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. 2559

รหัสโครงการ 2559A10802088
สัญญาเลขที่ 7/2559

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) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก ทำการเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ ตะกอนดินและปลาทะเลศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559 พบความเข้มข้นของสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กในฤดูฝนโดยเฉลี่ย 0.170±0.111, 0.211±0.106 และ 0.187±0.147 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 0.098±0.048, 0.180±0.156 และ 0.159±0.087 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชรวม ในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กโดยเฉลี่ย 3.473±1.437, 1.471±0.931 และ 0.258±0.156 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 2.510±1.681, 0.558±0.429 และ 0.705±1.058 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้ทราบว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวมในเนื้อเยื่อหอย และในฤดูแล้งหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม อยู่สูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตะกอนดินจากแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ทั้ง 3 พื้นที่ พบมีปริมาณของสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนในฤดูฝนโดยเฉลี่ย 0.901±0.570, 0.901±0.570 และ 0.877±1.063 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย 0.529±0.554, 0.530±0.553 และ 0.727±0.838 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยอง ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่าทั้งฤดูกาลและสถานที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในปลาทะเลบริเวณชายฝั่งอ่าวพร้าวของเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จากตัวอย่างปลา 10 ชนิด ผลการศึกษาในฤดูฝน พบสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนโดยปริมาณเฉลี่ย 0.044±0.065 และ 0.053±0.068 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้ง พบปริมาณสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย 0.165±0.360 และ 0.115±0.308 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่าฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบในฤดูแล้งปริมาณสูงกว่าในฤดูฝน ผลจากการศึกษาแสดงถึงระบบนิเวศทางทะเลมีการปนเปื้อนด้วยสารมลพิษโดยเฉพาะสารในกลุ่มปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่อย่างต่อเนื่องสถิติ 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 2015 and March 2016 was investigated. The concentration levels of PAHs in small size of Green mussel (*Perna viridis*) samples from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were 0.170±0.111, 0.211±0.106 and 0.187±0.147µg/g (dry weights) in average and those in large size were 0.098±0.048, 0.180±0.156 and 0.159±0.087 µg/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 3.473±1.437, 1.471±0.931 and 0.258±0.156 µg/g (dry weights) and in large size were 2.510±1.681, 0.558±0.429 and 0.705±1.058 µg/g (dry weights) The result were suggested that PAHs contaminated in mussels during the two seasons of all stations were not significantly. Interaction in all factors including season, station and sizes had an effect on the contamination of PAHs. The highest concentration of PAHs was found in the dry season at Ang Sila.

The concentration levels of PAHs in sediment samples collected from Ang Sila, Sriracha and Mabtaput in the rainy season were 0.901±0.570, 0.901±0.570 and 0.877±1.06 147µg/g (dry weights) in average while, in dry season were 0.529±0.554, 0.530±0.553 and 0.727±0.838 µg/g (dry weights). The result suggested that PAHs contaminated in sediments in both two seasons of all areas were not significantly different.

The contamination of PAHs in fish tissue samples from Ao-Prao of Ko Samet, Rayong province showed that the average in the rainy season were 0.044±0.065 and 0.053±0.068 µg/g while, In the dry season were 0.165±0.360 and 0.115±0.308 µg/g from the near shore and the off shore zones respectively. The results suggested that PAHs contaminated in fish tissues during the two seasons of all zones were significant

differences between seasons and had not significantly different the zone. The highest concentration of PAHs was found in the dry season of all zones. 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. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 7/2559

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัย	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย	24
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย	32
สรุปผลการวิจัย	38
บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	45
ผลผลิต	39

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงเขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย 4
ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในโครงการวิจัย 17
ภาพที่ 3 การสกัดสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างด้วยวิธี Ultrasonic 19
ภาพที่ 4 การสกัดแยกส่วนของสาร PAHs ในสารสกัดตัวอย่าง 19
ภาพที่ 5 การแยกเฉพาะส่วนของสารพีเอเอชรวม ด้วยวิธี column chromatography 20
ภาพที่ 6 การระเหยแห้งสารสกัดด้วยเครื่อง Evaporate 20
ภาพที่ 7 การ Flow Nitrogen gas ในตัวอย่างสารสกัดพีเอเอชรวม 21
ภาพที่ 8 ตัวอย่างสารสกัดพร้อมการตรวจวิเคราะห์หาสารพีเอเอชรวม 21
ภาพที่ 9 เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) 22
ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ 25
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาทะเล 26
ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในตะกอนดิน 26
ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ 27
ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมัน (Lipid) ที่สะสมในเนื้อเยื่อปลา 28
ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน 29
ภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อหอยกับไขมัน **30**
ภาพที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลากับไขมัน 30
ภาพที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารพีเอเอชในตะกอนดินกับอินทรีย์สาร 31

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย 7

ตารางที่ 2 แสดงรายงานการพบและสำรวจผลกระทบของน้ำมันรั่วไหล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2559 8

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ สูตรโครงสร้างของสาร โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน 13

ตารางที่ 4 แสดงชนิดของตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษาปริมาณการสะสมของสารพีเอเอช 18

ตารางที่ 5 แสดงความสามารถของเครื่อง GC/MS ปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ 23

ตารางที่ 6 แสดงชนิดของสารพีเอเอช (PAHs) ที่พบการสะสมอยู่ในตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษา 27

ตารางที่ 7 แสดงค่าความเข้มข้นของ PAHs ในดินตะกอนจากชายฝั่งประเทศต่าง ๆ 35

ตารางที่ 8 การประเมินปริมาณของปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนบนโลก เข้าสู่ทะเล 36

ตารางที่ 9 ปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม ในปลาและผลิตภัณฑ์ประมงบางชนิดของ EU 37

ตารางที่ 10 มาตรฐานประเทศอื่นๆ ของปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม 37

บทที่ ๑ บทนำ

จากการพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก ตามแผนยุทธศาสตร์ที่เริ่มขึ้นในปี 2542 โดยกำหนดแนวทางการพัฒนาให้พื้นที่ในจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง เป็นฐานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสังคมแห่งใหม่ เพื่อสนับสนุนนโยบายการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาค มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ทางด้านการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การท่องเที่ยว และการอุตสาหกรรม ที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่างๆตามมา ขณะเดียวกันยังคงเกิดเหตุการณ์ต่างๆจากการกระทำที่ขาดความระมัดระวังของมนุษย์เป็นการเพิ่มปริมาณมลพิษเข้าสู่ระบบสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ดังในเหตุการณ์ในปี 2545 เกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ขึ้น 2 ครั้ง จากเรือบรรทุกสารเคมีชนหินโสโครกในบริเวณอำเภอสัตหีบ เมื่อวันที่15 กรกฎาคม 2545 มีน้ำมันเตารั่วไหลออกมามากกว่า 234 ตัน และในวันที่ 17 ธันวาคม 2545 เรือบรรทุกคอนเทนเนอร์ ชนกับเรือน้ำมัน มีน้ำมันเตารั่วไหลประมาณ 20 ตัน ระหว่างเกาะไผ่กับเกาะล้าน อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) และไม่สามารถกำจัดออกจากระบบนิเวศทางทะเลได้มากนัก จึงพบคราบน้ำมันกระจัดกระจายสะสมในระบบนิเวศทางทะเลต่างๆ บริเวณชายหาด แหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ มีการรวบรวมเหตุการณ์พบว่ามีมากถึง 215 ครั้ง พบทั้งในฝั่งทะเล ในแม่น้ำลำคลองและในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเล ได้แก่ จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดกระบี่ และจังหวัดสตูล โดยพบสูงสุดที่ กรุงเทพ ฯลฯ จำนวน 76 ครั้ง และรองลงมาที่มีการรั่วไหลของน้ำมันมากกว่า 10 ครั้งได้แก่ 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 ศ.2547 มีน้ำมันรั่วไหลจำนวน 150 ตัน แต่ส่งผลกระทบไม่รุนแรง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557) นอกจากนั้นแล้ว เกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเล ขณะขนถ่ายจากเรือบรรทุกน้ำมัน เพื่อขึ้นเก็บในคลังน้ำมัน ของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมีคอล จำกัด มหาชน ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเช้าของวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 มีปริมาณที่รั่วไหลลงสู่ทะเลเป็นจำนวนมากและไม่สามารถ ควบคุมให้อยู่ในวงจำกัด เพื่อทำการจัดเก็บได้ คลื่นลมแรงในขณะนั้นทำให้คราบน้ำมันลอยไปทางทิศตะวันออกมุ่งสู่เกาะเสม็ด จนในที่สุดเข้าหาดอ่าวพร้าวเป็นจำนวนมากตามข่าวที่ปรากฏในข่าวไทยรัฐออนไลน์ (2557) วันที่ 11 ตุลาคม 2556 เกิดคราบน้ำมันจำนวนมากเข้าชายหาดบางแสน โดยไม่ทราบแล่งที่มาของน้ำมัน (หนังสือพิมพ์แนวหน้า, 2557) 15 มีนาคม 2557 มีคราบน้ามันเข้าหาดบางแสน มีลักษณะเป็นก้อนเหนียว (Tar ball) เป็นจำนวนมากติดอยู่ที่พื้นทรายตามชายหาด และมีบางส่วนที่ผสมกับมวลน้ำจนเป็นสีน้ำตาล โดยที่ไม่ทราบชนิดและแหล่งที่มาของน้ำมัน (ผู้จัดการออนไลน์, 2557., สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2557.) ต่อมาวันที่ 10 มิถุนายน 2557 พบคราบน้ำมันเป็นแผ่นฟิล์มเหนียวๆ คล้ายน้ำมันเตา หรือน้ำมันที่ใช้งานแล้ว ลอยเข้าชายหาด หน้าหมู่บ้านสบายสบาย รีสอร์ท

หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง โดยไม่ทราบถึงแหล่งที่มากระจายตามแนวชายหาดบางแสน โดยที่ในน้ำไม่พบคราบฟิล์มน้ำมัน (สถาบันวิทยาสาสตร์ทางทะเล. 2557) วันที่ 7 สิงหาคม 2557 เกิดคราบน้ำมันถูกคลื่นลมพัดพาเข้าหาดบางแสนมีลักษณะเป็น Tar ball ขนาดเล็กๆกระจายเป็นบริเวณกว้างตรงหน้าวงเวียน โรงแรมบางแสน รีสอร์ท แต่ที่บริเวณน้ำทะเลไม่พบคราบฟิล์มน้ำมัน ซึ่งคาดการณ์ว่าน่าจะมาจากทางศรีราชาตามทิศทางกระแสลมที่พัดเข้าฝั่งขณะนั้น (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2557) ล่าสุดเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2557 ได้เกิดคราบน้ำมันมีลักษณะเป็นก้อนเหนียวๆ (tar ball) ขึ้นที่บริเวณก้นอ่าวจังหวัดระยอง มีลักษณะเป็นน้ำมันเหนียวๆ สีดำ กระจายเป็นแนวยาวตามชายหาดระยะทางยาวประมาณ 1 กม. โดยไม่รู้แหล่งที่มา

จากปัญหาน้ำมันรั่วไหล (oil spill) ดังกล่าวที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล สารมลพิษเข้าปนเปื้อนในระบบห่วงโซ่อาหารนำมาซึ่งความอันตรายต่อระบบสุขอนามัยของประชาชนที่ได้บริโภคเข้าสู้ร่างกาย เนื่องจากการที่น้ำมันดิบมีความสามารถละลายได้น้อยในน้ำ ซึ่งองค์ประกอบของน้ำมันจะเป็นสาร ปิโตรเลียมที่มีสารในกลุ่มของ PAHs อยู่และมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน (Persistent Organic Pollutant, POPs) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำลดลง ส่งผลให้เกิดโรคได้ง่ายขึ้นเช่นสาร B[a]P เนื่องจากสารไปยับยั้ง CYP 450 (MalmstrÖm et al., 2004.) สาร PAHs บางชนิดเช่น Phenanthrene มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้มากจึงเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อย่างรวดเร็วทำให้มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ (Wootton et. al., 2003.) การตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของสาร PAHs ที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำกลุ่มที่มนุษย์นำมาบริโภคและมีอยู่ในท้องถิ่น นับว่ามีความสำคัญยิ่งเพื่อให้ทราบสถานการณ์คุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหามาตรการการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถ การเสริมสร้างการพัฒนาของหน่วยงานท้องถิ่นและหน่วยงานของภาครัฐในการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนของประเทศ เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ดี และสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก
2. ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ประชาชนในท้องถิ่นให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัย

