รายงานผลการวิจัย
ทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553

เรื่อง

ความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวที่เกิดจากสารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย: ระยะที่ 1 การสำรวจชนิดของหอยและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

Occurrence of Imposex in marine gastropods due to antifouling chemicals along the Eastern Seaboard of the Gulf of Thailand: 1st phase Survey on impact gastropods and areas.

คณะผู้วิจัย

ณิชยา ประดิษฐ์ทรัพย์

ดร. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวที่เกิดจากสารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย: ระยะที่ 1 การสำรวจชนิดของหอยและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553 ทั้งนี้งานวิจัยสามารถสำเร็จลงด้วยดีนั้น ทางคณะนักวิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร ที่ปรึกษาโครงการที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการวิจัย ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาและประเมินโครงการที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและคำแนะนำในการแก้ไขรายงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ คุณทิพวรรณ ตัณฑวณิช คุณอานุภาพ พานิชผล นิสิตฝึกงานและผู้ช่วยวิจัย ที่ได้ช่วยออกเก็บตัวอย่างภาคสนาม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำทุกท่านรวมถึงเจ้าหน้าที่ ณ สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะสีชัง ที่ได้ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกทำให้งานดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

คณะนักวิจัย

บทคัดย่อ

การสำรวจชนิดและการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเลฝาเดียว (imposex) เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์ปัจจุบันของการปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทินบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยทิศตะวันออก ตั้งแต่ จังหวัดชลบุรี ถึงจังหวัดตราด (อ่างศิลา เกาะสีชัง อ่าวศรีราชา แหลมฉบัง เกาะไผ่ มาบตาพุด บ้านเพ-สวนสน เจ้าหลาว คุ้งกระเบน ท่าโสม และเกาะช้าง) ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 พบการเกิด imposex ในหอยทะเลในอันดับ Neogastropoda จำนวน 13 ชนิดจากตัวอย่างทั้งหมด 32 ชนิด โดยหอยฝาเดียวที่พบการเกิด imposex มากที่สุดคือ *Nassarius pullus* รองลงมาคือ *N. livescens* และ *Chicoreus capucinus* ซึ่งพื้นที่ที่พบการเกิด imposex สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ (0 - 8.7 % imposex) ได้แก่ บ้านเพ-สวนสน เกาะไผ่ มาบตาพุด อ่างศิลา และศรีราชา ระดับปานกลาง (12.2 – 20.5 % imposex) ได้แก่ เกาะสีชัง ท่าโสม และคุ้งกระเบน และระดับสูง (47.2 – 67.7 % imposex) ได้แก่ เกาะช้าง เจ้าหลาว และแหลมฉบัง นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มการลดลงของการเกิด imposex ในเขตจังหวัดชลบุรี (อ่างศิลา เกาะสีชัง ศรีราชา) เมื่อเทียบกับการศึกษาในก่อนหน้านี้

Abstract

Survey of pseudopenis in female marine gastropod (imposex) is conducted along the Eastern Gulf of Thailand for evaluating the contamination of Tributyltin (TBT) in the marine environments. The samples of Neogastropoda and Mesogastropoda were collected in a total of 11 areas from Chonburi to Trad Province (Angsila, Sriracha, Koh Sichang, LaemChaBang, Koh Pai, Ban Pay-SuanSon, MaTaPud, Joalaw, Kungkraben, Ta Som and Koh Chang) during October 2009 to September 2010. Results showed that the imposex was found in 13 of 32 gastropod species. The highest occurrence of imposex was found in *Nassarius pullus*, *N. livescens* and *Chicoreus capucinus*. The imposex phenomenon in this study can be divided in 3 levels; low level (0 - 8.7 % imposex) in the areas of Ban Pay-SuanSon, Koh Pai, MaTaPud, Angsila, and Sriracha; medium level (12.2 – 20.5 % imposex) in Koh Sichang, Ta Som, and Kungkraben; and high level (47.2 – 67.7 % imposex) in Koh Chang, Joalaw and LaemChaBang. The percentage of imposex in Chonbury province (Angsila, Sriracha, Koh Sichang) has decreased when compare with the previous study.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
บทคัดย่อ	
บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
การทบทวนเอกสารและงานวิจัย	3
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	12
ผลการศึกษา	21
อภิปรายผลการศึกษา	51
สรุปผลการศึกษา	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	62
ประวัติคณะนักวิจัย	69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การใช้ประโยชน์และกิจกรรมชายฝั่งในพื้นที่ศึกษา	13
2	ชนิด ถิ่นที่อยู่อาศัยและลักษณะนิสัยการกินอาหารของหอยทะเลที่ทำการศึกษาในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย	22
3	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาอ่างศิลา จ.ชลบุรี	34
4	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะสีชัง จ. ชลบุรี	35
5	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาศรีราชา จ.ชลบุรี	36
6	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาแหลมฉบัง จ.ชลบุรี	37
7	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะไผ่ จ.ชลบุรี	38
8	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษามาบตาพุด จ.ระยอง	39
9	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านเพ/สวนสน จ.ระยอง	40
10	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเจ้าหลาว จ.จันทบุรี	40
11	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาคุ้งกระเบน จ.จันทบุรี	41
12	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะช้าง จ.ตราด	42
13	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาท่าโสม จ.ตราด	43
14	การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก	44
15	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบางชนิดในเขตจังหวัดชลบุรี	48

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ศึกษาความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย	12
2	พื้นที่ศึกษาบริเวณหมู่เกาะสีชัง จ.ชลบุรี	14
3	พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่างศิลา จ.ชลบุรี	14
4	พื้นที่ศึกษาบริเวณศรีราชา จ.ชลบุรี	15
5	พื้นที่ศึกษาบริเวณแหลมฉบัง จ.ชลบุรี	15
6	พื้นที่ศึกษาบริเวณมาบตาพุด จ.ระยอง	16
7	พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จ. จันทบุรี	16
8	พื้นที่ศึกษาบริเวณเจ้าหลาว จ. จันทบุรี	17
9	พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนท่าโสม จ.ตราด	17
10	การเก็บตัวอย่างหอยทะเลจากเรืออวนปูบริเวณเกาะช้าง จ.ตราด	18
11	พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณป่าชายเลนที่เกาะช้างใต้ จ.ตราด	18
12	เปรียบเทียบลักษณะหอยเพศผู้ (A) และหอยเพศเมีย (B) ชนิด *Nucella Lapillus*	20
13	สัดส่วนหอยทะเลเพศเมียต่อเพศผู้ และร้อยละการเกิด imposex	45
14	เปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลในวงศ์ Muricidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก	45
15	ค่า Relative Penis Length Index (RPLI) ของหอยทะเลในวงศ์ Muricidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก	46
16	เปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลในวงศ์ Nassariidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก	46
17	ค่า Relative Penis Length Index (RPLI) ของหอยทะเลในวงศ์ Nassariidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก	47
18	ปริมาณสาร butyltin ในดินตะกอนของอ่าวไทยช่วงระหว่างปี 2538 - 2547	49
19	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex และปริมาณสาร TBT ในตะกอนดินบริเวณสถานีศรีราชา เกาะสีชังและแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี	50
20	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Cymbiola nobilis*	62
21	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Murex trapa*	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius livescens*	63
23	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius pullus*	63
24	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius olivaceus*	64
25	ลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Chicoreus capucinus*	64

บทนำ

สารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิต (Antifouling) โดยเฉพาะสารกลุ่ม Butyltins ได้แก่ สาร Tributyltin (TBT), Dibutyltin (DBT) และ Momobutyltin (MBT) นั้นเป็นสารที่มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการต่อเรือ ผสมในสีกันเพรียงเพื่อป้องกันการเกาะติดของเพรียงบริเวณใต้ท้องเรือหรือวัสดุต่างๆที่ติดตั้งในทะเล ปัจจุบันพบว่ามีการปนเปื้อนของสาร TBT ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลและส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่างๆ อาทิ กลุ่มหอย ปู ปลา หรือ สัตว์กลุ่ม Crustacean ทั้งชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศทางทะเล โดยผลกระทบที่มีความสำคัญคือ การเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเพศหรือที่เรียกว่า imposex กล่าวคือ สัตว์เพศเมียจะมีการพัฒนาระบบการสืบพันธุ์ของเพศผู้ (Pseudopenis) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหอยทะเลฝาเดียว (Marine gastropods) โดยแหล่งกำเนิดของการปนเปื้อนสารในกลุ่ม Butyltins บริเวณชายฝั่งทะเล ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีกิจการท่าเรือการขนส่งทางทะเลขนาดใหญ่ การต่อเรือและการซ่อมเรือเดินทะเลขนาดใหญ่ และบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมหนัก รวมถึงกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง (Marine cage culture) เพราะชาวประมงนิยมใช้สีที่มีส่วนผสมของสารดังกล่าว สำหรับการทาเคลือบโครงกระชังที่เป็นเหล็ก เพื่อป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตประเภทเพรียง หอยสองฝา สาหร่าย ฯลฯ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวจะทำให้โครงกระชังรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น

ปรากฏการณ์ Imposex หากเกิดแก่สัตว์ทะเลชนิดต่างๆ เป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วจะส่งผลกระทบทางลบต่อการสืบพันธุ์และการแพร่ขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำนั้นๆ กล่าวคือ สัตว์น้ำจะไม่สามารถสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ได้ตามปกติ โดยความผิดปกติทางเพศ (Imposex) ของสัตว์น้ำสามารถก่อให้เกิดผลกระทบแก่เศรษฐกิจการประมงและระบบนิเวศทางทะเลดังนี้ 1) Imposex ส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวประมงอย่างมหาศาล กล่าวคือ หากเกิด imposex แก่สัตว์น้ำชนิดต่างๆ ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและการประมง จะส่งผลถึงปริมาณผลผลิตทางการประมงและมูลค่าทางเศรษฐการประมง รวมถึงอาชีพและสภาพทางสังคมของเกษตรกรชาวประมงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากรายงานการศึกษาพบว่า imposex สามารถเกิดขึ้นกับสัตว์น้ำทุกกลุ่มทั้ง ปู หอยฝาเดียว หอยสองฝา และปลา ซึ่งล้วนมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของการประมงชายฝั่งและประมงใกล้ฝั่ง 2) ทำให้จำนวนประชากรของสัตว์น้ำลดลงและหากไม่มีมาตรการในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอาจนำไปสู่สัตว์น้ำหายากหรือสูญพันธุ์ได้ในระยะยาวในบริเวณที่เกิดผลกระทบ 3) ทำให้ขาดความสมดุลย์ของระบบนิเวศทางทะเลกล่าวคือ ผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ในระบบนิเวศ และ 4) ผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำเศรษฐกิจต่างๆ ที่ปนเปื้อนสารกลุ่มนี้ในระดับต่างๆ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะนักวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเกิดความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีถึงจังหวัดตราด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ เช่น ท่าเทียบเรือแหลมฉบัง และท่าจอดเรือในทะเลบริเวณหมู่เกาะสีชัง เป็นต้น

ที่มีเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่เข้ามาจอดรับส่งสินค้าจำนวนมากในแต่ละปี และในพื้นที่อื่นที่มีกิจกรรมแตกต่างกัน ได้แก่ แหล่งประมงขนาดเล็ก และแหล่งเพาะเลี้ยง ทั้งนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารในกลุ่ม TBT ต่อหอยทะเลฝาเดียวในบริเวณดังกล่าว ซึ่งในปัจจุบันถึงแม้มีข้อตกลงเลิกใช้กันสีทากันเพรียงที่มีสาร TBT ในหลายประเทศแล้ว แต่ยังมีอีกหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย ที่ยังไม่มีการควบคุมการใช้สารกลุ่มนี้อย่างเป็นทางการ จึงอาจยังมีการใช้สีที่มีส่วนผสมของสาร TBT ปนอยู่ และเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาหาชนิดหอยฝาเดียวที่สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Bioindicator) หรือเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อม (Environmental indicator) ของการปนเปื้อนของสารในกลุ่ม TBT ในอ่าวไทย รวมถึงอาจใช้เป็นข้อมูลในการจัดการหรือการวางแผนการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

สำรวจความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันออก ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และจังหวัดตราด เพื่อทราบสถานภาพปัจจุบันของการปนเปื้อนของสารในกลุ่ม TBT โดยการศึกษาใช้ลักษณะภายนอก คือ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เทียม (Pseudopenis) เป็นตัวบ่งชี้ความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

ทบทวนเอกสารงานวิจัย

สารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตหรือสีกันเพรียง (antifauling chemical)

สารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตหรือสีกันเพรียงเป็นสารในกลุ่มดีบุกอินทรีย์ (organotin) เป็นสารที่มนุษย์พัฒนาขึ้นโดยมีดีบุกเป็นองค์ประกอบหลัก มีฤทธิ์เป็นสารชีวฆาต (biocide) สารในกลุ่มดีบุกอินทรีย์นี้มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการต่อเรือเพื่อผสมในสีกันเพรียงเพื่อป้องกันการเกาะติดของเพรียงบริเวณใต้ท้องเรือหรือวัสดุต่าง ๆที่ติดตั้งในทะเลตั้งแต่ช่วง ปี ค.ศ. 1960 (Mensink, 1999; Harino, *et al.*, 2006) โดยเฉพาะสาร tributyltin (TBT) นอกจากนี้ยังใช้ทางด้านเกษตรกรรม โดยเป็นส่วนประกอบของ สารฆ่าเชื้อรา สารฆ่าแบคทีเรีย และสารกำจัดศัตรูพืชพวกหนอนชนิดต่าง ๆ ใช้ในระบบบำบัดน้ำในอุตสาหกรรม (disinfection of circulating industrial cooling waters) นอกจากนี้สารในกลุ่มเดียวกันซึ่งได้แก่ สาร dibutyltin (DBT) และ monobutyltin (MBT) ใช้เป็นสาร stabilizer ในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกพีวีซี (Sudaryanto, *et. al.*, 2004; Ismail, 2006; Antizar-Ladislao, 2008)

การปนเปื้อนและการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมของสารกลุ่มบิวทิลทิน (Butyltin)

เนื่องจากการใช้ประโยชน์ตามที่กล่าวมาแล้วนั้นทำให้สารกลุ่มนี้เกิดการปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสาร TBT ที่มีสาเหตุสำคัญในการแพร่กระจายลงสู่สิ่งแวดล้อมจากการใช้ผสมในสีกันเพรียง โดยสารดังกล่าวจะค่อย ๆแพร่กระจายออกมาเพื่อฆ่าสิ่งมีชีวิตที่เกาะกับท้องเรือ จากหลายการศึกษาพบว่าปริมาณของสาร TBT ในแหล่งน้ำและ/หรือในดินตะกอนมีค่าสูงในบริเวณที่มีการสัญจรของเรือสูงเมื่อเปรียบเทียบกับในแหล่งที่มีการประมงเรือขนาดเล็ก แหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งท่องเที่ยว (Kan-atireklap, *et al.*, 1997; Sudaryanto, *et. al.*, 2004; Harino *et al.*, 2008) สารในกลุ่มบิวทิลทินเมื่อมีการปนเปื้อนลงในสิ่งแวดล้อมแล้วจะสามารถตกค้างได้เป็นเวลาที่ค่อนข้างนาน โดยสารกลุ่มดังกล่าวจะมีการสะสมในดินตะกอนมากกว่าในน้ำเนื่องจากมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อย ครึ่งชีวิต (half-life) ของสาร TBT ในน้ำมีอายุประมาณ 1 อาทิตย์ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการถูกดึงเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิต (biological uptake) และ การย่อยสลาย (Wattayakorn, 2008) การสลายตัวของสารดังกล่าวในตะกอนดินใช้เวลาค่อนข้างนานกว่าในน้ำซึ่งครึ่งชีวิต (half-life) ของสาร TBT ที่สะสมในดินตะกอนมีอายุประมาณ 2.5 ปี (Kan-atireklap, *et al.*, 1997 อ้างจาก de Mora, *et al.*, 1995) ความสามารถของดินตะกอนในการสะสมสารในกลุ่ม BT นั้นอาจก่อให้เกิดเป็นแหล่งกักเก็บสารพิษและย้อนกลับมาปนเปื้อนในแหล่งน้ำจากการฟุ้งกระจายของดินตะกอนได้ (Kan-atireklap, *et al.*, 1997 อ้างจาก Page et al., 1996; Wattayakorn, 2008)

การปนเปื้อนของสารกลุ่มบิวทิลทิน (Butyltin) ในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการปนเปื้อนของสารกลุ่มบิวทิลทินแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมทั้งในแหล่งน้ำจืด โดยเฉพาะในแม่น้ำสายหลัก (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) และในระบบนิเวศชายฝั่งทะเลโดยบริเวณชายฝั่งทะเลสามารถตรวจวัดสารกลุ่มดังกล่าวได้ทั้งในน้ำทะเล ดินตะกอน และในสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้ความมากน้อยของสารแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่โดยสามารถตรวจพบทั้งในบริเวณที่มีการเดินเรือ/ท่าเทียบเรือ บริเวณที่เป็นแหล่งเพาะเลี้ยงรวมถึงสถานที่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว (จุรีพร ล้อมเมตตา, 2544; กรมควบคุมมลพิษ, 2547; กรมควบคุมมลพิษ, 2549; Kan-atireklap *et al.*, 1997; Kan-atireklap *et al.*, 1997; Harino, *et al.*, 2006; Wattayakorn, 2008)

<u>สถานการณ์การปนเปื้อนของสารกลุ่มบิวทิลทิน (Butyltin) ในน้ำทะเล</u>

การศึกษาปริมาณของสารกลุ่มบิวทิลทินในน้ำทะเลที่ผ่านมาได้มีการวิเคราะห์ตรวจสอบทั้งพื้นที่ชายฝั่งในเขตอ่าวไทยและอันดามัน ในเขตอ่าวไทยตอนบน กรมควบคุมมลพิษได้มีการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของกลุ่มบิวทิลทินในน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ ปากแม่น้ำบางประกง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง และ ปากคลอง 12 ธันวา ในช่วงปีพ.ศ. 2546 ถึงพ.ศ. 2548 พบมีแนวโน้มการปนเปื้อนมากขึ้น ในช่วงปี พ.ศ. 2546 พบมีปริมาณ TBT อยู่ระหว่างน้อยกว่า 2 ถึง 22 ng/L ส่วนในปี พ.ศ. 2548 พบมีปริมาณสาร TBT อยู่ระหว่าง 15 ถึง 62 ng/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2547; กรมควบคุมมลพิษ, 2549b)

