนียริง จำกัด พลิกล้ม
27 ก.ย. 2550	นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ. ระยอง	น้ำมันดีเซล	200 ลิตร	น้ำมันที่ใช้ปฏิบัติงานในการซัฟ-ดาวน์ระบบ รั่วไหลจากวาล์วเปิด-ปิดที่ชำรุดของ บ. โกลว์เอสพีพี จำกัด (มหาชน)
1-3 พ.ค. 2551	ชายหาดวอนนภา จ. ชลบุรี	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
1-3 พ.ค. 2551	ชายหาดปากแม่น้ำระยอง หาดน้ำริน หาดพะยูง หาดปลา หาดสุชาติ หาดแม่รำพึง สวนสน กันอ่าว	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล



ตารางที่ 2 แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2559 (กรมเจ้าท่า, 2560)

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
2 ส.ค. 2554	มซีพอร์ท ต. ทุ่งสุขลา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น	ไม่มีข้อมูล	เรือบรรทุกสินค้า เหล็กม้วน “Unison Vigor” อับปางจากการถูก เรือบรรทุกเหล็ก “Ocean Flavor” กระแทกชน
1 ม.ค. 2555	บริเวณหน้าท่าเทียบเรือ เคอร์รี่ สยามซีพอร์ท ต. ทุ่ง สุขลา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันเตา	ไม่ทราบ	รั่วไหลจากเรือ บรรทุกเหล็กสัญชาติ ปานามาชื่อ Unison Vigor
12 ม.ค. 2556	บริเวณท่าเทียบเรือ B5 ท่าเรือแหลมฉบัง	คราบน้ำมันสี ดำ	ไม่ทราบ	ปล่อยทิ้งจากเรือ M.V. SITC Inchon สัญชาติฮ่องกง
29 ม.ค. 2556	บริเวณหน้าท่าเรือศรีราชา ฮาร์เบอร์ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	คราบน้ำมันสี น้ำตาล (ลักษณะเป็น แผ่นและหยด น้ำมันขนาด เล็ก)	ประมาณ 700 ลิตร	ไม่ทราบ
22 ก.พ. 2556	บริเวณด้านทิศตะวันออก เฉียงเหนือและทิศตะวันตก ของท่าเรือศรีราชาฮาร์เบอร์ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันเตา (คราบน้ำมันสี ดำ)	ไม่ทราบ	ไม่ทราบ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2560 (กรมเจ้าท่า, 2560)

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
27 ก.ค. 2556	บริเวณทุ่นรับน้ำมันดิบกลางทะเล (Single Point Moonring : SPM) รวมทั้งด้านเหนือและทิศตะวันตกของเกาะเสม็ด จ. ระยอง	น้ำมันดิบ	ประมาณ 50 ตัน	รั่วไหลจากท่อรับน้ำมันดิบขนาด 16 นิ้ว รั่วบริเวณทุ่น S SPM ของบริษัท PTTGC
7 ธ.ค. 2556	บริเวณชายหาดตาแหวนของเกาะล้าน จ. ชลบุรี	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ	สันนิษฐานว่าเกิดจากการลักลอบทิ้งจากเรือ
8 ต.ค. 2558	ท่าเทียบเรือแหลมฉบัง C๑	น้ำมันเตา	ประมาณ 5,000 ลิตร	ท่อระบายอากาศ (Air Ventilation) ของเรือคอนเทนเนอร์ชื่อ HEKE Pสัญชาติไต้หวัน ปล่อยน้ำมัน (Fuel Oil) ตกหัก
26 ก.พ. 2559	ท่าเรือแหลมฉบัง จ. ชลบุรี	น้ำมันหล่อลื่นสีดำ	ไม่เกิน 3,000 ลิตร	เรือ OCEAN DREAM สัญชาติโตโก จม
7 ก.ย. 2559	หาดวอนนภา-หาดบางแสนหน้าโรงแรมบางแสนเฮอริเทจ ระยะทาง 1.5 กม.	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ	ลักลอบทิ้ง
16 ก.ย. 2559	พื้นที่จุดทอดสมออ่าวอุดมด้านเหนือ	ไฮโดรลิก	ไม่ทราบ	รั่วออกจากเพลลาไบจันเรือ SIAM AIRAWAT 1

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
21 ม.ค. 2560	จังหวัดสมุทรปราการ	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ ขนาดความกว้าง 3-4 เมตร ความยาวประมาณ 1 กิโลเมตร	ไม่ทราบ
30 ม.ค. 2560	แหลมฉบัง	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ เป็นแนวยาวประมาณ 100 เมตร	รั่วไหลจากเรือบรรทุกสินค้า AKARI สัญชาติไลบีเรีย
22 ก.พ. 2560	แม่น้ำจันทบุรี	คราบน้ำมันสีเงินเงา	ไม่ทราบ เป็นแนวยาวประมาณ 1 กิโลเมตร	ไม่ทราบแหล่งที่มา

### การเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของสาร PAHs

PAH เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทาง ทั้งจากธรรมชาติ เช่น การซึมของน้ำมันดิบจากแหล่งน้ำมันใต้ดิน ทำให้ PAH ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติและดิน การเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์นับเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ปล่อยสาร PAH ออกสู่สิ่งแวดล้อม รถยนต์นับเป็นแหล่งกำเนิด PAH ที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมที่สำคัญ แหล่งที่มาของ PAHs จัดแบ่งได้ 3 แหล่งคือ แหล่งแรกที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ การเผาไหม้ของวัตถุอินทรีย์สาร จากกิจกรรมของมนุษย์ หรือเกิดเองจากธรรมชาติ แหล่งที่สองจากการใช้ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เพื่อพาหนะขนส่ง และแหล่งที่สามในแร่หินที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติที่มาจากสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่นในน้ำมันดิบ (Garrigues *et al.*, 2001.) และยังพบในแหล่งอื่นๆ อีกด้วยเช่นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือในน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว อุตสาหกรรมน้ำมัน ไอเสียรถยนต์ การย่างอาหาร น้ำมันที่ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้เกิดอนุมูลอิสระและสารก่อมะเร็ง เช่น สาร Benzo[a]pyrene และยังพบว่า มีผลต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกันยับยั้งการสร้างแอนติบอดี และสามารถเปลี่ยนแปลง macrophages, T-cell และ B-cell (กรมควบคุมมลพิษ, 2543.)

PAHs เป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัว สารในกลุ่มนี้มี แนพธาซีน (Naphthalene) มีโครงสร้างง่ายที่สุด มีโครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยวงเบนซีน 2 วง (อรวรรณ, 2542.) Naphthalene เป็น PAH บริสุทธิ์เพียงสารเดียวที่มีข้อมูลการนำเข้าจากต่างประเทศ ปริมาณนำเข้าในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง 2542 มีปริมาณ 2,909,869 – 4,447,360 กิโลกรัม โดยเข้ามาจากประเทศหลักๆ สองประเทศ คือ ประเทศออสเตรเลีย และ เกาหลีใต้ สารในกลุ่มของ PAH มีหลายชนิดที่มีความสำคัญทางอุตสาหกรรมต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตสารเคมีชนิดอื่นๆ คือ

Acenaphthene	ใช้ในการผลิตสารเคมีต่างๆ คือ Naphthalicanhydride ใช้ผลิตสี acenaphthylene ใช้ผลิตเรซิน
Anthracene	ใช้เป็นสารตรวจวัดกัมมันตรังสี (scintillant) และใช้ผลิต anthraquinone ซึ่งใช้ผลิตสี (dyestuffs) ชนิดต่างๆ เช่น alizarin เตรียมจากปฏิกิริยา suphonation ของ anthraquinone ได้เป็น anthraquinone-2-sulphonic acid เมื่อทำปฏิกิริยากับต่าง NaOH และ sodium chlorate ได้ alizarin sodium salt ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> จึงได้สี alizarin
Fluorathene	ใช้ผลิตสีชนิดเรืองแสง
Fluorene	ใช้ผลิต fluorenone สารออกซิไดส์อย่างอ่อน (mild oxidant)
Naphthalene	ใช้ผลิตสารเคมีต่างๆ คือ phthalic anlydride สี, สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl), ตัวทำละลาย (alkylnaphthalene) สำหรับการผลิตกระดาษสำเนาชนิดไม่ต้องใช้กระดาษคาร์บอน (carbonless copy paper) และใช้เป็นสารไล่แมลงในตู้เสื้อผ้า (ลูกเหม็น, moth repellent)
Phenanthrene	ใช้ผลิตสารเคมีต่างๆ คือ phenanthrenequinone, diphenic acid
Pyrene	ใช้ผลิตสีชนิด perinon pigment

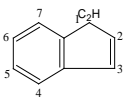
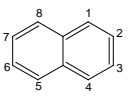
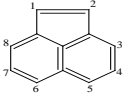
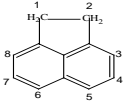
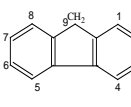
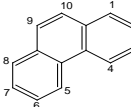
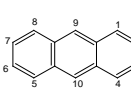
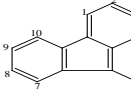
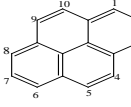
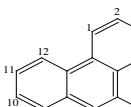
จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาสารปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน ที่สะสมหรือปนเปื้อนอยู่ในแหล่งต่างๆ ในระบบนิเวศทางน้ำบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทยในปัจจุบันพบว่ามีข้อมูลอยู่น้อยมาก และไม่มีการติดตามการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการศึกษาหาปริมาณและชนิดของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนบริเวณเศรษฐกิจ ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ของ อรุณี ( 2542) พบว่าตัวอย่างดินตะกอนในจังหวัดชลบุรีจากสะพานปลาอ่างศิลา ชายหาดบางแสน ศรีราชา(ท่าเทียบเรือไปเกาะสีชัง) แหลมฉบังและชายหาดพัทยา มีการปนเปื้อนน้ำมันปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ทุกสถานี ทุกตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 354-1,293 µg/g โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณสูงสุดพบที่สถานีศรีราชา นอกจากนี้ยังพบมีการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในทุกตัวอย่างที่วิเคราะห้ และ

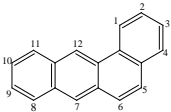
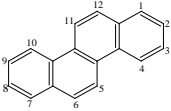
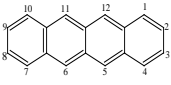
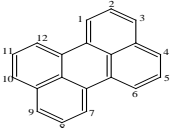
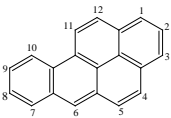
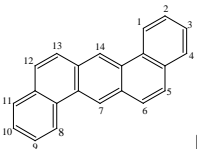
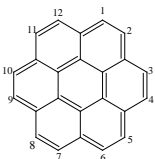
กรมควบคุมมลพิษ ( 2543) ได้รายงานสถานการณ์ปัญหามลพิษทางน้ำพบว่ามีการปนเปื้อนน้ำมันลอยอยู่บนผิวน้ำในบริเวณอ่าวชลบุรี ทำเรือไปเกาะสีชัง หาดพิทยา อ่าวอุดม อ่าวสัตหีบ อ่าวบ้านเพ ขณะที่งานวิจัยทางด้านปิโตรเลียม หรือสาร PAHs ในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกยังขาดหน่วยงานที่ให้ความสนใจทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทางด้านนี้ แต่ด้วยคุณสมบัติของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นาน ทำให้สามารถสะสมถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศได้ ดังการศึกษาการสะสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในห่วงโซ่อาหารทางทะเล บริเวณอ่าวบ้านเพ จังหวัดระยองของ Suwanagosoom. (2001) พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม ในส่วนน้ำทะเลมีความเข้มข้นเฉลี่ย  $0.61 \pm 0.26$  ไมโครกรัมต่อลิตร ในตะกอนดินความเข้มข้นเฉลี่ย  $1.53 \pm 2.39$  ไมโครกรัมต่อกรัม แต่มีการสะสมสูงในสัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน และหอยแมลงภู่ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่าแฟกเตอร์ความเข้มข้นทางชีวภาพจากน้ำทะเล (bioconcentration factor, BCF) ขณะที่ค่าแฟกเตอร์ความเข้มข้นทางชีวภาพจากดินตะกอน พบว่าสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่หอยแมลงภู่ หอยตลับลาย ปลาทรายขาว ปลาทรายแดง และปลาเห็ดโคนตามลำดับ

จากการศึกษาของ กิตติวดี ( 2546) ปริมาณของสาร พีเอเอช ตกค้างอยู่ในหอยทะเลและตะกอนดินบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย พบในหอยนางรมมีมากที่สุด รองลงมาในดินตะกอน และหอยแมลงภู่ ตามลำดับ ดังนั้นการได้รับทราบถึงระดับการสะสมสาร PAHs ในสัตว์น้ำในบริเวณต่างๆ จะเป็นบ่งชี้ถึงสถานะของมลพิษในสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การป้องกันหรือแก้ไข เพื่อให้มนุษย์มีความเสี่ยงน้อยลงต่อการได้รับสารพิษที่จะถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหารได้

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ สูตรโครงสร้างของสาร โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน บางชนิด

Molecular Structure	Compound name	CASRN	Molecular Formula	Molecular Weight
	Indene	95 – 13 – 6	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub>	116.16
	Naphthalene	91 - 20 – 3	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128.17
	Acenaphthylene	208- 96 – 8	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	152.17
	Acenaphthene	83 – 32 – 9	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154.21
	Fluorene	86 – 73 – 7	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	166.22
	Phenanthrene	85 – 01 – 8	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.23
	Anthracene	120- 12 – 7	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.23
	Fluoranthene	206- 44 – 0	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.26
	Pyrene	129- 00 – 0	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.26
	Triphenylene	217- 59 – 4	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Molecular Structure	Compound name	CASRN	Molecular Formula	Molecular Weight
	Benz[a]anthracene	56 - 55 - 3	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29
	Chrysene	218- 01 - 9	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29
	Naphthacene	92 - 24 - 0	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29
	Perylene	198- 55 - 0	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.32
	Benzo[a]pyrene	50 - 32 - 8	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.32
	Dibenz [a,h]anthracene	53 - 70 - 3	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	278.35
	Coronene	1911- 07 - 1	C <sub>24</sub> H <sub>12</sub>	300.29

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2543.

น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการสะสมกันของสารอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่ทับถมกันภายใต้พื้นผิวโลกเป็นระยะเวลาหลายล้านปี โดยมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และโลหะต่างๆ สารปิโตรเลียมจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบใน

สัดส่วนที่ต่างกัน (จรรยา , 2537.) ไฮโดรคาร์บอนแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มทางเคมีหลักๆ คือ พาราฟิน (paraffin) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แนฟทีน (naphthenes) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แต่มีหน่วยของไซคลิก (cyclic) และอะโรมาติก (aromatics) คือไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว นอกจากนั้นมีสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจน วานาเดียม นิกเกิลและเกลือแร่อื่นๆ และสารประกอบเอสพาลท์ ที่ไม่สามารถถูกกลั่นออกได้องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยไปก่อนสำหรับองค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำเรียกว่าได้ดังนี้คือ สารประกอบเฮเทอโร > สารประกอบอะโรมาติก > ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว แหล่งที่มาของ สาร Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) เป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัว PAHs ในกลุ่มนี้มี แนพธา ลีน (Naphthalene) มีโครงสร้างง่ายที่สุด มีโครงสร้างของโมเลกุลประกอบวงแหวนเบนซีน 2 วง (อรรวรรณ, 2542.) จัดแบ่งได้ 3 แหล่งคือ แหล่งแรกที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ การเผาไหม้ของวัสดุ อินทรีย์สารจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือเกิดเองจากธรรมชาติ แหล่งที่สองจากการใช้ปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน เพื่อพาหนะขนส่ง และแหล่งที่สามในแร่หินที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติที่มาจากสิ่งมีชีวิตเป็น องค์ประกอบอยู่ เช่นในน้ำมันดิบ (Garrigues et al., 2001.) และยังพบในแหล่งอื่นๆอีกด้วยเช่นจากการ เผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือในน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว อุตุศาสตร์น้ำมัน ไอเสีย รถยนต์ การย่างอาหาร น้ำมันที่ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้เกิดอนุมล อิสระและสารก่อมะเร็ง เช่น สาร Benzo[a]pyrene และยังพบว่ามียผลต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการสร้างแอนติบอดี และสามารถเปลี่ยนแปลง macrophages, T-cell และ B-cell (กรมควบคุม มลพิษ, 2543.)

พื้นที่ชายฝั่งทะเลในจังหวัดชลบุรี มีการใช้ประโยชน์อย่างมากมายทั้งด้านการท่องเที่ยว การ ประมง การอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นที่ในอำเภอศรีราชา มีใช้ในกิจกรรมต่างๆที่ มีความหลากหลายแตกต่างกันไป เช่นกลุ่มอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน ท่าเรือพาณิชย์ การประมง และ การขนส่งทางน้ำจากศรีราชาสู่เกาะสีชัง จากกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ ทะเลได้ตลอดเวลา แม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาจะเกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลมาหลายครั้ง จากการขนถ่ายน้ำมัน การลักลอบปล่อยน้ำล้างถังน้ำมัน หรือน้ำอับเฉาเรือลงในทะเล โดยคลื่นลมเป็นตัวให้เกิดการผสมผสาน ของน้ำกับน้ำมันบางส่วนจะระเหย (มีจุดเดือดต่ำ มีโมเลกุลขนาดเล็ก) ส่วนที่เหลือจะดูดซับน้ำไว้ในเนื้อ น้ำมันเกิดเป็นอิมัลชัน (Emulsion) จะทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น 3-4 เท่าตัว คลื่นและกระแสน้ำจะพัดพาไป ได้ไกล แบคทีเรียบางชนิดจะช่วยย่อยสลายคราบน้ำมัน บางส่วนจะจับตัวเป็นก้อนสีดำจมลงสู่พื้นท้อง ทะเล บางส่วนจะถูกพัดพาไปสู่ชายฝั่ง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล มีผลต่อ การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการกินอาหาร เกิดความผิดปกติในการแพร่ พันธุ์ และด้วยคุณสมบัติของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมี Half life ที่ยาวนาน จึงคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้



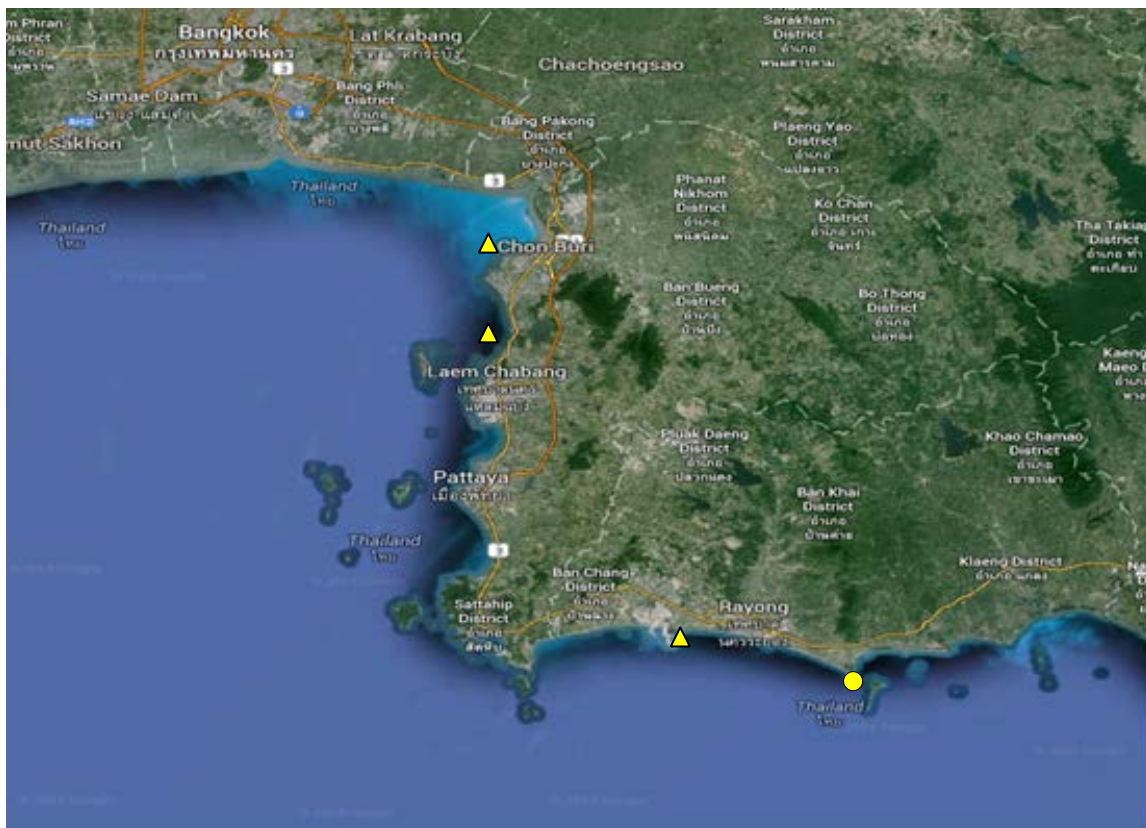
นาน โอกาสที่ถ่ายทอดและสะสมไปตามห่วงโซ่อาหารก็สูงมากขึ้น ดังนั้นการได้ทราบถึงปริมาณการสะสมของ PAHs ในสัตว์น้ำ (ปลา, หอย) และดินตะกอนชายฝั่ง จะให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการควบคุมสารมลพิษในแหล่งน้ำ และเฝ้าระวังเพื่อเตือนประชาชนเพื่อลดความเสี่ยงต่อการรับสารพิษต่อไป