จากการที่พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกได้มีการพัฒนาในโครงการ Eastern Seaboard ทำให้มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ชายฝั่งทั้งทางอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวอย่างมาก ชุมชนมีการขยายตัว มีความหนาแน่นของประชากรเพิ่มมากขึ้น และรัฐบาลมีนโยบายที่จะให้สร้างเมืองศรีราชา เป็นศูนย์กลางความเจริญในการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น (Sriracha Hub) จากความเจริญเติบโตของเมืองส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆตามมามากมาย โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ทางด้านการขนส่งทางน้ำ และกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งด้านการประมง และการท่องเที่ยว จึงพบเห็นการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลอยู่บ่อยๆทั้งจากการเกิดอุบัติเหตุเรื่อชนหินโสโครกหรือเรือชนกัน รวมทั้งการรั่วไหลระหว่างการถ่ายน้ำมันลงสู่เรือเพื่อการประมงหรือเพื่อการท่องเที่ยวจากท่าเรือศรีราชาไปยังเกาะสีชัง จากเหตุการณ์อุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลตามที่กรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้รายงานไว้ พบว่ามีการรั่วไหลมาตั้งแต่ปี 2516-2545 รวม 88 ครั้ง โดยครั้งแรกในปี 2545 มีปริมาณน้ำมันที่รั่วไหลมากถึง 200 ตัน ที่บริเวณหินฉลาม อำเภอสัตหีบ โดยไม่ได้มีการจักการเก็บน้ำมันทิ้งทันที เพราะไม่มีการแจ้งให้หน่วยงานที่รับผิดชอบเข้ามาจัดการคราบน้ำมัน จึงส่งผลให้มีการกระจายตัวของน้ำมันไปตามกระแสน้ำและเคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งบริเวณหาดพลา หาดพยูน หาดน้ำริน หาดแสงจันทร์ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง และเกาะจวง เกาะจาน เกาะขามหินหลักไมล์ เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี ส่วนครั้งที่สองมีการรั่วไหลของน้ำมันเตา 20 ตัน จากอุบัติเหตุเรือชนกัน บริเวณระหว่างเกาะไผ่และเกาะล้าน อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ถึงแม้ว่าจะมีการวางทุ่นกักคราบน้ำมันแต่ยังมีคราบน้ำมันบางส่วนกระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม ในบริเวณท่าเทียบเรือแหลมฉบัง แหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ และยังพบมีก้อนน้ำมัน (Tar ball) ตามชายหาดบางละมุง และหาดพัทยา เกิดความเสียหายอย่างมากทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการท่องเที่ยว และการประมงชายฝั่ง

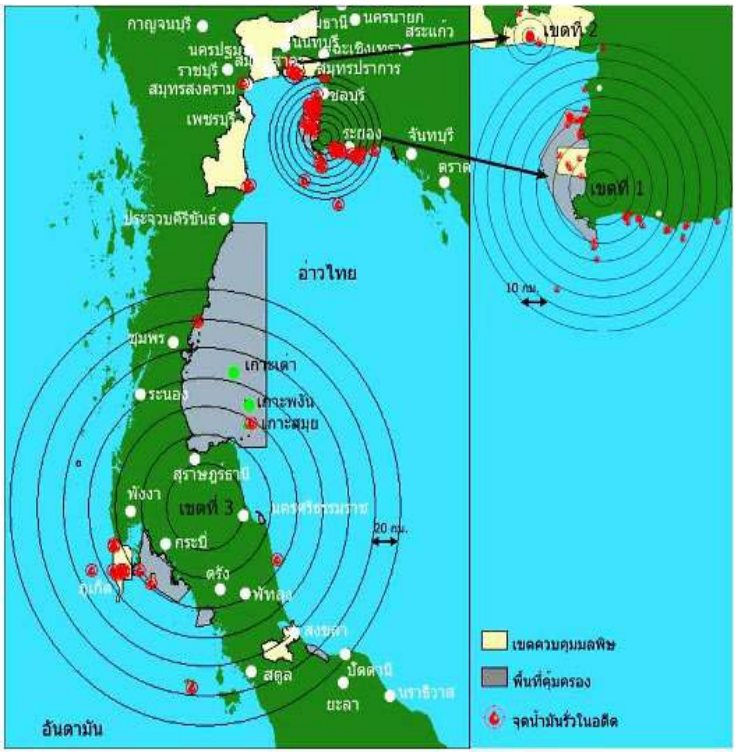
พื้นที่ชายฝั่งทะเลในภาคตะวันออก มีการใช้ประโยชน์อย่างมากมายทั้งด้านการท่องเที่ยว การประมง การอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นที่ในอำเภอศรีราชา มีใช้ในกิจกรรมต่างๆที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไป เช่นกลุ่มอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน ท่าเรือพาณิชย์ การประมง และการขนส่งทางน้ำ จากศรีราชาสู่เกาะสีชัง จากกิจกรรมต่างๆ ในขณะที่พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดระยอง มีการประกอบการด้านอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เหล่านี้ก่อให้เป็นต้นเหตุให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลได้ตลอดเวลา แม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาจะเกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลมาหลายครั้ง ตามที่กรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้รวบรวมเป็นสถิติข้อมูลการเกิดเหตุน้ำมันรั่วไหลไว้ ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ กรมเจ้าท่า (2560) ยังได้รวบรวมข้อมูลการเกิดเหตุน้ำมันรั่วไหลในแหล่งน้ำทั้งประเทศไว้ ซึ่งได้นำมาแฉพาะที่เกิดบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ตารางที่ 2) จากการขนถ่ายน้ำมัน การลักลอบปล่อยน้ำล้างถังน้ำมัน หรือน้ำอับเฉาเรือลงในทะเล จากเหตุดังกล่าวจึงมีการแบ่งเขตความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย โดยส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2554) ได้จำแนกความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำทะเลไทย ตามระดับความเสี่ยงและความรุนแรงต่อการได้รับผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหลออกเป็น 4 เขต ดังนี้

เขตที่ 1 มีความเสี่ยงสูงมาก ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม มีกิจกรรมการขนถ่ายน้ำมันบริเวณท่าเทียบเรือและกลางทะเล มีการจราจรทางน้ำหนาแน่น

เขตที่ 2 มีความเสียงสูง ได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงท่าเรือคลองเตย เป็นเส้นทางหลักของเรือบรรทุกน้ำมัน เรือสินค้า และเรือโดยสาร อีกทั้งเป็นที่ตั้งคลังน้ำมันหลายแห่งริมฝั่งแม่น้ำ

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

เขตที่ 4 มีความเสี่ยงต่ำ ได้แก่ พื้นที่บริเวณฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามันนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 3 เขตข้างต้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงเขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ความรุนแรงของผลกระทบจากน้ำมัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งชนิดของน้ำมัน ปริมาณที่รั่วไหล สภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณที่เกิดรั่วไหล ระดับความลึก กระแสน้ำ กระแสลม การขึ้น-ลงของน้ำทะเล ตลอดจนความหลากหลายและความสมบูรณ์ของทรัพยากรรอบๆบริเวณนั้น คลื่นลมจะเป็นตัวการให้เกิดการผสมผสานของน้ำกับน้ำมันบางส่วนจะระเหย(มีจุดเดือดต่ำ มีโมเลกุลขนาดเล็ก) ส่วนที่เหลือจะดูดซับน้ำไว้ในเนื้อน้ำมันเกิดเป็นอิมัลชั่น (Emulsion) จะทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น 3-4 เท่าตัว คลื่นและกระแสน้ำ

จะพัดพาไปได้ไกล แบคทีเรียบางชนิดจะช่วยย่อยสลายคราบน้ำมัน บางส่วนจะจับตัวเป็นก้อนสีดำจมลงสู่พื้นท้องทะเล บางส่วนจะถูกพัดพาไปสู่ชายฝั่ง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล มีผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการกินอาหาร เกิดความผิดปกติในการแพร่พันธุ์ และด้วยคุณสมบัติของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมี Half life ที่ยาวนาน จึงคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน โอกาสที่ถ่ายทอดและสะสมไปตามห่วงโซ่อาหารก็สูงมากขึ้น

น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการสะสมกันของสารอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่ทับถมกันภายใต้พื้นผิวโลกเป็นระยะเวลาหลายล้านปี โดยมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และโลหะต่างๆ สารปิโตรเลียมจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบในสัดส่วนที่ต่างกัน (จรูญ , 2537.) ไฮโดรคาร์บอนแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มทางเคมีหลักๆ คือ พาราฟิน (paraffin) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดียว แนฟทีน (naphthenes) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แต่มีหน่วยของไซคลิก (cyclic) และอะโรมาติก (aromatics) คือไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว นอกจากนั้นมีสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจน วานาเดียม นิกเกิลและเกลือแร่อื่นๆ และสารประกอบเอสฟาลท์ ที่ไม่สามารถถูกกลั่นออกได้องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยไปก่อนสำหรับองค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำเรียงลำดับได้ดังนี้คือ 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 อะตอมในการเชื่อมต่อร่วมกัน วงอะโรมาติกอาจจะมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ PAHs ประกอบด้วยสารที่มีสูตรโครงสร้างหลักต่างกัน 35 ชนิด (ดังตารางที่ 2) โดยแต่ละสูตรโครงสร้างหลักประกอบด้วยอนุพันธุ์ต่างๆ (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 มากรุงเทพฯปาก แม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย พบสาร PAHs อยู่ในช่วง 6 – 8399 ng/g (น้ำหนักแห้ง) มี ค่าเฉลี่ยที่ 2290 ± 2556 ng/g บริเวณชายฝั่งจะมีปริมาณสูงกว่าบริเวณที่ห่างฝั่ง นอกจากนั้นยังพบการ ปนเปื้อนหรือแหล่งที่มาจากพวก petrogenic (>) and pyrogenic คือมาจากพวกปิโตรเลียมเป็นหลัก

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

Isobe, T. et al. (2007) ได้ทำการศึกษาสาร PAHs ที่แพร่กระจายในหอยแมลงภู่ บริเวณเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทสอินโดนีเซีย สิงคโปร์ มาเลเซีย เขมร เวียดนาม และประเทศไทย พบอยู่ ในช่วง 11 – 1,133 ng/g (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่สาร PAHs ในหอยจากประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วงที่น้อย มาก (ไม่สามารถตรวจวัดได้) ถึง 211 ng/g (น้ำหนักแห้ง)

Pongpiachan, S. et al. (2013) ศึกษาความเสี่ยงของสาร ∑12 PAHs ในพื้นที่ชายฝั่งของ ประเทศไทย ที่ได้รับผลกระทบจากพายุคลื่นสึนามิ ในปี 2547 (2004) จากตะกอนดินชายฝั่งเขาหลัก ดิน บนบกเขาหลักและตะกอนดินในทะเลสาบสงขลา พบ 10.3±12.2 ng/g 16.0±47.7 ng/g และ 5.67±5.39 ng/g ตามลำดับ

ประภาศิริ บาร์เนท และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลกระทบของโลหะหนักและ สารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่งทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี 2555 – 2557 พบความเข้มข้นของ PAHs รวมในตับปลาจากอ่างศิลา มีค่าเฉลี่ย 0.1041±0.1026 ug/g dry wt. (n=30) สูงกว่า 4 เท่า ในกล้ามเนื้อค่าเฉลี่ย 0.0270±0.0519 ug/g dry wt. (n=30) ส่วนมาบตาพุด ความเข้มข้นของ PAHs ในตับปลามีค่าเฉลี่ย 0.0546 ±0.0547 ug/g dry wt. (n=30) สูงกว่า 2.7 เท่า ในกล้ามเนื้อเฉลี่ย 0.0201±0.0278 ug/g dry wt. (n=30) โดยความเข้มข้น ในตับปลาจากอ่างศิลา สูงประมาณ 2 เท่า จากมาบตาพุด ความเข้มข้นในกล้ามเนื้อปลาจากทั้งสองสถานี พบค่าใกล้เคียงกัน ส่วนหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่จากอ่างศิลามีค่าเฉลี่ย 0.0500±0.0194 ug/g dry wt. (n=20) สูงกว่า 2 เท่าในหอยขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ย 0.0225±0.0225 ug/g dry wt. (n=30) ในขณะที่หอย ขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ย 0.1834±0.0567 ug/g dry wt. (n=20) สูงกว่า 13 เท่าในหอยขนาดเล็กค่าเฉลี่ย 0.0142±0.1004 ug/g dry wt. (n=20) ความเข้มข้นของ PAHs รวมในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่จากมาบ ตาพุดมีค่าสูง 3.6 เท่ากว่าจากอ่างศิลา และหอยแมลงภู่จากชายฝั่งจังหวัดเป็นชุดควบคุม ไม่พบความ เข้มข้นของ 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	หาดทรายทองและพื้นที่ข้างเคียง จ. ระยอง	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
1 ธ.ค. 2548	ทิศใต้เกาะเสม็ด จ. ระยอง	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
19 ธ.ค. 2548	เกาะค้างคาว อ.ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันดิบ	30,000 ลิตร	ข้อต่อท่อส่งน้ำมันดิบจากเรือขนส่งน้ำมันของบริษัทไทยออย์ล จำกัด (มหาชน) ชำรุดและหลุดออกจากกัน
18 มี.ค. 2549	ปากน้ำพังราด ถึงอำเภอบ้านฉาง จ. ระยอง	Tar ball	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
4 พ.ค. 2549	ด้านในท่าเทียบเรือมาบตาพุด จ.ระยอง	น้ำมันเตา	20,000 ลิตร	เกิดรอยรั่วที่ระวางของเรือบรรทุกน้ำมัน “CP 34” ขณะจอดรับน้ำมันที่ท่าเทียบเรือของ บ. อัลลายแอนซ์ รีไฟน์นิ่ง จำกัด
18 ก.ค. 2549	ชายหาดแหลมฉบัง จ. ชลบุรี	น้ำมันปนน้ำ	1,000 ลิตร	ถังรองรับน้ำมันใช้แล้วจากเรือที่ซ่อมบำรุงบนฝั่งบริเวณ บ. ยูนิไทยชิปยาร์ดแอนด์เอนจิเนียริ่ง จำกัด พลิกล้ม