พื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออกของอ่าวไทยได้มีรายงานการตรวจวัดปริมาณ TBT รวม 19 สถานี โดยมีการศึกษาการปนเปื้อนของสารประกอบบิวทิลทิน ได้แก่ TBT, DBT และ MBT ในน้ำทะเล ครั้งแรกในช่วงปี พ.ศ. 2543 บริเวณตั้งแต่บ้านบางทราย จังหวัดชลบุรี ถึงปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด พบมีค่าอยู่ระหว่าง 43.1 ถึง 277.1 ng/L, 38.5 ถึง 324.7 และ 137.2 ถึง 1,864.3 ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณ TBT ที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงที่บริเวณสถานีคุ้งกระเบน (277 ng/L) และสัตหีบ (223 ng/L) ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงและเป็นท่าเทียบเรือและมีการสัญจรของเรือสูง (จุรีพร ล้อมเมตตา, 2544) จากผลการศึกษาปริมาณของสาร TBT ในน้ำทะเลในช่วงต่อมา พบมีแนวโน้มปริมาณการปนเปื้อนลดลง ดังเช่นการศึกษาในเขตจังหวัดชลบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2546 มีปริมาณสาร TBT ในน้ำทะเลที่อ่าวชลบุรี 13.2 ng/L อ่าวอุดม 45-52 ng/L ท่าเรือแหลมฉบัง 12-43 ng/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) และในปี พ.ศ. 2548 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT อยู่ระหว่างน้อยกว่า 5 ถึง 69 ng/L ซึ่งพบมากที่สุดที่สถานีแหลมฉบัง รองลงมาคือ อ่าวอุดม (< 5 -56 ng/L) เกาะสีชัง (35 ng/L) และอ่าวชลบุรี (24 ng/L) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ปริมาณสาร DBT และ MBT พบมีค่าอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 10 ถึง 93 ng/L และ น้อยกว่า 10 ถึง 84 ng/L โดยสารทั้งสองนี้พบมากที่สุดที่บริเวณเกาะสีชัง (กรมควบคุมมลพิษ, 2549a) นอกจากนี้ยังมีรายงานปริมาณ TBT ที่บริเวณแหลมฉบัง ศรีราชา เกาะสีชัง ในช่วงปี ปี 2005 – 2006 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 25 – 34 ng/L (Wattayakorn, 2008)

ในเขตจังหวัดระยอง และจังหวัดตราดพบว่ามีการปนเปื้อนของสาร TBT ที่น้อยลงเช่นกัน กล่าวคือ ในช่วงปี พ.ศ. 2543 พบมีปริมาณ TBT ในเขตจังหวัดระยอง (มาบตาพุด ปากน้ำระยอง บ้านเพ) อยู่ระหว่าง 106 – 144 ng/L และบริเวณปากแม่น้ำตราดพบ 89 ng/L (จุรีพร ล้อมเมตตา, 2544) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงปี พ.ศ. 2548 พบมีค่า TBT อยู่ระหว่าง 35 – 69 ng/L และ 56 ng/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2549b)

บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกได้มีการรายงานปริมาณของสารในกลุ่มบิวทิลทินใน 14 สถานี ในเขตจังหวัด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมชาติ พบว่าในปี 2546 มีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 2 ถึง 20 ng/L และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการตรวจวัดในปี 2548 คือ พบมีค่าอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 5 ถึง 87 ng/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2549b) นอกจากนี้จากการตรวจวัดสารกลุ่มบิวทิลทินที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน (จังหวัดระนอง และจังหวัดภูเก็ต) ในช่วงปี 2548 พบมีปริมาณของ TBT อยู่ระหว่าง น้อยกว่า 5 ถึง 140 ng/L โดยบริเวณที่มีปริมาณ TBT สูงเป็นบริเวณที่มีการสัญจรของเรือและกิจกรรมทางเรือมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2549a; กรมควบคุมมลพิษ, 2549b) ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการกำหนดค่ามาตราฐานของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดไตรบิวทิลทินในน้ำทะเล ให้มีค่าไม่เกิน 10 ng/L ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550

<u>สถานการณ์การปนเปื้อนของสารกลุ่มบิวทิลทิน (Butyltin) ในดินตะกอน</u>

ดินตะกอนเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่สามารถกักเก็บสาร TBT (Sarradin, et al., 1995; de Mora, *et al.*, 1995) ในแต่ละพื้นที่จะพบปริมาณแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้ประโยชน์ ปริมาณสารกลุ่มบิวทิลทินมักพบว่ามีค่าสูงในบริเวณที่มีเรือเดินทะเลขนาดใหญ่ และบริเวณที่มีเรือประมงขนาดเล็กอยู่หนาแน่น มากกว่าในบริเวณที่เป็นแหล่งเพาะเลี้ยง (Kan-atireklap, *et al.*, 1997; จุรีพร ล้อมเมตตา, 2544) ในประเทศมาเลเซียก็พบมีปริมาณสารในกลุ่มบิวทิลทินมากในบริเวณที่เป็นท่าเรือขนาดใหญ่ และมีกิจกรรมทางเรือสูงส่วนบริเวณที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว แหล่งประมงขนาดเล็ก และแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีปริมาณของสารกลุ่มบิวทิลทินในดินตะกอนที่น้อยกว่า (Sudaryanto, *et. al.*, 2004)

ปริมาณสารประกอบบิวทิลทินในดินตะกอนบริเวณอ่าวไทย ได้มีการศึกษาครั้งแรกในปี ค.ศ 1995 (พ.ศ. 2538) โดย Kan-atireklap *et al.* (1997) พบปริมาณปนเปื้อนของ TBT, DBT และ MBT ระหว่าง 4 ถึง 4,500, 2 ถึง 1,900 และ 7 ถึง 410 ng/g (dry weight) ตามลำดับ ในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนได้มีการศึกษาที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและปากแม่น้ำท่าจีน พบค่า TBT อยู่ระหว่าง 430 ถึง 4500 ng/g (dry weight) (Kan-atireklap, *et al.*, 1997) ต่อมาในปี 2004 ได้มีการศึกษาที่บริเวณปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 สาย พบมีปริมาณ TBT อยู่ในช่วง 10 ถึง 1,246 ng/g (dry weight) (Harino, *et al.*, 2006)

บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกค่อนข้างมีการศึกษาหลายช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2548 ในพื้นที่ 16 สถานี โดยในช่วงปี ค.ศ. 1995 มีการศึกษาที่บริเวณ อ่างศิลา ปากน้ำระยอง ปากน้ำประแสร์ คุ้งกระเบน ปากแม่น้ำตราด และคลองใหญ่ พบมีปริมาณการปนเปื้อนของ TBT อยู่ระหว่าง 4 ถึง 480 ng/g (dry weight) โดยพบมีการปนเปื้อนสูงที่สุดที่ปากแม่น้ำตราด (Kan-atireklap *et al.*, 1997) ในปี พ.ศ. 2543 ได้มีการศึกษาในบริเวณ บ้านบางทราย อ่างศิลา ศรีราชา อ่าวอุดม พัทยา สัตหีบ มาบตาพุด ปากน้ำระยอง บ้านเพ คุ้งกระเบน แหลมสิงห์ และปากแม่น้ำตราดและได้รายงานปริมาณ TBT ว่าพบอยู่ระหว่าง 2 ถึง 115 ng/g (dry weight) (จุรีพร ล้อมเมตตา, 2544) ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 มีการศึกษาที่บริเวณสถานีศรีราชา เกาะสีชัง อ่าวอุดม แหลมฉบัง พัทยา และสัตหีบ พบมีปริมาณการปนเปื้อนของ TBT ในดินตะกอนอยู่ระหว่าง 3 ถึง 285 ng/g (dry weight) พบมากคือที่อ่าวอุดม และแหลมฉบัง (Harino, *et al.*, 2006) ในปี พ.ศ. 2548 ได้มีการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของสาร TBT โดยกรมควบคุมมลพิษที่อ่าวชลบุรี เกาะสีชัง อ่าวอุดม แหลมฉบัง พบมีปริมาณของสารดังกล่าวอยู่ระหว่าง 5 ถึง 21 ng/g (dry weight) ซึ่งพบปริมาณการปนเปื้อนมากที่สุดในบริเวณแหลมฉบัง (กรมควบคุมมลพิษ, 2549a) จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสารกลุ่มบิวทิลทินกับการศึกษาในช่วงแรกโดย Kan-atireklap *et al.*, (1997) พบว่ามีแนวโน้มลดลง

บริเวณชายฝั่งอันดามันค่อนข้างมีรายงานเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารกลุ่มบิวทิลทินค่อนข้างน้อย โดยได้มีรายงานการศึกษาโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549) ในบริเวณท่าเทียบเรือในเขตจังหวัดภูเก็ต ช่วงปี พ.ศ. 2548 พบมีปริมาณสาร TBT DBT และ MBT อยู่ในช่วง 8 ถึง 14, 9 ถึง 17 และ 7 ถึง 15 ng/g (dry weight) ตามลำดับ ในภาพรวมประเทศไทยมีแนวโน้มการลดลงของสารกลุ่มบิวทิลทินเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในช่วงแรกโดย Kan-atireklap *et al.*, (1997) แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังคงมีการปนเปื้อนของสาร TBT ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Harino, *et al.*, 2006; 2008)

ผลกระทบของสารในกลุ่มบิวทิลทิน (Butyltin) ต่อสิ่งมีชีวิต

สารในกลุ่มดีบุกอินทรีย์ โดยเฉพาะสาร TBT นั้นถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตที่มาเกาะติดที่ใต้ท้องเรือแต่สารดังกล่าวสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้หลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มหอยทะเล เช่น ทำให้เกิดความผิดปกติของการสร้างเปลือกในหอยนางรม และทำให้เกิดความผิดปกติและการตายของตัวอ่อนด้วยดังที่เกิดในอ่าว Arcachon ในประเทศฝรั่งเศษ ทำให้มีปริมาณผลผลิตของหอยนางรมลดลงอย่างมาก (Alzieu, 1991) นอกจากนี้ทำให้หอยทะเล (gastropod) เพศเมียมีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม หรือที่เรียกว่าปรากฏการณ์ imposex (Bryan, *et al.*, 1986; Bettin, *et al.*, 1996) ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวได้มีการศึกษาและรายงานอย่างแพร่หลายทั่วโลก สัตว์ทะเลในกลุ่มครัสเตเชียนได้มีรายงานผลกระทบจากสาร TBT ได้แก่ มีผลต่อ osmoregulation ในกุ้ง (Lignot, *et al.*, 1998) และมีผลต่อระบบสืบพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ทะเลกลุ่มแอมฟิพอด (Jacobson, *et al.*, in press) นอกจากนี้ได้มี

รายงานว่าสารดังกล่าวสามารถกระตุ้นให้ปลาเพศเมียเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเพศผู้มากขึ้น (Shimasaki, *et al.*, 2003)

ปรากฏการณ์ความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียว

ปรากฏการณ์ imposex ได้มีรายงานการพบเป็นครั้งแรกโดย Blaber (1970) ในช่วงทศวรรษที่ 1970 ในหอยฝาเดียวชนิด *Nucella lapillus* (Bettin, *et al.*, 1996) imposex เป็นปรากฏการณ์ที่หอยทะเลเพศเมียมีการพัฒนาระบบการสืบพันธุ์ของเพศผู้ หรือพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis และ/หรือ pseudo vas deference) ขึ้น ปรากฏการณ์ imposex เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดแล้วไม่สามารถหายได้ (irreversible) (Bryan et al, 1987 อ้างจาก Bech *et al.*, 2002) สาเหตุของการเกิด imposex นั้นเกิดจากการที่หอยทะเลได้รับสารในกลุ่ม organotin โดยเฉพาะสาร tributyltin (TBT) (Bryan, *et al.*, 1986; Bech, *et al.*, 2002) และสาร triphenyltin (TPT) ก็สามารถเหนี่ยวนำให้เกิด imposex ได้เช่นกัน (Horiguchi, *et al.*, 1998; Limaverde *et al.*, 2007) ทั้งนี้ความรุนแรงของการเกิด imposex แปรผันหรือขึ้นอยู่กับปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT (Bryan *et al.*, 1986) ซึ่งสารดังกล่าวทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างฮอร์โมนเอสโทรเจน (estrogen) (ยับยั้งปฏิกิริยาที่เปลี่ยนฮอร์โมนแอนโดรเจน (androgens) ไปเป็นฮอร์โมนเอสโทรเจน (estrogen)) ทำให้มีปริมาณ testosterone เพิ่มมากขึ้นซึ่งการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน testosterone จะชักนำให้เกิดการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (Bettin, *et al.*, 1996) ผลจากการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมหากมีการพัฒนามากจะไปทำให้ไปขวางทางท่อนำไข่ทำให้หอยทะเลเพศเมียไม่สามารถวางไข่ได้ นอกจากนี้หากมีการสะสมไข่ในท่อนำไข่มากขึ้นจะทำให้ท่อนำไข่แตกและทำให้หอยทะเลตาย (Gibbs and Bryan, 1986; สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และ คณะ, 2549) ซึ่งจะนำมาสู่การลดลงของประชากรของหอยทะเลได้ การเกิด imposex สามารถเกิดได้ในหอยทะเลกลุ่มอันดับ Mesogastropoda และ Neogastropoda โดยได้มีรายงานถึงการเกิด imposex ทั่วโลกมากกว่า 140 ชนิด (Horiguchi, *et al.*, 2001)

จากการศึกษาและค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่าความรุนแรงของการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมต่อปริมาณความเข้มข้นของสาร TBT ในแหล่งน้ำและตะกอนดินมีความสัมพันธ์กัน (Bettin, *et al.*, 1996) ทำให้ในปัจจุบันนิยมใช้ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นตัวชี้วัด (bioindicator) การปนเปื้อนของ TBT ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วกว่าการวิเคราะห์ทางเคมี (Smith, 1996) จากผลกระทบในทางลบที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนจากสารในกลุ่มบิวทิลทิน ตามที่ได้กล่าวมานั้นทำให้หลายประเทศได้มีการระงับการใช้สาร TBT และได้มีการศึกษาสถานการณ์การเกิด imposex หลังการระงับใช้พบว่าสามารถลดปริมาณการเกิด imposex ลงได้ ดังเช่นการศึกษาของ Smith (1996) ได้รายงานการลดลงของการเกิด imposex และการลดลงของค่า relative penis size index (RPSI) ในหอยทะเลชนิด *Lepsiella scobina* บริเวณ Porirua Basin ในประเทศนิวซีแลนด์ โดยศึกษาเปรียบเทียบกันระหว่างปี ค.ศ. 1988/1989 และ ปี ค.ศ. 1994/1995 คือช่วงก่อนและหลังการห้ามขายและห้ามใช้สาร TBT ในปี 1993 อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาไม่พบการลดลงของเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex แต่พบการลดลง

ของ relative penis size index (RPSI) ในบริเวณที่เป็นท่าเรือสินค้าขนาดใหญ่ (Wellington Harbor) อาจเนื่องมาจาก สาร TBT ที่สะสมอยู่บริเวณ Wellington Harbor อาจถูกกวนขึ้นมาจากกิจกรรมการเดินเรือ และ การขุดลอกได้ นอกจากนี้ในประเทศนิวซีแลนด์ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สีกันเพรียงของเรือจากต่างชาติซึ่งเรือดังกล่าวอาจเป็นแหล่งของการปล่อยสารปนเปื้อน นอกจากนี้จากรายงานของ Reitsema *et al.* (2003) ที่ได้ศึกษาการเกิด imposex ของหอยทะเลชนิด *Thais orbita* บริเวณชายฝั่งเมือง Perth ทางฝั่งตะวันตกของประเทศออสเตเรีย จำนวน 16 สถานี ในช่วงปี 1998 – 1999 เปรียบเทียบกับปี 1993 พบว่ามีอัตราการเกิดลดลง 11 สถานี โดยสถานีที่ยังคงมีปริมาณ imposex สูงคือจุดที่เป็นท่าเทียบเรือพาณิชย์ขนาดใหญ่ และอู่ต่อเรือ ทั้งนี้น่าจะมีผลมาจากการระงับการใช้สาร TBT กับเรือที่มีขนาดยาวกว่า 25 เมตร ตั้งแต่ปี 1991

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (imposex) ในประเทศไทย

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา ประเทศไทยได้มีการศึกษาถึงผลกระทบจากการปนเปื้อนของสาร TBT โดยศึกษาการเกิด Imposex ในหอยทะเลฝาเดียวในหลายพื้นที่ทั้งบริเวณอ่าวไทยและอันดามัน จากผลการศึกษาพบหอยทะเลที่เกิดการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมอย่างน้อย 35 ชนิด ใน 10 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Buccinidae, Bursidae, Cassidae, Melongenidae, Muricidae, Nassariidae, Littorinidae, Planaxidae, Turridae และ Volutidae ซึ่งได้มีรายงานการการเกิด imposex มากที่สุดในวงศ์ Muricidae (19 ชนิด)

<u>สถานการณ์การเกิด Imposex ในชายฝั่งทะเลอ่าวไทย</u>

การศึกษา imposex บริเวณอ่าวไทยที่ผ่านมาได้มีการสำรวจกระจายครอบคลุมพื้นที่ในหลายจังหวัด ในบริเวณอ่าวไทยภาคตะวันออกโดยเฉพาะจังหวัดชลบุรีเป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่เป็นที่ได้รับความสนใจในการตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพราะเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษต่างๆ รวมถึงสารไตรบิวทิลทิน เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจมากและบริเวณชายฝั่งมีกิจกรรมที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการท่องเที่ยว การประมง การเพาะเลี้ยง แหล่งอุตสาหกรรม และท่าเรือพาณิชย์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549a) ช่วงปี ค.ศ. 1996 (พ.ศ. 2539) ได้มีรายงานการเกิด imposex ในบริเวณ บ้านอำเภอ ตำบลนาจอม บางละมุง ศรีราชา เกาะสีชัง อ่างศิลา อยู่ระหว่าง 27 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยสถานีที่พบการเกิด imposex สูงมากที่สุดคือสถานี ศรีราชา ทั้งนี้ชนิดที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมสูง ได้แก่ *Bursa rana*, *Murex* sp. และ *Nassarius livescens* (Swennen, *et al.*, 1997) ในช่วงปี พ.ศ. 2548 ได้มีการตรวจวัดการเกิด imposex ที่บริเวณท่าเทียบเรือในจังหวัดชลบุรี และได้รายงานการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเลฝาเดียวชนิด *Planaxis sulcatus* ที่บริเวณท่าเรือแหลมฉบัง 50 เปอร์เซ็นต์ และพบร้อยละการเกิด imposex ในหอยทะเลชนิด *Littorina ardouinian* ที่สถานีอ่าวชลบุรี 10 เปอร์เซ็นต์ (กรมควบคุมมลพิษ

, 2549a) นอกจากนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2550 ได้มีการศึกษาในบริเวณพื้นที่บริเวณอ่าวชลบุรี เกาะสีชัง อ่าวอุดม แหลมฉบัง ท่าเทียบเรือบริษัท โอเชียน มารีน่า ยอช์ท คลับ พบเกิด imposex ในหอยทะเลชนิด *Pugilina cochlidium, Ergalatax contracta, Ergalatax margariticola, Nassarius livescens* และ *Cymbiola nobilis* โดยมีอัตราการเกิด imposex อยู่ระหว่าง 4 – 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมของสารกลุ่มบิวทิลทินในหอยทะเลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex และ ความยาวของ pseudopenis ด้วย (พัณณิตา เอี่ยมสะอาด, 2550) นอกจากในจังหวัดชลบุรีแล้วได้มีรายงานการเกิด imposex ในส่วนสถานีระยองและสถานีน้ำริน ซึ่งพบมีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในพื้นที่อยู่ระหว่าง 9.0 ถึง 16.4 เปอร์เซ็นต์ (Swennen, *et al.*, 2009)