### บทที่ 3 วิธีการวิจัย

กำหนดพื้นที่ศึกษาและสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในจังหวัดชลบุรี พื้นที่บริเวณอ่างศิลาเป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่บริเวณศรีราชาเป็นตัวแทนของแหล่งชุมชน และในพื้นที่บริเวณบ้านอ่าวประดู่ ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยอง เป็นตัวแทนของแหล่งอุตสาหกรรม (ภาพที่ 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ทั้ง 3 แหล่ง โดยในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2560) และในฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน 2561) เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่จากชาวประมงที่ทำการเลี้ยงแบบแขวนในบริเวณชายฝั่งทะเล ตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ที่เก็บแต่ละครั้งจะนำมาผสมกัน (composite sample) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ในแต่ละพื้นที่มี 3 สถานี (ตารางที่ 4) สถานีละ 2 ขนาด โดยที่ขนาดเล็กความยาวไม่เกิน 4 ซม. ขนาดใหญ่ความยาวมากกว่า 6 ซม. (ภาพที่ 7) แต่ละขนาดจำนวน 20 ตัว ทำ 3 ซ้ำรวม 720 ตัวอย่าง ใส่ในถุงพลาสติกเก็บในถังแช่เย็นนำมาคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก ล้างด้วยน้ำสะอาด แยก/แยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อเก็บใส่ลงขวดสีชาที่ล้างด้วย Hexane หรือ Dichloromethane ส่วนตัวอย่างตะกอนดินเก็บเอาส่วนบนด้วย Grap (ภาพที่ 9) นำมาผ่านตระแกรง (sieve) ขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นเก็บใส่ขวดแก้วสีชาที่ล้างด้วย Hexane หรือ Dichloromethane แล้ว เก็บในถังแช่เย็น นำมาเก็บในตู้แช่แข็งรอการวิเคราะห์ทางเคมี ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ได้แยกเอาส่วนของเนื้อเยื่อปลาและหอยที่จะวิเคราะห์ PAHs มาทำให้แห้งเช่นเดียวกับตัวอย่างตะกอนดินด้วยเครื่องอบแห้งแบบความเย็น (freeze dryer) แล้วนำเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณสาร PAHs ด้วยการสกัดเนื้อเยื่อตัวอย่าง (extraction) ได้ดัดแปลงจากวิธีการของ Gfrerer et al., (2002); Hwang & Curtright (2004) และ Suwanagosoom (2001) Gfrerer et al. (2002), Hwang and Curtright (2004) and Suwanagosoom (2001) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 - 5 กรัม ในปิอเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำสกัดด้วย 30% Dichloromethane (Dichloromethane : Methanol, 30 : 70 v/v) ด้วยเครื่อง Ultrasonic (ดังภาพที่ 2) 3 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที เทสารสกัดผ่านกระดาษกรองลงสู่ฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย Potassium Hydroxide นำไปเข้าตู้อบที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา Saponification นำสารตัวอย่างมาสกัดใน Separate funnel เก็บส่วนของสารสกัดมาระเหยด้วยเครื่อง Evaporate ให้เกือบแห้งแล้วละลายด้วย n-Hexane ในปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำมาทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากการสกัดออกโดยใช้คอลัมน์ซิลิกาเจล (silica gel) ดังภาพที่ 15 ทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ PAHs ด้วยเครื่อง GC/MS เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป เช่น ปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ (AOAC, 1990) ขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (Walkley and Black, 1934) และใช้ข้อมูลของปริมาณสาร PAHs มาทำการวิเคราะห์ผลทาง

สถิติโดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (analysis of variance, ANOVA) ของปริมาณสาร PAHs ในแต่ละพื้นที่ ในแต่ละฤดูกาล วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณสาร PAHs กับปริมาณไขมัน ในเนื้อเยื่อ PAHs กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ส่วนตัวอย่างตะกอนดินทำการสกัดเช่นเดียวกับตัวอย่างเนื้อเยื่อ ส่วนหนึ่งทำการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน ) เนื้อเยื่อส่วนหนึ่งนำไปหาปริมาณไขมัน

หมายเหตุ ; ตัวอย่างปลาทะเลที่ได้ทำการศึกษากปริมาณสาร พีเอเอช ในเนื้อเยื่อ ได้ทำการศึกษาเฉพาะในปี 2559 และปี 2560 เท่านั้น ส่วนในปี 2561 งบประมาณที่ได้รับมีจำกัด จึงไม่เพียงพอที่จะเก็บตัวอย่างมาทำการศึกษได้เช่นปีก่อนๆ ได้



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในโครงการวิจัย ตัวอย่างหอยแมลงภู่มะและตะกอนดิน ( ▲ ) และตัวอย่างปลาทะเล ( ● ) แหล่งที่มาของภาพ : Google Earth, (2557).

**ตารางที่ 4.** สถานีเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่มุ่และตะกอนดินชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง

Location	Stations	Latitude (N)	Longitude (E)	Representative
Ang Sila	A 1	13° 20' 28.4''	100° 55' 05.9''	Culture area
	A 2	13° 20' 46.6''	100° 55' 12.5''	
	A 3	13° 20' 49.9''	100° 55' 17.3''	
Sriracha	S 1	13° 11' 14.2''	100° 55' 13.3''	Community area
	S 2	13° 11' 12.5''	100° 55' 14.3''	
	S 3	13° 11' 05.2''	100° 55' 14.7''	
Rayong	R 1	12° 40' 00.4''	101° 10' 08.9''	Industry area
	R 2	12° 40' 28.8''	101° 10' 04.9''	
	R 3	12° 39' 38.0''	101° 10' 06.1''	

#### วิธีการวิเคราะห์หาสารพีเอเอชรวม ด้วยวิธี Gas Chromatography-Mass Spectrometry

วิเคราะห์หาปริมาณสาร PAHs โดยเติมสาร 2-Fluoro-1, 10-biphenyl ซึ่งเป็น internal standard ในขั้นตอนการสกัด หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดทำการแยกเฉพาะส่วนของสาร PAHs ด้วยวิธี column chromatography และนำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสาร PAHs จำนวน 16 ชนิด ( $\Sigma 16$  PAHs) ได้แก่ naphthalene (NAP), acenaphthylene (ACY), acenaphthene (ACE), fluorene (FLO), phenanthrene (PHE), anthracene (ANT), fluoranthene (FLA), pyrene (PYR), benz[a]anthracene (BaA), chrysene (CHR), benzo[b]-fluoranthene (BbF), benzo[k]fluoranthene (BkF), benzo[a]pyrene (BaP), indeno[1,2,3-cd]pyrene (IcdP), dibenzo[a,h]anthracene (DahA) และ benzo[ghi]perylene (BghiP) โดยทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS)ของบริษัท Agilent รุ่น Agilent 6890N Gas Chromatograph/5970 inert Mass Selective Detector (ภาพที่ 9) ซึ่งมีสภาวะการทำงานของเครื่อง ดังนี้

## สภาวะการทำงานของเครื่อง GC/MS

### Instrument setting

Injection volume	1 $\mu$ l	Injection technique	
Splitless		Initial temperature	270 $^{\circ}$ C
Transfer line temperature	280 $^{\circ}$ C		
Injection temperature	270 $^{\circ}$ C		
Carrier gas	Helium	Linear gas velocity	43 cm/sec
Carrier gas flow	1.4 ml/min		

### Temperature program

Initial temperature	0.50 min at 50 $^{\circ}$ C	
Rate ( $^{\circ}$ C/min)	Final temperature	Final time (min)
17	200	0
9	250	0
10	280	7

### Column

Type Capillary column, HP-5MS (0.25 cm x 30 m x 0.25  $\mu$ m Mode  
 Constant flow Detection Mass Selective Detector (MSD)

Acquisition mode SIM mode

ตารางที่ 5 แสดงชนิดของตัวอย่างปลาที่ศึกษาปริมาณการสะสมของสารพีเอเอชรวม (2559-2560)

ลำดับ	ชื่อปลา	แหล่งที่อยู่ / การกิน	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
			ใกล้	ห่าง	ใกล้	ห่าง
1	ปลากะพงเหลืองขมิ้น	หน้าดิน / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
2	ปลาดอกหมากกระโดง	ผิวน้ำ / Omnivorous	✓	✓	✓	✓
3	ปลาดอกหมากครีบบาว	ผิวน้ำ / Omnivorous	✓	✓	✓	✓
4	ปลาดอกหมากครีบบ้าน	ผิวน้ำ / Omnivorous	✓	✓	✓	✓
5	ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล	หน้าดิน / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
6	ปลาทรายแดง	หน้าดิน / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
7	ปลาสลิดหินจุดส้ม	หน้าดิน / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
8	ปลาหมูสีแก้มแดง	หน้าดิน / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
9	ปลาหมังกลม	ผิวน้ำ / Carnivorous	✓	✓	✓	✓
10	ปลาสีกุน	ผิวน้ำ / Omnivorous	✓	✓	✓	✓

### การหาปริมาณอินทรีย์สาร

ทำการหาปริมาณอินทรีย์สารใน ตัวอย่างตะกอนดิน แบบวิธี Wet oxidation (Walkley and Black, 1934)

1. ชั่งตัวอย่างดินตะกอนที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร 0.5-2.0 กรัม (W)
2. เติมน้ำละลาย 1N.  $K_2Cr_2O_7$  10 มิลลิลิตร
3. เติม conc.  $H_2SO_4$  20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งให้ทำปฏิกิริยา 30 นาที
4. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติม Conc.  $H_3PO_4$  10 มิลลิลิตร แล้วเติม Diphenylamine 2 มิลลิลิตร สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน
5. ไตเตรทสารละลายด้วย Ferrous ammonium sulfate (FAS) จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวจุดปริมาณของ FAS ที่ใช้ (T)
6. ทำ Blank ตั้งวิธีเดียวกับตัวอย่าง จดปริมาณของ FAS ที่ใช้ (S)

คำนวณปริมาณอินทรีย์สารในดินตะกอนดังนี้

$$\% \text{ OM} = 100(1-T/S) (0.3/W)$$

เมื่อ

T = ปริมาณสารละลาย FAS ที่ไตเตรทกับตัวอย่าง (ml).

S = ปริมาณสารละลาย FAS ที่ไตเตรทกับ blank (ml).

W = น้ำหนักดินตะกอน (g)

### การหาปริมาณไขมัน (Lipid) ในเนื้อเยื่อ

ทำการหาปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ และปลาทะเล ตามวิธีของ AOAC, 1990.

1. อบขวดก้นกลมที่ 100 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก โดยทำซ้ำๆ 3 ครั้ง เพื่อให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ( $W_1$ )
2. ชั่งตัวอย่างหอยและปลา 1 กรัม (SW) ใส่ใน Thimble สกัดหาปริมาณไขมันโดยใช้ Petroleum ether ชนิด 40 -60 °C ด้วยชุดสกัดแบบต่อเนื่อง Soxhlet extraction เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ลดปริมาณสารด้วยชุดระเหยสาร Rotary evaporation จากนั้นนำตัวอย่างไปอบที่เตาอบให้ความร้อน 90 °C เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก ( $W_2$ ) คำนวณหาปริมาณไขมันดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{W_2 - W_1}{SW} \times 100$$

เมื่อ:

$W_1$  = น้ำหนักขวดก้นกลม

$W_2$  = น้ำหนักไขมัน + น้ำหนักขวดก้นกลม

SW = น้ำหนักตัวอย่าง

### การหาขนาดอนุภาคของตะกอนดิน (Particle size)

ทำการหาขนาดของอนุภาคตะกอนดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (particle size analysis - hydrometer method) Boyd, 1990.

1. นำตัวอย่างตะกอนดินแห้งมาร้อนผ่านตระแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนัก 50 -100 กรัม ใส่ปิเคเจอร์ขนาด 500 มิลลิตร
2. เติมสารละลาย Sodium hexametaphosphate 15 มิลลิตร โดยใช้กระบอกตวงแล้วเติมน้ำกลั่น 300 มิลลิตร คนให้เข้ากัน ถ้าเป็นดินใช้ 10 นาที ทร่ายใช้เวลา 5 นาที เพื่อให้ตะกอน

ดินแตกตัว

3. นำตัวอย่างที่ผสมเข้ากันดีแล้วนำไปใส่ในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดยพยายามล้างเม็ดดินให้ลงไปอยู่ในกระบอกตวงให้หมดแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าขึ้นลง 20 ครั้ง
4. นำ Hydrometer ใส่ลงไปในกระบอกตวง โดยค่อยๆหย่อนพร้อมๆ กับจับเวลา 40 วินาที อ่านค่า Hydrometer และจดบันทึกค่าที่อ่านได้พร้อมกับค่าอุณหภูมิของตัวอย่างด้วย นำ Hydrometer ออกจากกระบอกตวง ล้างทำความสะอาด แล้วทำตัวอย่างอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันนี้
5. ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วกลับมาวัดค่า Hydrometer ใหม่อีกครั้ง (ทำเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ไม่ต้องจับเวลา)

#### สูตรคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{Factor C} &= 0.2 (T - 68) & (T &= ^\circ\text{F}) \\ ^\circ\text{F} &= (^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32 \\ \% (\text{silt} + \text{clay}) &= \frac{40 \text{ sec. corrected reading} \times 100}{\text{Weight (sample)}} \\ \% \text{ Clay} &= \frac{1 \text{ Hr. corrected reading} \times 100}{\text{Weight (sample)}} \\ \% \text{ Sand} &= 100 - \% (\text{silt} + \text{clay}) \\ \% \text{ Silt} &= \% (\text{silt} + \text{clay}) - \% \text{ Clay} \end{aligned}$$

Corrected reading = Hydrometer reading + Factor C

นำค่าที่ได้จากขนาดต่างๆ ของตะกอนดิน ( %) ในแต่ละสถานีมาเทียบลงในตารางสามเหลี่ยม (soil texture triangle) ดังภาพที่ 21 จะทราบว่าบริเวณที่ศึกษาเป็นตะกอนดินประเภทใดและกลุ่มใด (ตารางที่ 7)





ภาพที่ 3 แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 4 แหล่งเพาะเลี้ยงฝั่งทะเลบริเวณบ้านอ่าวประดู่เขตนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดระยอง



ภาพที่ 5 แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งทะเลบริเวณ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างหอยแมลงภูในแหล่งเพาะเลี้ยง ที่มีการเลี้ยงแบบแขวนเชือก





ภาพที่ 7 การคัดเลือกหอยแมลงภู่นานาขนาดใหญ่นานาขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาหาสาร PAHs



ภาพที่ 8 หอยแมลงภู่นานาขนาดเล็กและขนาดใหญ่นานาที่ใช้ในการศึกษาหาสาร PAHs

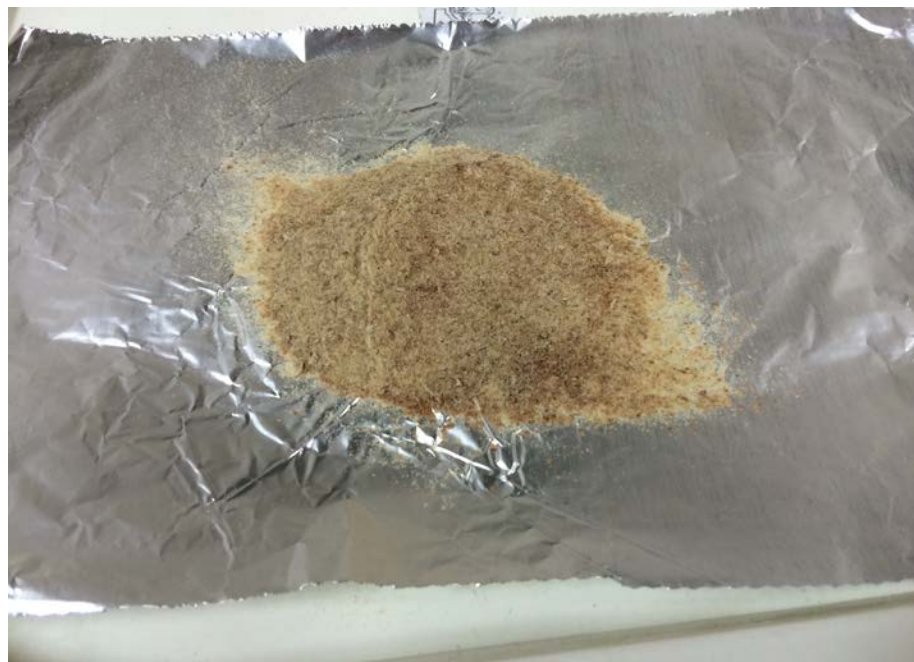


ภาพที่ 9 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ด้วยกระบอกลักเก็บตัวอย่าง (grab sampling)



ภาพที่ 10 ตัวอย่างปลาทะเล จากการวางอวนดักปลา บริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง





ภาพที่ 11 ตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ผ่านการทำแห้งและการบดป่นละเอียดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน



ภาพที่ 12 การสกัดสารฟิเอเอชรวม ในตัวอย่างเนื้อเยื่อและตะกอนดินด้วยเครื่อง Ultrasonic



ภาพที่ 13 การบ่มตัวอย่างที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา Saponification



ภาพที่ 14 การสกัดสารฟิเอเอชรวม แบบแยกส่วนจากสารสกัดของตัวอย่าง



ภาพที่ 15 การแยกและจัดสิ่งสกปรกออกจากสารสกัด ด้วยวิธี Column Silica gel



ภาพที่ 16 การทำให้สารสกัดเข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสาร (evaporate)





ภาพที่ 17 การ Flow Nitrogen gas ในตัวอย่างสารสกัด



ภาพที่ 18 ตัวอย่างสารสกัดพร้อมการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารฟิเอเอชรวม





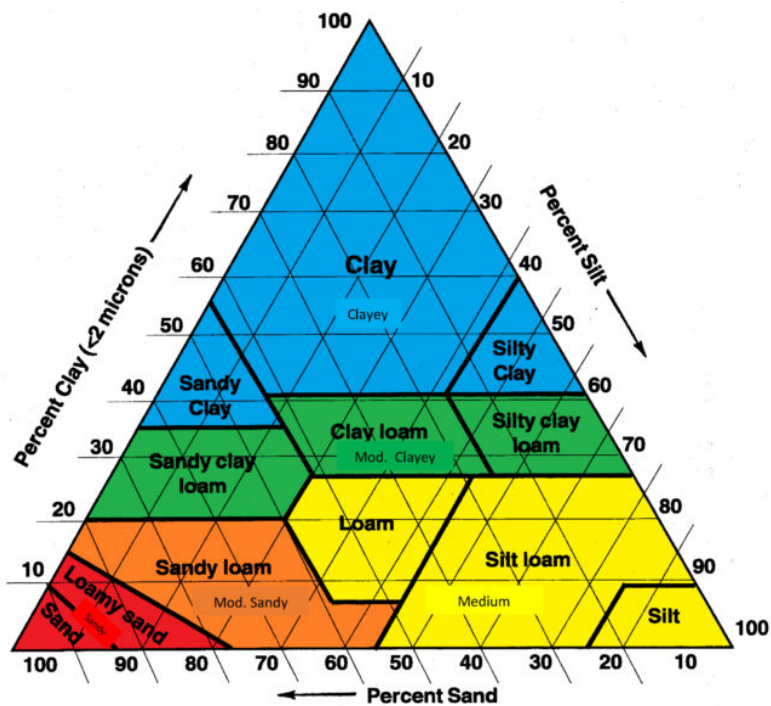
ภาพที่ 19 เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) ของบริษัท Agilent รุ่น Agilent 6890N Gas Chromatograph/5970 inert Mass Selective Detector

ตารางที่ 6 แสดงความสามารถของเครื่อง GC/MS ปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้

Σ16 PAHs	LOD (ug/ml)
Naphthalene (NAP)	0.0009
Acenaphthylene (ACY)	0.0017
Acenaphthene (ACE)	0.0011
Fluorene (FLO)	0.0026
Phenanthrene (PHE)	0.0176
Anthracene (ANT)	0.0011
Fluoranthene (FLA)	0.0153
Pyrene (PYR)	0.0132
Benz[a]anthracene (BaA)	0.0016
Chrysene (CHR)	0.0037
Benzo[b]-fluoranthene (BbF)	0.0018
Benzo[k]fluoranthene (BkF)	0.0017
Benzo[a]pyrene (BaP)	0.0012
Indeno[1,2,3-cd]pyrene (IcdP)	0.0003
Dibenzo[a,h]anthracene (Dah)	0.0009
Benzo[ghi]perylene (BghiP)	0.0026



ภาพที่ 20 การสกัดไขมันในเนื้อเยื่อตัวอย่าง แบบต่อเนื่องด้วย Soxhlet extraction



ภาพที่ 21 ตารางสามเหลี่ยมคุณภาพเนื้อดิน (soil texture triangle) ที่มา: ไทยเกษตรศาสตร์, 2562.