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

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
27 ก.ย. 2550	นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ. ระยอง	น้ำมันดีเซล	200 ลิตร	น้ำมันที่ใช้ปฏิบัติงานในการชัท-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 หาดพะยูน หาดพลา หาดสุชาดา หาดแม่รำพึง สวนสน ก้นอ่าว แหลมแม่พิมพ์ จ. ระยอง	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. ทุ่งศุขลา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น	ไม่มีข้อมูล	เรือบรรทุกสินค้าเหล็กม้วน “Unison Vigor” อับปางจากการถูกเรือบรรทุกเหล็ก “Ocean Flavor” กระแทกชน
1 ม.ค. 2555	บริเวณหน้าท่าเทียบเรือเคอร์รี่ สยามซีพอร์ต ต. ทุ่งสุขลา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันเตา	ไม่ทราบ	รั่วไหลจากเรือบรรทุกเหล็กสัญชาติปานามาชื่อ Unsion Vigor
12 ม.ค. 2556	บริเวณท่าเทียบเรือ B5 ท่าเรือแหลมฉบัง	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ	ปล่อยทิ้งจากเรือ M.V. SITC Inchon สัญชาติฮ่องกง

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

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
29 ม.ค. 2556	บริเวณหน้าท่าเรือศรีราชาฮาร์เบอร์ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	คราบน้ำมันสีน้ำตาล (ลักษณะเป็นแผ่นและหยดน้ำมันขนาดเล็ก)	ประมาณ 700 ลิตร	ไม่ทราบ
22 ก.พ. 2556	บริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกของท่าเรือศรีราชาฮาร์เบอร์ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี	น้ำมันเตา (คราบน้ำมันสีดำ)	ไม่ทราบ	ไม่ทราบ
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	สันนิษฐานว่าว่าเกิดจากการลักลอบทิ้งจากเรือ
8 ต.ค. 2558	ท่าเทียบเรือแหลมฉบัง C๑	น้ำมันเตา	ประมาณ 5,000 ลิตร	ท่อระบายอากาศ (Air Ventilation) ของเรือคอนเทนเนอร์ชื่อ HEKE P สัญชาติไลบีเรีย ซึ่งเชื่อมผ่านไปยังถังน้ำมัน (Fuel Oil) แตกหัก
26 ก.พ. 2559	ท่าเรือแหลมฉบัง จ. ชลบุรี	น้ำมันหล่อลื่นสีดำ	ไม่เกิน 3,000 ลิตร	เรือโดยสารชื่อ OCEAN DREAM สัญชาติโตโก จม

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

วัน/เดือน/ปี	พื้นที่	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ	สาเหตุ
7 ก.ย. 2559	หาดวอนนภาถึงหาดบางแสน หน้าโรงแรมบางแสนเฮอริเทจ ระยะทาง 1.5 กม.	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบ	ลักลอบทิ้ง
16 ก.ย. 2559	พื้นที่จอดทอดสมออ่าวอุดมด้านเหนือ	ไฮโดรลิก	ไม่ทราบ	รั่วออกมาจากเพลาใบจักรเรือ SIAM AIRAWAT 1

การเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของสาร PAHs

PAH เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทาง ทั้งจากธรรมชาติ เช่น การซึมของน้ำมันดิบจากแหล่งน้ำมันใต้ดิน ทำให้ PAH ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติและดิน การเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์นับเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ปล่อยสาร PAH ออกสู่สิ่งแวดล้อม รถยนต์นับเป็นแหล่งกำเนิด PAHที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

แหล่งที่มาของ PAHs จัดแบ่งได้ 3 แหล่งคือ แหล่งแรกที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ การเผาไหม้ของวัตถุอินทรีย์สาร จากกิจกรรมของมนุษย์ หรือเกิดเองจากธรรมชาติ แหล่งที่สองจากการใช้ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เพื่อพาหนะขนส่ง และแหล่งที่สามในแร่หินที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติที่มาจากสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่นในน้ำมันดิบ (Garrigues *et al*., 2001.) และยังพบในแหล่งอื่นๆอีกด้วยเช่นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือในน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว อุตสาหกรรมน้ำมัน ไอเสียรถยนต์ การย่างอาหาร น้ำมันที่ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้เกิดอนุมูลอิสระและสารก่อมะเร็ง เช่น สารBenzo[a]pyrene และยังพบว่ามีผลต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการสร้างแอนติบอดี และสามารถเปลี่ยนแปลง macrophages, T-cell และ B-cell (กรมควบคุมมลพิษ, 2543.)

PAHs เป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัว สารในกลุ่มนี้มี แนพธาลีน (Naphthalene) มีโครงสร้างง่ายที่สุด มีโครงสร้างของโมเลกุลประกอบวงแหวงเบนซีน 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 มีหลายชนิดที่มีความสำคัญทางอุตสาหรรมต่างๆ 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 เมื่อทำปฏิกิริยากับด่าง NaOH และ sodium chlorate ได้ alizarin sodium salt ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 จึงได้สี alizarin
Fluorathene	ใช้ผลิตสีชนิดเรืองแสง
Fluorene	ใช้ผลิต fluorenone สารออกซิไดส์อย่างอ่อน (mild oxidant)
Naphthalene	ใช้ผลิตสารเคมีต่างๆ คือ phthalic anlydride สี, สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl), ตัวทำละลาย (alkylnaphthalene) สำหรับการผลิตกระดาษสำเนาชนิดไม่ต้องใช้กระดาษคาร์บอน (carbonlesscopy paper) และใช้เป็นสารไล่แมลงในตู้เสื้อผ้า (ลูกเหม็น, moth repellant)
Phenanthrene	ใช้ผลิตสารเคมีต่างๆ คือ phenanthrenequinone, diphenic acid
Pyrene	ใช้ผลิตสีชนิด perinon pigment

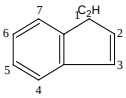
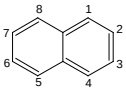
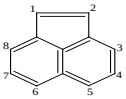
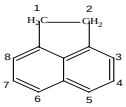
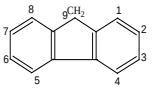
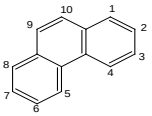
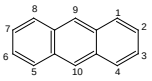
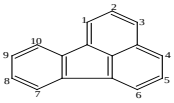
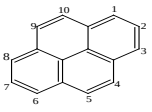
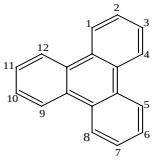
จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาสารปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน ที่สะสมหรือปนเปื้อนอยู่ในแหล่งต่างๆ ในระบบนิเวศทางน้ำบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทยในปัจจุบันพบว่ามีข้อมูลอยู่น้อยมาก และไม่มีการติดตามการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการศึกษาหาปริมาณและชนิดของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนบริเวณเศรษฐกิจ ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ของ อรุณี (2542) พบว่าตัวอย่างดินตะกอนในจังหวัดชลบุรีจากสะพานปลาอ่างศิลา ชายหาดบางแสน ศรีราชา(ท่าเทียบเรือไปเกาะสีชัง) แหลมฉบังและชายหาดพัทยา มีการปนเปื้อนน้ำมันปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ทุกสถานี ทุกตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 354-1,293 µg/g โดยนำหนักแห้ง ปริมาณสูงสุดพบที่สถานีศรีราชา นอกจากนั้นยังพบว่ามีการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์ และกรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้รายงานสถานการณ์ปัญหามลพิษทางน้ำพบว่ามีคราบน้ำมันลอยอยู่บนผิวน้ำในบริเวณอ่าวชลบุรี ท่าเรือไปเกาะสีชัง หาดพัทยา อ่าวอุดม อ่าวสัตหีบ อ่าวบ้านเพ ขณะที่งานวิจัยทางด้านปิโตรเลียม หรือสาร PAHs ในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกยังขาดหน่วยงานที่ให้ความสนใจทำการศึกษาทำให้ขาดข้อมูลทางด้านนี้อยู่ แต่ด้วยคุณสมบัติของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นาน ทำให้สามารถสะสมถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศได้ ดังการศึกษาการสะสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในห่วงโซ่อาหารทางทะเล บริเวณอ่าวบ้านเพ จังหวัดระยองของ Suwanagosoom. (2001) พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม ในส่วนน้ำทะเลมีความเข้มข้นเฉลี่ย 0.61±0.26 ไมโครกรัมต่อลิตร ในตะกอนดินความเข้มข้นเฉลี่ย 1.53±2.39ไมโครกรัมต่อกรัม แต่มีการสะสมสูงในสัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน และหอยแมลงภู่ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่าแฟคเตอร์ความเข้มข้นทางชีวภาพจากน้ำทะเล (bioconcentration factor, BCF) ขณะที่ค่าแฟคเตอร์ความเข้มข้นทางชีวภาพจากดินตะกอน พบว่าสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่หอยแมลงภู่ หอยตลับลาย ปลาทรายขาว ปลาทรายแดง และปลาเห็ดโคนตามลำดับ

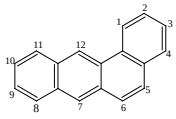
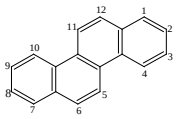
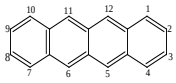
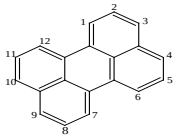
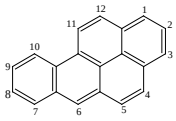
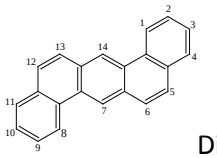
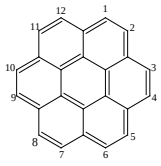
จากการศึกษาของ กิตติวดี (2546) ปริมาณของสาร พีเอเอช ตกค้างอยู่ในหอยทะเลและตะกอนดินบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย พบในหอยนางรมมีมากที่สุด รองลงมาในดินตะกอน และหอยแมลงภู่ ตามลำดับ ดังนั้นการได้รับทราบถึงระดับการสะสมสาร PAHs ในสัตว์น้ำใน

บริเวณต่างๆ จะเป็นบ่งชี้ถึงสภาวะของมลพิษในสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การป้องกันหรือแก้ไข เพื่อให้มนุษย์มีความเสี่ยงน้อยลงต่อการได้รับสารพิษที่จะถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหารได้

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ สูตรโครงสร้างของสาร โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน บางชนิด

Molecular Structure	Compound name	CASRN	Molecular Formula	Molecular Weight
	Indene	95 – 13 – 6	C_9H_8	116.16
	Naphthalene	91 - 20 – 3	$C_{10}H_8$	128.17
	Acenaphthylene	208- 96 – 8	$C_{12}H_8$	152.17
	Acenaphthene	83 – 32 – 9	$C_{12}H_{10}$	154.21
	Fluorine	86 – 73 – 7	$C_{13}H_{10}$	166.22
	Phenanthrene	85 – 01 – 8	$C_{14}H_{10}$	178.23
	Anthracene	120- 12 – 7	$C_{14}H_{10}$	178.23
	Fluoranthene	206- 44 – 0	$C_{16}H_{10}$	202.26
	Pyrene	129- 00 – 0	$C_{16}H_{10}$	202.26
	Triphenylene	217- 59 – 4	$C_{18}H_{12}$	228.29

ตารางที่ 3 (ต่อ)

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

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2543.