ในส่วนพื้นที่อ่าวไทยตอนล่างได้มีรายงานการเกิด imposex ในสถานีบางตาวา อ่าวปัตตานี แหลมตาชัย และในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส ซึ่งการเกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 86 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามไม่พบ imposex ในพื้นที่ เพชรบุรีและบ้านควน (Swennen, *et al.*, 1997) ในช่วงปี ค.ศ. 2006 Swennen *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษา imposex ในพื้นที่เดียวกับที่ศึกษาในช่วงปี ค.ศ. 1996 และได้เปรียบเทียบข้อมูลพบว่ามีแนวโน้มของการเกิด imposex มากขึ้นในสถานี ปัตตานี เพชรบุรี บ้านควน รูสะมิแล และ ปะนาเระ อย่างไรก็ตามพบมีแนวโน้มการเกิด imposex ลดลงที่สถานี ศรีราชา แหลมนก และปากน้ำปัตตานี นอกจากนี้ยังได้แบ่งระดับความรุนแรงของการเกิด imposex ออกเป็นบริเวณที่เกิด imposex สูง (พบมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) ที่สถานี พัทยา และศรีราชา บริเวณที่พบระดับการเกิด imposex ปานกลาง (15-49 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ สถานี บ้านควน บางตาวา รูสะมิแล แหลมนก ปากอ่าวปัตตานี และบริเวณที่พบระดับการเกิด imposex น้อย (พบน้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ สถานี ระยอง น้ำริน เพชรบุรี สงขลา ปะนาเระ และตากใบ (Swennen *et al.*, 2009)

<u>สถานการณ์การเกิด Imposex บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย</u>

การศึกษาการเกิด imposex บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1996 ถึงปี ค.ศ. 2000 ได้มีรายงานการเกิด imposex โดยเน้นศึกษาในหอยทะเลกลุ่ม Muricids ได้แก่ *Thais distinguenda, T. bitubercularis, T. rufotincta, Morula musiva, M. margariticora, M. granulata* และ *Chicoreus capucinus* พบว่า มีอัตราการเกิด imposex มากขึ้นในช่วงระหว่างที่ทำการศึกษา คือ ในปี ค.ศ. 1996 พบเกิด imposex 22.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปี ค.ศ. 2000 พบเพิ่มมากขึ้นเป็น 62.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังพบมีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (Relative Penis Length Index) ในหอยเพศเมียเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Bech, 2002a) นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex และขนาดของ pseudopenis ในหอยชนิด *Chicoreus capucinus* มีความสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างท่าเรือ และระยะเวลาในการเปิดใช้งานของท่าเรือ กล่าวคือบริเวณที่ใกล้ท่าเรือ มีแนวโน้มการเกิด imposex สูงกว่าบริเวณที่ไกลออกไป และพบแนวโน้มการเกิด imposex มากขึ้นตามระยะเวลาในการเปิดใช้ท่าเรือ (Bech, 2000b) อย่างไรก็ตามนอกจากบริเวณท่าเรือแล้ว

บริเวณจุดจอดเรือหรือจุดทอดสมอ (Mooring sites) ก็พบการเกิด imposex เช่นกัน โดยจากการศึกษาที่เกาะพีพี และเกาะราชา ที่บริเวณอ่าวด้านในของเกาะสามารถพบได้มากถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และพบน้อยลงเมื่อระยะทางห่างออกไปทางทะเลเปิด (Bech, 2000b) นอกจากการศึกษาในหอยกลุ่ม Muricids แล้ว ได้มีรายงานการเกิด imposex ในหอยทะเลชนิด *Littorina ardouinian* บริเวณท่าเรือหลายแห่งในจังหวัดภูเก็ตโดยพบมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมอยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 35.7 เปอร์เซ็นต์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) นอกจากการสำรวจการเกิด imposex แล้ว Bech *et al.* (2002) ได้ทำการทดลองศึกษาถึงผลกระทบของการปนเปื้อนของสาร TBT โดยนำหอยชนิด *Thais distinguenda* จากบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อนจากสาร TBT (ไม่พบการเกิด imposex) นำไปปล่อยยังบริเวณที่มีการปนเปื้อนของ TBT สูง คือ บริเวณที่พบว่ามีการเกิด imposex ในหอยชนิดดังกล่าว 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างในช่วงระยะเวลา 1 ปี หลังจากที่ปล่อยเพื่อวิเคราะห์หาการเกิด imposex จากผลการทดลองพบเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ได้ปล่อยหอยทะเลในพื้นที่ศึกษา

จากข้อมูลการศึกษาการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมพบว่าการตอบสนอง (sensitivity) ของหอยทะเลแต่ละชนิดต่อสาร TBT แตกต่างกันไป ผลการศึกษาของ Bech (2002a) ที่จังหวัดภูเก็ตพบว่า ชนิด *Thais distinguenda, T. bitubercularis* และ *Chicoreus capucinus* มีการตอบสนองค่อนข้างไวต่อสาร TBT ส่วนชนิด *Molura musiva, Molura granulate, Molura margariticola* และ *Thais rufotincta* มีการตอบสนองต่อสาร TBT ค่อนข้างต่ำเนื่องจากพบมีการพัฒนา อวัยวะเพศผู้เทียมในบริเวณที่มีการสัญจรเรือหนาแน่นเท่านั้น (Bech, 2002a) นอกจากนี้ Swenen, *et al.* (2009) ได้รายงานว่าหอยทะเลชนิด *Morula musiva* เป็นชนิดที่มีการตอบสนองค่อนข้างน้อยเช่นกันและพบว่าหอยทะเลชนิด *Lataxiena blosvillei* มีการตอบสนองค่อนข้างดีเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆที่ได้ทำการศึกษา (Swenen, *et al.*, 2009) อย่างไรก็ตามหอยทะเลบางชนิดสามารถเกิด imposex ได้โดยไม่ถูกการเหนี่ยวนำจากสารในกลุ่มดีบุกอินทรีย์ดังเช่นหอยทะเลในวงศ์ Volutidea บางชนิด ได้แก่ *Cymbiola nobilis, C. vespertilio, Melo amphora, M. melo* และ *M. umbilicata* เนื่องจากสามารถเกิด imposex ได้เองในสภาพธรรมชาติ (Natural phenomenon) ทั้งนี้ได้มีการศึกษาตัวอย่างในวงศ์นี้ที่ได้เก็บตัวอย่างก่อนปี ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นช่วงที่ยังไม่ได้มีการนำ TBT มาใช้ประกอบในสารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตก็พบการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมเช่นกัน (Swennen and Horpet, 2008)

จากข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT ในสิ่งแวดล้อมหรือในสิ่งมีชีวิตยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากสารในกลุ่มนี้สามารถตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานโดยเฉพาะในตะกอนดิน (Sarradin, et al., 1995; de Mora, *et al.*, 1995) ผลจากการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำคัญในการประเมินสถานการณ์ (evaluation) การปนเปื้อนของสารกลุ่มดังกล่าว (Wattayakorn, 2008) รวมถึงอาจใช้เป็นข้อมูลในการจัดการหรือวางแผนปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคตได้ ทั้งนี้ยังมีอีกหลายบริเวณที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเดินเรือและเป็นท่าเทียบเรือในชายฝั่งทะเลด้าน

ตะวันออก (จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด) ที่น่าสนใจสำรวจศึกษาและยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารกลุ่ม TBT ต่อหอยทะเลฝาเดียว ทั้งนี้หากมีการศึกษาจะทำให้มีข้อมูลในส่วนนี้ของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาหาชนิดหอยฝาเดียวที่สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Bioindicator) หรือเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อม (Environmental indicator) ของการปนเปื้อนของสารในกลุ่ม Tributyltin (TBT) ในอ่าวไทยต่อไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ศึกษา

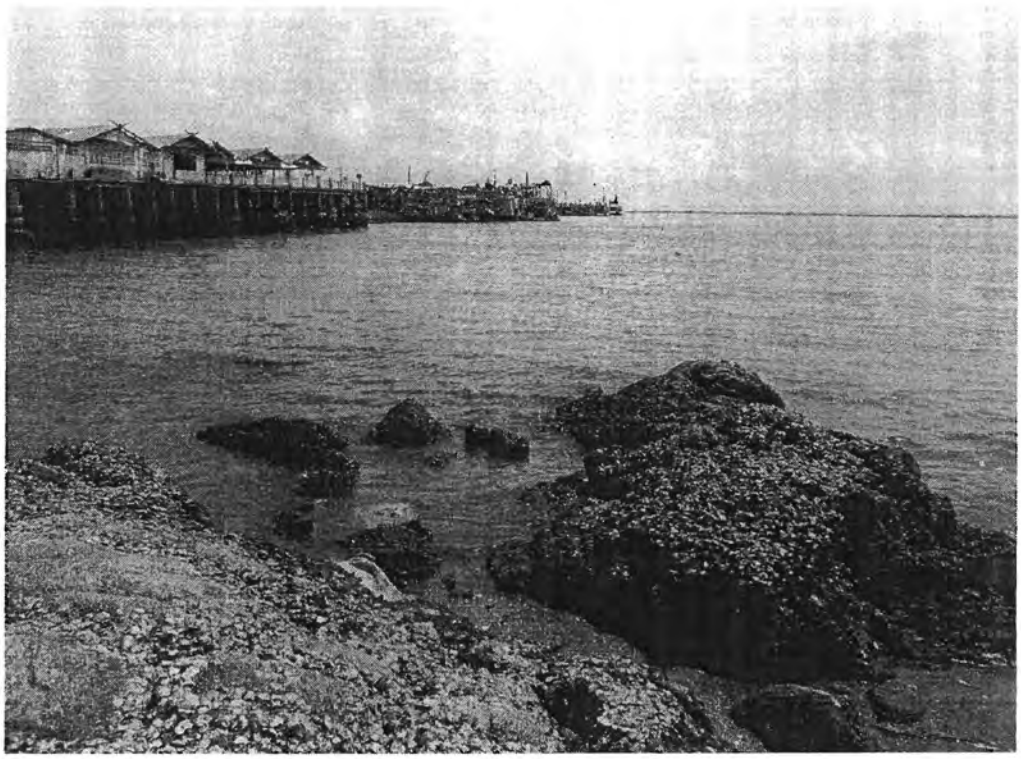
พื้นที่ครอบคลุมบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันออก ในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อ่างศิลา เกาะสีชัง ท่าเรือแหลมฉบัง อ่าวศรีราชา และ เกาะไผ่ จังหวัดระยอง ได้แก่ มาบตาพุด และ บ้านเพ/สวนสน จังหวัดจันทบุรี ได้แก่ คุ้งกระเบน และเจ้าหลาว จังหวัดตราด ได้แก่ ท่าโสมและเกาะช้าง รวม 11 สถานี (รูปที่ 1) ซึ่งในแต่ละบริเวณมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ชายฝั่งที่แตกต่างกันข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 2-11

ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาความผิดปกติทางเพศของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย (1) อ่างศิลา (2) เกาะสีชัง (3) ศรีราชา (4) แหลมฉบัง (5) เกาะไผ่ (6) มาบตาพุด (7) บ้านเพ (8) คุ้งกระเบน (9) เจ้าหลาว (10) ท่าโสม (11) เกาะช้าง

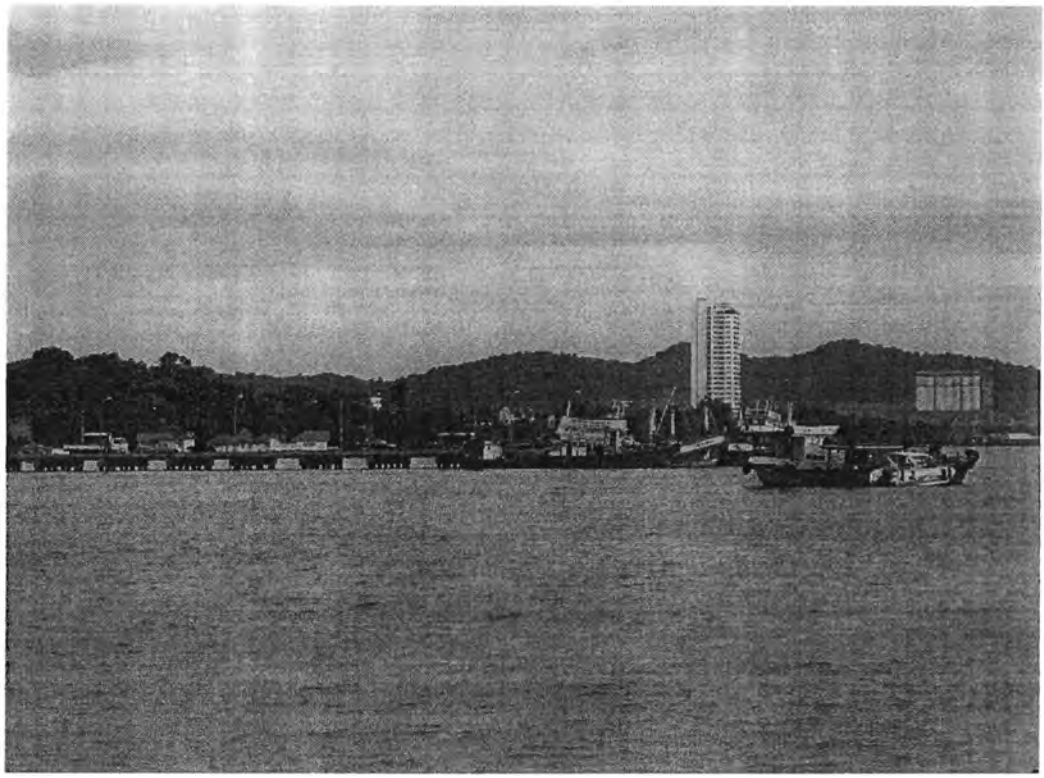
ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์และกิจกรรมชายฝั่งในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	การใช้ประโยชน์/กิจกรรมในพื้นที่
จ.ชลบุรี	
อ่างศิลา	การเพาะเลี้ยง ท่าเทียบเรือประมง
ศรีราชา	ท่าเทียบเรือประมง ใกล้ท่าเทียบเรือสินค้าขนาดใหญ่
เกาะสีชัง	จุดจอดเรือโป๊ะ พื้นที่จอดเรือสินค้า และขนถ่ายสินค้าทางทะเล
แหลมฉบัง	ใกล้แหล่งอุตสาหกรรม อู่เรือ ท่าเทียบเรือขนาดใหญ่
เกาะไผ่	อยู่ในความดูแลของกองทัพเรือ รอบเกาะมีกิจกรรมทำการประมงและเรือท่องเที่ยว
จ. ระยอง	
มาบตาพุด	ประมงพื้นบ้าน ใกล้นิคมอุตสาหกรรม
บ้านเพ/สวนสน	ประมงชายฝั่ง
จ.จันทบุรี	
คุ้งกระเบน	เพาะเลี้ยง
เจ้าหลาว	ประมงพื้นบ้าน
จ.ตราด	
ท่าโสม	ประมงพื้นบ้าน บริเวณใกล้เคียงมีอู่ต่อเรือ
เกาะช้าง	ท่าเทียบเรือประมง กิจกรรมท่องเที่ยว

ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาบริเวณหมู่เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

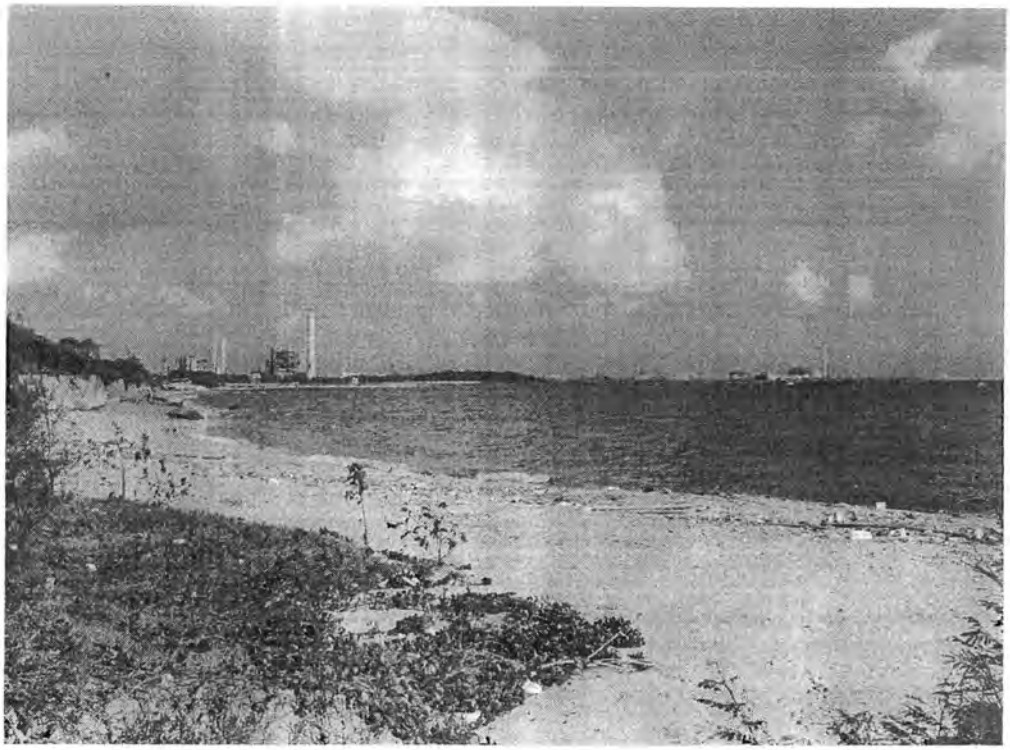


ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่างศิลา จ.ชลบุรี



ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาบริเวณศรีราชา จ.ชลบุรี

ภาพที่ 5 พื้นที่ศึกษาบริเวณแหลมฉบัง จ.ชลบุรี



ภาพที่ 6 พื้นที่ศึกษาบริเวณมาบตาพุด จ.ระยอง

ภาพที่ 7 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จ. จันทบุรี

ภาพที่ 8 พื้นที่ศึกษาบริเวณเจ้าหลาว จ. จันทบุรี

ภาพที่ 9 พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนท่าโสม จ.ตราด

ภาพที่ 10 การเก็บตัวอย่างหอยทะเลจากเรืออวนปูบริเวณเกาะช้าง จ.ตราด

ภาพที่ 11 พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณป่าชายเลนที่เกาะช้างใต้ จ.ตราด

วิธีการศึกษา

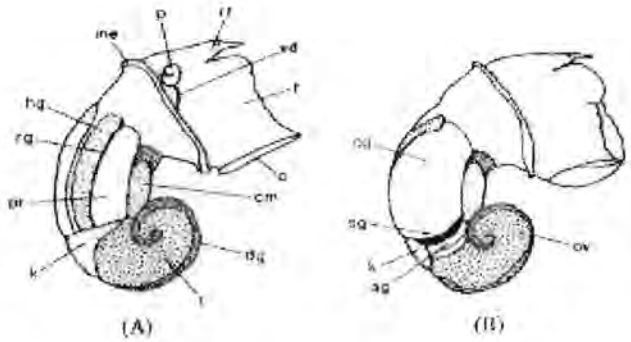
สำรวจและเก็บตัวอย่างหอยทะเลฝาเดียว (gastropod) ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal) ทั้งหาดหิน หาดทราย และ/หรือ หาดโคลน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมดที่พบและเก็บตัวอย่างในเขตใต้น้ำ (subtidal) ด้วยการดำน้ำเก็บตัวอย่างหรือเก็บตัวอย่างที่ได้จากเรือประมง (เรืออวนปู) โดยหอยทะเลที่ทำการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้เป็นหอยทะเลในกลุ่ม Neogastropoda และ Mesogastropoda ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการแยกเพศและได้มีรายงานเกี่ยวกับได้การรับผลกระทบจากสารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิต (สีกันเพรียง) แต่ละครั้งที่ทำการออกเก็บตัวอย่างจะทำการบันทึก วันและเวลาที่ทำการเก็บ สถานที่เก็บ ลักษณะที่อยู่อาศัยของหอยทะเล (microhabitat) ตัวอย่างที่เก็บได้จะนำใส่ไว้ในกล่องโฟมให้น้ำและอากาศตลอดเวลาเพื่อนำกลับไปยังสถานีวิจัยฯเกาะสีชัง จากนั้นได้เลี้ยงพักไว้ ณ สถานีฯเพื่อทำการศึกษาต่อไป ชนิดหอยทะเลที่เก็บตัวอย่างได้จะจัดจำแนกชนิดโดยอ้างอิงตามเอกสารของ กิติธร สรรพานิช และคณะ (2551) ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์และคณะ (2551), Swennen *et al.* (2001) และ Chen (2009)