ตารางที่ 7 แสดงเนื้อดินชนิดต่างๆ ในกลุ่มพวกเนื้อดิน

เนื้อดิน	กลุ่มพวกเนื้อดิน
1.ดินเหนียว (clay) 2.ดินเหนียวปนตะกอน (silty clay) 3.ดินเหนียวปนทราย (sandy clay)	พวกดินเหนียว (fine-textured)
4.ดินร่วนเหนียวปนตะกอน (silty clay loam) 5.ดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) 6.ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam)	พวกดินค่อนข้างเหนียว (Moderately Fine-textured)
7.ดินร่วน (loam) 8.ดินร่วนปนตะกอน (silt loam) 9.ดินตะกอน (silt)	พวกดินร่วน (Medium-textured)
10.ดินร่วนปนทราย (sandy loam) 11.ดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) 12.ดินทราย (sand)	พวกดินทราย (coarse-textured)

ที่มา: ไทยเกษตรศาสตร์, 2562.

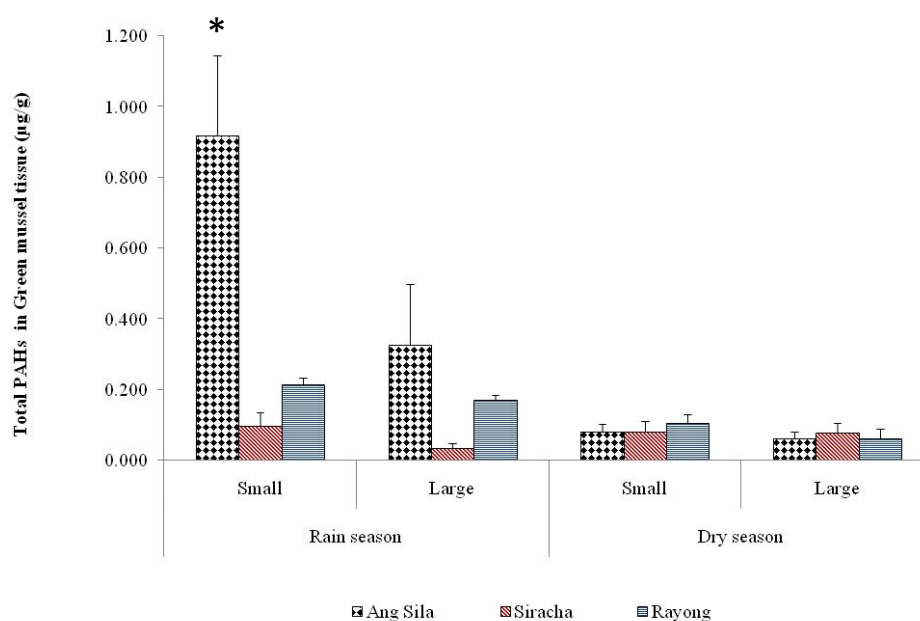
## บทที่ 4 ผลการวิจัย

การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.) ได้ทำการศึกษา ในระหว่างเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2561 เป็นระยะเวลา 3 ปี (โครงการวิจัยต่อเนื่อง) จากพื้นที่ศึกษาและสถานีเก็บตัวอย่างในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก พื้นที่บริเวณอ่างศิลาเป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่บริเวณศรีราชาเป็นตัวแทนของแหล่งชุมชน และในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยองบริเวณบ้านอ่าวประดู่ เป็นตัวแทนของแหล่งอุตสาหกรรม โดยในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) และในฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) ผลการศึกษาในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาตั้งปรากฏในรายงานฉบับสมบูรณ์ (ไพฑูรย์ และคณะ, 2559., ไพฑูรย์ และคณะ, 2560) เนื่องจากบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณอ่างศิลา ซึ่งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำบางปะกง ขณะที่แหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งบริเวณศรีราชาอยู่ใกล้แหล่งชุมชนใน จังหวัดชลบุรี ส่วนแหล่งเพาะเลี้ยงในบ้านอ่าวประดู่ อยู่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมจากบริเวณมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งมีลำคลองชากหมาก และคลองตากวนที่ล่องรับน้ำจากพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมไหลลงสู่ทะเลในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยง การพิจารณาเลือกหอยแมลงภู่ มาใช้ในการศึกษาการปนเปื้อนสารมลพิษเนื่องจากหอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่อาศัยเกาะติดอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนย้าย คล้ายเป็นตัวกรอง (filter) ทางธรรมชาติอย่างดี เพราะลักษณะการกินอาหารของหอยแมลงภู่ กินแบบกรอง จึงเหมาะที่ใช้เพื่อเป็นดัชนีตัวบ่งชี้การปนเปื้อนในพื้นที่นั้นๆ ได้อย่างดี รวมทั้งใช้เพื่อทำการติดตามในบริเวณที่เคยได้รับการปนเปื้อนจากกรณีเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 คือบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ได้ทำการศึกษาในตัวอย่างปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนหอยแมลงภู่ไม่มีตัวอย่างในพื้นที่สำหรับทำการศึกษา นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่งหอยแมลงภู่และในปลาทะเล ส่วนในตัวอย่งตะกอนดินหาปริมาณอินทรีย์สาร เพื่อหาความสัมพันธ์กับปริมาณสารพีเอเอชรวม

### การศึกษาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม จากเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ ปี 2561

จากการศึกษาปริมาณสารพีเอเอชรวมทั้ง 16 ชนิด ( $\Sigma 16$  PAHs) ประกอบด้วยสารดังนี้คือ Acenaphthylene (ACY), Acenaphthene (ACE), Anthracene (ANT), Fluorene (FLU), Fluoranthene (FTH), Benzo(a) anthracene (BaA), Benzo (g,h,i) perylene (BghiP), Benzo (b) fluoranthene (BbF), Benzo (k) fluoranthene (BkF), Benzo (a) pyrene (BaP), Chrysene (CHR), Dibenz (a,h) anthracene (DahA), Indeno (1,2,3-cd) pyrene (IcdP), and Naphthalene (NAP), Phenanthrene (PHE), Pyrene (PYR). รวมทั้ง PAHs 7 ชนิดที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ( $\Sigma 7$  carc PAHs)

เช่น BghiP, BbF, BkF, BaP, CHR, DahA, IcdP. and. ในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่มะเร็งและตะกอนดิน จากพื้นที่อ่างศิลา ศรีราชา และมาบตาพุด พบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ประกอบไปด้วย ANT, FLU, FTH, NAP, PHE และ PYR ทั้ง 2 ฤดู (ตารางที่ 8) ผลจากการศึกษาพบว่าในหอยขนาดเล็กบริเวณ อ่างศิลาในฤดูฝน มีปริมาณสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนโดยเฉลี่ย  $0.917 \pm 0.228$ ,  $0.096 \pm 0.040$  และ  $0.215 \pm 0.018$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่มะเร็งขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.324 \pm 0.173$ ,  $0.035 \pm 0.011$  และ  $0.170 \pm 0.014$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตา พุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในหอยแมลงภู่มะเร็งขนาดเล็กโดยเฉลี่ย  $0.080 \pm 0.021$ ,  $0.079 \pm 0.032$  และ  $0.106 \pm 0.024$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่มะเร็งขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.061 \pm 0.018$ ,  $0.078 \pm 0.026$  และ  $0.060 \pm 0.029$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณ อ่างศิลาศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ (ภาพที่ 22) ผลจากการศึกษา (โดยวิเคราะห์ ความแปรปรวน) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการปนเปื้อน ของสารพีเอเอช ในเนื้อเยื่อหอย แต่ในขณะที่อิทธิพลร่วมกัน 2 ปัจจัยคือ ฤดูกาลกับพื้นที่, ฤดูกาลกับ ขนาดของหอย และพื้นที่กับขนาดของหอยไม่พบว่ามีอิทธิพลต่อกัน โดยพบปริมาณการปนเปื้อนสารพีเอ เอชรวม ในฤดูฝนในพื้นที่อ่างศิลาในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่มะเร็งขนาดเล็กมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอช สูงสุด ในปัจจัยฤดูกาลกับขนาดของหอยแมลงภู่มะเร็ง พบในฤดูฝนหอยแมลงภู่มะเร็งขนาดเล็กมีการปนเปื้อนสูงสุด ดังนั้น หอยแมลงภู่มะเร็งขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลาในฤดูฝนมีการปนเปื้อนปริมาณสารพีเอเอชรวมแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาไม่พบสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็น มะเร็งปนเปื้อนอยู่ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่มะเร็ง

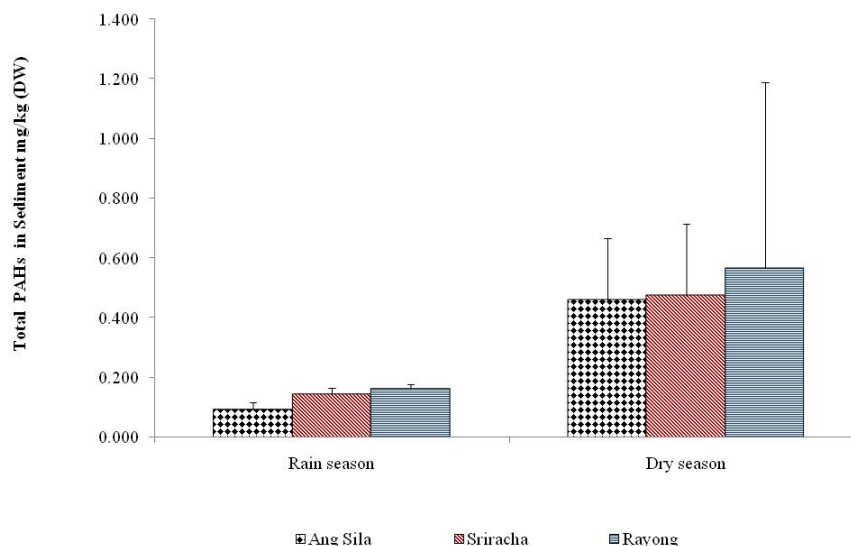


ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่น้ำหนักแห้ง ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ในฤดูฝนและฤดูแล้งจากพื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออกทั้ง 3 แหล่ง

จากภาพที่ 22 แสดงให้เห็นว่าในฤดูฝน หอยแมลงภู่น้ำหนักแห้งมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่สูงสุดแตกต่างจากหอยขนาดใหญ่และขนาดเล็กในพื้นที่ศรีราชา และมาบตาพุด จังหวัดระยอง

### การศึกษาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินในปี 2561

การศึกษาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินชายฝั่งภาคตะวันออกบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยง แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ในฤดูฝนพบมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชปนเปื้อนอยู่ในปริมาณโดยเฉลี่ย  $0.092 \pm 0.022$ ,  $0.141 \pm 0.023$  และ  $0.160 \pm 0.017$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย  $0.458 \pm 0.206$ ,  $0.473 \pm 0.239$  และ  $0.566 \pm 0.620$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ (ภาพที่ 23) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นชัดได้ว่าปัจจัยทางด้านพื้นที่และฤดูกาลมีอิทธิพลร่วมกันต่อการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวมในตะกอนดิน ขณะที่ในแต่ละพื้นที่พบมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวมที่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลกับสถานที่ พบว่าในฤดูแล้งมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชในตะกอนดินในปริมาณที่แตกต่างกับฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบสารพีเอเอชรวมมีการปนเปื้อนในตะกอนดินปริมาณสูงในฤดูแล้งทั้ง 3 พื้นที่ๆ ทำการศึกษา



ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในตะกอนดิน (น้ำหนักแห้ง) ในพื้นที่ชายฝั่ง ทั้งสองฤดูจากพื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออกทั้ง 3 แหล่ง

จากภาพแสดงถึงการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในตะกอนดินตามชายฝั่งทะเล ภาคตะวันออกทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง บ่งชี้ได้ว่าสิ่งแวดล้อมทางทะเลมีการปนเปื้อนด้วยสารมลพิษ โดยเฉพาะสารในกลุ่มปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ฤดูแล้งในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัด ระยอง มีการปนเปื้อนสูงสุด รองลงมาคือในพื้นที่ศรีราชาและอ่างศิลา ตามลำดับ

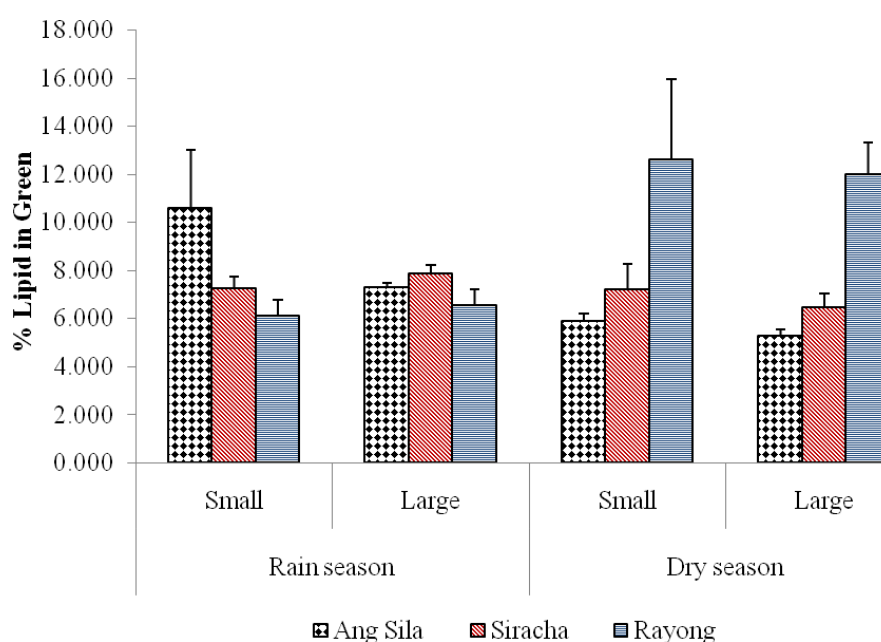
ตารางที่ 8 แสดงชนิดของสารพีเอเอช (PAHs) ที่พบการปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 ฤดูกาล

ชนิดตัวอย่าง	ฤดูกาล	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
หอยแมลงภู'	ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR	ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR
ตะกอนดิน	ANT, FLU, NAP, PHE, PYR	ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR



### การศึกษาปริมาณไขมัน (Lipid)

หอยแมลงภู่ ที่ตรวจหาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ได้ทำการหาปริมาณไขมัน (หน่วยเปอร์เซ็นต์) ในฤดูฝนไขมันในหอยขนาดเล็กมีปริมาณโดยเฉลี่ย  $10.58 \pm 2.44$ ,  $7.24 \pm 0.50$  และ  $6.08 \pm 0.68$  เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มีปริมาณโดยเฉลี่ย  $7.27 \pm 0.18$ ,  $7.86 \pm 0.35$  และ  $6.52 \pm 0.71$  เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ ส่วนฤดูแล้งในหอยขนาดเล็กมีไขมันโดยเฉลี่ย  $5.87 \pm 0.34$ ,  $7.19 \pm 1.07$  และ  $12.61 \pm 0.82$  เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มีปริมาณโดยเฉลี่ย  $5.24 \pm 0.29$ ,  $6.45 \pm 0.59$  และ  $11.96 \pm 0.73$  เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ (ภาพที่ 24) การวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าปัจจัยฤดูกาล สถานที่ และขนาดของหอยแมลงภู่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการปนเปื้อนไขมันในเนื้อเยื่อ ในฤดูแล้งหอยขนาดเล็กในพื้นที่ระยองมีการปนเปื้อนไขมันในเนื้อเยื่อมากที่สุด รองลงมาคือในหอยขนาดใหญ่ในพื้นที่ระยอง และขนาดเล็กในฤดูฝนที่บริเวณอ่างศิลา อย่างไรก็ตามมีปริมาณสูงที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่บริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ทั้งสองฤดูกาล

### การศึกษาขนาดอนุภาคตะกอนดิน (Particle size)

การศึกษาขนาดของอนุภาคตะกอนดิน ทำการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่เพาะเลี้ยงชายฝั่งทั้ง 3 แหล่ง มาหาขนาดของอนุภาคตะกอนดิน เพื่อให้ทราบถึงประเภทของตะกอนดินในแต่ละพื้นที่ ตะกอนดินอีกส่วนหนึ่งนำไปหาปริมาณอินทรีย์สาร ผลจากการศึกษาพบตะกอนดินบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงที่อ่างศิลา ประกอบด้วยตะกอนชนิด ดินเหนียว (clay) , ทราย (sand) และทรายปน (silt) ดังตารางที่ 9

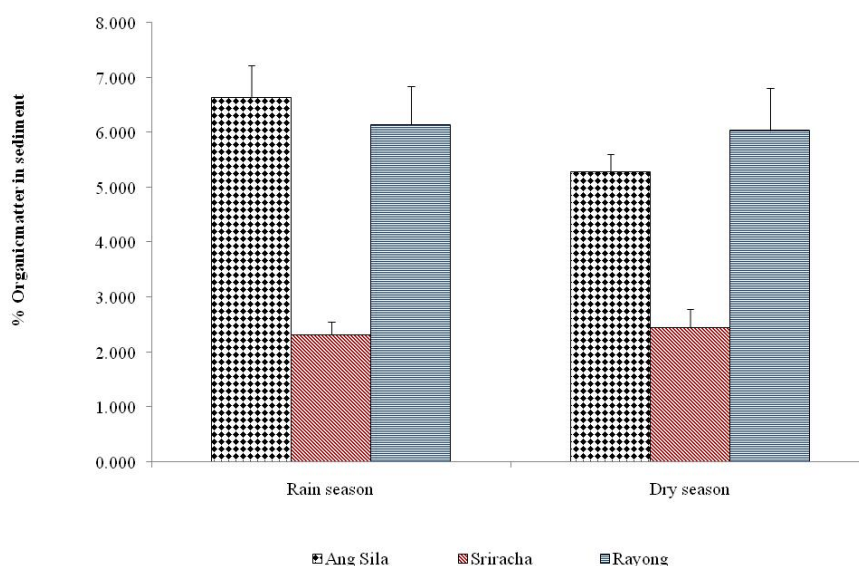
ตารางที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคตะกอนดินในแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งภาคตะวันออก

Area	Clay (%)		Sand (%)		Silt (%)		Texture	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
Ang Sila	16	18	38	49	46	33	Loam	Loam
Sriracha	12	12	62	53	26	35	Sandy loam	Sandy loam
Rayong	18	7	36	91	46	2	Loam	Sand

จากตารางที่ บ่งบอกลักษณะของประเภทของดินในแหล่งเพาะเลี้ยงทั้ง 3 พื้นที่ทั้งสองฤดูที่ไม่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ เป็นที่สังเกตได้ชัดในพื้นที่ระยองที่สภาพดินเป็นดินเป็นทราย ในช่วงฤดูฝนดินและทรายจะถูกชะล้างลงมาตามลำน้ำ ส่วนที่เป็นทรายจะจมตัวลงก่อนเพราะมีขนาดและน้ำหนักที่มากกว่า แต่เมื่อถึงฤดูแล้ง ตะกอนส่วนบนผิวหน้าจะถูกกระแสน้ำพัดกวาดตลอดเวลาจึงพบตะกอนทรายเป็นหลัก ส่วนในพื้นที่อ่างศิลามีกระแสน้ำจากแม่น้ำบางปะกง และคลองสาขาตามธรรมชาติในจังหวัดชลบุรี ที่มีน้ำพัดพาตะกอนดินลงสู่ทะเลตลอดเวลา ทำให้มีตะกอนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ (loam) ไหลออกสู่ทะเลอย่างต่อเนื่อง และสารมลพิษต่างๆจะจับรวมตัวกับตะกอนขนาดเล็กๆที่ลอยมากับกระแสน้ำ (มนูดีและศิริชัย, 2528) เมื่อมาเจอกับน้ำที่มีความเค็ม ตะกอนแขวนลอยจะเริ่มจมตัวลง เราจึงพบเห็นอนุภาคของตะกอนเลนดินละเอียดจนถึงดินเหนียวสะสมอยู่บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งอ่างศิลาอยู่ไม่ไกลจากปากแม่น้ำจึงมีตะกอนมาสะสม ประกอบกับหลักไม้ไผ่ที่ใช้ให้หอยแมลงภูเกาะเจริญเติบโต ยังเป็นเครื่องตกตะกอนให้สะสมในบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้น