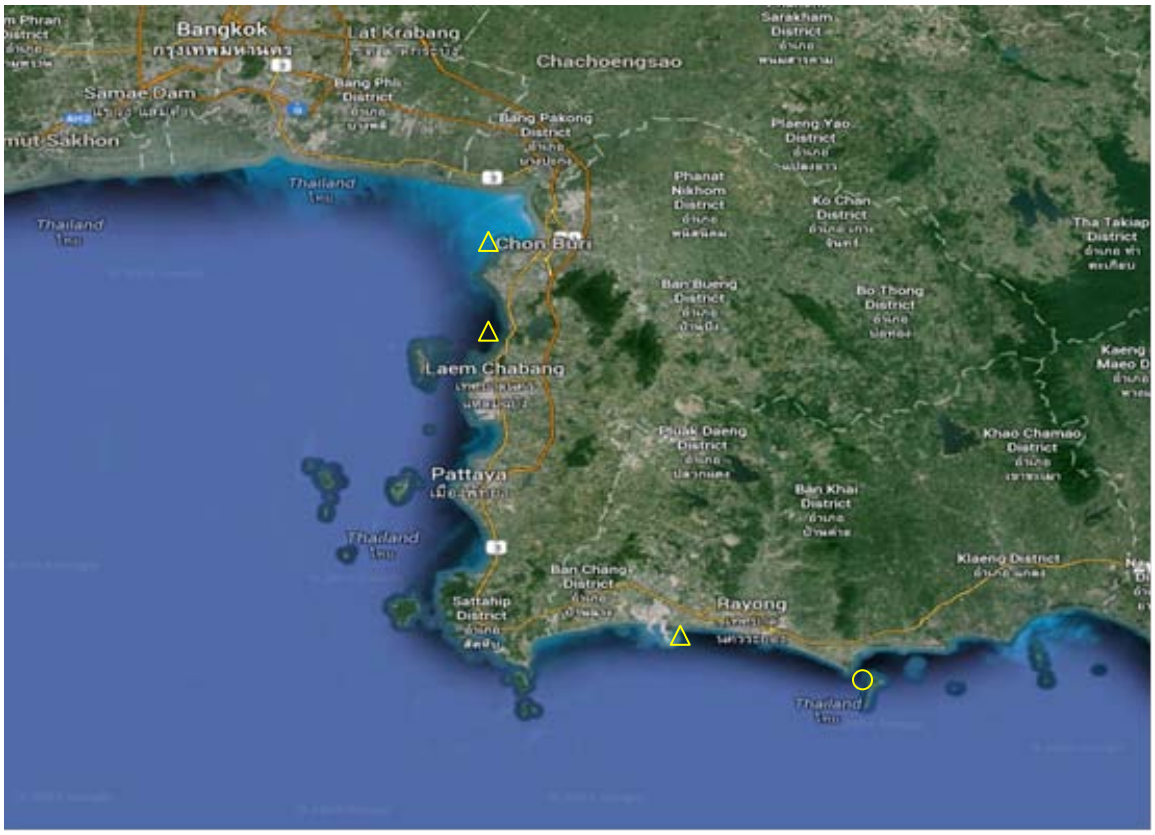
น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการสะสมกันของสารอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่ทับถมกันภายใต้พื้นผิวโลกเป็นระยะเวลาหลายล้านปี โดยมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และโลหะต่างๆ สารปิโตรเลียมจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบใน

สัดส่วนที่ต่างกัน (จรูญ , 2537.) ไฮโดรคาร์บอนแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มทางเคมีหลักๆ คือ พาราฟิน (paraffin) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดียว แนฟทีน (naphthenes) คือไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่คาร์บอนอะตอมจับด้วยพันธะเดี่ยว แต่มีหน่วยของไซคลิก (cyclic) และอะโรมาติก (aromatics) คือไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว นอกจากนั้นมีสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจน วานาเดียม นิกเกิลและเกลือแร่อื่นๆ และสารประกอบเอสฟาลท์ ที่ไม่สามารถถูกกลั่นออกได้องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยไปก่อนสำหรับองค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำเรียงลำดับได้ดังนี้คือ สารประกอบเฮเทอโร › สารประกอบอะโรมาติก › ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว แหล่งที่มาของ สาร Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) เป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัว PAHs ในกลุ่มนี้มี แนพธาลีน (Naphthalene) มีโครงสร้างง่ายที่สุด มีโครง สร้างของโมเลกุลประกอบวงแหวงเบนซีน 2 วง (อรวรรณ, 2542.) จัดแบ่งได้ 3 แหล่งคือ แหล่งแรกที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ การเผาไหม้ของวัตถุอินทรีย์สารจากกิจกรรมขอมนุษย์ หรือเกิดเองจากธรรมชาติ แหล่งที่สองจากการใช้ปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน เพื่อพาหนะขนส่ง และแหล่งที่สามในแร่หินที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติที่มาจากสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่นในน้ำมันดิบ (Garrigues et al., 2001.) และยังพบในแหล่งอื่นๆอีกด้วยเช่นจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือในน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว อุตสาหกรรมน้ำมัน ไอเสียรถยนต์ การย่างอาหาร น้ำมันที่ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้เกิดอนุมูลอิสระและสารก่อมะเร็ง เช่น สาร Benzo[a]pyrene และยังพบว่ามีผลต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการสร้างแอนติบอดี และสามารถเปลี่ยนแปลง macrophages, T-cell และ B-cell (กรมควบคุมมลพิษ, 2543.)

พื้นที่ชายฝั่งทะเลในจังหวัดชลบุรี มีการใช้ประ โยชน์อย่างมากมายทั้งด้านการท่องเที่ยว การประมง การอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นที่ในอำเภอศรีราชา มีใช้ในกิจกรรมต่างๆที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไป เช่นกลุ่มอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน ท่าเรือพาณิชย์ การประมง และการขนส่งทางน้ำจากศรีราชาสู่เกาะสีชัง จากกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลได้ตลอดเวลา แม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาจะเกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลมาหลายครั้ง จากการขนถ่ายน้ำมัน การลักลอบปล่อยน้ำล้างถังน้ำมัน หรือน้ำอับเฉาเรือลงในทะเล โดยคลื่นลมเป็นตัวให้เกิดการผสมผสานของน้ำกับน้ำมันบาง ส่วนจะระเหย (มีจุดเดือดต่ำ มีโมเลกุลขนาดเล็ก) ส่วนที่เหลือจะดูดซับน้ำไว้ในเนื้อน้ำมันเกิดเป็นอิมัลชั่น (Emulsion) จะทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น 3-4 เท่าตัว คลื่นและกระแสน้ำจะพัดพาไปได้ไกล แบคทีเรียบางชนิดจะช่วยย่อยสลายคราบน้ำมัน บางส่วนจะจับตัวเป็นก้อนสีดำจมลงสู่พื้นท้องทะเล บางส่วนจะถูกพัดพาไปสู่ชายฝั่ง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล มีผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการกินอาหาร เกิดความผิดปกติในการแพร่พันธุ์ และด้วยคุณสมบัติของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมี Half life ที่ยาวนาน จึงคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน โอกาสที่ถ่ายทอดและสะสมไปตามห่วงโซ่อาหารก็สูงมากขึ้น ดังนั้นการได้ทราบถึงปริมาณการสะสมของ PAHs ในสัตว์น้ำ (ปลา,หอย) และดินตะกอนชายฝั่ง จะให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการควบคุมสารมลพิษในแหล่งน้ำ และเฝ้าระวังเพื่อเตือนประชาชนเพื่อลดความเสี่ยงต่อการรับสารพิษต่อไป

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

กำหนดพื้นที่ศึกษา และสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในบริเวณที่เป็นตัวแทนของแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่ง แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมบริเวณชายฝั่งทะเล ได้แก่ บริเวณอ่างศิลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี บ้านอ่าวประดู่ มาบตาพุด และหน้าอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง (ภาพที่ 2) ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ทั้ง 3 แหล่ง โดยในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) และในฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) ปลาทะเล เก็บในบริเวณใกล้ฝั่ง ด้วยวิธีการซื้อปลาจากชาวประมงที่วางอวน ในบริเวณหน้าอ่าวพร้าวในระยะใกล้ฝั่ง (100 เมตร) และแนวห่างฝั่ง (1,000 เมตร) ชนิดของตัวอย่างปลาดังแสดงใน ตารางที่ 4 ตัวอย่างหอยแมลงภู่ซื้อจากชาวประมงที่เพาะเลี้ยงอยู่ในแต่ละแหล่งเพาะเลี้ยงและเก็บตัวอย่างตะกอนดินโดยใช้ Grab ตัวอย่างแต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ที่เก็บแต่ละครั้งจะนำมารวมกัน (composite sample) สุ่มเก็บตัวอย่างปลาและหอยแมลงภู่ในแต่ละสถานที่ใส่ในถุงพลาสติกเก็บในถังแช่เย็นนำมาคัดแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด แกะ/แยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อเก็บใส่ลงขวดสีชาที่ล้างด้วย Hexane หรือ Dichloromethane แล้วนำเข้าตู้แช่แข็งในกรณีที่ยังไม่ได้สกัดทันที ส่วนตัวอย่างตะกอนดินเก็บเอาส่วนบน 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) ที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Gfrerer et al. (2002), Hwang and Curtright (2004) and Suwanagosoom (2001) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 - 5 กรัม ในบีคเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารสกัดด้วย 30% Dichloromethane (Dichloromethane : Methanol, 30 : 70 v/v) ด้วยเครื่อง Ultrasonic (ดั่งภาพที่ 2) 3 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที เทสารสกัดผ่านกระดาษกรองลงสู่ฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Potassium Hydroxide นำไปเข้าตู้อบที่ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิด Saponification นำสารตัวอย่างมาสกัดใน Separate funnel เก็บส่วนของสารสกัดมามาระเหยด้วยเครื่อง Evaporate ให้เกือบแห้งแล้วละลายด้วย n-Hexane ในปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำมาทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากการสกัดออกโดยใช้คอลัมน์ซิลิกาเจล (silica gel) ทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ PAHs ด้วยเครื่อง GC/MS เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป เช่น ปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ ขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535) และข้อมูลปริมาณสาร PAHs มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of variance, ANOVA) ของปริมาณสาร PAHs วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร PAHs กับปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ กับขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) เนื้อเยื่อส่วนหนึ่งนำไปหาปริมาณไขมัน ส่วนตัวอย่างตะกอนดินทำการสกัดเช่นเดียวกับตัวอย่างเนื้อเยื่อ ส่วนหนึ่งทำการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในโครงการวิจัย ตัวอย่างหอยแมลงภู่ △ ตัวอย่างปลา ◯
แหล่งที่มาของภาพ : Google Earth, (2557).

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 (**∑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 μlInjection technique

SplitlessInitial temperature 270 °c

Transfer line temperature 280 °c

Injection temperature 270 °c

Carrier gas HeliumLinear gas velocity 43 cm/sec

Carrier gas flow 1.4 ml/min

Temperature program

Initial temperature 0.50 min at 50 °c

Rate (°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 o.25 μm Mode

Constant flowDetection Mass Selective Detector (MSD)

Acquisition mode SIM mode

ตารางที่ 4 แสดงชนิดของตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษาปริมาณการสะสมของสารพีเอเอชรวม

ลำดับ	ชื่อปลา	แหล่งที่อยู่ / การกิน	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
			ใกล้	ห่าง	ใกล้	ห่าง
1	ปลากะพงเหลืองขมิ้น	หน้าดิน / Carnivorous	√	√	√	√
2	ปลาดอกหมากกระโดง	ผิวน้ำ / Omnivorous	√	√	√	√
3	ปลาดอกหมากครีบยาว	ผิวน้ำ / Omnivorous	√	√	√	√
4	ปลาดอกหมากครีบสั้น	ผิวน้ำ / Omnivorous	√	√	√	√
5	ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล	หน้าดิน / Carnivorous	√	√	√	√
6	ปลาทรายแดง	หน้าดิน / Carnivorous	√	√	√	√
7	ปลาสลิดหินจุดส้ม	หน้าดิน / Carnivorous	√	√	√	√
8	ปลาหมูสีแก้มแดง	หน้าดิน / Carnivorous	√	√	√	√
9	ปลาม่งกลม	ผิวน้ำ / Carnivorous	√	√	√	√
10	ปลาสีกุน	ผิวน้ำ / Omnivorous	√	√	√	√