การศึกษาการเกิดความผิดปกติทางเพศของหอยทะเล (imposex)

นำตัวอย่างหอยทะเลมาแช่ในสารละลาย $MgCl_2$ เพื่อทำให้สลบ (Swennen and Horpet, 2008) จากนั้นนำหอยทะเลแต่ละตัวมาวัดขนาดความยาวเปลือกด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และนำตัวอย่างที่ได้มาแยกส่วนเนื้อออกจากเปลือกโดยใช้ค้อนกระเทาะเปลือกหอยออก จากนั้นทำการจำแนกเพศของหอยทะเลโดยสังเกตเบื้องต้นจากการดูสีของ ovary และ testis ดูการปรากฏของอวัยวะสืบพันธุ์ ท่อนำสเปิร์ม (vas deference) และท่อนำไข่ (ภาพที่ 12) ในหอยทะเลเพศผู้จะทำการวัดขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์ (penis) ส่วนหอยทะเลเพศเมียจะนำมาตรวจสอบดูการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยดูจากติ่งเนื้อที่เกิดขึ้นบริเวณเดียวกับที่ปรากฏ penis หากพบว่ามีติ่งเนื้อเกิดขึ้นก็จะทำการบันทึกขนาดต่อไปเพื่อแบ่งระดับการเกิด Imposex จากนั้นนำข้อมูลการเกิดอวัยวะเพศผู้เทียมในเพศเมียที่ได้มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของการเกิด Imposex และ relative penis length index (RPLI) ดังสมการ (Bech, 2002a อ้างจาก Stewart *et al.*, 1992)

(1) % Imposex = จำนวนเพศเมียที่เกิด imposex X 100 / จำนวนเพศเมียทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

(2) Relative penis length index (RPLI) = mean length of female penis X 100 / mean length of male penis



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะหอยเพศผู้ (A) และหอยเพศเมีย (B) ชนิด *Nucella Lapillus* (cg = capsule gland; dg = digestive gland; f= foot; me = mantle edge; o = operculum; ov = ovary; p = penis; rt = right tentacle; t = testis) (ภาพจาก: http://www.cieh.org)

ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างหอยทะเลฝาเดียวรวม 11 สถานีจาก 4 จังหวัดบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกของอ่าวไทย ประกอบด้วย จังหวัดชลบุรี (อ่างศิลา เกาะสีชัง ศรีราชา แหลมฉบัง และเกาะไผ่) จังหวัดระยอง (มาบตาพุด และบ้านเพ) จังหวัดจันทบุรี (เจ้าหลาว และอ่าวคุ้งกระเบน) และจังหวัดตราด (ท่าโสม และเกาะช้าง) ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือน กรกฎาคม 2553 ผลการศึกษาพบว่า ได้ตัวอย่างหอยทะเลฝาเดียวจำนวน 1,509 ตัว แบ่งเป็นหอยเพศเมียจำนวน 947 ตัว (62.8%) ซึ่งสามารถจำแนกได้ 32 ชนิด ใน 10 วงศ์ ดังนี้

วงศ์ Buccinidae 1 ชนิด คือ *Babylonia areolata*

วงศ์ Bursidae 1 ชนิด คือ *Bursa rana*

วงศ์ Cassidae 2 ชนิด คือ *Phalium glaucum* และ *Semicassis bisulcatum*

วงศ์ Melongenidae 3 ชนิด คือ *Hemifusus elongates, H. ternatanus* และ *Pugilina cochlidium*

วงศ์ Muricidae 13 ชนิด ได้แก่ *Chicoreus capucinus, Lataxiena blosvillei, Murex altispira, M. occa, M. trapa, Morula margariticola, M. musiva, Laxiena sp., Thais sp. 1, Thais sp. 2, Thais sp. 3, Thais echinata* และ *T. lacera*

วงศ์ Nassariidae 5 ชนิด คือ *Nassarius livescens, Nassarius sp. 1, Nassarius sp.2, N. olivaceus* และ *N. pullus*

วงศ์ Naticidae 1 ชนิด คือ *Natica vitellus*

วงศ์ Strombidae 3 ชนิด *Strombus canarium, Strombus urceus* และ *Strombus sp.1*

วงศ์ Turridae 1 ชนิด *Ptychobela kawamurai*

วงศ์ Volutidae 2 ชนิด *Cymbiola nobilis* และ *Melo melo*

หอยทะเลที่พบส่วนใหญ่มีนิสัยการกินอาหารแบบกินเนื้อ (carnivorous) รองลงมาคือกลุ่มกินซาก หรือ scavenger (ได้แก่ วงศ์ Nassariidae) และกลุ่มที่มีลักษณะการกินอาหารแบบ detritivorous/herbivorous (ได้แก่ วงศ์ Strombidae) ดังแสดงในตารางที่ 2

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างพบการเกิด imposex หรือพบการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เทียม ทั้ง pseudopenis และ/หรือ pseudo vas deference ในหอยทะเลเพศเมีย 13 ชนิด ใน 3 วงศ์ ได้แก่ *Cymbiola nobilis, Melo melo* (วงศ์ Volutidae) *Murex trapa, Chicoreus capucinus, Morula musiva, Thais lacera, Thais* sp. 1, *Thais* sp. 2 (วงศ์ Muricidae) *Nassarius livescens, Nassarius pullus, Nassarius olivaceus, Nassarius* sp. 1 และ *Nassarius* sp. 2 (วงศ์ Nassariidae) ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละสถานีสามารถแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ชนิด ที่อยู่อาศัยและลักษณะการกินอาหารของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาอ่าวไทยฝั่งตะวันออก

ลำดับที่	วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ลักษณะที่อยู่อาศัย	ลักษณะการกินอาหาร
1	Buccinidae	*Babylonia areolata*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
2	Bursidae	*Bursa rana*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
3	Cassidae	*Phalium glaucum*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
4	Cassidae	*Semicassis bisulcatum*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
5	Melongenidae	*Hemifusus ternatanus*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
6	Melongenidae	*Hemifusus elongatus*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
7	Melongenidae	*Pugilina cochlidium*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
8	Muricidae	*Chicoreus capucinus*	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/ป่าชายเลน	Carnivorous
9	Muricidae	*Lataxiena blosvillei*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
10	Muricidae	*Murex altispira*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
11	Muricidae	*Murex occa*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
12	Muricidae	*Murex trapa*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
13	Muricidae	*Morula margariticola*	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดหิน	Carnivorous
14	Muricidae	*Morula musiva*	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดหิน	Carnivorous
15	Muricidae	*Laxiena sp.*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
16	Muricidae	*Thais sp.* 1	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
17	Muricidae	*Thais sp.* 2	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดหิน	Carnivorous
18	Muricidae	*Thais sp.* 3	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดหิน	Carnivorous
19	Muricidae	*Thais echinata*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
20	Muricidae	*Thais lacera*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
21	Nassariidae	*Nassarius livescens*	เขตใต้น้ำ/เขตน้ำขึ้นน้ำลง	Scavenger
22	Nassariidae	*Nassarius olivaceus*	เขตใต้น้ำ/เขตน้ำขึ้นน้ำลง	Scavenger
23	Nassariidae	*Nassarius pullus*	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดทราย	Scavenger
24	Nassariidae	*Nassarius sp.* 1	เขตน้ำขึ้นน้ำลง/หาดทราย	Scavenger
25	Nassariidae	*Nassarius sp. 2*	เขตใต้น้ำ/เขตน้ำขึ้นน้ำลง	Scavenger
26	Naticidae	*Natica vitellus*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
27	Strombidae	*Strombus canarium*	เขตใต้น้ำ	Detritivorous/Herbivorous
28	Strombidae	*Strombus sp.1*	เขตใต้น้ำ	Detritivorous/Herbivorous
29	Strombidae	*Strombus urceus*	เขตใต้น้ำ	Detritivorous/Herbivorous
30	Turridae	*Ptychobela kawamurai*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
31	Volutidae	*Cymbiola nobilis*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous
32	Volutidae	*Melo melo*	เขตใต้น้ำ	Carnivorous

1) การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

<u>สถานีที่ 1 อ่างศิลา</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Hemifusus ternatanus, Pugilina cochlidium, Murex trapa, Natica vitellus, Thais lacera, Semicassis bisulcatum* และ *Turricula javana* พบว่า มีหอยทะเลฝาเดียวเกิด imposex จำนวน 2 ชนิด คือ *Murex trapa* และ *Thais lacera* (ตารางที่ 3)

Murex trapa พบการเกิด imposex 7.8 เปอร์เซ็นต์ (n = 64) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 60.0 ถึง 83.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 72.3 ± 9.7 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบตั้งแต่เป็นปุ่มนูนไม่สามารถวัดขนาดได้ไปจนถึง 5.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.1 ± 1.3 มิลลิเมตร) ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 4.3 ถึง 8.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.9 ± 1.1 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 52.0 ถึง 83.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 70.1 ± 7.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 4.3

Thais lacera พบการเกิด imposex 13.3 เปอร์เซ็นต์ (n = 15) ขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 38.1 ถึง 43.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 40.6 ± 3.4 มิลลิเมตร) pseudopenis ที่พบพบเพียงเป็นปุ่มนูนขึ้นมาเท่านั้นจึงไม่สามารถวัดขนาดและคำนวณค่า RPLI ได้ อย่างไรก็ตามในเพศผู้พบมีค่าความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 30.5 ถึง 48.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 40.5 ± 5.3 มิลลิเมตร) และขนาดของ penis อยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 7.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.7 ± 1.0 มิลลิเมตร)

<u>สถานีที่ 2 เกาะสีชัง</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 14 ชนิด ได้แก่ *Bursa rana, Cymbiola nobilis, Melo melo, Hemifusus ternatanus, Pugilina cochlidium, Morula margariticola, Morula musiva, Murex altispira, Murex trapa, Thais sp.4, Nassarius livescens, Nassarius pullus, Strombus canarium* และ *Thais echinata* พบเกิด imposex 5 ชนิด คือ *Cymbiola nobilis, Morula musiva, Murex trapa, Nassarius livescens, Nassarius pullus* (ตารางที่ 4)

Cymbiola nobilis พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 21) โดยขนาดความยาวเปลือกของหอยทะเลเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 119.3 ถึง 172.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 142.9 ± 15.7 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pheudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 6.9 ถึง 19.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 9.8 ± 2.8 มิลลิเมตร) ส่วนในเพศผู้วัดค่าความยาวของ penis ได้อยู่ระหว่าง 25.4 ถึง 40.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 32.8 ± 3.7 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 81.6 ถึง 101.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 90.6

± 5.3 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดความยาวเปลือกเห็นได้ว่าเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 29.9

Morula musiva พบการเกิด imposex 14.3 เปอร์เซ็นต์ (n = 14) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 2.7 ถึง 3.04 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.9 ± 0.3 มิลลิเมตร) pseudopenis ที่พบพบเพียงพัฒนาเป็นปุ่มนูนขึ้นมาเท่านั้นไม่สามารถวัดขนาดได้ และทำให้ไม่สารมารถคำนวณค่า RPLI ได้ อย่างไรก็ตามในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 4.5 ถึง 9.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 7.2 ± 1.3 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 25.8 ถึง 32.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 28.4 ± 1.5 มิลลิเมตร)

Murex trapa พบการเกิด imposex 16.9 เปอร์เซ็นต์ (n = 59) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 60.0 ถึง 90.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 78.9 ± 10.1 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบตั้งแต่เกิดเป็นปุ่มนูนถึง 3.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.7 ± 0.5 มิลลิเมตร) ส่วนในหอยทะเลเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 4.4 ถึง 7.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.1 ± 0.8 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 55 ถึง 83 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 69.6 ± 7.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 6.6

Nassarius livescens พบการเกิด imposex 57.9 เปอร์เซ็นต์ (n = 19) ขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 19.2 ถึง 24.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 21.4 ± 1.4 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีขนาดอยู่ระหว่าง 2.0 ถึง 8.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.8 ± 0.3 มิลลิเมตร) ในเพศผู้พบมีค่าความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 18.8 ถึง 24.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 20.9 ± 1.3 มิลลิเมตร) และขนาดของ penis อยู่ระหว่าง 12.2 ถึง 18.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 15.7 ± 1.4 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 17.8

Nassarius pullus พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 3) ขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 18.3 ถึง 19.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.3 ± 0.9 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis ที่วัดได้มีขนาดอยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 1.95 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.34 ± 0.6 มิลลิเมตร) ในเพศผู้พบมีค่าความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 18.9 ถึง 20.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.6 ± 0.6 มิลลิเมตร) และมีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 11.7 ถึง 15.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.5 ± 2.2 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 9.9

สถานีที่ 3 ศรีราชา

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 8 ชนิด ได้แก่ *Lataxiena blosvillei, Murex trapa, Nassarius livescens* (พบแต่เพศผู้), *Ptychobela kawamurai, Pugilina cochlidium, Thais lacera, Thais sp.* 1 และ *Thais sp.* 2 พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Murex trapa, Pugilina cochlidium* และ *Thais sp.* 1 (ตารางที่ 5)

Murex trapa พบการเกิด imposex 12.5 เปอร์เซ็นต์ (n = 48) โดยขนาดความยาวของเปลือกหอยทะเลเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 68.4 ถึง 90.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 80.2 ± 8.2 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบตั้งแต่เป็นปุ่มนูนถึงขนาด 4.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.5 ± 1.1 มิลลิเมตร) ในหอยทะเลเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 10.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 7.7 ± 1.4 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 61.6 ถึง 87.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 75.4 ± 8.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 3.9

Pugilina cochlidium พบการเกิด imposex 8.3 เปอร์เซ็นต์ (n = 12) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่า 72.2 มิลลิเมตร จากการวิเคราะห์ตัวอย่างไม่พบ pseudopenis แต่พบ pseudo vas deference อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 11 ถึง 15.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.0 ± 1.3 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 61.4 ถึง 75.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 67.5 ± 4.0 มิลลิเมตร)

***Thais sp.* 1** พบการเกิด imposex 11.8 เปอร์เซ็นต์ (n = 17) ขนาดความยาวของเปลือกของเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 28.5 ถึง 28.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 28.5 ± 0.1 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบตั้งแต่พัฒนาเป็นปุ่มนูนถึง 0.5 มิลลิเมตร จากการศึกษาในเพศผู้พบมีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 3.7 ถึง 7.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.7 ± 1.2 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 26.0 ถึง 28.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 27.3 ± 0.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI มีค่าเท่ากับ 0.5

สถานีที่ 4 แหลมฉบัง

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Nassarius livescens, Melo melo, Cymbiola nobilis, Murex trapa, Bursa rana, Chicoreus capucinus* และ *Thais sp.* 2 พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Nassarius livescens, Chicoreus capucinus* และ *Thais sp.* 2 (ตารางที่ 6)

Nassarius livescens พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 33) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 21.5 ถึง 28.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 24.3 ± 1.5 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 2.0 ถึง 12.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.2 ± 2.4 มิลลิเมตร) นอกจากนี้ได้พบมีการพัฒนา pseudo vas deference ควบคู่กับการพัฒนา pseudopenis จำนวน 12 ตัว คิดเป็นร้อยละ 36.4 ทั้งนี้ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 11.0 ถึง 19.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 16.4 ± 2.6 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 22 ถึง 25.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 24.2 ± 1.0 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 37.8

Chicoreus capucinus พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 5) โดยขนาดความยาวของเปลือกของเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 45.8 ถึง 60.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 50.4 ± 6.1 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีขนาดอยู่ระหว่าง 1.6 ถึง 2.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.1 ± 0.4 มิลลิเมตร) ในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นได้ตัวอย่างหอยทะเลเพศผู้มาเพียง 1 ตัว สามารถวัดความยาวของเปลือกได้ 49.7 มิลลิเมตร และมีค่าความยาวของ penis 3.8 มิลลิเมตร ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 55.3

***Thais sp.* 2** พบการเกิด imposex 24 เปอร์เซ็นต์ (n = 25) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 22.5 ถึง 24.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 23.2 ± 0.8 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบมีขนาดตั้งแต่เป็นเพียงปุ่มนูนถึง 1.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.8 ± 0.5 มิลลิเมตร) ในหอยทะเลเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 4.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.4 ± 0.4 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 19.4 ถึง21.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 20.4 ± 1.0 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 5.9

สถานีที่ 5 เกาะไผ่

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Murex altispira, Hemifusus ternatanus, Pugilina cochlidium, Thais echinata, Molura musiva, Nassarius livescens* และ *Strombus urceus* พบเกิด imposex 2 ชนิด คือ *Nassarius livescens* และ *Molura musiva* (ตารางที่ 7)

Nassarius livescens พบการเกิด imposex 16.7 เปอร์เซ็นต์ (n = 6) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าเท่ากับ 19.9 มิลลิเมตร และขนาดของ pseudopenis มีค่าเท่ากับ 5.3 มิลลิเมตร จากการศึกษาในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 14.2 ถึง 22.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 18.5 ± 2.9 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 19.5 ถึง 23.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 18.5 ± 2.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 4.9

Molura musiva พบการเกิด imposex 4.8 เปอร์เซ็นต์ (n = 21) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าเท่ากับ 33.5 มิลลิเมตร pseudopenis ที่พบพบมีการพัฒนาเป็นปุ่มนูนขึ้นมาเท่านั้นไม่สามารถวัดขนาดได้ทำให้ไม่สามารถคำนวนค่า RPLI ได้ อย่างไรก็ตามในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 5.3 ถึง 7.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.2 ± 0.8 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 26.7 ถึง 31.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.2 ± 0.8 มิลลิเมตร)

2) การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในพื้นที่จังหวัดระยอง

<u>สถานีที่ 1 มาบตาพุด</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 11 ชนิด ได้แก่ *Babylonia areolata, Phalium glaucum, Strombus canarium, Pugilina cochlidium, Hemifusus ternatanus, Strombus sp.1, Strombus urceus , Thais sp. 1, Lataxiena sp., Murex trapa* และ *Cymbiola nobilis* พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Hemifusus ternatanus, Thais sp. 1* และ *Cymbiola nobilis* (ตารางที่ 8)

Hemifusus ternatanus พบการเกิด imposex 10 เปอร์เซ็นต์ (n = 10) โดยขนาดความยาวเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าเท่ากับ 116.4 มิลลิเมตร การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมพบเพียงเส้นนูนบริเวณเดียวกับที่ปรากฏท่อนำอสุจิ (pseudo vas deference) อย่างไรก็ตามในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 7.7 ถึง 13.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 10.7 ± 1.9 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 78 ถึง 112.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 91.3 ± 10.7 มิลลิเมตร)

Thais sp. 1 พบการเกิด imposex 28.6 เปอร์เซ็นต์ (n = 14) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 28.2 ถึง 32.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 30.5 ± 1.7 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis ที่พบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.1 ± 0.5 มิลลิเมตร) ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 3.1 ถึง 7.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.1 ± 1.5 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 24.6 ถึง 34.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 30.3 ± 2.9 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 3.9