### การศึกษาอินทรีย์สาร (Organic matter)

การศึกษาหาปริมาณอินทรีย์สาร (organic matter) ในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ได้ดำเนินการทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินจากพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู๋ สถานีเดียวกัน กับที่เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู๋ เพื่อทราบปริมาณการสะสมของอินทรีย์สารบริเวณพื้นที่ท้องทะเล ระดับผิวหน้าตะกอนดิน ผลการศึกษาพบว่าในฤดูฝนปริมาณการสะสม มีค่าเฉลี่ย  $6.63 \pm 0.60$ ,  $2.32 \pm 0.24$  และ  $6.15 \pm 0.69$  เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งโดยเฉลี่ย  $5.29 \pm 0.32$ ,  $2.45 \pm 0.34$  และ  $6.04 \pm 0.78$  เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่อ่างศิลา ศรีราชา และระยองตามลำดับ (ภาพที่ 25) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า พื้นที่และฤดูกาล มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณการสะสมของอินทรีย์สาร และปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดินคือฤดูกาล พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยปริมาณของอินทรีย์สารในตะกอนดินในช่วงฤดูฝนจะมีการสะสมของอินทรีย์สารมากกว่าในฤดูแล้ง นอกจากนี้การวิเคราะห์ความแปรปรวนยังพบว่าพื้นที่ มีอิทธิพลต่อการสะสมของอินทรีย์สารในตะกอนดิน ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยพบว่าพื้นที่บริเวณอ่างศิลามีการปนเปื้อนอินทรีย์สารมากที่สุด รองลงมาคือระยองและศรีราชาตามลำดับ อย่าง



ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (%) จากบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา จังหวัดชลบุรี และบริเวณมาบตาพุด จังหวัดระยอง ทั้งสองฤดูกาล

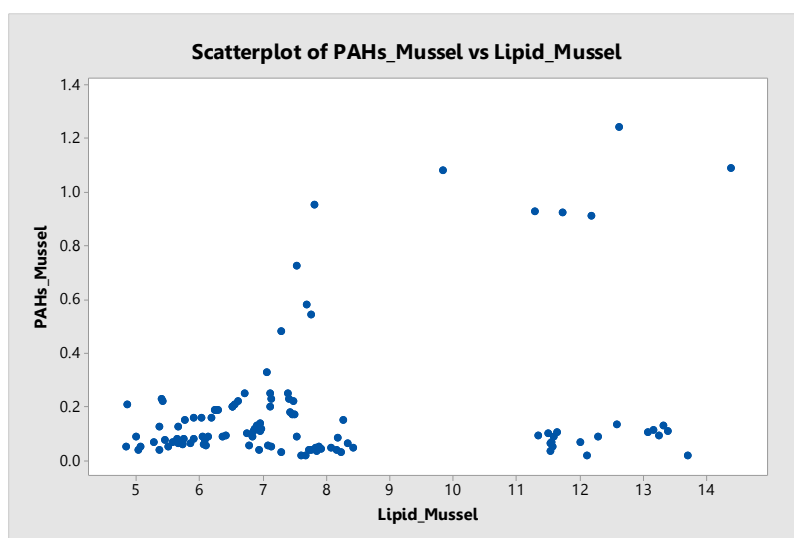
จากภาพจะพบว่าตะกอนดินบริเวณอ่างศิลาและมาบตาพุด มีปริมาณอินทรีย์สารค่อนข้างสูงกว่าบริเวณศรีราชาเนื่องจากพื้นที่บริเวณอ่างศิลาที่ได้รับอิทธิพลของมวลน้ำจากแม่น้ำบางปะกงที่พัดพาตะกอน

ดินและอินทรีย์สารต่างๆ มาตามน้ำแล้วค่อยๆ จมตัวตกตะกอนลง เช่นเดียวกับที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง อยู่ใกล้ปากคลอง-ซากหมาก โดยพบมีการสะสมในปริมาณสูงทั้งสองฤดู ส่วนบริเวณศรีราชาจะมีปริมาณอินทรีย์สารต่ำสุด เนื่องจากพื้นที่บนฝั่งเป็นมีอยู่อาศัยแหล่งชุมชน ไม่มีลำน้ำสายหลักๆ ตามธรรมชาติที่จะพัดพาตะกอนดินจากฝั่งลงมา

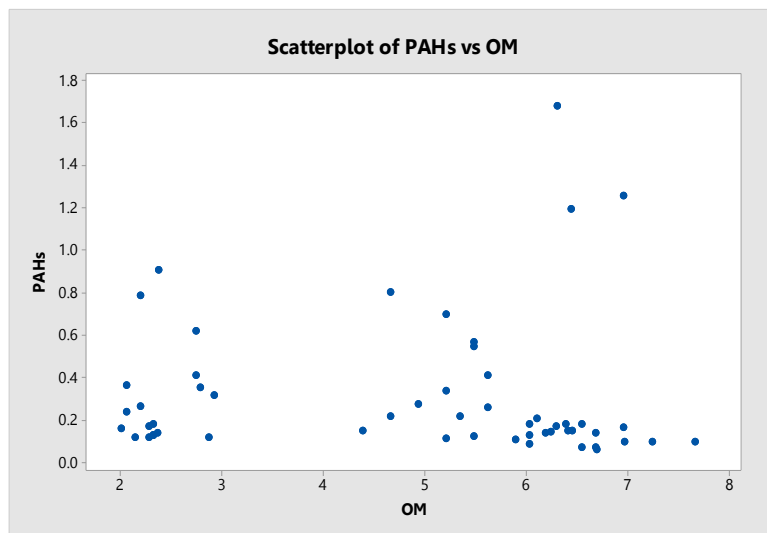
### การศึกษาหาความสัมพันธ์

ในหอยแมลงภู่ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในเนื้อเยื่อพบว่าสารพีเอเอชรวม และปริมาณไขมันไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $p\text{-value}=0.751$ ) โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ (spearman rho = 0.031) ดังภาพที่ 26

ในตะกอนดิน การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวมกับอินทรีย์สาร พบว่าสารพีเอเอชรวมกับอินทรีย์สารในตะกอนดินไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $p\text{-value} =0.751$ ) ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 26 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่กับไขมัน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $p\text{-value} =0.751$ )



ภาพที่ 27 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในตะกอนดินกับอินทรีย์สาร มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (p-value =0.044) โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ (ค่าสถิติ Spearman rho เท่ากับ - 0.275)

## บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.) โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างที่อยู่ในระบบนิเวศทางทะเล ทั้งในสัตว์น้ำพวงปลาทะเล และหอยแมลงภู่ รวมทั้งตะกอนดิน ตั้งแต่ปี 2559 ถึงปี 2561 ได้ทำการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งและฤดูฝนของแต่ละปี คือช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน (ฤดูฝน) และช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน (ฤดูแล้ง) เลือกพื้นที่ศึกษาและสถานีเก็บตัวอย่างในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในจังหวัดชลบุรี พื้นที่บริเวณอ่างศิลาเป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่บริเวณศรีราชาเป็นตัวแทนของแหล่งชุมชน และในพื้นที่บริเวณบ้านอ่าวประดู่ ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยอง เป็นตัวแทนของแหล่งอุตสาหกรรม

### การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมในหอยแมลงภู่

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ปริมาณสารพีเอเอชรวมที่ปนเปื้อนทั้งในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่พบสารพีเอเอชรวมมีการปนเปื้อนหรือปนเปื้อนอยู่ตลอดเวลาทั้ง 3 ปี ในปี 2559 พบปริมาณการปนเปื้อนของสารพีเอเอชในหอยแมลงภู่ทั้ง 3 สถานีที่มีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) หอยแมลงภู่ขนาดเล็ก บริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง มีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม สูงสุดโดยเฉลี่ย  $3.473 \pm 1.437$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่ในฤดูฝน พบการปนเปื้อนน้อยที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย  $0.098 \pm 0.048$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ผลจากการศึกษาในปี 2560 กลับพบว่าหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลา ในฤดูฝนมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย  $2.692 \pm 2.294$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่บริเวณมาบตาพุดในฤดูฝน พบการปนเปื้อนต่ำสุด โดยเฉลี่ย  $0.003 \pm 0.005$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) อย่างไรก็ตามทั้ง 3 สถานีที่มีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เช่นกัน

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาปี 2561 พบว่าการศึกษาในครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของไพฑูรย์ และคณะ (2560) โดยพบหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลา ในฤดูฝนมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม สูงสุดมีค่าเฉลี่ย  $0.917 \pm 0.228$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่หอยแมลงภู่ขนาดเล็กในฤดูแล้ง ในพื้นที่ชายฝั่งบริเวณศรีราชา พบค่าการปนเปื้อนต่ำสุด โดยเฉลี่ย  $0.079 \pm 0.032$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) และจากการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลา 3 ปี พบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวมในหอยแมลงภู่ทั้ง 3 สถานีมี 3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม นั่นคือปัจจัยด้านพื้นที่ ปัจจัยด้านฤดูกาล และปัจจัยในด้านขนาดของหอย หอยแมลงภู่ขนาดเล็กในพื้นที่ชายฝั่งบริเวณอ่างศิลาในฤดูฝน พบมีการปนเปื้อนสูงกว่าพื้นที่ชายฝั่งอื่นๆ ที่ทำการศึกษา เป็นสิ่งที่ยืนยันให้ทราบว่าสารพีเอเอชรวม มีการปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา เมื่อถูกน้ำชะ

ล้างพัดพามาตามกระแส น้ำ สารพีเอเอชรวม จะถูกเปลี่ยนรูปไปปนเปื้อนอยู่ในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulation) เข้าสู่ระบบห่วงโซ่อาหาร (food chain) เนื่องจากบริเวณพื้นที่ในบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรีและบ้านอ่าวประดู่ มาบตาพุด จังหวัดระยอง ทั้งสองแหล่งเพาะเลี้ยงอยู่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและคลองชากหมาก ที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆบนบกไหลมาลงทะเล ด้วยระบบการกินของหอยแมลงภู่ พฤติกรรมการกินด้วยการกรองสารมลพิษต่างๆจึงเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง

เมื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวมกับขนาดของหอยพบว่าหอยแมลงภู่ขนาดเล็กมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมไว้สูงกว่าหอยขนาดใหญ่โดยเฉพาะในพื้นที่อ่างศิลา เนื่องจากเหนือพื้นที่อ่างศิลา มีกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น มีชุมชนบ้านเรือนริมน้ำ มีเรือประมงอยู่จำนวนมาก มีอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ ได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำที่พัดพามาจากสมุทรปราการและแม่น้ำบางปะกงซึ่งล้วนรับน้ำจากการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมจำนวนมาก ทำให้มีการปนเปื้อนของน้ำมัน และมักพบปรากฏการณ์คราบน้ำมันปนเปื้อนในทะเลอยู่เสมอๆ คราบน้ำมันจะเข้าสู่ระบบตามห่วงโซ่อาหาร บางส่วนละลายเข้าผสมกับมวลน้ำ บางส่วนเกาะติดหรือเคลือบบริเวณผิวของสัตว์น้ำ พืชน้ำเช่น แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งสารแขวนลอยต่างๆ หอยแมลงภู่มีการกินอาหารแบบการกรองกิน แพลงก์ตอนและตะกอนแขวนลอย ที่มีขนาดเล็กกว่า 4 ไมครอนจะเข้าสู่ร่างกาย (คเชนทร, 2544.) สารพีเอเอช กลุ่มที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยตรง โดยการดูดซึม ส่วนสารพีเอเอชกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 4 วงริง) จะเข้าตามทางเดินอาหารแล้วเข้าสู่ระบบการย่อย (digestive system) (M. T. Piccardo et al, 2001) หอยขนาดเล็กมีอัตราการกินอาหารมากกว่าหอยขนาดใหญ่ และหอยขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรในการรับสัมผัสมากกว่าหอยขนาดใหญ่ (จรมัน ว่องวิทย์, 2525.) จึงเป็นสาเหตุให้หอยขนาดเล็กมีการปนเปื้อนสารพิษต่างๆ รวมทั้งสารพีเอเอชรวม เอาไว้ได้มากกว่าหอยขนาดใหญ่ และผลของการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณอ่างศิลาปริมาณสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนในหอยมากกว่า 5 เท่าของการศึกษาในปี 2557 จากการศึกษาของ ปภาศิริและคณะ (2557) ที่พบการปนเปื้อนโดยเฉลี่ย  $0.0225 \pm 0.0225$  และ  $0.0500 \pm 0.0194$  ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดระยองพบมีการปนเปื้อนโดยเฉลี่ย  $0.0142 \pm 0.1004$  และ  $0.1834 \pm 0.0567$  ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ ค่าที่ตรวจพบใกล้เคียงกันไม่มีแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามบริเวณอ่างศิลามีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ใกล้เคียงกับปี 2553 มีค่าเฉลี่ย  $2.947 \pm 0.016$  และ  $2.783 \pm 0.147$  ไมโครกรัม/กรัม ในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย (Mokkongpai. et al., 2010.) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปนเปื้อนในที่ผ่านมา (ไพฑูรย์ และคณะ, 2560) พบปริมาณสารพีเอเอชรวมปนเปื้อนในหอยขนาดเล็กที่อ่างศิลามีปริมาณการปนเปื้อนลดลงมากกว่า 2 เท่า ขณะที่พื้นที่อื่นมีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ในระดับต่ำที่ไม่แตกต่างจากปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ ไม่พบสารพีเอเอชรวม กลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่การนำมาบริโภคก็ควรคำนึงถึงสารมลพิษชนิดอื่นๆที่มีปนเปื้อนอยู่เช่นกัน

### การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมในตะกอนดิน

ผลจากการศึกษาและการวิเคราะห์ปริมาณสารพีเอเอชรวมที่ปนเปื้อนทั้งในตะกอนดินพบ สารพีเอเอชรวมมีการปนเปื้อนอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาทั้ง 3 ปี ในปี 2559 พบปริมาณการ ปนเปื้อนของสารพีเอเอชในตะกอนดินทั้ง 3 สถานที่ที่มีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนที่ไม่มีความแตกต่างกัน มากนัก พบการปนเปื้อนที่ระดับสูงกว่าในเนื้อหอยแมลงภู่ที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินทั้ง 3 แหล่ง ในแต่ละปีที่ศึกษา ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ทั้ง 3 พื้นที่ ผลการศึกษาปี 2559 พบว่า ในฤดูฝนพบมีการปนเปื้อนของสารพีเอ เอชสะสมอยู่ในปริมาณโดยเฉลี่ย  $0.901 \pm 0.570$ ,  $0.901 \pm 0.570$  และ  $0.877 \pm 1.063$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมของสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย  $0.529 \pm 0.554$ ,  $0.530 \pm 0.553$  และ  $0.727 \pm 0.838$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัด ระยองตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และปัจจัยด้าน สถานที่กับฤดูกาลไม่มีอิทธิร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอช ในตะกอนดินรวมทั้งสถานที่ และฤดู การไม่มีผลต่อการสะสมของสารพีเอเอช

ผลการศึกษาในปี 2560 พบว่า ในฤดูฝนพบมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชสะสมอยู่ใน ปริมาณโดยเฉลี่ย  $0.019 \pm 0.031$ ,  $0.012 \pm 0.037$  และ  $0.028 \pm 0.032$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมของสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย  $0.000 \pm 0.004$ ,  $0.000 \pm 0.000$  และ  $0.006 \pm 0.004$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัด ระยองตามลำดับ

ผลการศึกษาปี 2561 พบว่าในฤดูฝนพบมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชปนเปื้อนอยู่ใน ปริมาณโดยเฉลี่ย  $0.092 \pm 0.022$ ,  $0.141 \pm 0.023$  และ  $0.160 \pm 0.017$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดู แล้งพบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย  $0.458 \pm 0.206$ ,  $0.473 \pm 0.239$  และ  $0.566 \pm 0.620$  มิลลิกรัม/ กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ

โดยในฤดูฝน พื้นที่แหล่งเพาะเลี้ยงบริเวณอ่างศิลาพบมีสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนอยู่สูงทั้งใน ปี 2559 (ไพฑูรย์ และคณะ, 2559) และปี 2562 ครั้งนี้ ขณะเดียวกันผลการศึกษาตั้งแต่ปี 2559- 2561 ในฤดูแล้งพบการปนเปื้อนในแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่งที่บ้านอ่าวประดู่ มาบตาพุด จังหวัดระยอง มีระดับสูงกว่าแหล่งเพาะเลี้ยงในบริเวณอ่างศิลาและศรีราชา เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษา ในครั้งนี้ กับที่มีการศึกษามาของ Mookongpai. et al. (2010.) และ ไพฑูรย์ และคณะ. (2559) พบว่ามี ปริมาณการปนเปื้อนที่ลดลง ทั้งนี้พื้นที่อยู่ใกล้โรงกลั่นน้ำมันในเขตอำเภอศรีราชาที่มักเกิดการรั่วไหล ของน้ำมัน (oil spill) แล้วถูกกระแสน้ำพัดพาไปทางบางแสน-อ่างศิลา ดังปรากฏเป็นข่าว คราบน้ำมันเข้าหาดบางแสน-อ่างศิลาอยู่บ่อยๆ เมื่อมาถึงแปลงเลี้ยงหอยแมลงภู่ เสมือนเป็นแนวกัน แนวกรองให้เกิดการตกตะกอน สารพีเอเอชรวม ในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจาก ความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยและพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูป สารแขวนลอยจะมีช่วงเวลา (Residence time) ยาวนานกว่าพวกที่ละลายน้ำ (soluble) และจาก



การที่กระแสน้ำและกระแสนลมมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ส่งผลทำให้ตะกอนใต้น้ำถูกกวาดและลอยตัวขึ้น (Resuspension) ส่งผลให้มีทั้งกระบวนการดูดซับ (Absorption) และการคาย (Desorption) ของของสารพีเอเอชรวม ระหว่างน้ำและตะกอนแขวนลอย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนในตอกอนดินชายฝั่งกับประเทศต่างๆ (Baumard et al.,1998a) แล้ว (ตารางที่ 10) ชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย ยังมีสถานะมลพิษอยู่ในระดับต่ำ การศึกษาครั้งนี้ปริมาณการปนเปื้อนของสารพีเอเอช มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Suwat et. al.,(2015) พบว่าตะกอนดินในบริเวณมาบตาพุดมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในระดับต่ำ โดยแหล่งสำคัญที่มาของสารพีเอเอชรวม มาจากซากสิ่งมีชีวิตที่มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และจากน้ำมันดิบ

ปริมาณสารพีเอเอชที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อปลาทะเลบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง มีการศึกษาในปี 2559-2560 ส่วนในปี 2561 งบประมาณลดลงมีจำกัด ทำให้ไม่เพียงพอต่อการศึกษาวิเคราะห์ได้ จากการศึกษาของไพฑูรย์ และคณะ (2559) ในแนวใกล้ฝั่ง (500 เมตร) และแนวห่างฝั่ง (1,000 เมตร) จากตัวอย่างปลา 10 ชนิด (ตารางที่ 5) ผลการศึกษาในฤดูฝน พบสารพีเอเอชสะสมโดยปริมาณเฉลี่ย  $0.044 \pm 0.065$  และ  $0.053 \pm 0.068$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบปริมาณสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย  $0.165 \pm 0.360$  และ  $0.115 \pm 0.308$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าพื้นที่และฤดูกาลไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลา ขณะที่ฤดูกาลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของสารพีเอเอช นั่นคือสารพีเอเอชที่สะสมในเนื้อเยื่อปลา ฤดูฝนกับฤดูแล้งมีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบแนวใกล้ฝั่งในฤดูแล้งปริมาณสูงกว่าในฤดูฝน

ขณะที่การศึกษาของไพฑูรย์ และคณะ (2560) การปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ในเนื้อเยื่อปลาจากตัวอย่างปลา 10 ชนิด (ตารางที่ 5). ในฤดูฝน พบสารพีเอเอชสะสมโดยปริมาณเฉลี่ย  $0.020 \pm 0.027$  และ  $0.007 \pm 0.008$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบปริมาณสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย  $0.002 \pm 0.004$  และ  $0.045 \pm 0.096$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าพื้นที่และฤดูกาลมีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลา ขณะที่ฤดูกาลมีการสะสมของสารพีเอเอชไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบฤดูกาลกับสถานที่ (ระยะใกล้ฝั่ง – ห่างฝั่ง) พบว่าในฤดูแล้งในบริเวณพื้นที่ห่างฝั่งมีการสะสมของสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลาสูงสุด ปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และพบการสะสมสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลาในฤดูฝนบริเวณชายฝั่งมีปริมาณสูงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีร่องลงมาจากฤดูแล้ง

จากการเปรียบเทียบกับการศึกษาของภาศิริ และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณสารพีเอเอชรวม ในปลาบริเวณมาบตาพุดในปี 2557 มีแนวโน้มการปนเปื้อนลดลง อาจเนื่องจากสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่เคยมีการปนเปื้อน ได้เปลี่ยนรูปโครงสร้าง มีการสูญเสียหายไป แต่อย่างไรก็ตาม