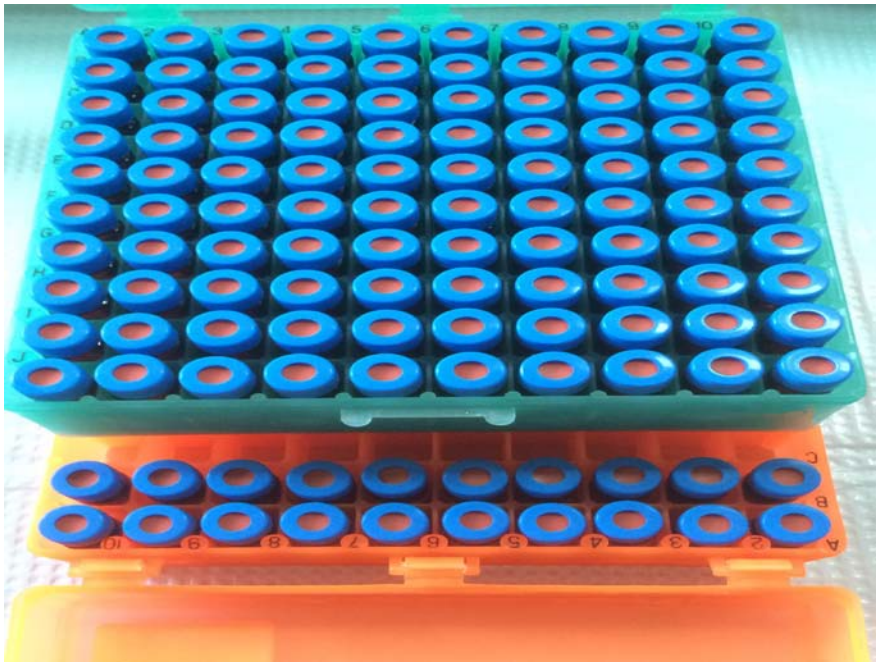
ภาพที่ 3 การสกัดสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างด้วยวิธี Ultrasonic

ภาพที่ 4 การสกัดแยกส่วนของสารพีเอเอชรวม ในสารสกัดตัวอย่าง

ภาพที่ 5 การแยกเฉพาะส่วนของสารพีเอเอชรวม ด้วยวิธี column chromatography

ภาพที่ 6 การระเหยแห้งสารสกัดด้วยเครื่อง Evaporate

ภาพที่ 7 การ Flow Nitrogen gas ในตัวอย่างสารสกัด



ภาพที่ 8 ตัวอย่างสารสกัดพร้อมการตรวจวิเคราะห์หาสารพีเอเอชรวม

ภาพที่ 9 เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) ของบริษัท Agilent รุ่น Agilent 6890N Gas Chromatograph/5970 inert Mass Selective Detector

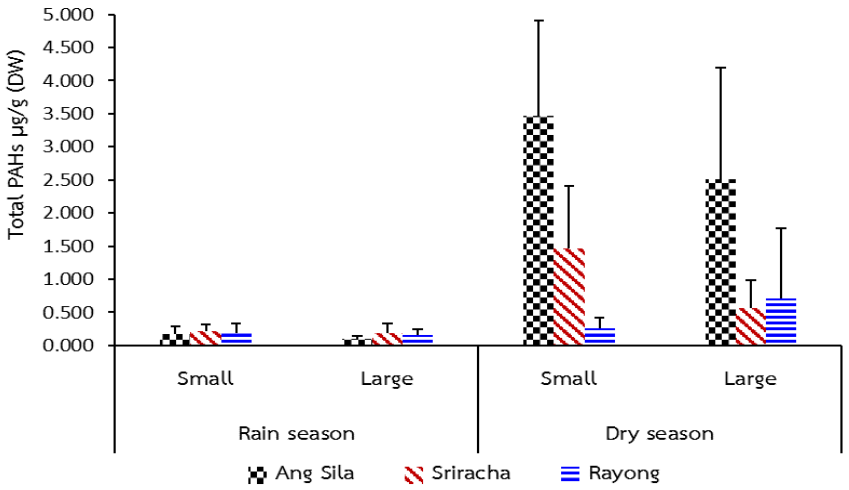
ตารางที่ 5 แสดงความสามารถของเครื่อง GC/MS ปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้

∑16 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

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.) ทำการศึกษาในระหว่างเดือนตุลาคม 2558 (ฤดูฝน) ถึงเดือนมีนาคม 2559 (ฤดูแล้ง) จากบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณอ่างศิลา ซึ่งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำบางปะกงและบริเวณแหล่งชุมชนในบริเวณศรีราชา จังหวัดชลบุรี ส่วนพื้นที่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมจากบริเวณมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งมีลำคลองชากหมากและคลองตากวนที่ลองรับน้ำจากพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมไหลลงสู่ทะเลในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ การที่เลือกศึกษาในตัวอย่างหอยแมลงภู่เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยเกาะติดอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนย้าย จึงเหมาะที่ใช้เพื่อเป็นดัชนีตัวบ่งชี้การปนเปื้อนในพื้นที่นั้นๆ ได้อย่างดี และทำการติดตามในบริเวณที่เคยได้รับการปนเปื้อนจากกรณีเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 คือบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ได้ทำการศึกษาในตัวอย่างปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนหอยแมลงภู่ไม่มีตัวอย่างในพื้นที่สำหรับทำการศึกษา นอกจากนั้นยังทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู่และในปลาทะเล ส่วนในตัวอย่างดินหาปริมาณอินทรีย์สาร เพื่อหาความสัมพันธ์กับปริมาณสารพีเอเอชรวม

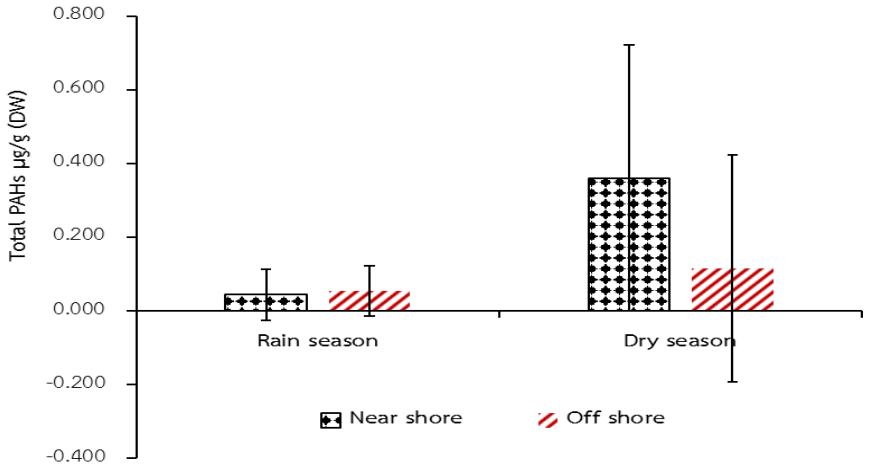
จากการศึกษาปริมาณสารพีเอเอชรวมทั้ง 16 ชนิด (∑16 PAHs) ประกอบด้วยสารดังนี้คือ Acenaphthylene (ACY), Acenaphthene (ACE), Anthracene (ANT), Fluorene (FLU), Fluoranthene (FTH), Benzo(a) anthracene (BaA), Benzo (g,h,i) perylene (BghiP), Benzo(b) fluoranthene (BbF), Benzo (k) fluoranthene (BkF), Benzo (a) 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 (∑7 carc PAHs) เช่น BaP, BbF, BkF, CHR, IcdP, DahA, and BghiP. ในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่และตะกอนดินจากพื้นที่ อ่างศิลา ศรีราชา และมาบตาพุด พบการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ประกอบไปด้วย ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR ทั้ง 2 ฤดู ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในบริเวณอ่างศิลาในฤดูฝน หอยขนาดเล็กมีปริมาณสารพีเอเอชรวม สะสมโดยเฉลี่ย 0.170±0.111, 0.211±0.106 และ 0.187±0.147 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 0.098±0.048, 0.180±0.156 และ 0.159±0.087 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด ตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชรวม ในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กโดยเฉลี่ย 3.473±1.437, 1.471±0.931 และ 0.258±0.156 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 2.510±1.681, 0.558±0.429 และ 0.705±1.058 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้ทราบว่าฤดูกาล สถานที่และขนาดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอช ในเนื้อเยื่อหอย และในฤดูแล้งหอยแมลงภู่ขนาดเล็กบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสารพีเอเอชแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และไม่พบสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการเป็นมะเร็ง



ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ (น้ำหนักแห้ง) ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ในฤดูฝนและฤดูร้อนจากพื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออกทั้ง 3 แหล่ง

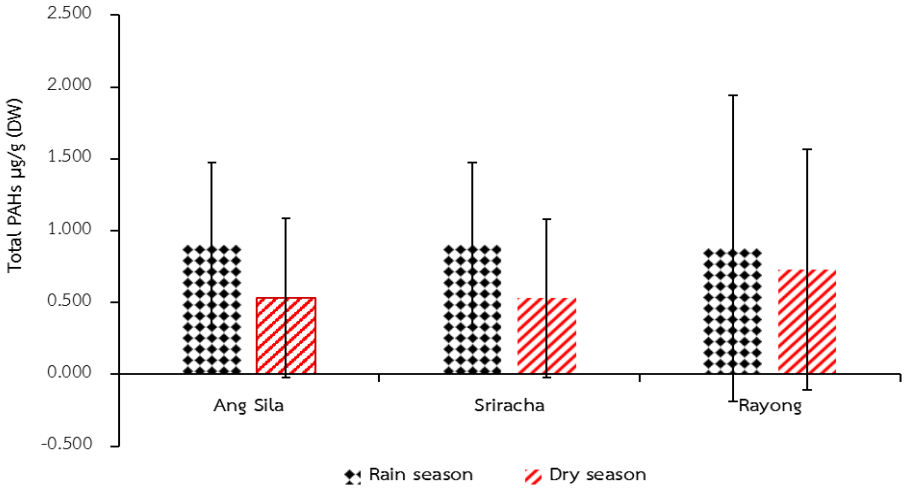
จากภาพที่.10.แสดให้ทราบว่าในฤดูแล้ง หอยแมลงภู่ขนาดเล็กมีการสะสมสารพีเอเอชในปริมาณที่สูงสุดแตกต่างจากหอยขนาดใหญ่และขนาดเล็กในพื้นที่ศรีราชา และมาบตาพุด จังหวัดระยอง

การศึกษาการสะสมสารพีเอเอชรวม ในเนื้อเยื่อปลาทะเลในบริเวณชายฝั่งอ่าวพร้าวของเกาะเสม็ด ได้ทำการศึกษา 2 ระยะคือ แนวใกล้ฝั่ง (500 เมตร) และแนวห่างฝั่ง (1,000 เมตร) จากตัวอย่างปลา 10 ชนิด (ตารางที่ 4). ผลการศึกษาในฤดูฝน พบสารพีเอเอชสะสมโดยปริมาณเฉลี่ย 0.044±0.065 และ 0.053±0.068 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบปริมาณสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย 0.165±0.360 และ 0.115±0.308 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าพื้นที่และฤดูกาลไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลา ขณะที่ฤดูกาลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของสารพีเอเอช นั่นคือสารพีเอเอชที่สะสมในเนื้อเยื่อปลา ฤดูฝนกับฤดูแล้งมีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบในฤดูแล้งปริมาณสูงกว่าในฤดูฝน



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาทะเล (น้ำหนักแห้ง) แนวใกล้ฝั่งและแนวห่างฝั่ง

การศึกษาการสะสมสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินชายฝั่งภาคตะวันออกบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยง แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ในฤดูฝนพบมีการปนเปื้อนของสารพีเอเอชสะสมอยู่ในปริมาณโดยเฉลี่ย 0.901±0.570, 0.901±0.570 และ 0.877±1.063 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมของสารพีเอเอช โดยเฉลี่ย 0.529±0.554, 0.530±0.553 และ 0.727±0.838 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และปัจจัยด้านสถานที่กับฤดูกาลไม่มีอิทธิร่วมกันต่อการสะสมของสารพีเอเอช ในตะกอนดินรวมทั้งสถานที่ และฤดูการไม่มีผลต่อการสะสมของสารพีเอเอช



ภาพที่.12 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในตะกอนดิน (น้ำหนักแห้ง) ในพื้นที่ชายฝั่งทั้ง 2 ฤดู

จากภาพแสดงถึงการปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในตะกอนดินตามชายฝั่งทะเล

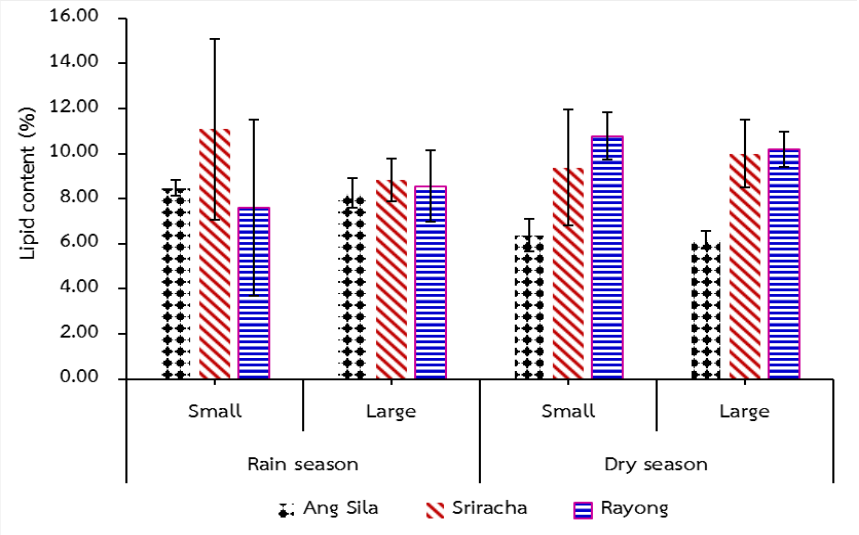
ภาคตะวันออกทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งแสดงถึงสิ่งแวดล้อมทางทะเลมีการปนเปื้อนด้วยสารมลพิษโดยเฉพาะสารในกลุ่มปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 6 แสดงชนิดของสารพีเอเอช (PAHs) ที่พบการสะสมอยู่ในตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 ฤดูกาล