Cymbiola nobilis พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 7) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 104 ถึง 168 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 139.2 ± 19.8 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 6.2 ถึง 14.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 10.2 ± 2.6 มิลลิเมตร) จากการเก็บตัวอย่างในสถานีนี้ไม่ได้ตัวอย่างเพศผู้จึงไม่มีข้อมูล

<u>สถานีที่ 2 บ้านเพ/สวนสน</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 5 ชนิด ได้แก่ *Babylonia areolata, Bursa rana, Murex altispira, Pagilina cochlidium* และ *Ergalatax* sp. ไม่พบว่าเกิด imposex ในหอยทะเลที่ทำการเก็บตัวอย่างมาได้ (ตารางที่ 9)

3) การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

<u>สถานีที่ 1 หาดเจ้าหลาว</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 5 ชนิด ได้แก่ *Melo melo, Murex altispira, Murex trapa, Nassarius pullus* และ *Nassarius sp.1* พบเกิด imposex 4 ชนิด คือ *Melo melo, Murex trapa, Nassarius pullus* และ *Nassarius sp.1* (ตารางที่ 10)

Melo melo พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 2) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 186 ถึง 187 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 186.5 ± 0.07 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 17.7 ถึง 27.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 22.5 ± 6.8 มิลลิเมตร)

Murex trapa พบการเกิด imposex 21.1 เปอร์เซ็นต์ (n = 19) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 73.6 ถึง 87.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 77.8 ± 6.3 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีขนาดอยู่ระหว่าง 3.0 ถึง 3.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.1 ± 0.2 มิลลิเมตร) ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 5.2 ถึง 7.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 6.2 ± 0.9 มิลลิเมตร) โดยมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 65.9 ถึง 77.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 72.5 ± 4.8 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 8.1

Nassarius pullus พบการเกิด imposex 83.3 เปอร์เซ็นต์ (n = 18) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 17.4 ถึง 20.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 19.0 ± 0.9 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 6.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.7 ± 1.3 มิลลิเมตร)

ส่วนในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 9.7 ถึง 17.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 13.2 ± 1.8 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 17.0 ถึง 21.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 18.9 ± 1.1 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI มีค่าเท่ากับ 22.7

Nassarius sp.1 พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 2) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 18.3 ถึง 18.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 18.6 ± 0.04 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 5.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.5 ± 2.3 มิลลิเมตร) จากการเก็บตัวอย่างไม่พบหอยทะเลเพศผู้

<u>สถานีที่ 2 อ่าวคุ้งกระเบน</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 4 ชนิด ได้แก่ *Nassarius pullus, Nassarius olivaceus, Nassarius sp. 2* และ *Chicoreus capucinus* พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Nassarius pullus, Nassarius sp. 2* และ *Chicoreus capucinus* (ตารางที่ 11)

Nassarius pullus พบการเกิด imposex 33.3 เปอร์เซ็นต์ (n = 3) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าเท่ากับ 19.5 มิลลิเมตร ขนาดของ pseudopenis มีค่าเท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 14.2 ถึง 14.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 14.4 ± 0.3 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 20.0 ถึง 20.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 20.2 ± 0.03 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI มีค่าเท่ากับ 3.5

Nassarius sp. 2 พบการเกิด imposex 20 เปอร์เซ็นต์ (n = 5) โดยค่าความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าเท่ากับ 31 มิลลิเมตร ขนาดของ pseudopenis มีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตร จากการศึกษาในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 10.1 ถึง 24.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 18.6 ± 4.6 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 23.0 ถึง 33.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 29.9 ± 3.4 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI มีค่าเท่ากับ 1.1

Chicoreus capucinus พบการเกิด imposex 19.4 เปอร์เซ็นต์ (n = 36) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 43.0 ถึง 54.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 47.1 ± 4.1 มิลลิเมตร) จากการตรวจวัดขนาดของ pseudopenis พบมีการพัฒนาตั้งแต่เป็นปุ่มนูนจนถึง 1.1 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.7 ± 0.3 มิลลิเมตร) ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 1.09 ถึง 5.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.1 ± 1.3 มิลลิเมตร) และขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 35.3 ถึง 50.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 42.1 ± 3.7 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 3.2

4) การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในพื้นที่จังหวัดตราด

<u>สถานีที่ 1 เกาะช้าง</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Bursa rana, Cymbiola nobilis, Melo melo, Murex trapa, Chicoreus capucinus, Molura* sp. และ *Thais sp. 3* พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Cymbiola nobilis, Murex trapa* และ *Chicoreus capucinus* (ตารางที่ 12)

Cymbiola nobilis พบการเกิด imposex 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 6) ขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 120 ถึง 183 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 162.9 ± 23.8 มิลลิเมตร) จากการวัดขนาดของ pseudopenis พบมีค่าอยู่ระหว่าง 8.4 ถึง 13.5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 10.3 ± 2.0 มิลลิเมตร) ช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างไม่พบหอยทะเลเพศผู้

Murex trapa พบการเกิด imposex 15 เปอร์เซ็นต์ (n = 20) โดยขนาดความยาวของเปลือกของเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 75.9 ถึง 121.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 97.0 ± 22.8 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบมีการพัฒนาตั้งแต่เป็นปุ่มนูนถึง 3.9 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.9 ± 0.0 มิลลิเมตร) จากการศึกษาในเพศผู้พบมีค่าความยาวของ penis อยู่ระหว่าง 6.2 ถึง 12.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 8.4 ± 2.3 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 71.9 ถึง 94.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 83.4 ± 6.6 มิลลิเมตร) เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 4.8

Chicoreus capucinus พบการเกิด imposex 81.5 เปอร์เซ็นต์ (n = 27) โดยขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 40.4 ถึง 57.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 47.1 ± 4.0 มิลลิเมตร) จากการตรวจวัดขนาดของ pseudopenis พบเป็นปุ่มนูนถึง 1.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.5 ± 0.4 มิลลิเมตร) จากการศึกษาในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis 1.9 มิลลิเมตร และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ที่ 44.3 มิลลิเมตร ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 26.3

<u>สถานีที่ 2 ท่าโสม</u>

จากการศึกษาตัวอย่างหอยทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Chicoreus capucinus, Hemifusus elongatus, Pugilina cochlidium, Murex trapa, Murex occa, Thais lacera* และ *Nassarius olivaceus* พบเกิด imposex 3 ชนิด คือ *Chicoreus capucinus, Murex trapa* และ *Nassarius olivaceus* (ตารางที่ 13)

Chicoreus capucinus พบการเกิด imposex 29.2 เปอร์เซ็นต์ (n = 24) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 41.1 ถึง 43.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 42.6 ± 1.3 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบการพัฒนาเป็นปุ่มนูนขึ้นมาจนถึงขนาด 2.1 มิลลิเมตร ส่วนในเพศผู้มีค่า

ความยาวของ penis ระหว่าง 1.9 ถึง 3.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.3 ± 0.4 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 33.2 ถึง 49.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 41.8 ± 4.6 มิลลิเมตร) เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 4.3

Murex trapa พบการเกิด imposex 37.5 เปอร์เซ็นต์ (n = 8) จากการวัดขนาดความยาวของเปลือกเพศเมียที่เกิด imposex มีค่าอยู่ระหว่าง 66.2 ถึง 72.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 68.7 ± 3.1 มิลลิเมตร) ขนาดของ pseudopenis พบมีขนาดอยู่ระหว่าง 2.3 ถึง 2.6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.4 ± 0.1 มิลลิเมตร) จากการศึกษาในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis ระหว่าง 3.7 ถึง 7.05 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.4 ± 2.4 มิลลิเมตร) มีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 60.3 ถึง 62.3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 61.3 ± 1.4 มิลลิเมตร) เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 16.7

Nassarius olivaceus พบการเกิด imposex 20 เปอร์เซ็นต์ (n = 5) โดยขนาดความยาวของเปลือกของตัวที่เกิด imposex มีค่าอยู่ที่ 39.2 มิลลิเมตร ขนาดของ pseudopenis วัดได้ 2.4 มิลลิเมตร ในเพศผู้มีค่าความยาวของ penis ระหว่าง 18.6 ถึง 25.8 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 22.3 ± 3.4 มิลลิเมตร) และมีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ระหว่าง 38.4 ถึง 41.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 40.2 ± 1.3 มิลลิเมตร) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า RPLI พบมีค่าเท่ากับ 2.2

5) การเปรียบเทียบการเกิด imposex ในพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย

การเกิด imposex ในหอยทะเลแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยหอยทะเลในวงศ์ Melongenidae, Muricidae, Nassariidae และ Volutidae พบการเกิด imposex ในช่วง 8.3 – 10, 2 – 100, 16.7 – 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์ตัวอย่างหอยทะเลจำนวน 1,446 ตัว จาก 11 สถานี พบว่า เป็นหอยเพศเมียจำนวน 911 ตัว (63 %) สัดส่วนเพศเมีย/เพศผู้อยู่ระหว่าง 1.3 ถึง 3.1 และพบเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ในช่วง 0 ถึง 67.7 เปอร์เซ็นต์ โดยพบ imposex สูงสุดที่สถานีแหลมฉบัง (ตารางที่ 14) รองลงมาคือ สถานีเจ้าหลาว เกาะช้าง คุ้งกระเบน ท่าโสม เกาะสีชัง ศรีราชา อ่างศิลา มาบตาพุด เกาะไผ่ และบ้านเพ/สวนสน ตามลำดับ โดยช่วงร้อยละของการเกิด imposex สามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่มีความรุนแรงของการเกิด imposex สูง (เฉลี่ย 47.2 – 67.7 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ สถานีแหลมฉบัง สถานีเจ้าหลาว และสถานีเกาะช้าง

กลุ่มที่มีความรุนแรงของการเกิด imposex ในระดับปานกลาง (เฉลี่ย 12.2 – 20.5 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ สถานีคุ้งกระเบน สถานีท่าโสมและสถานีเกาะสีชัง

กลุ่มที่มีความรุนแรงของการเกิด imposex ในระดับต่ำ (0 – 8.7 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ สถานีศรีราชา อ่างศิลา มาบตาพุด เกาะไผ่ และบ้านเพ/สวนสน

การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการเกิด imposex และสัดส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ใน พบว่าอัตราการเกิด imposex ที่มากขึ้นไม่ทำให้สัดส่วนของเพศเมียต่อเพศผู้ลดลง (ภาพที่ 13)

การเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละพื้นที่ของหอยทะเลในวงศ์ Muricidae พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex สูงในพื้นที่แหลมฉบัง และเกาะช้าง (ภาพที่ 14) โดยเฉพาะชนิด *Chicoreus capucinus* ซึ่งพื้นที่แหลมฉบังพบการเกิด imposex ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เกาะช้าง (81.5 %) ท่าโสม (26.1 %) และคุ้งกระเบน (19.4 %) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า RPLI ในชนิดเดียวกันนี้มีค่าสูงที่บริเวณแหลมฉบัง เกาะช้าง และท่าโสม เช่นกัน (ภาพที่ 15)

หอยทะเลชนิด *Murex trapa* เป็นอีกชนิดหนึ่งที่พบการเกิด imposex ในหลายสถานีศึกษา โดยพบการเกิด imposex มากที่สุดในสถานีท่าโสม (37.5 %) รองลงมาคือ เจ้าหลาว (21.1 %) เกาะสีชัง (16.9 %) เกาะช้าง (15.0%) อ่าวศรีราชา (12.5%) และอ่างศิลา (5.0 %) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลของ RPLI ในชนิด *Murex trapa* มีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex กล่าวคือ มีค่า RPLI สูงที่สุดที่สถานีท่าโสม รองลงมา คือ สถานีเจ้าหลาว และเกาะสีชัง ตามลำดับ (ภาพที่ 15) นอกจาก 2 ชนิดที่ได้กล่าวมาแล้ว ในวงศ์ Muricidea ยังพบการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในชนิด *Thais lacera*, *Thais* sp. 1, *Thais* sp. 2 และ *Morula musiva* แต่พบเพียงบางสถานีเท่านั้น ชนิด Thais *lacera* นั้นพบใน 3 สถานี แต่พบการเกิด imposex ที่สถานีอ่างศิลาเท่านั้น (2 %) ชนิด *Thais* sp. 1 พบในสถานีศรีราชา และมาบตาพุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ในสถานีมาบตาพุด 28.6 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสถานีศรีราชา (11.8 %) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า RPLI ในสถานีมาบตาพุดสูงกว่าเช่นกัน ชนิด *Thais sp.* 2 สามารถพบและเก็บตัวอย่างได้สองสถานีคือ สถานีศรีราชา และแหลมฉบัง โดยสถานีศรีราชาไม่พบว่ามีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม แต่พบการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมที่สถานีแหลมฉบัง 24 เปอร์เซ็นต์ ชนิด *Morula musiva* สามารถเก็บตัวอย่างได้ในสถานี เกาะสีชังและเกาะไผ่ ซึ่งจากการเปรียบเทียบพบว่ามีการเกิด imposex ที่เกาะสีชังสูงกว่าคือพบ 14.3 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่เกาะไผ่พบเพียง 4.8 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมของทะเลในวงศ์ Nassaridae พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดสูงที่สถานีเกาะสีชัง แหลมฉบัง และ หาดเจ้าหลาว โดยชนิด *Nassarius pullus* พบใน 3 สถานี จากการตรวจสอบ การเกิด imposex พบเกิดมากที่สุด ในสถานีเกาะสีชัง (100 %) รองลงมาคือ เจ้าหลาว (83.3 %) และคุ้งกระเบน (33.3 %) (ภาพที่ 16) แต่จากการวิเคราะห์ค่า RPLI พบว่าสถานีเจ้าหลาวมีสัดส่วนความยาวของอวัยยะเพศผู้เทีย (pseudopenis) มากกว่าสถานีเกาะสีชัง และสถานีคุ้งกระเบน (ภาพที่ 17) ในชนิด *Nassarius livescens* พบที่สถานีเกาะสีชัง แหลมฉบัง และเกาะไผ่ โดยพบการเกิด imposex มากที่สุดในสถานีแหลมฉบัง คือ เกิดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (n = 33) รองลงมาคือ สถานีเกาะสีชัง (57.9 %) และสถานีเกาะไผ่ (16.7 %) ซึ่งค่า สัดส่วนความยาวของอวัยวะเพศผู้เทียม (ค่า RPLI) ก็พบมากที่สุดในสถานีแหลมฉบังเช่นกัน นอกจากนี้หอยทะเลในกลุ่ม *Nassarius* อีก 3 ชนิดแต่ละชนิดพบเพียงสถานีเดียว ได้แก่ ชนิด *Nassarius olivaceus* พบที่สถานีท่าโสม (20 %) *Nassarius* sp. 1 พบที่สถานีเจ้า

หลาว (100 %) และ *Nassarius* sp. 2 พบที่สถานีคุ้งกระเบน (20 %) (ภาพที่ 16) ทั้งนี้ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้จะพบการเกิด imposex ในชนิด *Nassarius livescens* ถึง 100 เปอร์เซ็นต์แต่ยังไม่พบการอุกดัน (block) ของท่อนำไข่ในหอยทะเลเพศเมีย

ตารางที่ 3 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Hemifusus ternatanus*	22	10	45.5	89.8 ± 5.5	90.8 ± 6.1	0	0
2	*Murex trapa*	84	64	76.2	70.1 ± 7.9	75.5 ± 7.5	5	7.8
3	*Natica vitellus*	17	12	70.6	28.7 ± 2.8	33.7 ± 5.3	0	0
4	*Pugilina cochlidium*	28	19	67.9	72.5 ± 4.7	73.0 ± 5.3	0	0
5	*Thais lacera*	26	15	57.7	40.5 ± 5.3	41.4 ± 3.9	2	13.3
6	*Semicassis bisulcatum*	1	1	100	-	53.0	0	0
7	*Turricula javana*	2	2	100	-	60.4 ± 8.9	0	0

ตารางที่ 4 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Bursa rana*	27	12	44.4	59.9 ± 8.6	73.0 ± 12.1	0	0
2	*Cymbiola nobilis*	43	21	48.8	90.6 ± 5.3	142.9 ± 15.7	21	100
3	*Hemifusus ternatanus*	24	17	70.8	91.2 ± 6.3	109.9 ± 7.3	0	0
4	*Melo melo*	2	0	0.0	12.9 ± 1.2	-	0	-
5	*Morula margariticola*	12	6	50.0	32.6 ± 2.7	31.6 ± 4.3	0	0
6	*Morula musiva*	32	14	43.8	28.4 ± 1.5	30.2 ± 2.5	2	14.3
7	*Murex altispira*	33	23	69.7	73.7 ± 9.5	96.3 ± 17.6	0	0
8	*Murex trapa*	73	59	80.8	69.6 ± 7.9	73.4 ± 9.5	10	16.9
9	*Thais* sp. 4	18	9	50.0	22.2 ± 1.9	23.6 ± 1.3	0	0
10	*Nassarius livescens*	56	19	33.9	20.9 ± 1.3	20.9 ± 1.4	11	57.9
11	*Nassarius pullus*	6	3	50.0	19.6 ± 0.6	19.3 ± 0.9	3	100
12	*Pugilina cochlidium*	12	6	50.0	79.8 ± 6.1	79.7 ± 7.4	0	0
13	*Strombus canarium*	11	8	72.7	62.2 ± 4.6	65.4 ± 3.5	0	0
14	*Thais echinata*	60	42	70.0	43.0 ± 4.1	44.6 ± 4.0	0	0

ตารางที่ 5 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% mposex
1	*Lataxiena blosvillei*	2	1	50.0	37.0	32.5	0	0
2	*Murex trapa*	63	48	76.2	75.4 ± 8.9	82.1 ± 9.1	6	12.5
3	*Nassarius livescens*	2	0	0	22.5 ± 0.4	-	-	-
4	*Ptychobela kawamurai*	1	1	100	-	49.1	0	0
5	*Pugilina cochlidium*	23	12	52.2	67.5 ± 4.0	70.3 ± 5.6	1	8.3
6	*Thais lacera*	1	1	100	-	41.0	0	0
7	*Thais* sp. 1	39	17	43.6	27.3 ± 0.9	27.7 ± 0.9	2	11.8
8	*Thais* sp. 2	26	23	88.5	21.6 ± 0.6	22.3 ± 0.7	0	0

ตารางที่ 6 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาแหลมบัง จังหวัดชลบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Nassarius livescens*	48	33	68.8	24.2 ± 1.0	24.3 ± 1.5	33	100
2	*Melo melo*	1	0	0.0	-	146.4	0	-
3	*Cymbiola nobilis*	1	0	0.0	86.5	-	-	-
4	*Murex trapa*	1	1	100.0	-	68.3*	0	0
5	*Bursa rana*	1	1	100.0	-	56.5	0	0
6	*Chicoreus capucinus*	6	5	83.3	49.7	50.4 ± 6.1	5	100
7	*Thais* sp. 2	30	25	83.3	20.4 ± 1.0	22.8 ± 1.1	6	24

*ปลายเปลือกหัก

ตารางที่ 7 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะไผ่ จังหวัดชลบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Murex altispira*	18	12	66.7	77.9 ± 9.3	92.6 ± 17.0	0	0
2	*Hemifusus ternatanus*	1	0	-	10.0	-	-	-
3	*Thais echinata*	14	9	64.3	47.2 ± 6.0	49.4 ± 4.6	0	0
4	*Molura musiva*	27	21	77.8	29.7 ± 1.6	30.8 ± 1.7	1	4.8
5	*Nassarius livescens*	18	6	33.3	21.6 ± 1.1	22.0 ± 1.8	1	16.7
6	*Pugilina cochlidium*	31	11	35.5	72.9 ± 5.3	81.0 ± 6.8	0	0
7	*Strombus urceus*	10	8	80.0	38.5 ± 1.9	44.3 ± 2.5	0	0