ตัวอย่างปลาที่ศึกษาในบริเวณห่างฝั่งเกาะพร้าว ในฤดูแล้งมีแนวโน้มสูงขึ้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องด้วยเป็นบริเวณใกล้จุดที่มีการถ่ายน้ำมันเข้าสู่บงกอยู่อย่างต่อเนื่องและบริเวณที่ศึกษาในครั้งนี้เคยได้รับผลกระทบจากการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเลเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 แล้วคราบน้ำมันเคลื่อนตัวเข้าอ่าวพร้าว ตามกระแสลม กระแสน้ำ ทำให้มีคราบน้ำมันอยู่เต็มชายหาดอ่าวพร้าว บางส่วนก็จมลงสู่พื้นท้องทะเล ทำให้มีสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนอยู่ในระบบนิเวศทางทะเล นับเป็นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารในกลุ่มปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน ดังตารางที่ 8 อย่างไรก็ตามการตรวจวิเคราะห์ที่ไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็งเช่นเดียวกันกับที่ปนเปื้อนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ทั้งนี้ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดค่ามาตรฐานของสารพีเอเอชรวม และสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ในอาหารทะเล ขณะที่กลุ่มต่างประเทศสหภาพยุโรป (EU) มีการกำหนดค่ามาตรฐานในประกาศ Commission Regulation, EU No 835/2011 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมจาก Commission Regulation, EC No. 1881/2006 เฉพาะกลุ่มสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง เช่น Benzo (a) pyrene, Benz (a) anthracene, Benzo (b) fluoranthene และ Chrysene ดังแสดงในตารางที่ 12 และ 13

อย่างไรก็ตามการที่ผลการศึกษาทั้งสองปีที่ผ่านมาพบการปนเปื้อนที่ระดับสูงในฤดูกาลหรือบริเวณที่ศึกษา (ใกล้ฝั่ง – ห่างฝั่ง) ที่แตกต่างกันอาจเนื่องจากการใช้ตัวอย่างปลาซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ไปมาเป็นการปรับตัวที่สำคัญของปลา เพื่อเสาะหาสภาพแวดล้อมอันเหมาะสมกับความต้องการของชีวิตในช่วงนั้นๆ เช่นหนีน้ำเสีย หนีคราบน้ำมัน โดยหลีกเลี่ยงสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้นๆ ด้วยการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการการเดินทางเพื่อหากิน (Feeding Migration) หรือสืบพันธุ์และการวางไข่ (Spawning Migration) รวมทั้งการเดินทางเพื่อหลบหนาว (Wintering Migration) ซึ่งเป็นการย้ายถิ่นตามฤดูกาล (สุตารัตน์ และรัตนภรณ์, 2551) จากเหตุผลดังกล่าวส่งผลต่อการได้รับสารพีเอเอชรวมเข้าสู่ร่างกายของปลาทะเลในปริมาณที่ต่างกัน รวมทั้งอาจได้รับสารจากแหล่งอื่นมาด้วย จึงมีปริมาณการปนเปื้อนของสารที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ในปลาทะเลความสัมพันธ์ของสารพีเอเอชรวม กับไขมันในตัวอย่างปลาทะเลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ส่วนความสัมพันธ์ของปริมาณสารพีเอเอชรวม กับอินทรีย์สารในตะกอนดิน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

ตารางที่ 10 แสดงค่าความเข้มข้นของ PAHs ในดินตะกอนจากชายฝั่งประเทศต่าง ๆ

Area	$\Sigma$ PAHs (ng/g) dw	Reference	Pollution Level
Gironde estuary Atlantic Ocean, France	20 - 5,000	Budzinski et al.(1997)	Low to high
Western Mediterranean Sea, France	1 - 20,500	Baumard et al.(1998a)	Low to very high
Massan Bay, Korea	207 - 2670	Yim et al. (2005)	Moderate to high
Kyeonggi Bay, Korea	9.1 - 1,400	Kim et al.(1999)	Low to high
Niger Delta, Nigeria	3.15 - 144.89	Anyakora et al. (2005)	Low to moderate
Niger Delta, Nigeria	21 - 72	Olajire et al. (2005)	Low
Baltic sea	9.5 - 1,900	Witt(1995)	Low to high
Chesapeake Bay, USA	0.56 - 180	Foster and Wright (1988)	Low to moderate
Kitimat Harbour, Canada	310 - 528,000	Simpson et al (1996)	Moderate to very high
Todos Santos Bay, Mexico	7.6 - 813	Macias-Zamora et al. (2002)	Low to moderate
Western Xiamen Sea, China	247 - 480	Zhou et al. (2000)	Moderate
Northwestern Black Sea	52.6 - 269	Maldonado et al. (1999)	Low to moderate
Dar es Salaam, Tanzania	77.9-24,600	This study	Low to very high

The pollution levels are assigned as: Low                    0-100 ng/g  
    Moderate        >100-1000 ng/g  
    High                > 1000-5000 ng/g  
    Very high        > 5000 ng/g

ที่มา : Baumard et al. (1998a)

ตารางที่ 11 การประเมินปริมาณของปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนบนโลก เข้าสู่ทะเล ( $\times 10^6$  ton/yr)

Source	Amount	Total
Transportation		
Tanker operations	0.158	
Tanker accidents	0.121	
Bilge and fuel oil	0.252	
Dry docking	0.004	
Non-tanker accidents	0.020	0.555
Fixed installations		
Coastal refineries	0.01	
Offshore production	0.05	
Marine terminals	0.03	0.180
Other sources		
Municipal waste	0.70	
Industrial waste	0.20	
Urban runoff	0.12	
River runoff	0.04	
Atmospheric fall-out	0.30	
Ocean dumping	0.02	1.380
Natural inputs		0.250
<b>Total</b>		2.365
Biosynthesis of hydrocarbons		
Production by marine phytoplankton		26,000
Atmospheric fall-out		100-4,000

ที่มา : Clark, (1992).

ตารางที่ 12 ปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม ในปลาและผลิตภัณฑ์ประมงบางชนิดของ EU

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณสูงสุด Benzo (a) pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	ปริมาณสูงสุดของผลรวมของ Benzo (a) pyrene , Benz (a) anthracene, Benzo (b) fluoranthene และ chrysene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
เนื้อปลาและผลิตภัณฑ์ปลา รมควัน กุ้งรมควันและปูรมควัน ไม่รวม ปลาสดปิ้งรมควัน, ปลาสดปิ้งรมควันบรรจุกระป๋อง, และหอยรมควัน	5.0 (สิ้นสุด 31.8.2557) 2.0 (เริ่ม 1.9.2557)	30.0 (เริ่ม 1.9.2012 ถึง 31.8.2557) 12.0 (เริ่ม 1.9.2557)
ปลาสดปิ้งรมควัน, ปลาสดปิ้ง รมควันบรรจุกระป๋อง, หอยสอง ฝาสด แช่เย็น หรือแช่แข็ง, ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อน	5.0	30.0
หอยสองฝารมควัน	6.0	35.0

ที่มา : ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สงขลา, (2560).

ตารางที่ 13 มาตรฐานประเทศอื่นๆ ของปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม

ประเทศ	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณสูงสุด Benzo (a) pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
รัสเซีย	ปลารมควัน	0.005
เกาหลี	ปลารมควัน ยกเว้นปลาแห้ง	5.0
	ปลาแห้งรมควัน	10.0
	ปลา	2.0
	หอยทุกชนิด	10.0
	กลุ่มหอยและกุ้ง กุ้ง	5.0
จีน	สัตว์น้ำที่อบและรมควัน	5.0

ที่มา : ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สงขลา, (2560).

## สรุปผลวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือเยื่อหอยแมลงภู่ 2 ขนาด ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่, ฤดูกาลและขนาดของหอยแมลงภู่ แต่ปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม คือ พื้นที่กับฤดูกาล และขนาดกับฤดูกาล และพื้นที่กับขนาด พบว่าหอยขนาดเล็กในฤดูฝน มีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ขณะที่หอยขนาดเล็กในพื้นที่อ่างศิลาที่มีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีการปนเปื้อนมากกว่าหอยขนาดใหญ่ทั้ง 2 พื้นที่และหอยขนาดเล็กในบริเวณศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยอง ส่วนในตัวอย่างปลาที่อ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ทั้ง 2 ระยะเวลาจากฝั่งมีความแตกต่างกัน แต่การปนเปื้อนแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยในฤดูแล้งบริเวณห่างฝั่งมีการปนเปื้อนสูงสุด ขณะที่ในฤดูฝนบริเวณใกล้ชายฝั่งพบมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมในปริมาณสูงรองลงมา

2. การปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างสัตว์น้ำทั้งหอยแมลงภู่จากทั้ง 3 แหล่งพื้นที่ๆ ทำการศึกษาพบมีปริมาณปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ในช่วงฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง ส่วนในตัวอย่างปลาทะเล พบการปนเปื้อนในปริมาณสูงในฤดูแล้งระยะห่างฝั่ง ขณะที่มีการปนเปื้อนในฤดูฝนบริเวณชายฝั่งสูง รองลงมา แต่ไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ยังคงสามารถนำมาบริโภคได้ ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน หรือลดการบริโภคจำนวนมากๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการรับสารพีเอเอชรวม เข้าปนเปื้อนสู่ร่างกายเราได้และควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารทะเลช่วงที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อนลงสู่ทะเล

3. การประเมินการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างสัตว์น้ำ ในตะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้พบมีการปนเปื้อนในระดับต่ำ ยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่หากพิจารณาถึงขบวนการปนเปื้อนสารพิษ ที่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร (Biomagnification, Bioamplification) ในระยะเวลายาวอาจย่อมมีผลกระทบเป็นวงกว้างต่อปัญหาด้านความปลอดภัยต่ออาหาร (Food safety) และธุรกิจด้านอาหาร การท่องเที่ยว รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องเข้ามาดำเนินการหามาตรการป้องกันและแก้ปัญหา และมีบทลงโทษรวมทั้งมีการเรียกร้องค่าชดเชยในการฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ อย่างเข้มงวดและจริงจัง

4. การศึกษาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในน้ำทะเลยังไม่ค่อยมีการศึกษา เนื่องจากมีข้อจำกัดของสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณน้อย เครื่องมือที่ตรวจวิเคราะห์มีขีดจำกัดในการตรวจวัดวิเคราะห์ หากมีการตรวจวิเคราะห์ได้ สามารถนำข้อมูลมาคำนวณหาอัตราความเสี่ยงของการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ของสิ่งมีชีวิต (Bioaccumulation Factor, BAF) นั้นๆได้

5. จากอดีตถึงปัจจุบันมีสถิติการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลบ่อยครั้ง ประชาชนในท้องถิ่นส่วนมากยังขาดโอกาสในการรับรู้อันตราย ขาดความรู้ในการป้องกันอันตรายที่จะได้รับจากการเกิดการปนเปื้อนของน้ำมันในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะไม่พบสารพีเอเอชรวม

ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่สารพีเอเอชรวม ที่ตรวจพบก่อให้เกิดการระคายเคืองทางผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจได้ ควรส่งเสริมให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง เพื่อสร้างเสริมสุขภาพอนามัยที่ดี สร้างความเชื่อมั่นในการประกอบอาชีพทางการประมงให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

## ผลผลิต

ได้มีการนำเสนอผลงานวิจัยในแต่ละปีงบประมาณที่ได้รับ ผลงานการวิจัยปีงบประมาณ 2559 ได้ไปนำเสนอด้วยการเข้าร่วมการประชุมวิชาการ “ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นครสวรรค์ ครั้งที่ ๒” วันศุกร์ที่ 15 ธันวาคม ที่คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ในหัวข้อการปนเปื้อนของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่นิวตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และได้รับรางวัลระดับดีเด่นในการนำเสนอ แบบการบรรยาย ต่อมาในปี 2562 ได้นำผลงานการวิจัยปีงบประมาณ 2560 ไปนำเสนอในการประชุมทางวิชาการเกษตรของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งจะมีการจัดประชุมทางวิชาการ “ประชุมทางวิชาการเกษตรครั้งที่ 20” สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อเรื่อง การปนเปื้อนของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่นิวตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (**Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Green Mussels (*Perna viridis*) along the Eastern Coast of Thailand.**) การประชุมในช่วงเดือนมกราคม 2562 และได้รับรางวัลในการนำเสนอระดับชมเชย แบบบรรยาย ประเภทอาจารย์และนักวิชาการ (เอกสารแนบภาคผนวก)

นอกจากนี้ได้มีการวางแผนงานในการนำเสนอผลงานวิจัย และเข้าร่วมการประชุมวิชาการ ได้ดำเนินการเตรียมเขียนบทคัดย่อและเรื่องเต็ม เพื่อรอเวลาสำหรับการบรรยายในการประชุมทางวิชาการในหน่วยงานต่างๆ ที่จะมีการจัดในภายหน้าเร็วๆ วันนี้อย่าไป

ประโยชน์ที่จะได้คือ การได้รับรู้การปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม (PAHs) ที่ปนเปื้อนในระบบนิเวศทางทะเล อันอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค เพื่อให้มีการตระหนักเฝ้าระวังการปนเปื้อนและการป้องกันอันตรายที่จะได้รับเมื่อเกิดการรั่วไหลของน้ำมัน หรือสารตั้งต้นของสาร PAHs จากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในพื้นที่ และหน่วยงานภาครัฐต่อไป



## บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ ปี พ.ศ. 2543. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน). กองจัดการสาร อันตรายและกากของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2546). ทะเลไทยวันนี้. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม.
- กรมเจ้าท่า. (2560). สถิติน้ำมันรั่วไหล (Oil spill). วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2562. เข้าถึงได้จาก <http://www.md.go.th/md/index.php/2014-01-19-05-02-28/2016-07-25-03-15-33/2016-11-23-07-40-37/3342-15-2560>
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2557. น้ำมันรั่วไหลในทะเลกลับ. วันที่ค้นข้อมูล 3 มิถุนายน 2557. เข้าถึงได้จาก [http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/oilspill01/#VAZ4m\\_l\\_vh4](http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/oilspill01/#VAZ4m_l_vh4)
- กองวิเคราะห์ดิน. 2540. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 59 หน้า
- กิตติวดี ดวงแก้ว. (2546). สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีน พีซีบีและพีเอเอช ในหอยทะเล และดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ข่าวสนุกออนไลน์. 2557. คราบน้ำมันซัดเข้าหาดบางแสน สั่งห้ามลงเล่นน้ำชั่วคราว. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557. <http://news.sanook.com/1520826>
- คเชนทร เฉลิมวัฒน์. (2544). หอยแมลงภู่. การเพาะเลี้ยงหอย. ลินคอร์นโปรโมชั่น. กรุงเทพฯ.
- จรมัน ว่องวิทย์. (2525). การรับโลหะหนักของหอยแมลงภู่ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร, 2525.
- จรรยา สารินทร์. (2537). การกระจายของอะลิฟาติก และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอน บริเวณอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไทยเกษตรศาสตร์. 2562. วิเคราะห์ดินว่าเป็นชนิดใด. วันที่ค้นข้อมูล 27 กุมภาพันธ์ 2562 เข้าถึงได้จาก <https://www.thaikasetsart.com/ชนิดของดิน>
- ไทยรัฐออนไลน์. 2557. จังหวัดระยองปิดอ่าวพร้าวพร้อมให้การท่องเที่ยว. วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก <http://www.thairath.co.th/content/379882>

- ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณภา ภาณุตระกูล พอลิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพทุธ นิภา มหารัชพงค์  
ไพฑูรย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล นันทิกา คงเจริญพร และMalin Charlotta Celander.  
2557. การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเล  
ตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย  
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ผู้จัดการออนไลน์. 2557. นักท่องเที่ยวตกตื่นหลังลงเล่นน้ำหาดบางแสน เจอคราบน้ำมันติดตัว.  
วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก [http://www.manager.co.th/  
Local/ViewNews.aspx?NewsID=9570000029715](http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9570000029715)
- ไพฑูรย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล และวันชัย วงสุดาวรรณ . 2560. การสะสมของสารโพลีไซ  
คลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่ตามแนวชายฝั่งทะเลภาค  
ตะวันออก. การประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม  
นเรศวร ครั้งที่ ๒. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร. 1-8.
- มนูวดี หังสพฤกษ์ ลิริชัย ธรรมวานิช. 2528. พฤติกรรมของโลหะปริมาณน้อยในระหว่างการ  
ผสมผสานของน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำบางปะกง. ในรายงานการประชุมวิชาการ  
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ครั้งที่ 11 : 24-26 ตุลาคม 2528.
- ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สงขลา. 2560. การปนเปื้อน  
Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) ในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. วันที่ค้นข้อมูล 19  
พฤษภาคม 2559 เข้าถึงได้จาก [http://www.fisheries.go.th/quality/  
Polycyclic%20Aromatic Hydrocarbon 94.pdf](http://www.fisheries.go.th/quality/Polycyclic%20Aromatic%20Hydrocarbon%2094.pdf)
- สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2557. พบคราบน้ำมัน (ไม่ทราบชนิด)ลอยเข้าชายหาด  
บางแสน. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก  
<http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx>
- สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2557. คราบน้ำมันลอยเกือบนหาดแม่รำพึง. วันที่ค้นข้อมูล  
12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก <http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx>
- สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2557. คราบน้ำมันเกือบนหาดบางแสนอีกแล้ว.วันที่ค้นข้อมูล  
12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก <http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx>
- สุดารัตน์ เอียดแก้ว และรัตนภรณ์ ชูช่วย. 2551. การอพยพของปลา (The Migrations of Fishes).  
กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประมง. วันที่ค้นข้อมูล 6 มีนาคม 2562 เข้าถึงได้จาก  
<http://group2-51.blogspot.com/2008/09/1.html>
- หนังสือพิมพ์แนวหน้า. 2557. ปิดด่วนสามชายหาดบางแสนคราบน้ำมันปริศนาทะเลลึกเต็มพื้นที่.  
วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก [http://www.naewna.com/local/  
72436](http://www.naewna.com/local/72436)
- อรรวรรณ วัฒนโน. (2542). การคัดแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันดิบและ

สารประกอบ PAHs จากดินปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์  
บัณฑิต, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อรุณี เทอดเทพพิทักษ์. (2542). การหาปริมาณและชนิดของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดิน  
ตะกอนบริเวณเศรษฐกิจ ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Association of Official Analytical Chemist. 1990. Official methods of analysis of the  
association of official analytical chemists (15th ed.). Arlington, VA, USA: AOAC.

Boyd, C.D. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Ala. Agr. Exp.Sta., Auburn  
Univ., Ala., Cir. :482.

Baumard, P. Baumard, H. Budzinski, P. (1998a. **Garrigues** Polycyclic aromatic  
hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean  
Sea Environ. Toxicol. Chem., 17 (1998), pp. 765-776

Chunharat, S., G. Wattayagorn., P. Suthanaruk. And J. Salaenoi. (2015). Distribution of  
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments in Map Ta Phut Industrial  
Estate Area, Rayong Province, Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 49 : 747 - 760

Clark, R.B. (1992). Oil Pollution. In *Marine Pollution* (3<sup>rd</sup> ed.). Oxford : Clarendon Press.

Garrigues, Ph., Barth, H., Walker, C.H. & Narbonne, J-F. 2001. Biomarkers in marine  
organisms a Practical Approach. Amsterdam, Netherlands Google Earth.  
2557. ภาพแผนที่ภาคตะวันออก. วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก

<https://www.google.co.th/maps/search/>

Gfrerer, M., Serschen, M., & Lankmayr, E. (2002). Optimized extraction of polycyclic  
aromatic hydrocarbons from contaminated soil sample. *J. Biochem. Biophys.  
Methods*, 53, 203-216.

Hwang, S., & Cutright, T. J. (2004). Preliminary evaluation of PAH sorptive changes in  
soil by Soxhlet extraction. *Environment International*, 30, 151-158.

M.T. Piccardo, R. Coradeghini and F. Valerio. 2001. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon  
Pollution in Native and Caged Mussels.






Malmström, C.M., Koponen, K., Lindström-Seppä, P., & Bylund, G. (2004).

Induction and localization of hepatic CYP4501A in flounder and rainbow  
trout exposed to benzo[a]pyrene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*.  
58, 365-372.