ชนิดตัวอย่าง	ฤดูกาล	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
หอยแมลงภู่	ANT, FTH, NAP, PHE, PYR	ANT, FTH, NAP, PHE, PYR
ปลาทะเล	ANT, FLU, FTH, PHE, PYR	FLU, FTH, PHE, PYR
ตะกอนดิน	ANT, FLU, FTH, NAP, PHE, PYR	FTH, NAP, PHE, PYR

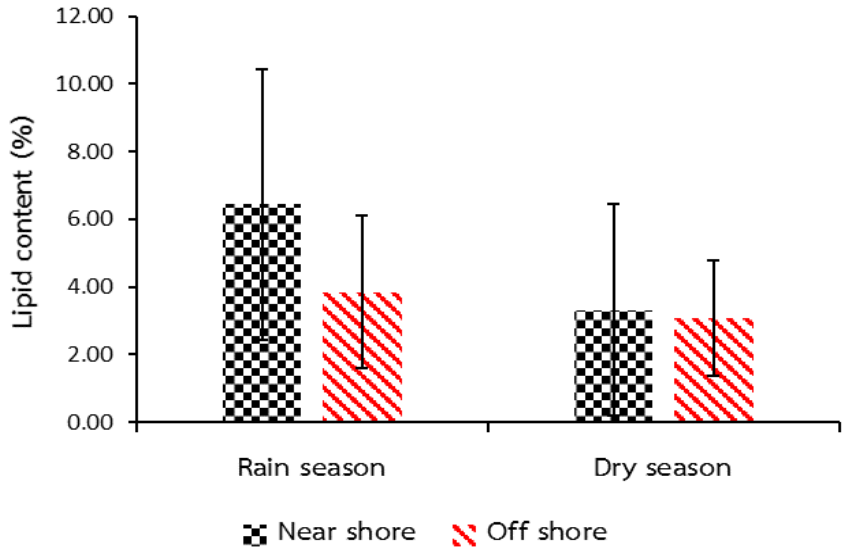
การศึกษาปริมาณไขมัน (lipid)

หอยแมลงภู่ ที่ตรวจหาการสะสมสารพีเอเอชรวม ได้ทำการหาปริมาณไขมัน (หน่วยเปอร์เซ็นต์) ในฤดูฝนไขมันในหอยขนาดเล็กมีปริมาณโดยเฉลี่ย 8.49±0.35, 11.07±4.01 และ 7.60±3.90 เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มีปริมาณโดยเฉลี่ย 8.25±0.65, 8.83±0.96 และ 8.56±1.59 เปอร์เซ็นต์ ในบริเณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ ส่วนฤดูแล้งในหอยขนาดเล็กมีไขมันโดยเฉลี่ย 6.39±0.72, 9.38±2.58 และ 10.78±1.04 เปอร์เซ็นต์ ในหอยขนาดใหญ่มีปริมาณโดยเฉลี่ย 6.18±0.39, 9.99±1.49 และ 10.19±0.78 เปอร์เซ็นต์ ในบริเณอ่างศิลา ศรีราชา และระยอง ตามลำดับ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าปัจจัยฤดูกาล สถานที่ และขนาดของหอยแมลงภู่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อ ในฤดูแล้งหอยขนาดเล็กในพื้นที่ระยองมีการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อมากที่สุด



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่บริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และระยองทั้งสองฤดู

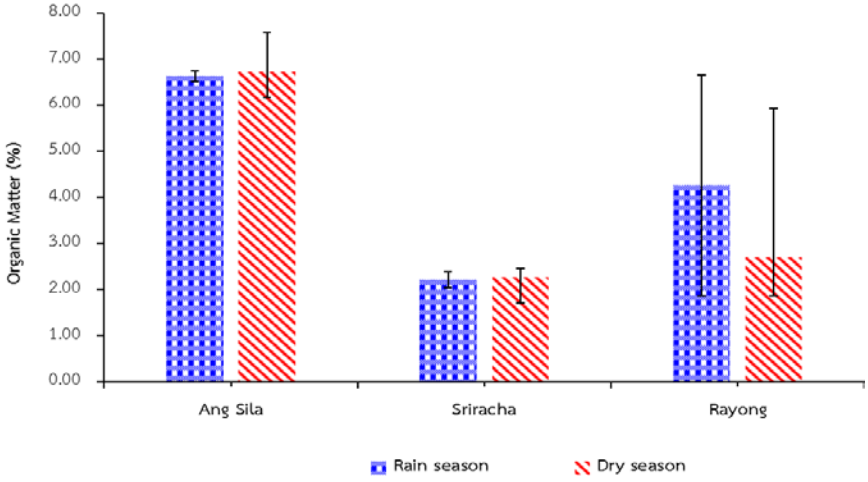
ปลาทะเลบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยองตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษาการสะสมของสารพีเอเอช ได้ทำการตรวจหาปริมาณไขมัน ในฤดูฝนพบมีค่าเฉลี่ย 6.44±3.99 และ 3.85±2.25 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งพบมีค่าเฉลี่ย 3.32±3.12 และ 3.08±1.70 เปอร์เซ็นต์ บริเวณแนวใกล้ฝั่งและแนวห่างฝั่งตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้พบว่าปัจจัยพื้นที่และฤดูกาล ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อปลา ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อปลาคือฤดูกาล ดังนั้นในฤดูฝนและฤดูแล้งปริมาณของไขมันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมัน (Lipid) ที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาในบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ดแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่ง ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

การศึกษาอินทรีย์สาร (Organic matter)

บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ ได้ทำการเก็บตะกอนดิน เพื่อหาปริมาณอินทรีย์สาร พบว่าในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 6.63±0.59, 2.21±0.17 และ 4.26±2.39 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งโดยเฉลี่ย 6.73±0.85, 2.26±0.20 และ 2.70±3.22 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่อ่างศิลา ศรีราชา และระยองตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า พื้นที่และฤดูกาล ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณอินทรีย์สาร แต่ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดินคือพื้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยพบว่าในบริเวณอ่างศิลา มีปริมาณของอินทรีย์สารมากที่สุด ส่วนในพื้นที่ระยองและอ่างศรีราชา มีปริมาณอินทรีย์สารที่ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดินจากบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในฤดูฝนและฤดูแล้ง

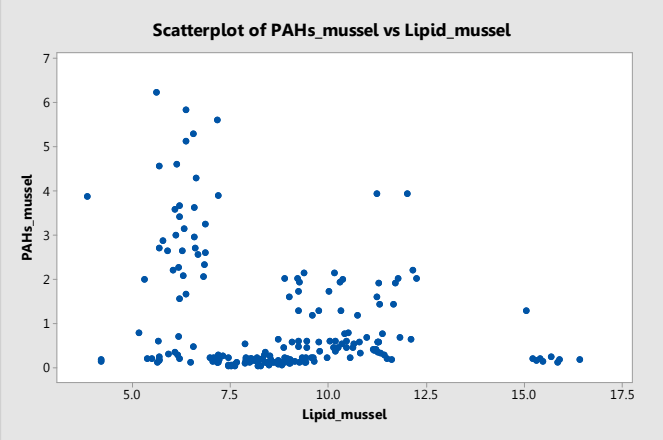
จากภาพจะพบว่าตะกอนดินบริเวณอ่างศิลา มีปริมาณอินทรีย์สารสูงสุดเนื่องจากพื้นที่ได้รับอิทธิพลของมวลน้ำจากแม่น้ำบางปะกงที่พัดพาตะกอนดินและอินทรีย์สารๆต่างๆมาตามน้ำแล้วค่อยๆจมตัวตกตะกอนลง เช่นเดียวกับที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง อยู่ใกล้ปากคอง-ชากหมาก ส่วนบริเวณศรีราชาจะมีปริมาณอินทรีย์สารต่ำสุด

การศึกษาหาความสัมพันธ์

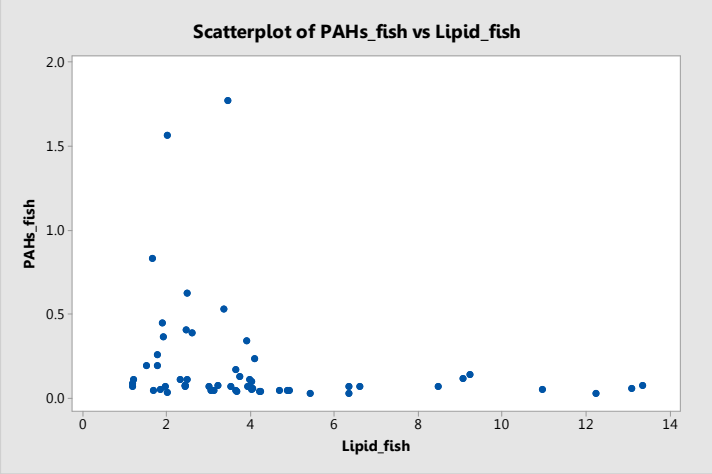
ในหอยแมลงภู่ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในเนื้อเยื่อ พบว่าสารพีเอชรวม และไขมันไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังภาพที่ 16

ในปลาทะเล การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในเนื้อเยื่อ พบว่าสารพีเอเอชรวม และไขมันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยที่ไขมันสูงจะพบการสะสมของสารพีเอเอชรวม อยู่น้อย ดังภาพที่ 17

ในตะกอนดิน การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับอินทรีย์สาร พบว่าสารพีเอเอชรวม กับอินทรีย์สารในตะกอนดินไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังภาพที่ 18

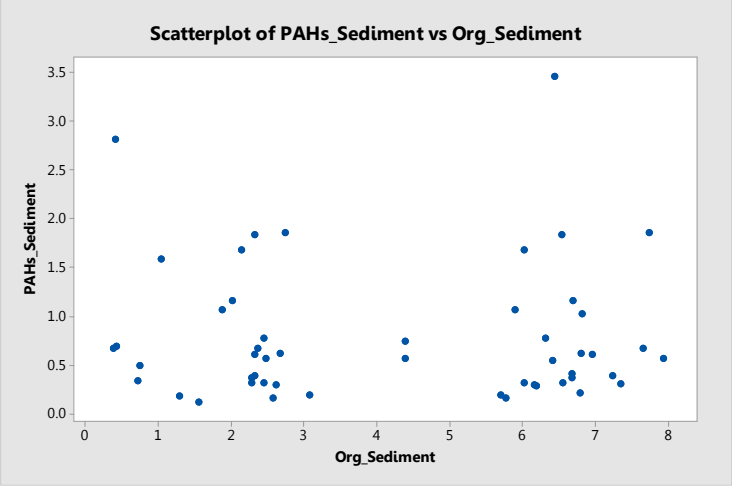


ภาพที่ 16 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อหอยกับไขมัน ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ



ภาพที่ 17 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในเนื้อเยื่อปลากับไขมัน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากภาพแสดงถึงความสัมพันธ์ในทางลบ ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในเนื้อเยื่อปลาทะเล โดยไขมันต่ำ การสะสมสารพีเอเอชรวม มีปริมาณสูง



ภาพที่ 18 แสดงปริมาณสารพีเอเอชในตะกอนดินกับอินทรีย์สาร ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย

การประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออก (Situation Assessment of contaminated Polycyclic Aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine organism from the Eastern coast.)