- Mokkongpai, P. Sawangwong and P. Barnett. 2010. Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) and there Induce Immunomodulation on Green mussels (*Perna viridis*) collected from the East Coast of Chonburi province, Thailand. Burapha Uni. J. of Sci. Tech. and Humanities. January-June 2010. Vol 8. No.1, 13-23.
- Sanook News. 2557. คราบน้ำมันซัดเข้าหาดบางแสน สั่งห้ามลงเล่นน้ำชั่วคราว. วันที่ค้นข้อมูล 22 สิงหาคม 2557. เข้าถึงได้จากๆ <http://news.sanook.com/1520826>
- Suwanagosoom, S., 2001. Accumulation of total petroleum hydrocarbon in marine food chain around Phe Bay, Rayong province. Master's thesis, Technology of Environmental Management, Graduate School, Mahidol University.
- Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M., & Peakall, D.B. (2001). Biochemical effects of pollutants. *Principles of Ecotoxicology* (2<sup>nd</sup> ed.). (pp.119-132). London: Taylor & Francis.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-37.
- Wootton, E.C., Dyrinda, E.A., Pipe, R.K. & Ratcliffe, N.A. 2003. Comparisons of PAH induced immunomodulation in three bivalve mollusks. *Aquatic Toxicology*, 65, 13-25.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ชื่อปลาที่ทำการวิจัย ในปี 2559 และปี 2560 ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิด	ชื่อปลาทะเล	รูปภาพ
1	ปลากะพงเหลืองขมิ้น Olives-striped snapper <i>Lutjanus vitta</i>	
2	ปลาดอกหมากกระโดง Whipfin mojarra <i>Gerres filamentosus</i>	
3	ปลาดอกหมากครีบบยาว Longfin mojarra <i>Pentaprion longimanus</i>	
4	ปลาดอกหมากครีบบสั้น Deepbody Silverbidy <i>Gerres erythrouus</i>	
5	ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล Monogrammed monacle bream <i>Scolopsis monogramma</i>	

ตารางที่ 1 (ต่อ) ชื่อปลาที่ทำการวิจัย ในปี 2559 และปี 2560 ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิด	ชื่อปลาทะเล	รูปภาพ
6	ปลาทรายแดง Mauvelip threadfin bream <i>Nemipterus mesoprion</i>	
7	ปลาสลิดหินจุดส้ม Goldlined spinefoot <i>Siganus guttatus</i>	
8	ปลาหมูสีแก้มแดง Starry pigface <i>Lethrinus nebulosus</i>	
9	ปลาเม็งกลม Barebreast jack <i>Carangoides gymnostethus</i>	
10	ปลาสีกุน Shrimp Scad <i>Alepes Djedaba</i>	

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยสาร  $\Sigma 16$  PAHs ( $\mu\text{g/g DW}$ ) ที่ปนเปื้อนในปลาแต่ละชนิดในเดือนตุลาคม 2558 (ฤดูฝน) และเดือนมีนาคม 2559 (ฤดูแล้ง) ไม่พบสาร  $\Sigma 7$  carc PAHs

รายชื่อปลา	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง
ปลากะพงเหลืองขมิ้น	0.035±0.028	0.005±0.000	0.190±0.174	0.027±0.038
ปลาดอกหมากกระโดง	0.026±0.036	0.081±0.132	0.068±0.056	0.005±0.000
ปลาดอกหมากครีบยาว	0.021±0.028	0.109±0.038	0.040±0.061	0.028±0.039
ปลาดอกหมากครีบสั้น	0.033±0.024	0.068±0.109	0.513±0.290	0.028±0.039
ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล	0.034±0.025	0.068±0.109	0.768±0.906	0.013±0.018
ปลาทรายแดง	0.031±0.023	0.033±0.024	0.005±0.000	0.013±0.014
ปลาสลดหินจุดส้ม	0.046±0.036	0.017±0.020	0.005±0.000	0.005±0.000
ปลาหมูสีแก้มแดง	0.209±0.118	0.047±0.037	0.023±0.032	0.369±0.279
ปลาแม่กลม	0.012±0.013	0.027±0.038	0.020±0.026	0.644±0.814
ปลาสีกุน	1.677±2.878	0.100±0.030	0.027±0.038	0.019±0.024

**$\Sigma 16$  PAHs** ; เช่น Acenaphthylene (ACY), Acenaphthene (ACE), Anthracene (ANT), Fluorene (FLU), Fluoranthene (FTH), Benzo(a) anthracene (BaA), Benzo (g,h,i) perylene (BghiP), Benzo(b) fluoranthene (BbF), Benzo (k) fluoranthene (BkF), Benzo (a) pyrene (BaP), Chrysene (CHR), Dibenz (a,h) anthracene (DahA), Indeno (1,2,3-cd) pyrene (IcdP), and Naphthalene (NAP), Phenanthrene (PHE), Pyrene (PYR).

**$\Sigma 7$  carc PAHs** ; เช่น BaP, BbF, BkF, CHR, IcdP, DahA, and BghiP.



ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยสาร  $\Sigma 16$  PAHs ( $\mu\text{g/g DW}$ ) ที่ปนเปื้อนในปลาแต่ละชนิดในเดือนตุลาคม 2559 (ฤดูฝน) และเดือนมีนาคม 2560 (ฤดูแล้ง) ไม่พบสาร  $\Sigma 7$  carc PAHs

รายชื่อปลา	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง
ปลากะพงเหลืองขมิ้น	0.011 $\pm$ 0.010	0.022 $\pm$ 0.019	0.000 $\pm$ 0.000	0.002 $\pm$ 0.004
ปลาดอกหมากกระโดง	0.011 $\pm$ 0.003	0.002 $\pm$ 0.004	0.000 $\pm$ 0.000	0.007 $\pm$ 0.000
ปลาดอกหมากครีบยาว	0.011 $\pm$ 0.003	0.007 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.005 $\pm$ 0.005
ปลาดอกหมากครีบสั้น	0.016 $\pm$ 0.015	0.005 $\pm$ 0.004	0.000 $\pm$ 0.000	0.011 $\pm$ 0.008
ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล	0.011 $\pm$ 0.008	0.007 $\pm$ 0.000	0.002 $\pm$ 0.004	0.023 $\pm$ 0.010
ปลาทรายแดง	0.005 $\pm$ 0.005	0.005 $\pm$ 0.005	0.007 $\pm$ 0.007	0.035 $\pm$ 0.047
ปลาสลดหินจุดส้ม	0.031 $\pm$ 0.014	0.007 $\pm$ 0.000	0.005 $\pm$ 0.004	0.082 $\pm$ 0.047
ปลาหมูสีแก้มแดง	0.037 $\pm$ 0.052	0.005 $\pm$ 0.004	0.000 $\pm$ 0.000	0.040 $\pm$ 0.027
ปลาหมังกลม	0.011 $\pm$ 0.019	0.009 $\pm$ 0.008	0.000 $\pm$ 0.000	0.082 $\pm$ 0.047
ปลาสีกุน	0.059 $\pm$ 0.053	0.000 $\pm$ 0.000	0.005 $\pm$ 0.004	0.040 $\pm$ 0.027

**$\Sigma 16$  PAHs** ; เช่น Acenaphthylene (ACY), Acenaphthene (ACE), Anthracene (ANT), Fluorene (FLU), Fluoranthene (FTH), Benzo(a) anthracene (BaA), Benzo (g,h,i) perylene (BghiP), Benzo(b) fluoranthene (BbF), Benzo (k) fluoranthene (BkF), Benzo (a) pyrene (BaP), Chrysene (CHR), Dibenz (a,h) anthracene (DahA), Indeno (1,2,3-cd) pyrene (IcdP), and Naphthalene (NAP), Phenanthrene (PHE), Pyrene (PYR).

**$\Sigma 7$  carc PAHs** ; เช่น BaP, BbF, BkF, CHR, IcdP, DahA, and BghiP.



# NUNatGEN 2017

Proceedings of  
the 2<sup>nd</sup> Naresuan Conference  
on Natural Resources,  
Geoinformation and Environment



รายงานสืบเนื่อง  
การประชุมวิชาการ  
ทรัพยากรธรรมชาติ  
สารสนเทศภูมิศาสตร์  
และสิ่งแวดล้อม นเรศวร ครั้งที่ 2

วันที่ 15 ธันวาคม 2560  
ณ อาคารศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
มหาวิทยาลัยนเรศวร



การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่  
ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Green Mussels (*Perna viridis*)  
along the Eastern Coast of Thailand.

ไพฑูรย์ มกกงไผ่\*, อารุท หมั่นหาผล และ วันชัย วงสุตาวรรณ

บทคัดย่อ

การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่จากชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง ได้ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559 พบความเข้มข้นของสารพีเอเอชที่สะสมในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กในฤดูฝนโดยเฉลี่ย  $0.170 \pm 0.111$ ,  $0.211 \pm 0.106$  และ  $0.187 \pm 0.147$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.098 \pm 0.048$ ,  $0.180 \pm 0.156$  และ  $0.159 \pm 0.087$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กโดยเฉลี่ย  $3.473 \pm 1.437$ ,  $1.471 \pm 0.931$  และ  $0.258 \pm 0.156$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $2.510 \pm 1.681$ ,  $0.558 \pm 0.429$  และ  $0.705 \pm 1.058$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอช ในเนื้อเยื่อหอย และในฤดูแล้งหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสารพีเอเอชแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และไม่พบสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็นมะเร็ง

**คำสำคัญ :** การสะสม, พีเอเอช , หอยแมลงภู่

Abstract

The accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in green mussels (*Perna viridis*) collected from eastern coast in Chonburi and Rayong province, Thailand between October 2015 and March 2016 was investigated. The concentration levels of PAHs in small size of mussel samples collected from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were averaged  $0.170 \pm 0.111$ ,  $0.211 \pm 0.106$  and  $0.187 \pm 0.147 \mu\text{g/g}$  dry weights and those in large size were  $0.098 \pm 0.048$ ,  $0.180 \pm 0.156$  and  $0.159 \pm 0.087 \mu\text{g/g}$  dry weights., respectively. The samples collected in dry season from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput showed the average concentration levels in dry weight of PAHs in small size mussel of  $3.473 \pm 1.437$ ,  $1.471 \pm 0.931$  and  $0.258 \pm 0.156 \mu\text{g/g}$  and in large size of  $2.510 \pm 1.681$ ,  $0.558 \pm 0.429$  and  $0.705 \pm 1.058 \mu\text{g/g}$ , respectively. The result suggested that PAHs accumulations in mussels were not significantly differences between seasons, stations and sizes whereas, interactions in all factors were an effect on the accumulation of PAHs. The highest concentration of PAHs was found in dry season at Ang Sila. However, carcinogenic PAHs group. was not found.

**Keywords:** Accumulation, PAHs, Green mussel.



## บทนำ

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยวงอะโรมาติก (aromatic ring) ตั้งแต่สองวงขึ้นไปต้องอาศัยคาร์บอน 2 อะตอมในการเชื่อมต่อกัน อาจจะมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ PAH ประกอบด้วยสารที่มีสูตรโครงสร้างหลักต่างกัน 35 ชนิด โดยแต่ละสูตรโครงสร้างหลักประกอบด้วยอนุพันธ์ต่างๆ (derivative) PAH ปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ในควันจากภูเขาไฟ นอกจากนี้ PAH ยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ด้วยเช่นกัน ที่สำคัญคือการเผาไหม้สิ่งต่างๆ ในสถานะที่ไม่สมบูรณ์ เช่น การเผาไหม้ กระจก ยางรถยนต์ สารในกลุ่มของ PAHs บางชนิดมีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสารบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรง (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) มีการลักลอบทิ้งหรือน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออก โดยเฉพาะชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง เช่น จากบริเวณอ่างศิลาถึงพัทยา ดังเหตุการณ์ในวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 มีน้ำมันดิบจำนวน 50 ตันรั่วไหลลงสู่ทะเลที่จังหวัดระยอง คราบน้ำมันลอยไปเข้าชายหาดอ่าวพร้าวของเกาะเสม็ด พบมีคราบน้ำมันเข้าหาดบางแสนเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557 (ชาวสนุกออนไลน์, 2557) ในบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง พบน้ำมันเตารั่วไหล 5,000 ลิตรในวันที่ 8 ตุลาคม 2558 และล่าสุดวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2559 พบน้ำมันหล่อลื่นจำนวน 3,000 ลิตรบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง (กรมเจ้าท่า, 2560) นอกจากนี้ยังพบมีคราบน้ำมันปนเปื้อนอยู่ในทะเลและชายหาดอยู่เสมอๆ โดยไม่รู้ถึงแหล่งที่มา จากปัญหาน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล สารมลพิษเข้าปนเปื้อนอยู่ในระบบห่วงโซ่อาหาร มีการตรวจพบหอยแมลงภูบริเวณอ่างศิลา, เกาะลอยศรีราชา และแหลมเต่าเหว ปนเปื้อนสาร PAHs ในช่วง 0.070-0.183 และ 0.07-0.28 ไมโครกรัม/กรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ (Mokkongpai et al., 2010) ในปี 2555 ในหอยแมลงภูขนาดใหญ่พบสาร PAHs ปนเปื้อนมีค่าเฉลี่ย  $0.5435 \pm 0.1992$  และ  $0.4389 \pm 0.0886$  ไมโครกรัม/กรัม ในบริเวณอ่างศิลา และมาบตาพุดตามลำดับ ขณะที่หอยแมลงภูขนาดเล็ก พบสาร PAHs  $0.1917 \pm 0.0504$  และ  $0.1544 \pm 0.1470$  ไมโครกรัม/กรัม ในบริเวณอ่างศิลา และมาบตาพุดตามลำดับ (ปภาศิริ และคณะ, 2555) ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด หอยแมลงภูขนาดใหญ่พบมีสาร PAHs ปนเปื้อน  $0.4303 \pm 0.3067$  ไมโครกรัม/กรัม (Cholumpai et al., 2015) นำมาซึ่งความเป็นอันตรายต่อระบบสุขอนามัยของประชาชนที่ได้บริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนสาร PAHs ที่อาจก่อให้เกิดเป็นมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ PAHs ถูกเมแทบอลิซึมด้วย CYP1A เป็น epoxide จะรวมตัวกับ DNA มีความคงตัวสูง เนื่องจากน้ำมันดิบมีความสามารถละลายได้น้อยในน้ำ ซึ่งองค์ประกอบของน้ำมันจะเป็นสารปิโตรเลียมซึ่งมีสารในกลุ่มของสาร PAHs รวมอยู่และยังมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน (Persistent Organic Pollutant, POPs) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำลดลง ส่งผลให้เกิดโรคได้ง่ายขึ้น เช่นสาร Benzo[a]pyrene, B[a]P เนื่องจากสารไปยับยั้งกระบวนการเผาผลาญของ Cytochrome P-450, CYP1A P450 (Malmström et al., 2004) สาร PAHs บางชนิด เช่น Phenanthrene มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้มากทำให้เข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ (Wootton et al., 2003)

ดังนั้นการตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของสาร PAHs ที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำกลุ่มที่มนุษย์นำมาบริโภคและมีอยู่ในท้องถิ่นนั้นมีความสำคัญยิ่ง เพื่อให้ทราบและประเมินสถานการณ์ของคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหามาตรการการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถการเสริมสร้างการพัฒนาของหน่วยงานท้องถิ่นและหน่วยงานของภาครัฐในการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนของประเทศ เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ตีรวมทั้งส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในการใช้พื้นที่ด้านสนทนากการทางน้ำอีกด้วยและสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่อไป



### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสาร PAHs ในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก
2. ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ประชาชนให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง

### อุปกรณ์และวิธีการ

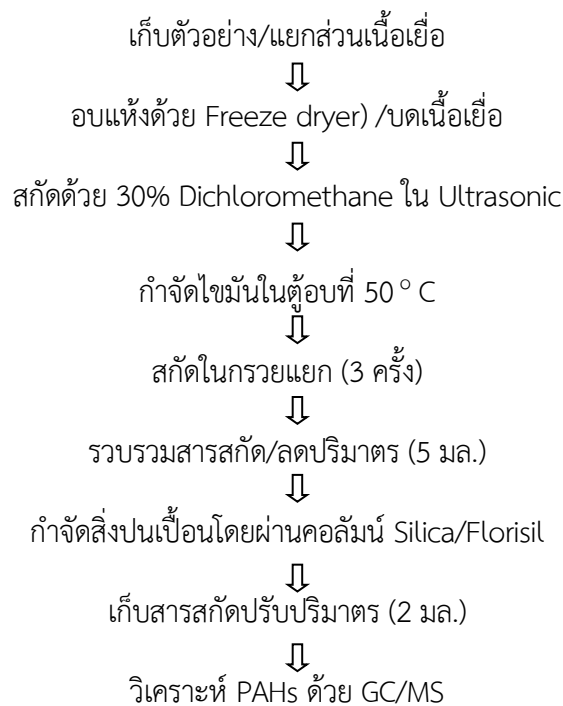
กำหนดพื้นที่ศึกษาและสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในบริเวณที่เป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่ง แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมบริเวณชายฝั่งทะเล ได้แก่บริเวณ อ่างศิลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และบริเวณบ้านอ่าวประดู่ มาบตาพุด จังหวัดระยอง (ภาพที่ 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ทั้ง 3 แหล่ง โดยในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) และในฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่จากแหล่งเพาะเลี้ยง ตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ที่เก็บแต่ละครั้งจะนำมารวมกัน (composite sample) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ในแต่ละพื้นที่มี 6 สถานี ๆ ละ 2 ขนาด ๆ ละ 20 ตัว ทำ 3 ซ้ำรวม 216 ตัวอย่าง ใส่ในถุงพลาสติกเก็บในถังแช่เย็น นำมาคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก ล้างด้วยน้ำสะอาด แยก/แยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อเก็บใส่ลงขวดสีชาที่ล้างด้วย Hexane หรือ Dichloromethane วิธีการสกัดเนื้อเยื่อตัวอย่าง (Extraction) ที่ใช้ได้ดัดแปลงจากวิธีการของ Gfrerer et al., (2002); Hwang & Curtright (2004) และ Suwanagosoom (2001) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 3-5 กรัม ทำการเติมสาร 30% Dichloromethane (Dichloromethane : Methanol, 30 : 70 v/v) ด้วยเครื่อง Ultrasonic 3 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที เทสารสกัดผ่านกระดาษกรองลงในฟลาสชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Potassium Hydroxide นำไปเข้าตู้อบที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการ Saponification นำสารตัวอย่างมาสกัดใน Separate funnel เก็บส่วนของสารสกัดมาละลายด้วยเครื่อง Evaporate ให้เกือบแห้งแล้วละลายกลับด้วย n-Hexane ในปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารสกัดขั้นต้น มาทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากการสกัดออกโดยใช้คอลัมน์ซิลิกาเจล (silica gel) นำสารที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ PAHs ด้วยเครื่อง GC/MS (ภาพที่ 2) เก็บรวบรวมข้อมูล หาปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ (AOAC, 1990) ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of variance, ANOVA) ของปริมาณสาร PAHs วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร PAHs กับปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

วิเคราะห์หาปริมาณสาร PAHs โดยเติมสาร 2-Fluoro-1, 10-biphenyl ซึ่งเป็น internal standard ในขั้นตอนการสกัด หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดทำการแยกเฉพาะส่วนของสาร PAHs ด้วยวิธี column chromatography และนำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสาร PAHs จำนวน 16 ชนิด ( $\Sigma 16$  PAHs) เช่น acenaphthene (ACE), acenaphthylene (ACY), anthracene (ANT), benz[a] anthracene (BaA), benzo[a]pyrene (BaP), benzo[b]-fluoranthene (BbF), benzo[ghi]perylene (BghiP), benzo[k]fluoranthene (BkF), chrysene (CHR), dibenzo[a,h]anthracene (DahA), fluoranthene (FLA), fluorene (FLO), indeno[1,2,3-cd]pyrene (IcdP), naphthalene (NAP), phenanthrene (PHE) และ pyrene (PYR) ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) รุ่น Agilent 6890N Gas Chromatograph/5970 inert Mass Selective Detector.





ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างตัวอย่างหอยแมลงภู (  $\Delta$  ) ในโครงการวิจัย (Google Earth, 2558)



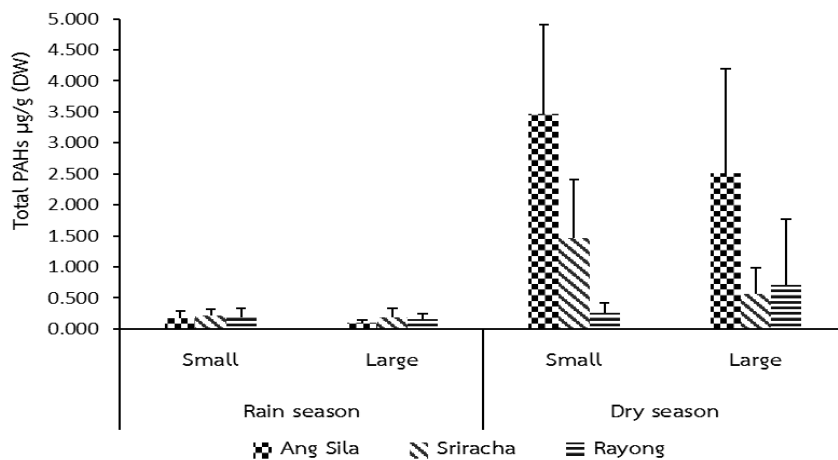
ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงกระบวนการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสาร PAHs ในเนื้อเยื่อ



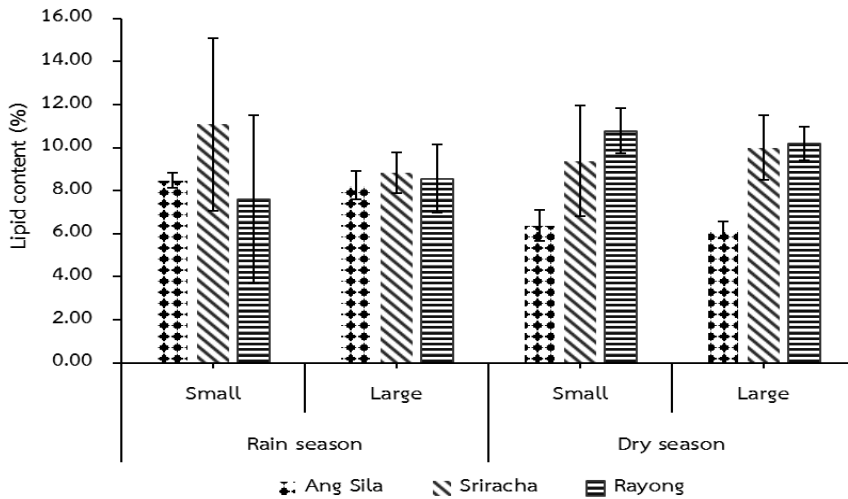
### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาปริมาณสาร PAHs ทั้ง 16 ชนิด ( $\Sigma 16$  PAHs) รวมทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ( $\Sigma 7$  carc PAHs) เช่น BaP, BbF, BkF, CHR, IcdP, DahA, และ BghiP. ในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่งจากพื้นที่อ่างศิลา ศรีราชา และมาบตาพุด พบการปนเปื้อนของสาร PAHs ประกอบไปด้วย ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR ทั้ง 2 ฤดู ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในบริเวณอ่างศิลาในฤดูฝน หอยแมลงภู่งขนาดเล็กมีปริมาณสาร PAHs สะสมโดยเฉลี่ย  $0.170 \pm 0.111$ ,  $0.211 \pm 0.106$  และ  $0.187 \pm 0.147$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่งขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.098 \pm 0.048$ ,  $0.180 \pm 0.156$  และ  $0.159 \pm 0.087$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสาร PAHs ในหอยแมลงภู่งขนาดเล็กโดยเฉลี่ย  $3.473 \pm 1.437$ ,  $1.471 \pm 0.931$  และ  $0.258 \pm 0.156$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่งขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $2.510 \pm 1.681$ ,  $0.558 \pm 0.429$  และ  $0.705 \pm 1.058$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับดังภาพที่ 3 ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสาร PAHs ในเนื้อเยื่อหอย ในฤดูแล้งหอยแมลงภู่งขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสาร PAHs แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และไม่พบสาร PAHs ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็นมะเร็ง

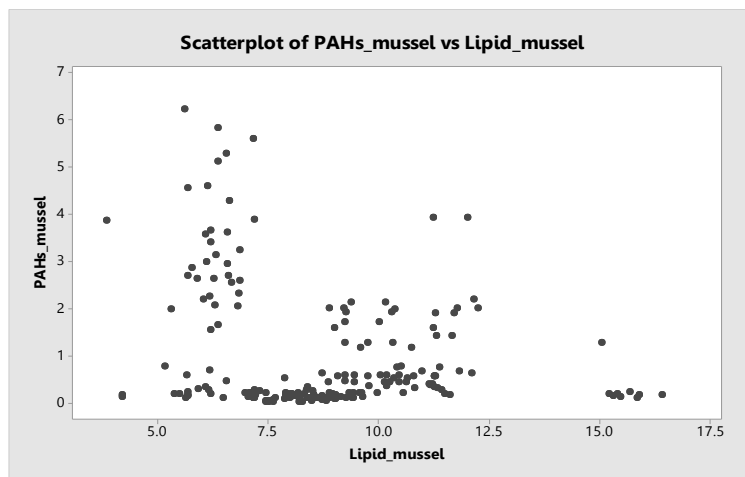
จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร PAHs ที่สะสมกับปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 3 ปริมาณสาร PAHs ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ง ทั้ง 2 ขนาด ในฤดูฝนและฤดูร้อนจากพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง



ภาพที่ 4 ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่วัดบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยองทั้งสองฤดู



ภาพที่ 5 ปริมาณสาร PAHs ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่วัดกับไขมัน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $p=0.508$ )

ผลจากการศึกษาพบว่าชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกมีการปนเปื้อนสาร PAHs อยู่ในระบบนิเวศทางทะเล ในสัตว์น้ำเมื่อเปรียบเทียบการสะสมของสาร PAHs กับขนาดของหอยพบว่าหอยขนาดเล็กมีการสะสมสาร PAHs ไว้สูงกว่าหอยขนาดใหญ่เฉพาะในพื้นที่อ่างศิลา เนื่องจากเหนือพื้นที่อ่างศิลา มีอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ ได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำที่พัดพามาจากสมุทรปราการและแม่น้ำบางปะกง ซึ่งล้นแล้วมีเรือประมงประกอบกับอ่างศิลา เป็นพื้นที่หลากหลายกิจกรรมมีชุมชนบ้านเรือนริมน้ำ มีเรือประมงอยู่จำนวนมาก ทำให้มีการปนเปื้อนของน้ำมัน และมักพบปรากฏการณ์คราบน้ำมันปนเปื้อนในทะเลอยู่เสมอ คราบน้ำมันจะเข้าสู่ระบบตามห่วงโซ่อาหาร บางส่วนละลายเข้าผสมกับมวลน้ำ บางส่วนเกาะติดหรือเคลือบบริเวณผิวของสัตว์น้ำ พืชน้ำเช่น แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งสารแขวนลอยต่างๆ หอยแมลงภู่มักกินอาหารแบบการกรองกิน แพลงก์ตอนและตะกอนแขวนลอย ที่มีขนาดเล็กกว่า 4 ไมครอนจะเข้าสู่ร่างกาย (คเชนทร, 2544) สาร PAHs กลุ่มที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยตรงโดยการดูดซึม ส่วนสาร PAHs กลุ่มที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 4 วงริง) จะเข้าตามทางเดินอาหารแล้วเข้าสู่ระบบการย่อย (Digestive system) (Piccardo et al., 2001) หอยขนาดเล็กมีอัตราการกินอาหารมากกว่าหอยขนาดใหญ่ และหอยขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรในการรับสัมผัสมากกว่าหอยขนาดใหญ่ (จรมัน, 2525) จึงเป็นสาเหตุให้หอยขนาดเล็กมีการสะสมสาร PAHs และสารอื่นๆ ได้มากกว่าหอยขนาดใหญ่ และผลของการศึกษานี้พบว่า





บริเวณอ่างศิลาปริมาณสาร PAHs สะสมในหอยมากกว่า 5 เท่าที่มีการศึกษาในปี 2557 (ปภาศิริ และคณะ, 2557) ที่พบการสะสมโดยเฉลี่ย  $0.0225 \pm 0.0225$  และ  $0.0500 \pm 0.0194$  ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดระยอง เปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสาร PAHs ที่ตรวจพบมีค่าใกล้เคียงกับปี 2553 โดยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย (Mokkongpai et al., 2010) ปริมาณสาร PAHs ที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ ไม่พบสาร PAHs กลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง เช่นกัน

### สรุปผลวิจัย

การปนเปื้อนสาร PAHs ในหอยแมลงภู่ทั้ง 3 พื้นที่ทั้ง 2 ขนาด มีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมในการสะสม นั่นคือ ในฤดูแล้งหอยแมลงภู่ขนาดเล็กจากบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสูงสุด และไม่พบสารในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็งยังสามารถนำมาบริโภคได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนานหรือลดการบริโภคจำนวนมากๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการรับสาร PAHs เข้าสู่ร่างกายเราได้ ควรงดการบริโภคอาหารทะเลจากแหล่งที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อน ถึงแม้จะมีการปนเปื้อนในปริมาณน้อย แต่หากพิจารณาถึงขบวนการสะสมสารพิษที่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร (Biomagnifications,) โดยในระยะยาวอาจจะเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยต่ออาหาร (Food safety) และธุรกิจด้านการท่องเที่ยว รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องเข้ามาดำเนินการป้องกันและแก้ปัญหาอย่างจริงจัง ควรส่งเสริมให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเพื่อสร้างเสริมสุขภาพอนามัยที่ดี สร้างความเชื่อมั่นให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.) ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 7/2559

### เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน). กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมเจ้าท่า. (2560). สถิติน้ำมันรั่วไหลในทะเล. วันที่ค้นข้อมูล 9 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก <http://www.md.go.th/md/index.php/2014-01-19-05-02-28/2016-07-25-03-15-33/2016-11-23-07-40-37/2982--2559-35>
- ข่าวสนุกออนไลน์. (2557). คราบน้ำมันซัดเข้าหาดบางแสน สั่งห้ามลงเล่นน้ำชั่วคราว. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557. เข้าถึงได้จาก <http://news.sanook.com/1520826>
- คเชนทร์ เฉลิมวัฒน์. (2544). หอยแมลงภู่. การเพาะเลี้ยงหอย. ลินคอร์นโปรโมชัน. กรุงเทพฯ.
- จรมัน ว่องวิทย์. (2525). การรั่วไหลของหอยแมลงภู่ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณภา ภาณุตระกูล พอลจิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพทุธ นิภา มหารัชพงศ์



- ไพฑูริย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล นันทิกา คงเจริญพร และ Malin Charlotta Celander. (2555). การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณภา ภาณุตระกูล พอจิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพุท นินา มหารัชพงศ์ ไพฑูริย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล นันทิกา คงเจริญพร และ Malin Charlotta Celander. (2557). การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official Methods of Analysis. *Association of Official Agricultural Chemists*. USA.
- Baumard, P., Baumard, H. & Budzinski, P. (1998a) Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea *Environ. Toxicol. Chem.*, 17, 765-776.
- Cholumpai, V., Celander, M.C. & Kanchanopas-Barnet, P. (2015) Accumulation and Clearance of PAHs and CYP1A Levels in Farmed Green Mussels (*Perna viridis* L.) from a Coastal Industrial Area in Thailand. *Journal of EnvironmentAsia* 8(2), 109-117.
- Garrigues, Ph., Barth, H., Walker, C. H. & Narbonne, J-F. (2001). Biomarkers in marine organisms a Practical Approach. Amsterdam, Netherlands.
- Gfrerer, M., Serschen, M., & Lankmayr, E. (2002). Optimized extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated soil sample. *Journal of Biochem. Biophys. Methods*. 53(1-3), 203-216.
- Google Earth. (2558). ภาพแผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2558 เข้าถึงได้จาก <https://www.google.co.th/maps/search/>
- Hwang, S., & Cutright, T. J. (2004). Preliminary evaluation of PAH sorptive changes in soil by Soxhlet extraction. *Environment International*, 30, 151-158.
- Malmström, C. M., Koponen, K., Lindström-Seppä, P., & Bylund, G. (2004). Induction and localization of hepatic CYP4501A in flounder and rainbow trout exposed to benzo[a]pyrene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 58, 365-372.
- Mokkongpai, P., Kanchapas-Barnett, P. & Sawangwong, P. (2010). Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Green mussels (*Perna viridis*) Collected from the East coast of Chonburi province, Thailand. *Journal of Science Technology. And Humanities*. 8(1), 13.23.
- Piccardo, M. T., Coradeghini, R. & Valerio, F. (2001). Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollution in Native and Caged Mussels. *Marine pollution Bulletin*. 42(10). 951-956.
- Suwanagosoom, S. (2001). Accumulation of total petroleum hydrocarbon in marine food chain around Phe Bay, Rayong province. Master's thesis, Technology of Environmental Management, Graduate School, Mahidol University.
- Wootton, E. C., Dyrnynda, E. A., Pipe, R. K., & Ratcliffe, N. A. (2003). Comparisons of PAH induced immunomodulation in three bivalve mollusks. *Aquatic Toxicology*, 65, 13-25.



**NUNATGEN**

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ขออภัยที่รับทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับไฟไหม้เพื่อแสดงว่า

**ดร.ไพฑูรย์ มกกงไฟ**

ได้รับรางวัล **"ดีเด่น"**

การนำเสนอเอกสารบรรยาย สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง "การผสมของสารไฟโพลีคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในผอมแปลงกึ่งตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก"

การประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม บรรณ ครั้งที่ ๒  
(The 2nd Naresuan Conference on Natural Resources, Geoinformation and Environment 2017)

ณ กองบริหารการนโยบายสารสนเทศและการสื่อสาร  
ไฟไหม้ ณ วันที่ ๑๕ ธันวาคม พุทธศักราช ๒๕๖๐

(ดร.ปวีณา มหาวิช)

ประธานคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บรรณ ครั้งที่ ๒

# การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ใน หอยแมลงภู่นิวตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

## Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in green mussels (*Perna viridis*) along the eastern coast of Thailand

ไพฑูรย์ มกกองไผ่<sup>1\*</sup>, อาวุธ หมั่นหาผล<sup>1</sup> และ วันชัย วงศ์ดาวรรณ<sup>1</sup>

Phaithoon Mokkongpai<sup>1\*</sup>, Arvut Munhapon<sup>1</sup>, and Wanchai Wongsudawan<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่นิวจากชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง ได้ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2560 พบความเข้มข้นของสารพีเอเอชที่สะสมในหอยแมลงภู่นิวขนาดเล็กในฤดูฝนโดยเฉลี่ย  $2.692 \pm 2.294$ ,  $0.096 \pm 0.040$  และ  $0.002 \pm 0.007$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่นิวขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.418 \pm 0.588$ ,  $0.027 \pm 0.021$  และ  $0.418 \pm 0.588$ ,  $0.027 \pm 0.021$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชในหอยแมลงภู่นิวขนาดเล็กโดยเฉลี่ย  $0.020 \pm 0.013$ ,  $0.010 \pm 0.006$  และ  $0.014 \pm 0.019$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่นิวขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.011 \pm 0.008$ ,  $0.008 \pm 0.007$  และ  $0.003 \pm 0.005$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อหอย ขณะที่ในฤดูฝนหอยแมลงภู่นิวขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสารพีเอเอชอยู่สูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) อย่างไรก็ตามไม่พบสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็นมะเร็ง

**คำสำคัญ :** การสะสม, พีเอเอช, หอยแมลงภู่นิว

**ABSTRACT:** The accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in green mussels (*Perna viridis*) collected from eastern coast in Chonburi and Rayong province, Thailand between October 2015 and March 2016 was investigated. The concentration levels of PAHs in small size of mussel samples collected from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were averaged  $2.692 \pm 2.294$ ,  $0.096 \pm 0.040$  and  $0.002 \pm 0.007$   $\mu\text{g/g}$  dry weights and those in large size were  $0.418 \pm 0.588$ ,  $0.027 \pm 0.021$  and  $0.418 \pm 0.588$ ,  $0.027 \pm 0.021$   $\mu\text{g/g}$  dry weights., respectively. The samples collected in dry season from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput showed the average concentration levels in dry weight of PAHs in small size mussel of  $0.020 \pm 0.013$ ,  $0.010 \pm 0.006$  and  $0.014 \pm 0.019$   $\mu\text{g/g}$  and in large size of  $0.011 \pm 0.008$ ,  $0.008 \pm 0.007$  and  $0.003 \pm 0.005$   $\mu\text{g/g}$ , respectively. The result suggested that PAHs accumulations in mussels were not significantly differences between seasons, stations and sizes whereas, interactions in all factors were not an effect on the accumulation of PAHs, while the highest concentration of PAHs was found in wet season at Ang Sila. However, carcinogenic PAHs group was not found.

**Keywords:** Accumulation, PAHs, Green mussel.

<sup>1</sup> สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Institute of Marine Science, Burapha University, Chon Buri Province. 20131

\* Corresponding author: mokk\_pp@hotmail.com

## บทนำ

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยวงอะโรมาติก (aromatic ring) ตั้งแต่สองวงขึ้นไปต้องอาศัยคาร์บอน 2 อะตอมในการเชื่อมต่อกัน อาจจะมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ PAHs ประกอบด้วยสารที่มีสูตรโครงสร้างหลักต่างกัน 35 ชนิด แต่ละสูตรโครงสร้างหลักประกอบด้วยอนุพันธ์ต่างๆ (derivative) PAHs ปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน นอกจากนี้ PAHs ยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ด้วยเช่นกัน ที่สำคัญคือการเผาไหม้สิ่งต่างๆ ในสภาวะที่ไม่สมบูรณ์ เช่น การเผาไหม้กระดาษ ยางรถยนต์ สารในกลุ่มของ PAHs บางชนิดมีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสารบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรง (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) มีการลักลอบทิ้งหรือน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออก โดยเฉพาะชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง เช่น จากบริเวณอ่างศิลาถึงพัทยา ดังเหตุการณ์ในวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 มีน้ำมันดิบจำนวน 50 ตันรั่วไหลลงสู่ทะเลที่จังหวัดระยอง คราบน้ำมันลอยไปเข้าชายหาดอ่าวพร้าวของเกาะเสม็ด พบมีคราบน้ำมันเข้าหาดบางแสนเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557 (ข่าวสนุกออนไลน์, 2557) ในบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง พบน้ำมันเตารั่วไหล 5,000 ลิตรในวันที่ 8 ตุลาคม 2558 และล่าสุดวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2559 พบน้ำมันหล่อลื่นจำนวน 3,000 ลิตรบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง (กรมเจ้าท่า, 2560) นอกจากนี้ยังพบมีคราบน้ำมันปนเปื้อนอยู่ในทะเลและชายหาดอยู่เสมอๆ โดยไม่รู้ถึงแหล่งที่มา จากปัญหาน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล สารมลพิษเข้าปนเปื้อนอยู่ในระบบห่วงโซ่อาหาร มีการตรวจพบหอยแมลงภู่นิวเคลียร์อ่างศิลา, เกาะลอยศรีราชา และแหลมแท่นพา ปนเปื้อนสาร PAHs ในช่วง 0.070-0.183 และ 0.070-0.280 ไมโครกรัม/กรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ (Mokkongpai et al., 2010) ในปี 2555 ในหอยแมลงภู่นิวเคลียร์ขนาดใหญ่พบสาร PAHs ปนเปื้อนมีค่าเฉลี่ย 0.5435±0.1992 และ 0.4389±0.0886 ไมโครกรัม/กรัม ในบริเวณอ่างศิลา และมาบตาพุดตามลำดับ ขณะที่หอยแมลงภู่นิวเคลียร์ขนาดเล็ก พบสาร PAHs 0.1917±0.0504 และ 0.1544±0.1470 ไมโครกรัม/กรัม ในบริเวณอ่างศิลา และมาบตาพุด

ตามลำดับ (ปภาศิริ และคณะ, 2555) ในพื้นที่นี้คมอุตสาหกรรมมาบตาพุด หอยแมลงภู่นิวเคลียร์ขนาดใหญ่ พบมีสาร PAHs ปนเปื้อน 0.4303±0.3067 ไมโครกรัม/กรัม (Cholumpai et al., 2015) นำมาซึ่งความเป็นอันตรายต่อระบบสุขภาพของประชาชนที่ได้บริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนสาร PAHs ที่อาจก่อให้เกิดเป็นมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ PAHs ถูกเมแทบอลิซึมด้วย CYP1A เป็น epoxide จะรวมตัวกับ DNA มีความคงตัวสูง เนื่องจากน้ำมันดิบมีความสามารถละลายได้ในน้ำ ซึ่งองค์ประกอบของน้ำมันจะเป็นสารปิโตรเลียมที่มีสารในกลุ่มของสาร PAHs รวมอยู่และยังมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน (Persistent Organic Pollutant, POPs) มีผลกระทบต่อภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำลดลง ส่งผลให้เกิดโรคได้ง่ายขึ้น เช่นสาร Benzo[a]pyrene, B[a]P เนื่องจากสารไปยับยั้งกระบวนการเผาผลาญของ Cytochrome P-450, CYP1A P450 (Malmström et al., 2004) สาร PAHs บางชนิด เช่น Phenanthrene มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้มากทำให้เข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ (Wootton et al., 2003)

ดังนั้นการตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของสาร PAHs ที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำกลุ่มที่มนุษย์นำมาบริโภคและมีอยู่ในท้องถื่นนับว่ามีความสำคัญยิ่ง เพื่อให้ทราบปริมาณและประเมินสถานการณ์ของคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนของสารมลพิษที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการถ่ายทอดเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ดีต่อประชาชนในการหามาตรการร่วมกันในการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ เป็นการช่วยกระตุ้นเพิ่มขีดความสามารถการเสริมสร้างการพัฒนาของหน่วยงานท้องถิ่นและหน่วยงานของภาครัฐในการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนของประเทศ สร้างความเชื่อมั่นในการใช้พื้นที่ด้านสันหนนาการทางน้ำอีกด้วยและสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่อไป

## วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสาร PAHs ในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก
2. ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ประชาชนให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง



## อุปกรณ์และวิธีการ

กำหนดพื้นที่ศึกษาและสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรี พื้นที่บริเวณอ่างศิลาเป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่บริเวณศรีราชาเป็นตัวแทนของแหล่งชุมชน และในพื้นที่ตำบลมาตาพุด จังหวัดระยองบริเวณบ้านอ่าวประดู่ เป็นตัวแทนของแหล่งอุตสาหกรรม (ภาพที่ 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ทั้ง 3 แหล่ง โดยในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2559) และในฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน 2560) เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่มากจากชาวประมงที่ทำการเลี้ยงแบบแขวนในบริเวณชายฝั่งทะเล ตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ที่เก็บแต่ละครั้งจะนำมารวมกัน (composite sample) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่มากในแต่ละพื้นที่ที่มี 3 สถานี (ตารางที่ 1) สถานีละ 2 ขนาด (ขนาดเล็กความยาวไม่เกิน 4 ซม. ขนาดใหญ่ความยาวมากกว่า 6 ซม.) เก็บขนาดละ 20 ตัว ทำ 3 ซ้ำ รวม 720 ตัวอย่าง ใส่ในถุงพลาสติกเก็บในถังแข็งเย็นนำมาคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก ล้างด้วยน้ำสะอาด และแยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อเก็บใส่ลงขวดสีชาที่ล้างด้วย Hexane หรือ Dichloromethane วิธีการสกัดเนื้อเยื่อตัวอย่าง (Extraction) ที่ใช้ได้ดัดแปลงจากวิธีการของ Gfrerer et al., (2002); Hwang & Curtright (2004) และ Suwanagosoom (2001) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 3-5 กรัม ทำการเติมสาร 30% Dichloromethane (Dichloromethane : Methanol, 30 : 70 v/v) ด้วยเครื่อง Ultrasonic 3 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที เทสารสกัดผ่านกระดาษกรองลงในฟลาสชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Potassium Hydroxide นำไปเข้าตู้อบที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการ Saponification นำสารตัวอย่างมาสกัดใน Separate funnel เก็บส่วนของสารสกัดมาระเหยด้วยเครื่อง Evaporate ให้เกือบแห้งแล้วละลายกลับด้วย n-Hexane ในปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารสกัดขั้นต้น มาทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากการสกัดออกโดยใช้คอลัมน์ซิลิกาเจล (silica gel) นำสารที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ PAHs ด้วยเครื่อง GC/MS (ภาพที่ 2) เก็บรวบรวมข้อมูล หาปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่มาก (AOAC, 1990) ทำการวิเคราะห์

ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of variance, ANOVA) ของปริมาณสาร PAHs วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร PAHs กับปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

วิเคราะห์หาปริมาณสาร PAHs โดยเติมสาร 2-Fluoro-1, 10-biphenyl ซึ่งเป็น internal standard ในขั้นตอนการสกัด หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดทำการแยกเฉพาะส่วนของสาร PAHs ด้วยวิธี column chromatography และนำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสาร PAHs จำนวน 16 ชนิด ( $\sum$  16 PAHs) เช่น acenaphthene (ACE), acenaphthylene (ACY), anthracene (ANT), benz[a] anthracene (BaA), benzo[a]pyrene (BaP), benzo[b]-fluoranthene (BbF), benzo[ghi]perylene (BghiP), benzo[k]fluoranthene (BkF), chrysene (CHR), dibenzo[a,h]anthracene (DahA), fluoranthene (FLA), fluorene (FLO), indeno [1,2,3-cd]pyrene (IcdP), naphthalene (NAP), phenanthrene (PHE) และ pyrene (PYR) ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) รุ่น Agilent 6890N Gas Chromatograph/5970 inert Mass Selective Detector.

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาปริมาณสาร PAHs ทั้ง 16 ชนิด ( $\sum$  16 PAHs) จากเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่มากจากพื้นที่ อ่างศิลา ศรีราชา และมาตาพุด พบการปนเปื้อนของสาร PAHs ประกอบไปด้วย ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR ทั้ง 2 ฤดู จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในฤดูฝน หอยแมลงภู่มากขนาดเล็กมีปริมาณสาร PAHs สะสมโดยเฉลี่ย  $2.692 \pm 2.294$ ,  $0.096 \pm 0.040$  และ  $0.002 \pm 0.007$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่มากขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.418 \pm 0.588$ ,  $0.027 \pm 0.021$  และ  $0.006 \pm 0.017$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาตาพุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้ง พบการสะสมสาร PAHs ในหอยแมลงภู่มากขนาดเล็กโดยเฉลี่ย เฉลี่ย  $0.020 \pm 0.013$ ,  $0.010 \pm 0.006$  และ  $0.014 \pm 0.019$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่มาก

Table 1 The location of sampling stations from the East cost of Chon Buri and Rayong provinces, Thailand.

Location	Stations	Latitude (N)	Longitude (E)	Representative
Ang Sila	A 1	13° 20' 28.4''	100° 55' 05.9''	Culture area
	A 2	13° 20' 46.6''	100° 55' 12.5''	
	A 3	13° 20' 49.9''	100° 55' 17.3''	
Sriracha	S 1	13° 11' 14.2''	100° 55' 13.3''	Community area
	S 2	13° 11' 12.5''	100° 55' 14.3''	
	S 3	13° 11' 05.2''	100° 55' 14.7''	
Rayong	R 1	12° 40' 00.4''	101° 10' 08.9''	Industry area
	R 2	12° 40' 28.8''	101° 10' 04.9''	
	R 3	12° 39' 38.0''	101° 10' 06.1''	

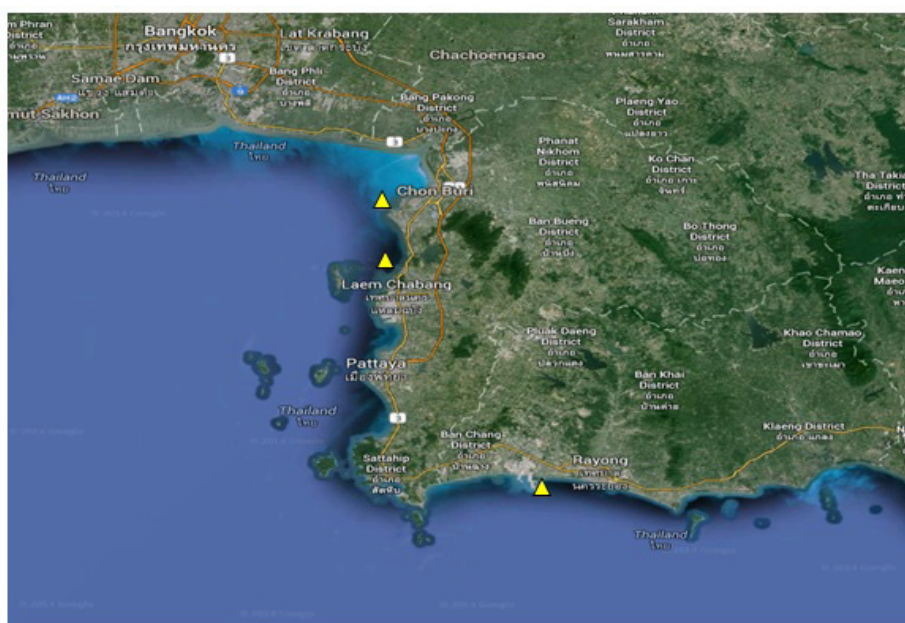


Figure 1 A map shows location of sampling stations from Eastern Coast. (▲)

ใหญ่โดยเฉลี่ย  $0.011 \pm 0.008$ ,  $0.008 \pm 0.007$  และ  $0.003 \pm 0.005$  ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณ อ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตาม ลำดับ (ภาพที่ 2) เนื่องจากสาร PAHs มีคุณสมบัติ ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายและสะสมได้ดีในไขมัน จึงมี การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร PAHs กับ ปริมาณไขมัน (%) พบปริมาณไขมันในหอยขนาดเล็กมีปริมาณโดยเฉลี่ย  $10.58 \pm 2.44$ ,  $7.24 \pm 0.50$  และ  $6.08 \pm 0.68$  เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มี

ปริมาณโดยเฉลี่ย  $7.27 \pm 0.18$ ,  $7.86 \pm 0.35$  และ  $6.52 \pm 0.71$  เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ ส่วนหอยเลี้ยงในหอยขนาดเล็ก มีปริมาณโดยเฉลี่ย  $6.09 \pm 0.89$ ,  $7.19 \pm 1.07$  และ  $13.38 \pm 1.99$  เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มีปริมาณ โดยเฉลี่ย  $5.24 \pm 0.29$ ,  $6.45 \pm 0.59$  และ  $16.07 \pm 8.76$  เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ (ภาพที่ 3) การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยฤดูกาล สถานที่ และขนาดของหอย

แมลงภู่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อ ในฤดูแล้งหอยขนาดใหญ่ในพื้นที่ระยะของการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อมากที่สุด โดยมีปริมาณสูงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในเนื้อเยื่อ พบว่าสารพีเอเอชรวม และไขมันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ (spearman rho = 0.205)

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสาร PAHs ในเนื้อเยื่อหอย ขณะที่ในฤดูฝนพบหอยแมลงภู่มิขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลาที่มีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวมอยู่สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่ไม่พบสาร PAHs ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็นมะเร็ง (BaA, BaP, BbF, BghiP, BkF)

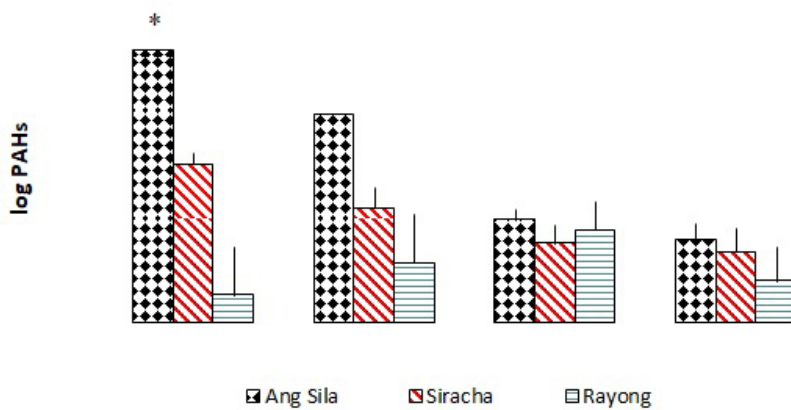


Figure 2 Accumulation of PAHs in mussel tissues from different station of dry season and wet season.

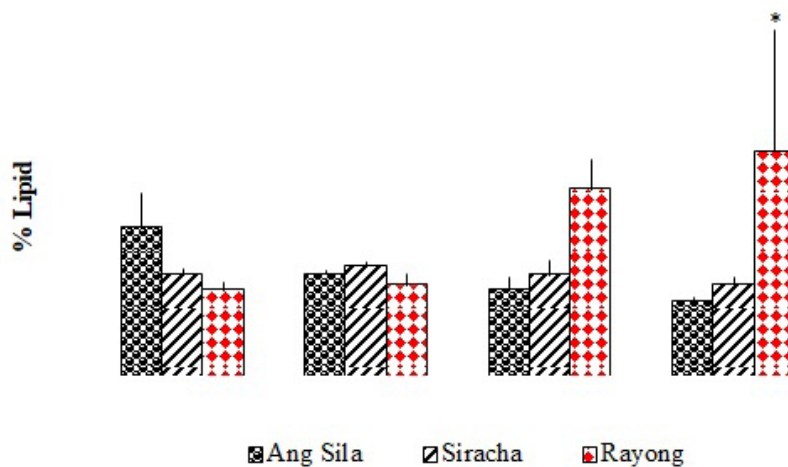


Figure 3 Percentage of lipid in mussel tissues from different station of dry season and wet season.



ผลจากการศึกษาพบว่าชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปนเปื้อนสาร PAHs อยู่ในระบบนิเวศทางทะเล เมื่อเปรียบเทียบการสะสมของสาร PAHs กับขนาดของหอยพบว่าหอยขนาดเล็กมีการสะสมสาร PAHs ไว้สูงกว่าหอยขนาดใหญ่ในบริเวณพื้นที่อ่างศิลา ด้วยหอยขนาดเล็กมีอัตราการกินอาหารมากกว่าหอยขนาดใหญ่ และหอยขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรในการรับสัมผัสมากกว่าหอยขนาดใหญ่ (จรรย์น, 2525) จึงเป็นสาเหตุให้หอยขนาดเล็กมีการสะสมสาร PAHs และสารอื่นๆ ได้มากกว่าหอยขนาดใหญ่ และเนื่องจากเนื้อพื้นที่อ่างศิลา มีอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ปล่องของเสียลงสู่แหล่งน้ำ ได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำที่พัดพามาจากสมุทรปราการและแม่น้ำบางปะกงซึ่งล้นแล้วมีเรือประมงประมงกับอ่างศิลา เป็นพื้นที่หลากหลายกิจกรรมมีชุมชนบ้านเรือนริมน้ำ มีเรือประมงอยู่จำนวนมาก ทำให้มีการปนเปื้อนของน้ำมัน และมักพบปรากฏการณ์คราบน้ำมันปนเปื้อนในทะเลอยู่เสมอๆ คราบน้ำมันจะเข้าสู่ระบบตามห่วงโซ่อาหาร บางส่วนมีละลายเข้าผสมกับมวลน้ำ บางส่วนเกาะติดหรือเคลือบบริเวณผิวของสัตว์น้ำ พืช น้ำเช่น แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งสารแขวนลอยต่างๆ หอยแมลงภู่มีการกินอาหารแบบการกรองกิน แพลงก์ตอนและตะกอนแขวนลอย ที่มีขนาดเล็กกว่า 4 ไมครอนจะเข้าสู่ร่างกาย (คเชนทร, 2544) สาร PAHs กลุ่มที่มีโมเลกุลขนาดเล็กสามารถเข้าสู่ร่างกายโดยตรงโดยการดูดซึม ส่วนสาร PAHs กลุ่มที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 4 วงริง) จะเข้าตามทางเดินอาหารแล้วเข้าสู่ระบบการย่อย (Digestive system) (Piccardo et al., 2001) และผลของการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณอ่างศิลาปริมาณสาร PAHs สะสมในหอยต่ำกว่าที่มีการศึกษาในปี 2557 (ปภาศิริ และคณะ, 2557) ที่พบการสะสมโดยเฉลี่ย  $0.0225 \pm 0.0225$  และ  $0.0500 \pm 0.0194$  ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดระยอง เปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามบริเวณอ่างศิลา มีการสะสมสาร PAHs ที่ตรวจพบมีค่าใกล้เคียงกับปี 2553 โดยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย (Mokongpai et al., 2010) และสอดคล้องกับผลการศึกษาในปี 2559 (ไพฑูริย์ และคณะ, 2560) ที่

พบหอยขนาดเล็กในฤดูฝนบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสาร PAHs อยู่สูง อย่างไรก็ตามปริมาณสาร PAHs ที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ ไม่พบสาร PAHs กลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง เช่นกัน

### สรุปผลวิจัย

การปนเปื้อนสาร PAHs ในหอยแมลงภู่ทั้ง 3 พื้นที่ทั้ง 2 ขนาด มีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมในการสะสม นั่นคือ ในฤดูแล้งหอยแมลงภู่ขนาดเล็กจากบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสูงสุด และไม่พบสารในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็งยังสามารถนำมาบริโภคได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน หรือลดการบริโภคจำนวนมากๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการรับสาร PAHs เข้าสู่ร่างกายเราได้ ควรงดการบริโภคอาหารทะเลจากแหล่งที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อน ถึงแม้จะมีการปนเปื้อนในปริมาณน้อย แต่หากพิจารณาถึงขบวนการสะสมสารพิษที่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร (Biomagnifications,) โดยในระยะยาวอาจจะเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยต่ออาหาร (Food safety) และธุรกิจด้านการท่องเที่ยว รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องเข้ามาดำเนินการป้องกันและแก้ปัญหาย่างจริงจัง ควรส่งเสริมให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง เพื่อสร้างเสริมสุขภาพอนามัยที่ดี สร้างความเชื่อมั่นให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

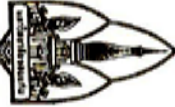
### คำขอขอบคุณ


งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.) ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 122/2560


### เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน). กองจัดการสารอันตราย และกากของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมเจ้าท่า. (2560). สถิติน้ำมันรั่วไหลในทะเล. วันที่ค้นข้อมูล 9 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก <http://www.md.go.th/md/index.php/2014-01-19-05-02-28/2016-07-25-03-15-33/2016-11-23-07-40-37/2982--2559-35>
- ข่าวสนุกออนไลน์. (2557). คราบน้ำมันซัดเข้าหาดบางแสน สิ่งห้ามลงเล่นน้ำชั่วคราว. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557. เข้าถึงได้จาก <http://news.sanook.com/1520826>
- คเชนทร เฉลิมวัฒน์. (2544). หอยแมลงภู่. การเพาะเลี้ยงหอย. ลินคอร์นโปรโมชัน. กรุงเทพฯ.
- จรมัน ว่องวิทย์. (2525). การรับโลหะหนักของหอยแมลงภู่ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณภาณุ ตระกูล พงจิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพุทธิ นิภา มหารัชพงศ์ ไพฑูรย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล นันทิกา คงเจริญพร และ Malin Charlotta Celander. (2555). การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณภาณุ ตระกูล พงจิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพุทธิ นิภา มหารัชพงศ์ ไพฑูรย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล นันทิกา คงเจริญพร และ Malin Charlotta Celander. (2557). การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไพฑูรย์ มกกงไผ่ อาวุธ หมั่นหาผล และวันชัย วงศ์ดาวรรณ. 2560. การสะสมของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. การประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสารสนเทศศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นครสวรรค์ ครั้งที่ ๒. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร. 1-8.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. USA.
- Baumard, P., Baumard, H. & Budzinski, P. (1998a) Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea Environ. Toxicol. Chem., 17, 765-776.
- Cholumpai, V., Celeaner, M.C. & Kanchanopas-Barnet, P. (2015) Accumulation and Clearance of PAHs and CYP1A Levels in Farmed Green Mussels (*Perna viridis* L.) from a Coastal Industrial Area in Thailand. Journal of Environment Asia 8(2), 109-117.
- Garrigues, Ph., Barth, H., Walker, C. H. & Narbonne, J-F. (2001). Biomarkers in marine organisms a Practical Approach. Amsterdam, Netherlands.
- Gfrerer, M., Serschen, M., & Lankmayr, E. (2002). Optimized extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated soil sample. Journal of Biochem. Biophys. Methods. 53(1-3), 203-216.
- Google Earth. (2560). ภาพแผนที่ภาคตะวันออก. วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2560 เข้าถึงได้จาก <https://www.google.co.th/maps/search/>
- Hwang, S., & Cutright, T. J. (2004). Preliminary evaluation of PAH sorptive changes in soil by Soxhlet extraction. Environment International, 30, 151-158.

- Malmström, C. M., Koponen, K., Lindström-Seppä, P., & Bylund, G. (2004). Induction and localization of hepatic CYP4501A in flounder and rainbow trout exposed to benzo[a]pyrene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 58, 365-372.
- Mokkongpai, P., Kanchapas-Barnett, P. & Sawangwong, P. (2010). Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Green mussels (*Perna viridis*) Collected from the East coast of Chonburi province, Thailand. *Journal of Science Technology. And Humanities*. 8(1), 13.23.
- Piccardo, M. T., Coradeghini, R. & Valerio, F. (2001). Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollution in Native and Caged Mussels. *Marine pollution Bulletin*. 42(10). 951-956.
- Suwanagosoom, S. (2001). Accumulation of total petroleum hydrocarbon in marine food chain around Phe Bay, Rayong province. Master's thesis, Technology of Environmental Management, Graduate School, Mahidol University.
- Wootton, E. C., Dyrinda, E. A., Pipe, R. K., & Ratcliffe, N. A. (2003). Comparisons of PAH induced immunomodulation in three bivalve mollusks. *Aquatic Toxicology*, 65, 13-25.

  
**มหาวิทยาลัยขอนแก่น**  
มอบเกียรติบัตรนี้แก่  
**ไพฑูริย์ มกกลงไม่, อาวุธ ห่มันทาผล และ วันชัย วงศ์ดาวรรณ**  
เป็นผู้ได้รับ  
รางวัลชนะเลิศผลงานวิจัย  
จากโครงการประกวดผลงานวิจัย  
ของคณาจารย์และบุคลากร  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี ๒๕๖๐  
ระหว่างวันที่ ๒๕-๒๗ มกราคม ๒๕๖๑  
ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

  
รองศาสตราจารย์ ดร. ปิณฑิชา ไตรรัตน์ศรีชัย  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

  
รองศาสตราจารย์ ดร. มณชิชัย ดวงจินตกา  
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 ใบประกาศจากการนำเสนอผลงานวิจัย บวช. ปี 2560 ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
จ. ขอนแก่น



## ใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์

ID # ๑/๒๕๖๑

ชื่อข้อเสนอการวิจัย

ภาษาไทย ประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลบริเวณภาคตะวันออก

หัวหน้าโครงการวิจัย

ดร.ไพฑูรย์ มกกงไผ่

หน่วยงานที่สังกัด

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล

มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา

กระทรวง

กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อเสนอการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ มหาวิทยาลัยบูรพาแล้ว เห็นว่ามีความสอดคล้องกับจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สภาวิจัยแห่งชาติ คณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ มหาวิทยาลัยบูรพา จึงเห็นสมควร ให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์ตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้ ตั้งแต่วันที่ออกเอกสารรับรองผลการพิจารณา จริยธรรมการวิจัยในสัตว์ฉบับนี้ จนถึงวันที่ ๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒

ออกให้ ณ วันที่ ๑๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ็งเอียด)

ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์

มหาวิทยาลัยบูรพา