ผลการศึกษาพบว่าชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกมีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม อยู่ในระบบนิเวศทางทะเล ทั้งในสัตว์น้ำและในตะกอนดิน จากการตรวจวิเคราะห์ในฤดูฝน ช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2558 ในหอยขนาดเล็กพบสารพีเอเอชรวม โดยเฉลี่ย 0.170±0.111, 0.211±0.106 และ 0.187±0.147 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยขนาดใหญ่ 0.098±0.048, 0.180±0.156 และ 0.159±0.087 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างการสะสมของปริมาณสารพีเอเอชในหอยทั้ง 3 สถานที่และปริมาณที่สะสมก็มีระดับที่น้อย การสะสมของสารพีเอเอชรวม ในหอยทั้งสองขนาดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ในฤดูแล้ง ช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน 2559 แมลงภู่ขนาดเล็ก บริเวณอ่างศิลามีการสะสมสารพีเอเอชรวม สูงสุดโดยเฉลี่ย 3.473±1.437 ไมโครกรัม/กรัม ขณะที่ศรีราชาและระยองมีค่ารองลงมาโดยเฉลี่ย 1.471±0.931 และ 0.258±0.156 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ในหอยขนาดใหญ่ โดยเฉลี่ย 2.510±1.681, 0.558±0.429 และ 0.705±1.058 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสะสมของสารพีเอเอชกับขนาดของหอยพบว่าหอยขนาดเล็กมีการสะสมสารพีเอเอชรวม ไว้สูงกว่าหอยขนาดใหญ่เฉพาะในพื้นที่อ่างศิลา เนื่องจากเหนือพื้นที่อ่างศิลา มีอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ ได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำที่พัดพามาจากสมุทรปราการและแม่น้ำบางปะกงซึ่งล้วนแล้วมีเรือประมงประกอบกับอ่างศิลา เป็นพื้นที่หลากหลายกิจกรรมมีชุมชนบ้านเรือนริมน้ำ มีเรือประมงอยู่จำนวนมาก ทำให้มีการปนเปื้อนของน้ำมัน และมักพบปรากฏการณ์คราบน้ำมันปนเปื้อนในทะเลอยู่เสมอๆ คราบน้ำมันจะเข้าสู่ระบบตามห่วงโซ่อาหาร บางส่วนละลายเข้าผสมกับมวลน้ำ บางส่วนเกาะติดหรือเคลือบบริเวณผิวของสัตว์น้ำ พืชน้ำเช่น แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งสารแขวนลอยต่างๆ หอยแมลงภู่มีการกินอาหารแบบการกรองกิน แพลงก์ตอนและตะกอนแขวนลอย ที่มีขนาดเล็กกว่า 4 ไมครอนจะเข้าสู่ร่างกาย (คเชนทร, 2544.) สารพีเอเอช กลุ่มที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยตรงโดยการดูดซึม ส่วนสารพีเอเอชกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 4 วงริง) จะเข้าตามทางเดินอาหารแล้วเข้าสู่ระบบการย่อย (Digestive system) (M. T. Piccardo et al, 2001) หอยขนาดเล็กมีอัตราการกินอาหารมากกว่าหอยขนาดใหญ่ และหอยขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรในการรับสัมผัสมากกว่าหอยขนาดใหญ่ (จรมัน ว่องวิทย์, 2525.) จึงเป็นสาเหตุให้หอยขนาดเล็กมีการสะสมสาร พีเอเอชรวมมากกว่าหอยขนาดใหญ่ และผลของการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณอ่างศิลาปริมาณสารพีเอเอชรวมสะสมในหอยมากกว่า 5 เท่าของการศึกษาในปี 2557 จากการศึกษาของ ปภาศิริและคณะ (2557) ที่พบการสะสมโดยเฉลี่ย 0.0225±0.0225 และ 0.0500±0.0194 ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดระยองพบมีการสะสมโดยเฉลี่ย 0.0142±0.1004 และ 0.1834±0.0567 ไมโครกรัม/กรัม ในหอยขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ ค่าที่ตรวจพบใกล้เคียงกันไม่มีแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามบริเวณอ่างศิลามีการสะสมสารพีเอเอชรวม ใกล้เคียงกับปี 2553 มีค่าเฉลี่ย 2.947±0.016 และ 2.783±0.147 ไมโครกรัม/กรัม

ในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย (Mokkongpai. et al., 2010.) ปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ ไม่พบสารพีเอเอชรวม กลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

ผลการตรวจวิเคราะห์มีการสะสมสารพีเอเอชรวม ในตะกอนดินทั้ง 3 แหล่ง ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ทั้ง3 พื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 0.901±0.570, 0.901±0.570 และ 0.877±1.063 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในฤดูแล้ง โดยเฉลี่ย 0.529±0.554, 0.530±0.553 และ 0.727±0.838 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองตามลำดับ โดยในพื้นที่อ่างศิลาและศรีราชา จะมีการสะสมมากกว่าที่มาบตาพุด จังหวัดระยองเล็กน้อย ทั้งนี้ในพื้นที่อ่างศิลา พบการสะสมสารพีเอเอชรวม มากขึ้นประมาณ 9 เท่าเมื่อเปรียบเทียบเคยมีการศึกษามีค่าเฉลี่ย 0.101±0.017 และ 0.010 ±0.010 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ (Mokkongpai. et al., 2010.) ทั้งนี้พื้นที่อยู่ใกล้โรงกลั่นน้ำมันในเขตอำเภอศรีราชาที่มักเกิดการรั่วไหลของน้ำมัน (oil spill) แล้วถูกกระแสลม กระแสน้ำพัดพามาทางบางแสน-อ่างศิลา ดังปรากฏเป็นข่าว คราบน้ำมันเข้าหาดบางแสน-อ่างศิลาอยู่บ่อยๆ เมื่อมาถึงแปลงเลี้ยงหอยแมลงภู่ เสมือนเป็นแนวกั้นแนวกรองให้เกิดการตกตะกอน สารพีเอเอชรวม ในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยและพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยจะมีช่วงเวลา (Residence time) ยาวนานกว่าพวกที่ละลายน้ำ (soluble) และจากการที่กระแสน้ำและกระแสลมมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาส่งผลทำให้ตะกอนใต้น้ำถูกกวนและลอยตัวขึ้น (Resuspension) ส่งผลให้มีทั้งกระบวนการดูดซับ (Absorption) และการคาย (Desorption) ของของสารพีเอเอชรวม ระหว่างน้ำและตะกอนแขวนลอย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่สะสมในตอกอนดินชายฝั่งกับประเทศต่างๆ (Baumard et al.,1998a) แล้ว (ตารางที่ 7) ชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย ยังมีสภาวะมลพิษอยู่ในระดับต่ำ

ปริมาณสารพีเอเอชที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาทะเลบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง โดยเฉลี่ยในฤดูฝนแนวใกล้ฝั่งปริมาณ 0.044±0.065 และ 0.053±0.068 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับขณะที่ในฤดูแล้งพบปริมาณสารพีเอเอช สะสมโดยเฉลี่ย 0.165±0.360 และ 0.115±0.308 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ของแนวใกล้ฝั่งและห่างฝั่งตามลำดับ ผลการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ว่าฤดูกาลมีผลต่อปริมาณการสะสมของสารพีเอเอชรวม โดยในฤดูแล้งจะสูงกว่าในฤดูฝน ขณะที่ระยะห่างจากฝั่งทั้ง 2 แนว ปริมาณการสะสมไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของปภาศิริ และคณะ (2557) ได้ศึกษาปริมาณสารพีเอเอชรวม ในปลาบริเวณมาบตาพุดในปี 2557 มีการสะสมมากกว่า 2 เท่า โดยเฉลี่ย 0.0201±0.0278 ไมโครกรัม/กรัม อาจเนื่องจากตัวอย่างปลาที่ศึกษาอยู่คนละบริเวณกันเพราะบริเวณที่ศึกษาในครั้งนี้เคยได้รับผลกระทบจากการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเลเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 แล้วคราบน้ำมันเคลื่อนตัวเข้าอ่าวพร้าว ตามกระแสลม กระแสน้ำ ทำให้มีคราบน้ำมันอยู่เต็มชาดหาดอ่าวพร้าว บางส่วนก็จมลงสู่พื้นท้องทะเล ทำให้มีสารพีเอเอชรวม สะสมอยู่ในระบบนิเวศทางทะเล นับเป็นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารในกลุ่มปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน ดังตารางที่ 8 อย่างไรก็ตามการตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็งเช่นเดียวกันกับที่สะสมในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ทั้งนี้ประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานของสารพีเอเอชรวม และสารพีเอเอชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ในอาหารทะเล ขณะที่กลุ่มต่างประเทศสหภาพยุโรป (EU) มีการกำหนดค่ามาตรฐานใน

ประกาศ 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 9 และ 10

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพีเอเอชรวม กับไขมันในตัวอย่างหอยและปลาทะเล และสารพีเอเอชรวม กับอินทรีย์สารในตะกอนดิน เนื่องจากข้อมูล (พีเอเอชรวม) ไม่มีการแจกแจงแบบปกรติ จึงพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation) พบการสะสมสารพีเอเอชรวม มีความสัมพันธ์กับไขมันในตัวอย่างปลาในทางลบ โดยพบว่าเนื่อเยื่อปลาที่มีไขมันสูงจะมีสารพีเอเอชรวม ปนเปื้อนอยู่น้อย ส่วนไขมันในหอยแมลงภู่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อเยื่อปลา เช่นเดียวกับอินทรีย์สารในตะกอนดินไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสารพีเอเอชรวม ที่ปนเปื้อนอยู่ในตะกอนดิน

ตารางที่ 7 แสดงค่าความเข้มข้นของ PAHs ในดินตะกอนจากชายฝั่งประเทศต่าง ๆ

Area	∑ 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, Maxico	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 8 การประเมินปริมาณของปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนบนโลก เข้าสู่ทะเล **(x10^{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
Total		
Biosynthesis of hydrocarbons		2.365
Production by marine phytoplankton		
Atmospheric fall-out		26,000
		100-4,000

ที่มา : Clark, (1992).

ตารางที่ 9 ปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม ในปลาและผลิตภัณฑ์ประมงบางชนิดของ EU

ผลิตภัณฑ์	**ปริมาณสูงสุด** **Benzo (a) pyrene (µg/kg)**	**ปริมาณสูงสุดของผลรวมของ** **Benzo (a) pyrene ,** **Benz (a) anthracene,** **Benzo (b) fluoranthene** **และ chrysene (µg/kg)**
เนื้อปลาและผลิตภัณฑ์ปลารมควัน กุ้งรมควันและปูรมควัน ไม่รวม ปลาสปรัทรมควัน, ปลาสปรัทรมควันบรรจุกระป๋อง, 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)
ปลาสปรัทรมควัน, ปลาสปรัทรมควันบรรจุกระป๋อง, หอยสองฝาสด แช่เย็น หรือแช่แข็ง, ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อน	5.0	30.0
หอยสองฝารมควัน	6.0	35.0

ที่มา : ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สงขลา, (2560).

ตารางที่ 10 มาตรฐานประเทศอื่นๆ ของปริมาณตกค้างสูงสุดของพีเอเอชรวม

ประเทศ	**ผลิตภัณฑ์**	**ปริมาณสูงสุด** Benzo (a) pyrene (µg/kg)
รัสเซีย	ปลารมควัน	0.005
เกาหลี	ปลารมควัน ยกเว้นปลาแห้ง ปลาแห้งรมควัน ปลา หอยทุกชนิด กลุ่มหอยและกุ้ง กั้ง	5.0 10.0 2.0 10.0 5.0
จีน	สัตว์น้ำที่อบและรมควัน	5.0

ที่มา : ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สงขลา, (2560).

สรุปผลวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บริเวณภาคตะวันออกในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ 2 ขนาด ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่, ฤดูกาลและขนาดของหอยแมลงภู่ แต่ปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณสะสมสารพีเอเอชรวม คือ พื้นที่, ฤดูกาล และขนาด พบว่าหอยขนาดเล็กในฤดูแล้ง บริเวณอ่างศิลา มีการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม สูงสุดมากว่าหอยขนาดใหญ่ทั้ง 3 พื้นที่และหอยขนาดเล็กในบริเวณศรีราชาและมาบตาพุด จังหวัดระยองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนในตัวอย่างปลาที่อ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ทั้ง 2 ระยะจากฝั่งมีมีความแตกต่างกัน แต่การปนเปื้อนแตะละฤดูกาลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในฤดูแล้งมีการปนเปื้อนสูงกว่า

2. การปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างสัตว์น้ำทั้งหอยแมลงภู่และปลาทะเล จากทั้ง 3 แหล่งพื้นที่ๆ ทำการศึกษาพบมีปริมาณปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม ในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน แต่ไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ยังคงสามารถนำมาบริโภคได้ ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน หรือลดการบริโภคจำนวนมากๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการรับสารพีเอเอชรวม เข้าสู่ร่างกายเราได้และควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารทะเลช่วงที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อนลงสู่ทะเล

3. การปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในตัวอย่างสัตว์น้ำ ในตะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้ถึงแม้จะมีค่าต่ำ แตกหากพิจารณาถึงขบวนการสะสมสารพิษ ที่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร (Biomagnification, Bioamplification) ในระยะเวลายาวอาจจะเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยต่ออาหาร (Food safety) และธุรกิจด้านอาหาร การท่องเที่ยว รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องเข้ามาดำเนินการป้องกันและแก้ปัญหาอย่างจริงจัง

4. การศึกษาการปนเปื้อนสารพีเอเอชรวม ในน้ำทะเลยังไม่ค่อยมีการศึกษา เนื่องจากมีข้อจำกัดของสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณน้อย เครื่องมือที่ตรวจวิเคราะห์มีขีดจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ หากมีการตรวจวิเคราะห์ได้ สามารถนำข้อมูลมาคำนวณหาอัตราความเสี่ยงของการสะสมสารพีเอเอชรวม ของสิ่งมีชีวิต (Bioaccumulation Factor, BAF) นั้นๆได้

5. จากอดีตถึงปัจจุบันมีสถิติการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลบ่อยครั้ง ประชาชนในท้องถิ่นส่วนมากขาดโอกาสในการรับรู้อันตราย ขาดความรู้ในการป้องกันอันตรายที่จะได้รับจากการเกิดการปนเปื้อนของน้ำมันในสิ่งแวดล้อมทางทะเล อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะไม่พบสารพีเอเอชรวม ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่สารพี่เอเอชรวม ที่ตรวจพบก่อให้เกิดการระคายเคืองทางผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจได้ ควรส่งเสริมให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง เพื่อสร้างเสริมสุขภาพอนามัยที่ดี สร้างความเชื่อมั่นในการประกอบอาชีพทางการประมงให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ผลผลิต

การนำเสนอผลงานวิจัย และเข้าร่วมการประชุมวิชาการ ได้ดำเนินการส่งบทคัดย่อและได้รับการพิจารณา ตอบรับบทตัดย่อ สำหรับการบรรยายในการประชุมทางวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งจะมีการจัดประชุมทางวิชาการ “ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นเรศวร ครั้งที่ 2” สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อเรื่อง **การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (Accumulation of Polyclyclic Aromatic Hydrocarbons in Green Mussels (*Perna viridis*) along the Eastern Coast of Thailand.)**
โดยมีการกำหนดการประชุมในวันที่ 15 ธันวาคม 2560

ประโยชน์ที่จะได้คือ การได้รับรู้การปนเปื้อนของสารพีเอเอชรวม (PAHs) ที่สะสมในระบบนิเวศทางทะเล อันอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค เพื่อให้มีการตระหนักเฝ้าระวังการปนเปื้อน และการป้องกันอันตรายที่จะได้รับเมื่อเกิดการรั่วไหลของน้ำมัน หรือสารตั้งต้นของสาร PAHs จากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในพื้นที่ และหน่วยงานภาครัฐต่อไป

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล
รับที่ 1297
วันที่ 21 ก.ค. 2560
เวลา 15.25

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๐๗.๐๑/ว. ๒๗๔๘

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๓ กรกฎาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญนำเสนอผลงานวิจัยและเข้าร่วมการประชุมวิชาการ "ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นเรศวร ครั้งที่ ๒"

เรียน ผู้อำนวยการ / คณบดี / หัวหน้าสำนัก / หัวหน้าภาควิชา / คณาจารย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการและกำหนดการประชุมวิชาการ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้จัดการประชุมวิชาการ"ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นเรศวร ครั้งที่ ๒ (NUNatGEN)" ขึ้น ในวันศุกร์ที่ ๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๐ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโอกาสการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศแก่นักวิชาการ นิสิตนักศึกษา และประชาชน อันจะนำไปสู่การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในด้านนิเวศวิทยาดิน น้ำ ป่าไม้ ความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ การเก็บกักและปลดปล่อยคาร์บอน รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศและเทคโนโลยีระยะไกลในด้านต่างๆ เช่น การประเมินการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการภัยพิบัติ ซึ่งในการประชุมทางด้านวิชาการประกอบด้วยการบรรยายพิเศษ การนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภาคบรรยาย และภาคโปสเตอร์

คณะเกษตรศาสตร์ฯ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านและบุคลากรในสังกัดนำเสนอผลงาน และเข้าร่วมการประชุมฯดังกล่าว โดยสามารถกรอกแบบตอบรับเข้าร่วมการประชุม, ส่งผลงานวิจัย และรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ http://www.agi.nu.ac.th/nred/NUNatGEN2017 (ข้าราชการสามารถเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ได้ตามระเบียบกระทรวงการคลัง) คณะเกษตรศาสตร์ฯ หวังเป็นอย่างยิ่งในความร่วมมือในการประชาสัมพันธ์งานดังกล่าวไปยังส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป จักเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ อัมพรสถิร)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
โทรศัพท์ ๐-๕๕๙๖-๒๘๔๑, ๐-๕๕๙๖-๒๘๔๑
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๒๗๕๐, ๐-๕๕๙๖-๒๗๐๙

การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

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

ไพฑูรย์ มกกงไผ่, อาวุธ หมั่นหาผล และ วันชัย วงสุดาวรรณ *

บทคัดย่อ

การสะสมของสารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในหอยแมลงภู่จากชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง ได้ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559 พบความเข้มข้นของสารพีเอเอชที่สะสมในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กในฤดูฝนโดยเฉลี่ย 0.170±0.111, 0.211±0.106 และ 0.187±0.147 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 0.098±0.048, 0.180±0.156 และ 0.159±0.087 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ขณะที่ในฤดูแล้งพบการสะสมสารพีเอเอชในหอยแมลงภู่ขนาดเล็กโดยเฉลี่ย 3.473±1.437, 1.471±0.931 และ 0.258±0.156 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในหอยแมลงภู่ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ย 2.510±1.681, 0.558±0.429 และ 0.705±1.058 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและมาบตาพุดตามลำดับ ผลจากการศึกษาแสดงให้ทราบว่าฤดูกาล 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±0.111, 0.211±0.106 and 0.187±0.147µg/g dry weights and those in large size were 0.098±0.048, 0.180±0.156 and 0.159±0.087 µg/g dry weights. 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±1.437, 1.471±0.931 and 0.258±0.156 µg/g and in large size of 2.510±1.681, 0.558±0.429 and 0.705±1.058 µg/g. The result from study suggested that PAHs accumulation in mussels during the two seasons of all stations had not significant differences between seasons, stations and sizes whereas, interaction 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, don't found PAHs carcinogenic group.

Keywords: Accumulation, PAHs, Green mussel.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

*Corresponding author : E-mail : mokk_pp@hotmail.com

บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ ปี พ.ศ. 2543. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ.กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน).กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). ทะเลไทยวันนี้.สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมเจ้าท่า. (2559). สถิติน้ำมันรั่วไหล (Oil spill). วันที่ค้นข้อมูล 9 สิงหาคม 2559. เข้าถึงได้จาก http://md.go.th/md/index.php/2014-01-19-05-02-28/2014-01-19-05-20-44/-oil-spill

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2557. น้ำมันรั่วไหลในทะเลกลับ. วันที่ค้นข้อมูล 3 มิถุนายน 2557. เข้าถึงได้จาก http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/oilspill01/#.VAZ4m_l_vh4

กองวิเคราะห์ดิน. 2540. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพ. 59 หน้า

กิตติวดี ดวงแก้ว. (2546). สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีน พีซีบีและพีเอเอช ในหอยทะเลและดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย. 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.

จรูญ สารินทร์. (2537). การกระจายของอะลิฟาติก และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนบริเวณอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไทยรัฐออนไลน์. 2557. จังหวัดระยองปิดอ่าวพร้าวยันพร้อมให้การท่องเที่ยว. วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.thairath.co.th/content/ 379882

ปภาศิริ บาร์เนท สุวรรณา ภาณุตระกูล พอจิต นันทนาวัฒน์ นันทพร ภัทรพุทธ นิภา มหารัชพงศ์ ไพฑูรย์ มกกงไผ่ **อาวุธ หมั่นหาผล** นันทิกา คงเจริญพร และMalin Charlotta Celander. 2557. การประเมินผลกระทบของโลหะหนักและสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์ทะเลตามแนวชายฝั่ง ทะเลอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เอกสารรายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ผู้จัดการออนไลน์. 2557. นักท่องเที่ยวแตกตื่นหลังลงเล่นน้ำหาดบางแสน เจอคราบน้ำมันติดตัว. วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID 9570000029715

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

สถาบันวิทยาสาสตร์ทางทะเล. 2557. พบคราบน้ำมัน (ไม่ทราบชนิด)ลอยเข้าชายหาดบางแสน. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx

สถาบันวิทยาสาสตร์ทางทะเล. 2557. คราบน้ำมันลอยเกลื่อนหาดแม่รำพึง. วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx

สถาบันวิทยาสาสตร์ทางทะเล. 2557. คราบน้ำมันเกลื่อนหาดบางแสนอีกแล้ว.วันที่ค้นข้อมูล 12 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.bims.buu.ac.th/Pages/index001.aspx

หนังสือพิมพ์แนวหน้า. 2557. ปิดด่วนสามชายหาดบางแสนคราบน้ำมันปริศนาทะลักเต็มพื้นที่. วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.naewna.com/local/72436

อรวรรณ วัฒโน. (2542). การคัดแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันดิบและสารประกอบ PAHs จากดินปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อรุณี เทอดเทพพิทักษ์. (2542). การหาปริมาณและชนิดของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนบริเวณเศรษฐกิจ ตามแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

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

Garrigues, Ph., Barth, H., Walker, C.H. & Narbonne, J-F. 2001. Biomarkers in marine organisms a Practical Approach. Amterdam, Netherlands Google Earth. 2557. ภาพแผนที่ภาคตะวันออก. วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2557 เข้าถึงได้จาก https://www.google.co.th/maps/search/

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.

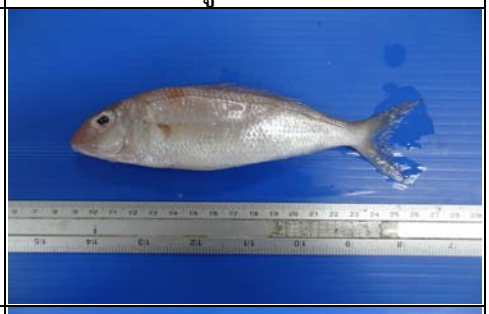
Wootton, E.C., Dyrynda, E.A., Pipe, R.K. & Ratcliffe, N.A. 2003. Comparisons of PAH induced immunomodulation in three bivalve mollusks. Aquatic Toxicology, 65, 13-25.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ชื่อปลาที่ทำการวิจัย ในเดือนตุลาคม 2558 (ฤดูฝน) และเดือนมีนาคม 2559 (ฤดูแล้ง)

ชนิด	ชื่อปลาทะเล	รูปภาพ
1	ปลากะพงเหลืองขมิ้น Olives-striped snapper *Lutjanus vitta*	
2	ปลาดอกหมากกระโดง Whipfin mojarra *Gerres filamentosus*	
3	ปลาดอกหมากครีบยาว Longfin mojarra *Pentaprion longimanus*	
4	ปลาดอกหมากครีบสั้น Deepbody Silverbiddy *Gerres erythrourus*	
5	ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล Monogrammed monocle bream *Scolopsis monogramma*	

ตารางที่ 1 (ต่อ) ชื่อปลาที่ทำการวิจัย ในเดือนตุลาคม 2558 และเดือนมีนาคม 2559

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

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยสาร ∑16 PAHs (µg/g DW) ที่ปนเปื้อนในปลาแต่ละชนิดในเดือนตุลาคม 2558 (ฤดูฝน) และเดือนมีนาคม 2559 (ฤดูแล้ง) ไม่พบสาร ∑7 carc PAHs

รายชื่อปลา	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง	ใกล้ฝั่ง	ห่างฝั่ง
ปลากะพงเหลืองขมิ้น	0.033±0.031	0.000±0.000	0.190±0.174	0.027±0.038
ปลาดอกหมากกระโดง	0.022±0.039	0.078±0.135	0.067±0.059	0.005±0.000
ปลาดอกหมากครีบยาว	0.018±0.031	0.109±0.038	0.037±0.064	0.028±0.039
ปลาดอกหมากครีบสั้น	0.031±0.027	0.066±0.111	0.513±0.290	0.028±0.039
ปลาทรายขาวแถบน้ำตาล	0.032±0.028	0.064±0.111	0.768±0.906	0.013±0.018
ปลาทรายแดง	0.029±0.025	0.031±0.027	0.002±0.003	0.013±0.014
ปลาสลิดหินจุดส้ม	0.044±0.039	0.013±0.023	0.003±0.003	0.005±0.000
ปลาหมูสีแก้มแดง	0.209±0.118	0.046±0.040	0.023±0.032	0.369±0.279
ปลาม่งกลม	0.009±0.016	0.023±0.040	0.020±0.026	0.644±0.814
ปลาสีกุน	0.009±0.016	0.100±0.030	0.027±0.038	0.019±0.024

∑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).

∑7 carc PAHs ; เช่น BaP, BbF, BkF, CHR, IcdP, DahA, and BghiP.