ตารางที่ 8 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษามาบตาพุด จังหวัดระยอง

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Babylonia areolata*	12	7	58.3	49.8 ± 5.0	52.2 ± 9.5	0	0
2	*Phalium glaucum*	1	0	-	82.3	-	-	-
3	*Strombus canarium*	62	37	59.7	51.8 ± 3.5	53.7 ± 2.4	0	0
4	*Pugilina cochlidium*	19	12	63.2	71.7 ± 8.3	76.5 ± 7.7	0	0
5	*Hemifusus ternatanus*	19	10	52.6	91.3 ± 10.7	92.0 ± 11.9	1	10
6	*Strombus sp.1*	1	1	100.0	-	35.8	0	0
7	*Strombus urceus*	2	2	100.0	-	45.2 ± 14.2	0	0
8	*Thais sp. 1*	28	14	50.0	30.3 ± 2.9	29.8 ± 2.6	4	28.6
9	*Lataxiena sp.*	9	6	66.7	38.3 ± 2.1	32.7 ± 1.2	0	0
10	*Murex trapa*	1	1	100.0	-	71.6	0	0
11	*Cymbiola nobilis*	7	7	100.0	-	134.4 ± 16.7	7	100

ตารางที่ 9 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านเพ/สวนสน จังหวัดระยอง

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Babylonia areolata*	7	4	57.1	62.0 ± 3.3	66.8 ± 1.3	0	0
2	*Bursa rana*	2	1	50.0	57.0	67.8	0	0
3	*Murex altispira*	9	7	77.8	72.9 ± 2.0	83.0 ± 9.9	0	0
4	*Pagilina cochlidium*	1	1	100	-	84.2	0	0
5	*Ergalatax sp.*	4	3	75.0	44.4	41.6 ± 5.3	0	0

ตารางที่ 10 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Melo melo*	2	2	100	-	186.5 ± 0.7	2	100
2	*Murex altispira*	13	4	30.8	84.2 ± 20.4	99.3 ± 13.5	0	0
3	*Murex trapa*	23	19	82.6	72.5 ± 4.8	78.7 ± 6.0	4	21.1
4	*Nassarius pullus*	37	18	48.6	18.9 ± 1.1	19.0 ± 1.0	15	83.3
5	*Nassarius sp.1*	2	2	100	-	18.6 ± 0.4	2	100

ตารางที่ 11 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Nassarius pullus*	5	3	60.0	20.2 ± 0.3	19.5 ± 0.2	1	33.3
2	*Nassarius sp. 2*	24	5	20.8	29.9 ± 3.4	30.5 ± 2.1	1	20.0
3	*Nassarius olivaceus*	1	0	-	38.2	-	-	-
4	*Chicoreus capucinus*	49	36	73.5	42.1 ± 3.7	44.5 ± 3.9	7	19.4

ตารางที่ 12 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะช้าง จังหวัดตราด

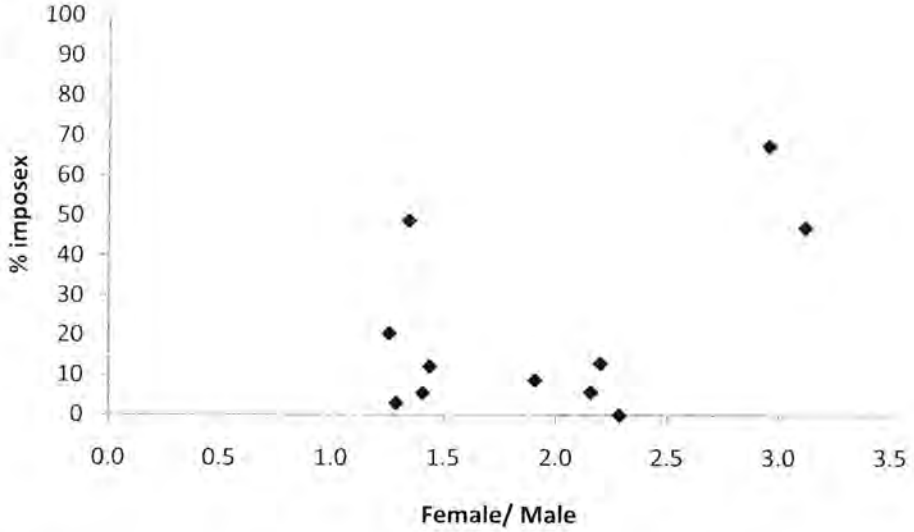
No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Bursa rana*	2	1	50.0	65.5	67.6	0	0
2	*Cymbiola nobilis*	6	6	100	-	162.9 ± 23.9	6	100
3	*Melo melo*	2	0	0.0	111.3 ± 22.6	-	-	-
4	*Murex trapa*	32	20	62.5	83.4 ± 6.6	87.9 ± 12.5	3	15.0
5	*Chicoreus capucinus*	28	27	96.4	44.3	46.8 ± 3.8	22	81.5
6	*Molura musiva*	1	0	-	27.0	-	-	-
7	*Thais sp. 3*	7	5	71.4	31.2 ± 0.1	31.9 ± 2.3	0	0

ตารางที่ 13 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบริเวณพื้นที่ศึกษาท่าโสม จังหวัดตราด

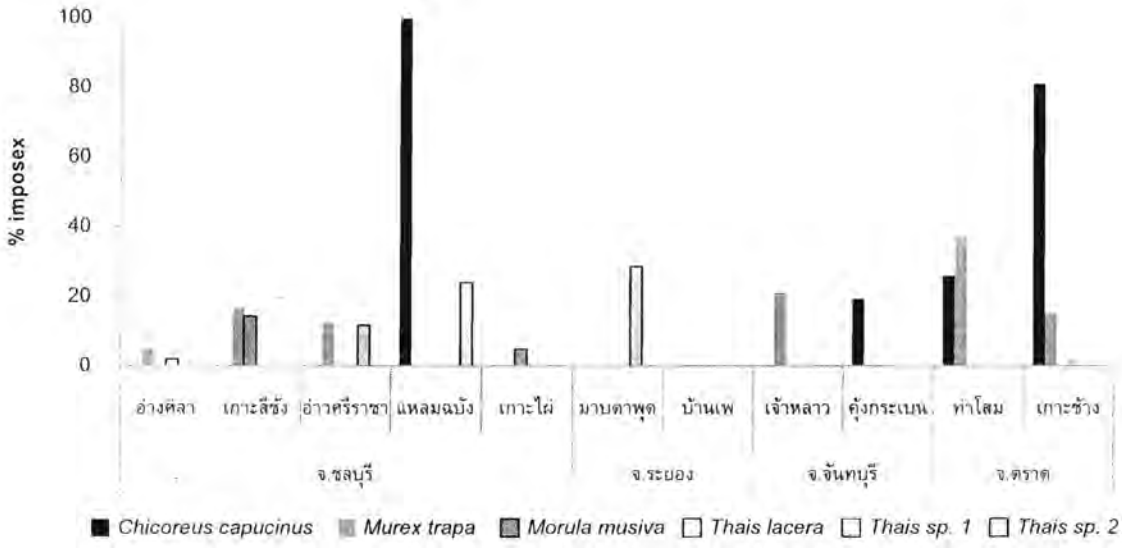
No	ชนิด	จำนวนตัวทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	ความยาวเปลือกเพศผู้ (มม)	ความยาวเปลือกเพศเมีย (มม)	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
1	*Chicoreus capucinus*	32	24	75.0	41.8 ± 4.6	44.8 ± 3.3	7	29.2
2	*Hemifusus elongatus*	3	2	66.7	66	101.5 ± 0.7	0	0
3	*Murex trapa*	10	8	80.0	61.3 ± 1.4	74.8 ± 8.4	3	37.5
4	*Murex occa*	18	14	77.8	64.5 ± 4.7	70.1 ± 10.9	0	0
5	*Pugilina cochlidium*	38	23	60.5	71.2 ± 5.5	72.9 ± 7.3	0	0
6	*Thais lacera*	2	1	50.0	37.2	29.3	0	0
7	*Nassarius olivaceus*	9	5	55.6	40.2 ± 1.3	41.9 ± 2.3	1	20.0

ตารางที่ 14 การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวในบริเวณอ่าวไทยฝั่งอ่าวตะวันออก

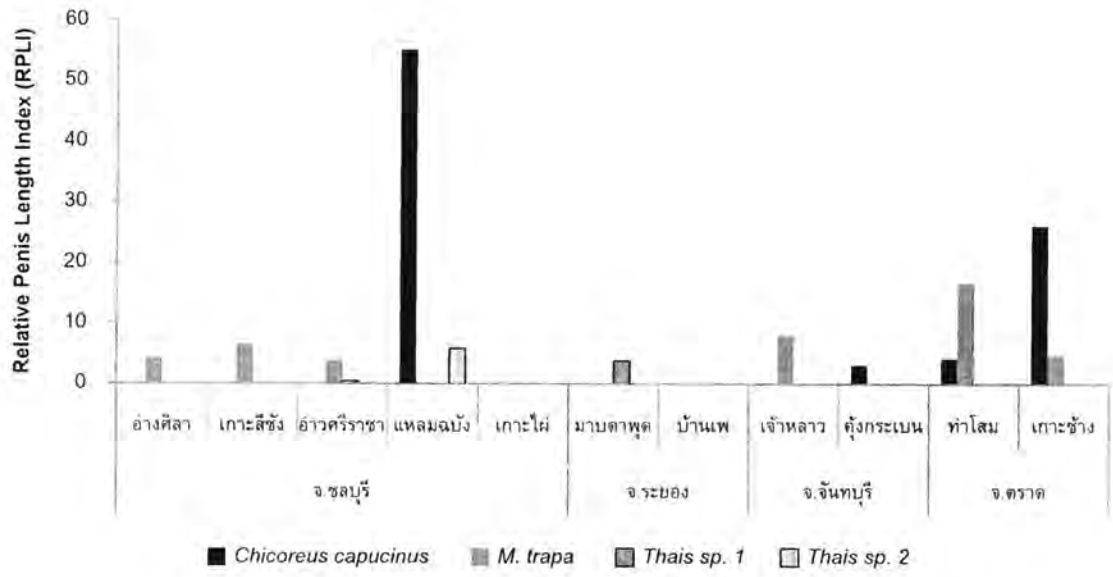
สถานีศึกษา	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนเพศเมีย	% เพศเมีย	จำนวนที่เกิด imposex	% Imposex
จังหวัดชลบุรี					
อ่างศิลา	180	123	68.3	7	5.7
เกาะสีชัง	390	230	59.0	28	12.2
ศรีราชา	157	103	65.6	9	8.7
แหลมฉบัง	87	65	74.7	44	67.7
เกาะไผ่	117	67	62.7	2	2.99
จังหวัดระยอง					
มาบตาพุด	154	90	58.4	5	5.6
บ้านเพ-สวนสน	23	16	69.6	0	0
จังหวัดจันทบุรี					
คุ้งกระเบน	79	44	55.7	9	20.5
เจ้าหลาว	75	43	57.3	21	48.8
จังหวัดตราด					
ท่าโสม	112	77	68.8	10	12.99
เกาะช้าง	70	53	75.7	25	47.2



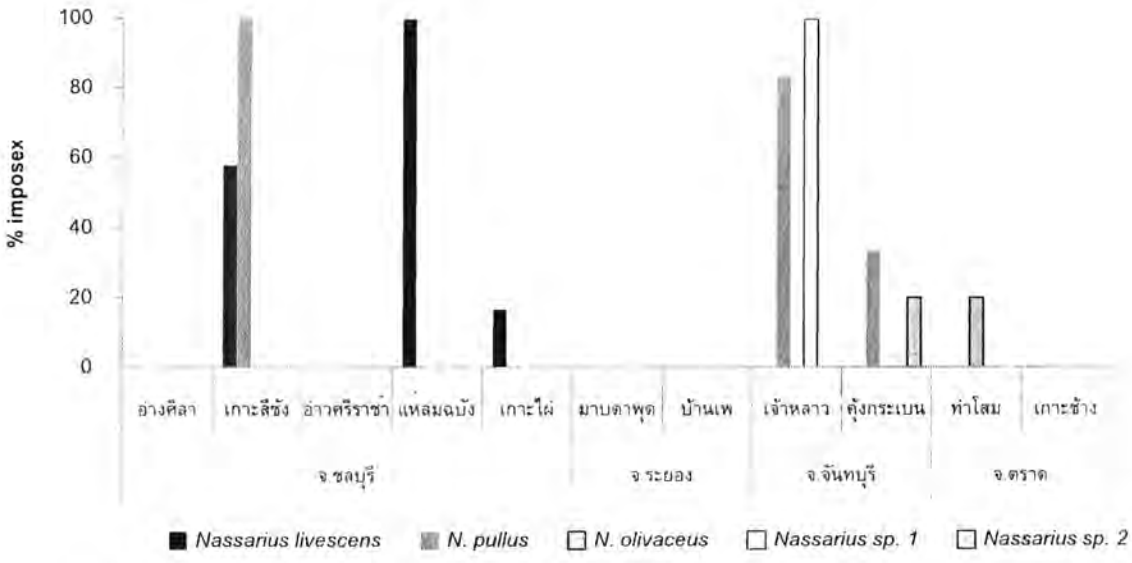
ภาพที่ 13 สัดส่วนหอยทะเลเพศเมียต่อเพศผู้ และร้อยละการเกิด imposex



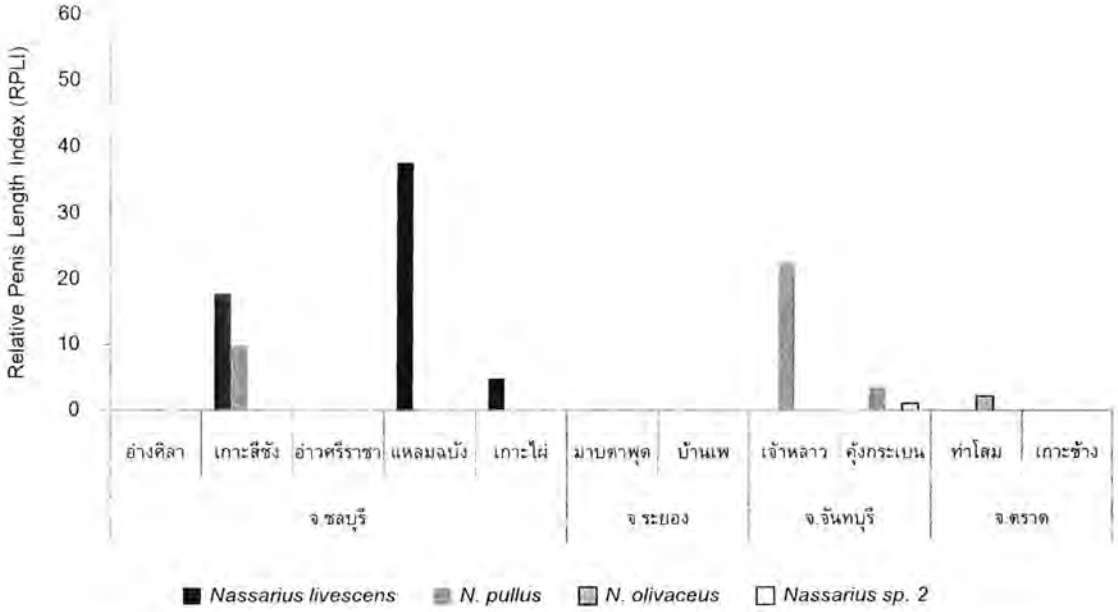
ภาพที่ 14 เปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลในวงศ์ Muricidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก



ภาพที่ 15 ค่า Relative Penis Length Index (RPLI) ของหอยทะเลในวงศ์ Muricidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลในวงศ์ Nassariidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก



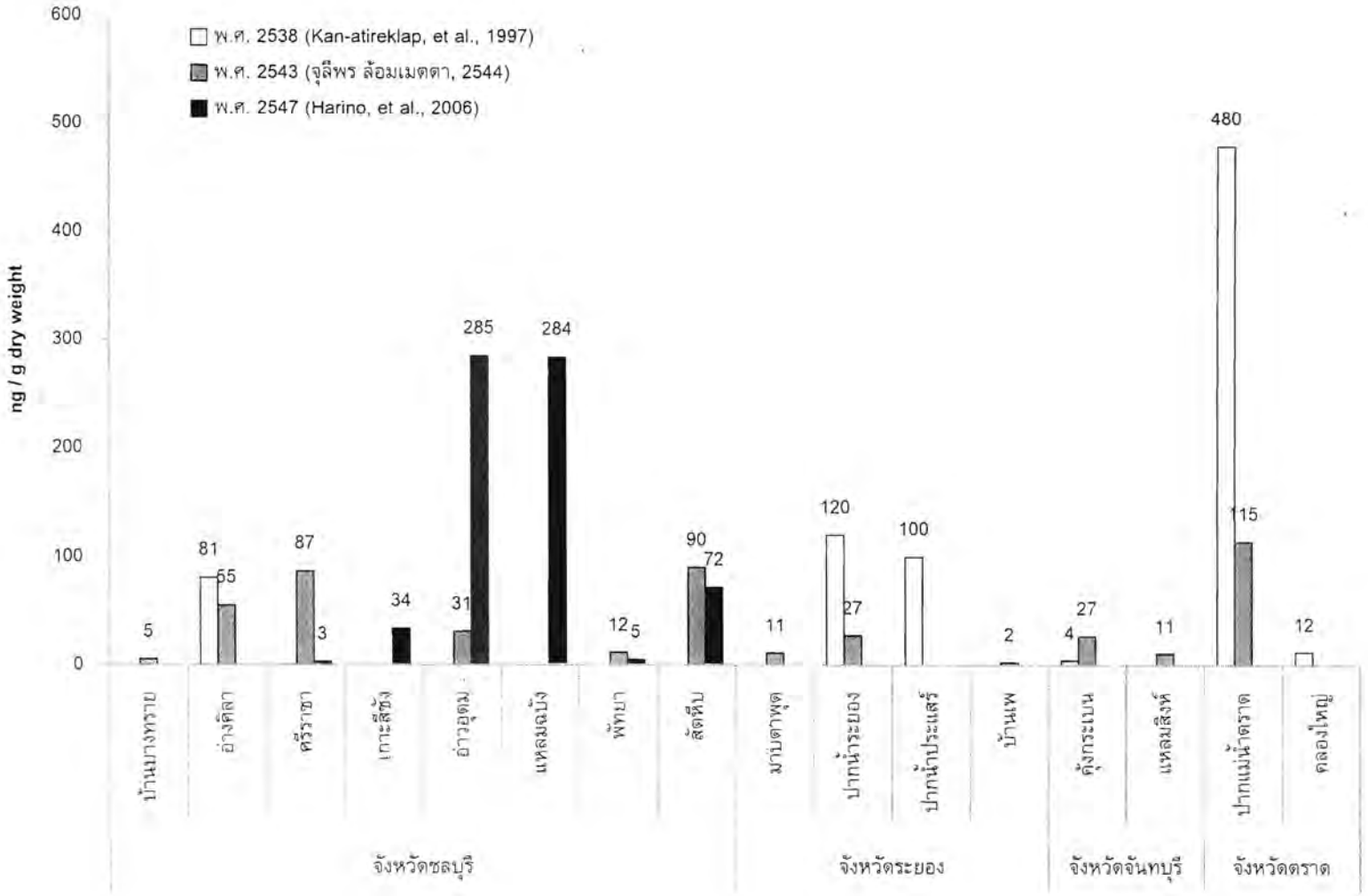
ภาพที่ 17 ค่า Relative Penis Length Index (RPLI) ของหอยทะเลในวงศ์ Nassariidae บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยภาคตะวันออก

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ของหอยทะเลฝาเดียวบางชนิดในเขตจังหวัดชลบุรี

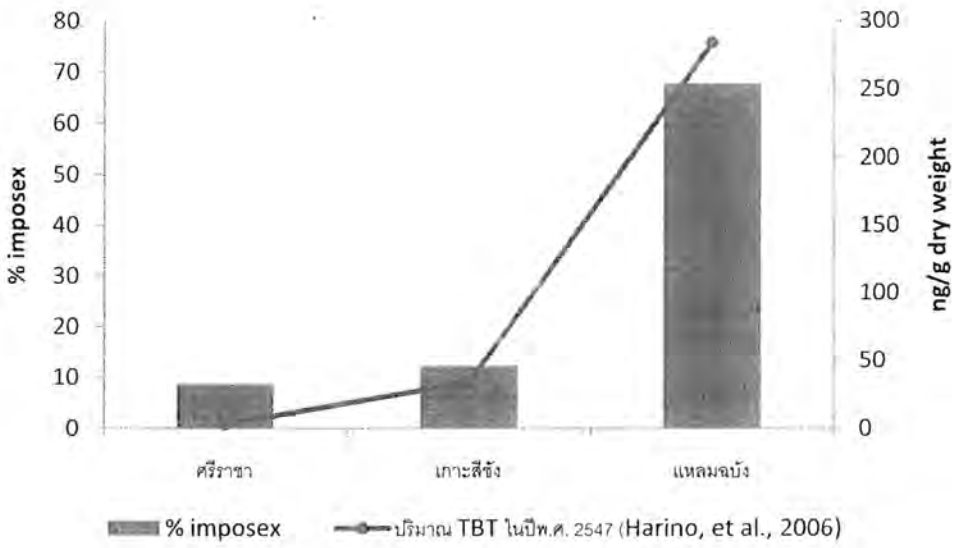
สถานี/ ชนิดหอยทะเล	Swennen *et al.* (1997)	พัณณิตา เอี่ยมสอาด (2550)	การศึกษาครั้งนี้
อ่างศิลา			
Murex trapa	94		5
	(n=35)		(n=64)
Hemifusus ternatanus	60		0
	(n=5)		(n=17)
เกาะสีชัง			
Murex trapa	100		16.9
	(n=19)		(n=59)
Pagilina cochlidium		50	0
		(n=8)	(n=6)
ศรีราชา			
Bursa rana	100		0
	(n=1)		(n=12)
*Murex spec.**	100		
	(n=19)		
Murex trapa			12.5
			(n=48)

หมายเหตุ: ตัวเลขด้านบนคือ % imposex, ตัวเลขในวงเล็บด้านล่างคือจำนวนตัวหอยทะเลเพศเมียที่ทำการศึกษา

*คือหอยทะเล ใน สกุล *Murex* ซึ่งในช่วงที่ทำการศึกษาไม่ได้จัดจำแนกเป็นแต่ละชนิด



ภาพที่ 18 เปรียบเทียบปริมาณสาร butyltin ในดินตะกอนของอ่าวไทยช่วงระหว่างปี 2538 - 2547



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex และปริมาณสาร TBT ในตะกอนดินบริเวณสถานีศรีราชา เกาะสีชังและแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้พบว่า หอยทะเลฝาเดียวเกิดปรากฏการณ์การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (imposex) ในทุกสถานีศึกษา ยกเว้นสถานีบ้านเพ/สวนสน โดยแต่ละสถานีมีความรุนแรงในภาพรวมของการเกิดแตกต่างกันไปซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.99 ถึง 67.7 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโดย Swennen *et al.* (1997) และ พัณณิตา เอี่ยมสอาด (2550) ในพื้นที่ศรีราชา เกาะสีชัง และอ่างศิลา พบว่าหอยทะเลบางชนิดได้แก่ *Murex trapa*, *Hemifusus ternatanus*, *Pugilina cochlidium* และ *Bursa rana* มีเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ลดลง ถึงไม่พบการเกิดเลย การเกิดแนวโน้มการลดลงของปรากฏการณ์ imposex รวมถึงข้อมูลการเกิด imposex ในภาพรวมทั้ง 11 สถานี ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น เมื่อนำมาพิจารณาควบคู่กับปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT ที่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ช่วงปี 2538 โดย Kan-atireklap และคณะ (1997) ช่วงปี 2543 โดย จุรีพร ล้อมเมตตา (2544) และ ในปี 2547 โดย Harino และคณะ (2006) (ภาพที่ 18) เห็นได้ว่าข้อมูลค่อนข้างมีความสอดคล้องกัน ดังเช่นสถานีศรีราชาซึ่งมีการลดลงของสาร TBT จากในปี 2543 ตรวจวัดได้ 87 ng/g dry weight ลดเหลือ 3 ng/g dry weight ในปี 2547 ซึ่งจากการผลการศึกษาโดย Swennen และ คณะ (2009) ได้รายงานถึงการลดลงของความถี่ของการเกิด imposex ในพื้นที่ศรีราชาเช่นกัน สถานีบ้านเพ/สวนสน และสถานีมาบตาพุดซึ่งพบว่ามีปริมาณ TBT ค่อนข้างน้อย (2 และ 11 ng/g dry weight) ก็พบว่ามีการเกิด imposex น้อยเช่นกัน คือในภาพรวมไม่พบการเกิด imposex ในสถานี บ้านเพ/สวนสน และ สถานีมาบตาพุดพบมีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเล 5.6 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้พบว่าสถานีแหลมฉบังเป็นสถานีที่พบเกิดปรากฏการณ์ imposex มากที่สุดซึ่งเมื่อเทียบปริมาณสาร TBT ในดินแล้วพบว่ามีการปนเปื้อนค่อนข้างมากในระหว่างสถานีที่ได้ทำการศึกษา (ภาพที่ 18 และ 19) อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลปริมาณสารในกลุ่ม butyltin ในตะกอนดินที่สถานีเจ้าหลาว เกาะช้าง ท่าโสม และเกาะไผ่เพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

จากที่ปรากฏการณ์ imposex เกิดจากการที่หอยทะเลฝาเดียวได้รับสารในกลุ่ม organotin โดยเฉพาะสารไตรบิวทิลทิน (TBT) (Bryan *et al.*, 1986; Bech *et al.*, 2002) นั้น ทั้งนี้การลดลงของการเกิด imposex อาจเนื่องมาจากได้มีการรณรงค์และการมีมาตรการห้ามใช้สารในกลุ่มบิวทิลทินเป็นส่วนผสมในสีกันเพรียงแล้ว องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (IMO) ได้ประกาศการลดการใช้สารในกลุ่มดีบุกอินทรีย์ในสีกันเพรียงของเรือและการใช้จะต้องยุติลงในวันที่ 1 มกราคม 2551 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) นอกจากนี้ประเทศไทยได้มีการกำหนดค่ามาตราฐานของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดไตรบิวทิลทินในน้ำทะเล ให้มีค่าไม่เกิน 10 ng/L (www.pcd.go.th) อย่างไรก็ตามสาร TBT เมื่อมีการสะสมในดินตะกอนแล้วจะใช้เวลาในการสลายตัว (degradation) ค่อนข้างนานกว่า 2 ปี (Sarradin, et al., 1995; de Mora, *et al.*, 1995 อ้างโดย Kan-atireklap, *et al.*, 1997) ดังนั้นถึงแม้ว่าจะมีการเลิกใช้แล้วสารดังกล่าวก็ยังสามารถตกค้างและส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตได้ในอีกระยะหนึ่ง ซึ่งความสามารถในการสะสมของสารในกลุ่ม

BT ในดินตะกอนนั้นอาจเกิดเป็นแหล่งกักเก็บสารพิษดังกล่าวได้และย้อนกลับมาปนเปื้อนในแหล่งน้ำจากการฟุ้งกระจายของดินตะกอนได้ (Kan-atireklap, *et al.*, 1997 อ้างจาก Page *et al.*, 1996; Wattayakorn, 2008) ในประเทศนิวซีแลนด์ได้รายงานการลดลงของการเกิด imposex และการลดลงของค่า relative penis size index (RPSI) ในหอยทะเลชนิด *Lepsiella scobina* บริเวณ Porirua Basin โดยศึกษาเปรียบเทียบกันระหว่างปี ค.ศ. 1988/1989 และ ปี ค.ศ. 1994/1995 คือช่วงก่อนและหลังการห้ามขายและห้ามใช้สาร TBT ในปี 1993 ทั้งนี้ในบางพื้นที่ (Wellington Harbor) พบการลดลงของค่า relative penis size index (RPSI) แต่ไม่พบการลดลงของเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex ทันที ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวมีการเดินเรือสินค้าขนาดใหญ่ ทั้งนี้สาร TBT ที่สะสมอยู่ในตะกอนบริเวณ Wellington Harbor อาจถูกกวนขึ้นมาจากกิจกรรมการเดินเรือ และการขุดลอกร่องน้ำได้ นอกจากนี้ในประเทศนิวซีแลนด์ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สีกันเพรียงของเรือจากต่างชาติซึ่งเรือดังกล่าวอาจเป็นแหล่งของการปล่อยสารปนเปื้อนอีกทางหนึ่ง (Smith, 1996) นอกจากนี้ในประเทศออสเตเรียได้รายงานถึงการลดลงของการเกิด imposex ในหอยทะเลชนิด *Thais orbita* บริเวณชายฝั่งเมือง Perth ทางฝั่งตะวันตกของประเทศออสเตเรียหลังการระงับใช้สาร TBT กับเรือที่มีขนาดยาวกว่า 25 เมตร ในปี 1991 โดยศึกษาเปรียบเทียบกันระหว่าง ช่วงปี 1998 – 1999 และ 1993 อย่างไรก็ตามยังคงมีปริมาณ imposex ค่อนข้างสูงในบริเวณที่เป็นท่าเทียบเรือพาณิชย์ขนาดใหญ่ และอู่ต่อเรือ (Reitsema, *et al.*, 2003)

ความรุนแรงของการเกิด imposex นั้นจะแปรผันหรือขึ้นอยู่กับปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT (Bryan, *et al.*, 1986) เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณการสะสมของสาร TBT ในตะกอนดิน (ภาพที่ 18) พบแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิด imposex และปริมาณ TBT (ภาพที่ 19) กล่าวคือบริเวณแหลมฉบังที่พบการเกิด imposex สูงก็มีรายงานปนเปื้อนของสาร TBT ในปี 2547 สูง (284 ng/g dry weight) เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณเกาะสีชัง (34 ng/g dry weight) และศรีราชา (3 ng/g dry weight) ที่พบการเกิด imposex น้อยกว่า คือ 12.2 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในสถานีบ้านเพ/สวนสน มาบตาพุด คุ้งกระเบนที่จัดอยู่ในกลุ่มความรุนแรงของการเกิด imposex ต่ำก็พบว่าบริเวณดังกล่าวมีปริมาณการปนเปื้อน TBT ค่อนข้างต่ำ (จุลีพร ล้อมเมตตา, 2544) เช่นกัน ในส่วนของสถานีเกาะช้าง เจ้าหลาว ท่าโสมและเกาะไผ่ นั้นไม่ได้มีรายงานการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของ TBT หรือสารอื่นๆในกลุ่มบิวทิลทินในก่อนหน้านี้ ทำให้ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบข้อมูลได้ อย่างไรก็ตามจากหลายการศึกษาได้รายงานว่าปริมาณการปนเปื้อนของสาร TBT ในแหล่งน้ำและ/หรือในดินตะกอนจะมีมากในบริเวณที่มีการสัญจรของเรือสูงมากกว่าในแหล่งที่มีการประมงเรือขนาดเล็ก แหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งท่องเที่ยว (Kan-atireklap, *et al.*, 1997; Sudaryanto, *et. al.*, 2004; Harino *et al.*, 2008) จากการศึกษาโดย Bech (2002b) ในจังหวัดภูเก็ตที่เกาะราชาและเกาะพีพี บริเวณรอบจุดผูกเรือ หรือจุดทอดสมอ (Mooring sites) โดยบริเวณที่ทำการศึกษา

ค่อนข้างห่างไกลจากท่าเรือขนาดใหญ่ในจังหวัดภูเก็ต ก็สามารถพบการเกิด imposex เช่นกัน และพบมีค่าสูงโดยเฉพาะบริเวณอ่าวด้านในของเกาะจะพบมากถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และพบน้อยลงเมื่อระยะทางออกไปทางทะเลเปิด (open sea) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลกระทบมาจากเรือที่เข้ามาท่องเที่ยวที่เกาะดังกล่าว (Bech, 2002b) นอกจากนี้ Ten Hallers-Tjabbes, *et al.* (2003) รายงานว่าบริเวณที่มีการเดินเรือและมีการกวนของมวลน้ำมากจะทำให้มีโอกาสที่จะเกิด imposex มากกว่าเพราะการกวนของมวลน้ำสามารถทำให้สารที่ปนเปื้อนอยู่ในดินย้อนกลับขึ้นมาละลายในมวลน้ำได้

การศึกษาครั้งนี้พบเกิด imposex ในหอยทะเล 13 ชนิด ได้แก่ *Hemifusus ternatanus*, *Pugilina cochlidium*, *Chicoreus capucinus*, *Murex trapa*, *Morula musiva*, *Thais lacera*, *Thais* sp. 1, *Thais* sp. 2, *Nassarius livescens*, *N. olivaceus*, *N. pullus*, *Nassarius* sp. 1, *Nassarius* sp. 2 ซึ่งชนิดที่พบว่ามีการเกิดสูงเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆที่ได้ทำการศึกษา คือ ชนิด *C. capucinus*, *N. pullus* และ *N. livescens* โดยหอยทะเลในสกุล *Nassarius* ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณที่เป็นหาดทรายหรือทรายปนเลนพบทั้งในเขตน้ำขึ้นน้ำลงและเขตใต้น้ำนั้นพบมีอัตราการเกิด imposex สูง ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า *N. livescens* มีแนวโน้มสัมพันธ์กับกิจกรรมในพื้นที่และปริมาณของ TBT ที่ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ กล่าวคือใน *N. livescens* พบเกิดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ในบริเวณแหลมฉบังซึ่งเป็นแหล่งที่มีรายงานการปนเปื้อนของ TBT สูง โดยบริเวณดังกล่าวใกล้ท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ และอู่ต่อและซ่อมเรือซึ่งเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของสาร TBT ลงสู่ตะกอนดิน จากการทำความสะอาดท้องเรือ (Wattayakorn, 2008; Sewnnen *et al.*, 2009) และพบการเกิด imposex น้อยลงมาในพื้นที่เกาะสีชัง (57.9 %) และพบน้อยที่สุดในพื้นที่เกาะไผ่ซึ่งเป็นเกาะที่ค่อนข้างอยู่ห่างจากชายฝั่ง มีการใช้ประโยชน์บริเวณรอบๆเกาะเพื่อการท่องเที่ยวและการประมง (16.7 %) เป็นหลัก นอกจากนี้ค่าสัดส่วนความยาวของอวัยวะเพศผู้เทียม หรือค่า RPLI ก็พบสูงในพื้นที่แหลมฉบัง รองลงมาคือเกาะสีชังและเกาะไผ่ เช่นกัน (ภาพที่ 17) ชนิด *N. pullus* เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่ๆพบ พบว่ามีการเกิด imposex มากที่สุดในพื้นที่เกาะสีชังซึ่งเป็นแหล่งจอดเรือสินค้าและมีการขนถ่ายสินค้ากลางทะเล มากกว่าบริเวณเจ้าหลาวซึ่งเป็นแหล่งเรือประมงพื้นบ้านและพบน้อยที่สุดที่อ่าวคุ้งกระเบนซึ่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยง อย่างไรก็ตามจำนวนตัวอย่างศึกษาของชนิดดังกล่าวในบริเวณเกาะสีชังและคุ้งกระเบนยังค่อนข้างน้อย

หอยทะเลชนิด *Chicorius capucinus* เป็นอีกชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจศึกษาและเสนอแนะว่าเป็นชนิดที่มีความเหมาะสมในการเป็น indicator species เนื่องจากพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างค่า RPLI ที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีกิจกรรมการเดินเรือ (yachting activity) นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่า RPLI มากที่บริเวณใกล้ท่าเรือและลดน้อยลงเมื่อมีระยะทางที่ไกลออกไป (Bech, 2002b) จากการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่าง *C. capucinus* ได้ในทุกสถานีเนื่องจากหอยทะเลดังกล่าวมักพบในบริเวณที่มีพืชชายเลน แต่จากการเปรียบเทียบการเกิด imposex ในสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างได้ (สถานีเกาะช้าง ท่าโสม คุ้งกระเบน และแหลมฉบัง) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของการเกิด imposex สูงในพื้นที่แหลม

ฉบังมากกว่าในพื้นที่เกาะช้าง ท่าโสมและคุ้งกระเบน (ภาพที่ 14) ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้มีการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสาร TBT ทำให้ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบได้โดยตรง แต่จากหลายการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าความหนาแน่นของกิจกรรมการเดินเรือในพื้นที่มีผลต่อการเกิด imposex (Bech, 2002; Swennen, *et al.*, 1997; Ten Hallers-Tjabbes, *et al.* 2003; Swennen, *et al.*, 2009) ซึ่งจากผลการศึกษาในชนิด *C. capucinus* ค่อนข้างสอดคล้องกับการศึกษาที่ได้เสนอแนะไว้ก่อนหน้านี้

การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถเก็บหอยชนิดเดียวกันได้ในทุกสถานี ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากหอยแต่ละชนิดมีลักษณะที่อยู่อาศัย (microhabitat) ที่แตกต่างกัน Bech (2002a) ได้เสนอว่าในการศึกษาในพื้นที่กว้าง (wide geographical area) ที่มีลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่ต่างกันอาจจำเป็นที่จะต้องมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นดัชนีชี้วัดมากกว่า 1 ชนิด ดังเช่นการศึกษาของ Casey *et al.* (1998) ที่ใช้ชนิด *Littorina littorea* และ *N. lapillus* เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนของ TBT ระหว่างบริเวณที่อยู่ด้านในของอ่าว (inner harbor area) และบริเวณที่เป็นด้านนอก (outer exposed part) และ Schulte-Oehlmann *et al.* (1998) ที่ใช้ชนิด *Littorina littorea* เป็นตัวชี้วัดในบริเวณที่เป็นพื้นโคลน (mudflats) และชนิด *H. ulvae* เป็นตัวชี้วัดบริเวณที่เป็นพื้นที่เปิดที่ในพื้นที่มักมีก้อนหิน (Bech, 2002a) จากผลการศึกษาพบว่าชนิด *C. capucinus*, *N. pullus* และ *N. livescens* อาจมีศักยภาพหรือสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดได้มากกว่าในชนิดอื่นๆ ที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากมีอัตราการเกิด imposex สูง ในต่างประเทศหอยทะเลสกุล *Nassarius* ได้มีรายงานถึงการใช้ในการประเมินการปนเปื้อนของสาร TBT ได้แก่ ชนิด *Nassarius reticulates* (Rato, *et al.*, 2008; Rodríguez, et al., 2009) *N. nitidus* (Pavoni, *et al.*, 2007) และ *N. Vibex* (Lima-Verde, *et al.*, 2010) เป็นต้น หอยทะเลชนิด *C. capucinus* นั้นได้มีข้อมูลสนับสนุนว่ามีความไวต่อการตอบสนองต่อสาร TBT ทั้งยังเป็นชนิดที่พบได้มากน่าจะเป็นอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมต่อการเป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนของสาร TBT (Bech, 2002a) อย่างไรก็ดีในการศึกษาครั้งนี้ยังขาดข้อมูลปริมาณของสาร TBT ในดินตะกอนเพื่อสนับสนุนผลการศึกษาดังกล่าว

นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ไม่พบการเกิด imposex ในชนิด *Babylonia areolata*, *Murex altispira* ซึ่งหอยชนิดดังกล่าวได้เคยมีรายงานพบการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหอยทะเลชนิดนี้มีการตอบสนอง (sensitivity) ในการเกิด imposex ค่อนข้างต่ำ (Swennen, *et al.*, 2009) ทั้งนี้การตอบสนองที่แตกต่างกันอาจเกี่ยวเนื่องกับปัจจัยทางด้านอาหาร กลไกชีวภาพ (physiology) และที่อยู่อาศัยของหอยทะเล (Tan, 1999) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าหอยทะเล ชนิด *Cymbiola nobilis* และ *Melo melo* มีการเกิด imposex สูง คือพบเป็นทุกตัวในทุกบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างได้ จากการสืบค้นเอกสารได้พบรายงานว่าหอยทะเลในวงศ์ Volutidea บางชนิด ได้แก่ *Cymbiola nobilis*, *C. vespertilio*, *Melo amphora*, *M. melo* และ *M. umbilicata* สามารถพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมได้โดยไม่ได้เกิดจากการเหนี่ยวนำโดยสาร TBT แต่เกิดได้ในสภาพธรรมชาติ (Natural phenomenon) เนื่องจากเมื่อศึกษาตัวอย่างในวงศ์นี้ที่ได้เก็บตัวอย่างก่อนปี 1960 ซึ่งเป็นช่วงที่ยังไม่ได้มีการนำ TBT

มาใช้ประกอบในสารป้องกันการเกาะติดของสิ่งมีชีวิต ก็พบมีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมเช่นกัน (Swennen and Horpet, 2008) ทำให้ในการศึกษาครั้งนี้เมื่อทำการวิเคราะห์การเกิด imposex ในภาพรวมเปรียบเทียบกันระหว่าง 11 สถานีจึงไม่นำข้อมูลในชนิด *Cymbiola nobilis* และ *M. melo* มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมด้วย อย่างไรก็ตามได้มีรายงานการเกิด imposex ในหอยทะเลวงศ์ดังกล่าวที่เกิดจากการเหนี่ยวนำโดย TBT คือในชนิด *Odontocymbiola magellanica* และชนิด *Adomelon brasiliana* (Swennen and Horpet, 2008 อ้างจาก Bigatti and Penchaszadeh, 2005; Goldberg, *et al.*, 2004; Cledon, *et al.*, 2006)

สรุปผลการศึกษา

1. จากการสำรวจหอยทะเลและการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเลเพศเมีย ใน 4 จังหวัดชายฝั่งภาคตะวันออกของอ่าวไทย ได้แก่ อ่างศิลา เกาะสีชัง ศรีราชา แหลมฉบัง เกาะไผ่ (อยู่ในเขตจังหวัดชลบุรี) มาบตาพุด บ้านเพ (อยู่ในเขตจังหวัดระยอง) เจ้าหลาว คุ้งกระเบน (อยู่ในเขตจังหวัดจันทบุรี) ท่าโสม และเกาะช้าง (อยู่ในเขตจังหวัดตราด) ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือน กรกฎาคม 2553 ได้เก็บตัวอย่างหอยทะเลในกลุ่ม Neogastropoda และ Mesogastropoda จำนวน 32 ชนิด ใน 10 วงศ์ รวม 1,509 ตัว จากการวิเคราะห์หาความผิดปกติทางเพศพบว่าเกิดในหอยทะเล 13 ชนิด ใน 3 วงศ์ ได้แก่ *Cymbiola nobilis*, *Melo melo* (วงศ์ Volutidae) *Murex trapa*, *Chicoreus capucinus*, *Morula musiva*, *Thais lacera*, *Thais* sp. 1, *Thais* sp. 2 (วงศ์ Muricidae) *Nassarius livescens*, *Nassarius pullus*, *Nassarius olivaceus*, *Nassarius* sp. 1 และ *Nassarius* sp. 2 (วงศ์ Nassariidae)

2. ร้อยละการเกิด imposex ของทั้ง 11 สถานีพบอยู่ในช่วง 0 – 67.7 เปอร์เซ็นต์โดย สามารถแบ่งกลุ่มความรุนแรงของการเกิดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ บริเวณที่มีระดับการเกิด imposex ต่ำ (0 - 8.7 %) คือ บ้านเพ-สวนสน เกาะไผ่ มาบตาพุด อ่างศิลา และศรีราชา ระดับปานกลาง (12.2 – 20.5 %) คือ เกาะสีชัง ท่าโสม และคุ้งกระเบน และระดับที่มีการเกิด imposex สูง (47.2 – 67.7 %) คือ เกาะช้าง เจ้าหลาว และแหลมฉบัง หอยทะเลที่พบการเกิด imposex มากคือ *Nassarius pullus*, *N. livescens* และ *Chicoreus capucinus*

3. ร้อยละการเกิด imposex ในเขตจังหวัดชลบุรีมีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ยังไม่พบความผิดปกติทางเพศในหอยทะเลบางชนิดที่ได้เคยมีรายงานว่าเกิด imposex ในก่อนหน้านี้ ซึ่งผลการศึกษาค่อนข้างสอดคล้องกับผลรายงานการลดลงของสาร TBT ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ตามยังคงพบว่าสถานีแหลมฉบังยังคงมีระดับการเกิด imposex สูงอยู่และมีค่า RPLI ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2546. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 40 หน้า.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล มาตรการและแผนปฏิบัติการจัดการการใช้สารประกอบดีบุกอินทรีย์ชนิดไตรบิลทิลสำหรับประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 121 หน้า.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. รายงานประจำปี สำนักจัดการคุณภาพน้ำ 2552. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 136 หน้า.

กิติธร สรรพานิช ธิดารัตน์ น้อยรักษา สุเมดต์ ปุจฉาการ และสุชา มั่นคงสมบูรณ์. 2551. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของหอยทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548 – 2550. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 136 หน้า.

จุรีพร ล้อมเมตตา. 2544. การปนเปื้อนของสารประกอบบิวทิลทินบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 76 หน้า.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ ธีระพงศ์ ด้วงดี และณรงค์พล สิทธิทวีพัฒน์. 2551. คู่มืออันดามัน หอยทะเลไทย. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ. 327 หน้า.

พัณณิตา เอี่ยมสะอาด. 2550. การเกิด Imposex และการสะสมของสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทินในหอยฝาเดียวจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 129 หน้า.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ กณิกนันต์ ศรีสวัสดิ์ พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2549. สถานการณ์การใช้สารไตรบิวทิลทินและการเกิด Imposex ของหอยกลุ่ม Gastropod ในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 11(1): 97-104.

ภาษาอังกฤษ

Alizeu, C. 1991. Evironmental Problems Caused by TBT in France: Assessment, Regulations, Prospects. Marine Environmental Research. 32: 7-17.

Antizar-Ladislao, B. 2008. Environmental Levels, Toxicity and Human Exposure to Tributyltin (TBT) – Contaminated Marine Environment. A review. 34: 292-308.

Bech, M. 2002a. A Survey of Imposex in Muricids from 1996 to 2000 and Indentification of Optimal indicators of Tributyltin Contamination Along the East Coast of Phuket Island, Thailand. Marine Pollution Bulletin. 44: 887-896.

Bech, M. 2002b. Imposex and Tributyltin Contamination as a Consequence of the Establishment of a Marina, and Increasing Yachting Activities at Phuket Island, Thailand. Environmental Pollution. 117: 421–429.

Bech, M., Strand, J., and Jacobsen, J. A. 2002. Development of Imposex and Accumulation of Butyltin in the Tropical Muricid *Thais distinguenda* Transplanted to a TBT Contaminated Site. Environmental Pollution. 119: 253-260.

Bettin, C., Oehlmann, J., and Stroben, E. 1996. TBT-induced Imposex in Marine Neogastropods is Mediated by an Increasing Androgen Level. Helgolander Meeresunters. 50: 299-317.

Bigatti, G. and Penchaszadeh, P. E. 2005. Imposex in *Odontocymbiola magellanica* (Caenogastropoda: Volutidae) in Patagonia. Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay. 88: 371-375.

Blaber, S. J. M. 1970. The Occurrence of a Penis-like Outgrowth Behind the Right Tentacle in Spent Female of *Nucella lapillus* (L.). Proceedings of the Malacological Society of London. 39: 231-233.

Bryan, G. W., Gibbs, P. E., Hummerstone, L. G. and Burt, G. R. 1986. The Decline of the Gastropod *Nucella lapillus* Around South-west England: Evidence for the Effect of Tributyltin from Antifouling Paints. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 66: 611-640.

Chen, S. Y. 2009. The Melongenidae (Mollusca: Gastropoda) of Singapore. Nature in Singapore. 2: 63-67.

Cledon, M., Theobald, N., Gerwinski, W. and Penchaszadeh, P. E. 2006. Imposex and organotin compounds in marine gastropods and sediments from the Mar del Plata coast, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 86: 751-755.

de Mora, S. J., Stewart, C. and Phillips, D. 1995. Sources and Rate of Degradation of Tri(n-butyl)tin in Marine Sediments Near Auckland, New Zealand. Marine Pollution Bulletin. 30: 50-57.

Gibbs, P. E. and Bryan, G. W. 1986. Reproductive Failure in Populations of the Dog-whelk, *Nucella lapillus*, Caused by Imposex Induced by Tributyltin from Antifouling Paints. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 66: 767-777.

Gibbs, P. E. and Bryan, G. W 1996 TBT-induced Imposex in Negastropod Snails: Mascuinizatio to Mass Extinction. *In Tributyltin: case study of and Environmenta Contaminant.* De Mora, (editor). Great Britain: Cambridge University Press.

Goldberg, R. N., Averbuj, A., Cledon, M., Luzatto, D. and Nudelman, S. 2004. Search for Triorganotins Along Mar del Plata (Argentina) Marine coast: Finding of Tributyltin in Egg Capsules of a Snail *Adelomelon brasilina* (Lamarck, 1822) Population Showing Imposex Effects. Applied Organometallics Chemistry. 18: 117-123.

Harino, H., Ohji, M., Wattayakorn, G., Arai, T., Rungsupa, S., and Miyazaki, N. 2006. Occurrence of Antifouling Biocides in Sediment and Green Mussels from Thailand. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 51: 400-407.

Harino, H., Arai, T., Ohji, M., Ismail, A., Wattayakorn, G. and Miyazaki, N. 2008. Occurrence of Antifouling Biocides in Southeast Asia: Malaysia, Thailand and Vietnam. In: The ASEAN Conference "Conservation on the Coastal Environment", Eds. M. Miyazaki and G. Wattayakorn, Shinjusha Co., Ltd., Japan, 91-111.

Harino, H., Arai T., Ohji, M., Ismail, A. B. and Miyazaki, N. 2008. Organotin Contaminatons in Malaysia. Coastal Marine Science. 32(1): 96-101.

Horiguchi, T., Shiraishi, H., Shimizu, M. and Morita, M. 1998. Imposex in Sea Snails, Caused by Organotin (Tributyltin and Triphenyltin) Pollution in Japan: a Survey. Applied Organometallic Chemistry. Vol. 11 (5): 451-455.

Horiguchi, T, Cho, H., Shiraishi, H., Kojima, M., Kaya, M., Morita, M. and Shimizu, M. 2001. Contamination by Organotin (tributyltin and triphenyltin) Compounds from Antifouling Paints and Endocrine Disruption in Marine Gastropods. RIKEN Review. 33: 9-11.

Ismail, A. 2006. The Use of Intertidal Molluscs in the Monitoring of Heavy Metals and Organotin Compounds in the West Coast of Peninsular Malaysia. Coastal Marine Science. 30(1): 401-406.

Jacobsona, T., Sundelina, B., Yangb, G. and Fordb, A. T. in press. Low dose TBT Exposure Decreases Amphipod Immunocompetence and Reproductive Fitness. Aquatic Toxicology.

Kan-atireklap, S., Tanabe, S. and Sanguansin, J. 1997. Contamination by Butyltin Compounds in Dediments from Thailand. Marine Pollution Bulletin. 34 (11): 894-899.

Kan-atireklap, S., Tanabe, S., Sanguansin, J., Tabucanon, M. S., and Hungspreugs M. 1997 Contamination by Butyltin Compounds and Organochlorine Residues in Green Mussel

(*Perna viridis*, L.) from Thailand Coastal Waters. Environmental Pollution. Vol 97. No. 1-2. 79-89.

Lignota, J. H., Pannierb, F., Trillesa, J. P. and Charmantiera, G. 1998. Effects of Tributyltin Oxide on Survival and Osmoregulation of the Shrimp *Penaeus japonicus* (crustacea, decapoda). Aquatic Toxicology. Vol. 41(4): 277-299.

Limaverde, A. M., Wagener, A. L. R., Fernandez, M. A., Scofield A. L. and Coutinho R. 2007. *Stramonita haemastoma* as a Bioindicator for Organotin Contamination in Coastal Environments. Marine Environmental Research. 64: 384-398.

Lima-Verdea, F. B., Castro, I. B., and Rocha-Barreiraa, C. A. 2010. Imposex Occurrence in *Nassarius vibex* from South America: a Potential Bioindicator in Estuarine Environments Marine Biodiversity Records. 3: e30: 1-4.

Mensink, B. P. 1999. Imposex in the Common Whelk, *Buccinum undatum*. Ponsen & Looijen B.V., Wageningen. 125 p.

Page, D. S., Ozbal, C. C., and Lanphear, M. E. 1996. Concentration of Butyltin Species in Sediments Associated with Shipyard Activity. Environmental Polution. 91:237-243.

Pavoni, B., Centannia, E., Valcanovera, S., Fasolatoa, M., Ceccatoa, S. and Tagliapietra, D. 2007. Imposex levels and Concentrations of Organotin Compounds (TBT and its metabolites) in *Nassarius nitidus* from the Lagoon of Venice. Marine Pollution Bulletin. 55: 505-511.

Rato, M., Gaspar, M. B., Takahashi, S., Yano, S., Tanabe, S., Barroso, C. 2008. Inshore/offshore Gradients of Imposex and Organotin Contamination in *Nassarius reticulatus* (L.) Along the Portuguese coast. Marine Pollution Bulletin. 56(7):1323-31.

Reitsema, T. J., Field, S., and Spickett, J. T. 2003. Surveying Imposex in the Coastal Waters of Perth, Western Australia, to monitor Trends in TBT Contamination. Australasian Journal of Ecotoxicology. Vol. 9: 87-92.

Rodrigueza, J. G., Tuerosa, I., Ángel Borjaa, I. T., Francoa, J., Alonsob, J. I. G., Garmendiaa, J. M., Muxikaa, I., Sariegoc, C. and Valenciaa, V. 2009. Butyltin Compounds, Sterility and Imposex Assessment in *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), prior to the 2008 European Ban on TBT Antifouling Paints, within Basque Ports and Along Coastal Areas. Continental Shelf Research. Vol 29 (8): 1165-1173.

Sarradin, P., Lapaquellerie, Y., Astruc, A., Latouche, C. and Astruc, M. 1995. Long Term Behaviour and Degradation Kinetics of Tributyltin in a Marina Sediment. The Science of the Total Environment. 170: 59-70.

Shimasaki, Y., Kitano, T., Oshima, Y., Inoue, S., Imada, N., Honjo, T. 2003. Tributyltin Causes Masculinization in Fish. Environmental Toxicology and Chemistry. 22(1): 141-144.

Smith, P. J. 1996. Selective Decline in Imposex Levels in the Dogwhelk *Lepsiella scobina* Following a Ban on the Use of TBT Antifoulants in New Zealand. Marine Pollution Bulletin. Vol. 32 (4): 362-365.

Swennen, C., Ruttanadakul, S., Singh, H. R., Mensink, B. P. and Hallers-Tjabbes, C. C. 1997 Imposex in Sublittoral and Litttoral Gastropods from the Gulf of Thailand and Strait of Malacca in Relation to Shipping. Environmental Technology. 18: 1245-1254.

Swennen, C., Moolenbeek, R. C., Ruttanadakul, N., Hobbelink, H., Dekker, H. and Hajisamae, S. 2001. The Molluscs of the Southern Gulf of Thailand. Thai Studies in Biodiversity No. 4: 120 p.

Swennen, C. and Horpet, P. 2008. Pseudo-imposex; Male Features in Female Volutes not TBT-Induced (Gastropoda: Volutidae). Contributions to Zoology. 77(1): 17-24.

Swennen, C., Sampantarak, U and Ruttanadakul, N. 2009. TBT-pollution in the Gulf of Thailand. A Re-inspection of Imposex Incidence After 10 years. Marine Pollution Bulletin. 58: 526 – 532.

Sudaryantoa, A., Takahashia, S., Iwataa, H., Tanabe, S. and Ismail, A. 2004. Contamination of Butyltin Compounds in Malaysian marine environments. Environmental Pollution. 130: 347 – 358.

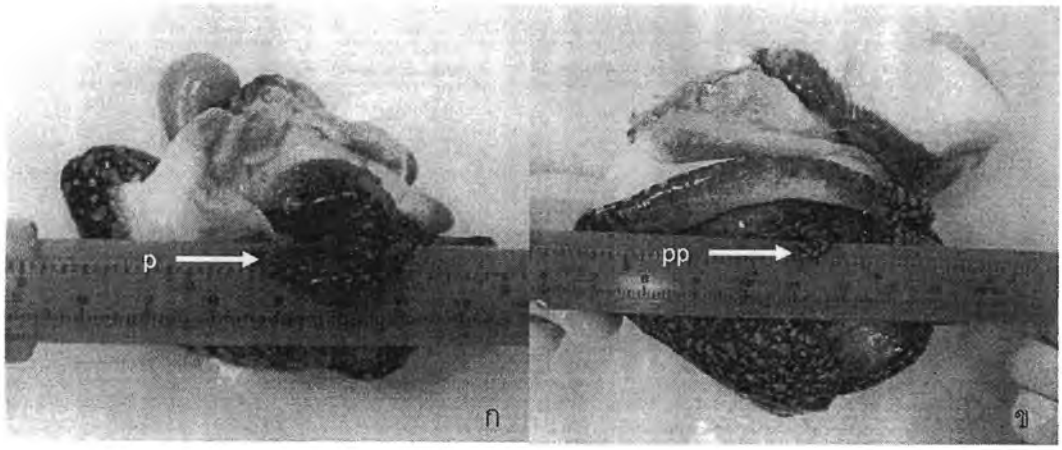
Tan, K. S. 1999. Imposex in *Thais gradate* and *Chicoreus capucinus* (Mollusca, Neogastropoda, Muricidae) from the Straits of Johor: A Case Study Using Penis Length, Area and Weight as Measures of Imposex Severity. Marine Pollution Bulletin. 39: 295 - 303.

Ten Hallers-Tjabbes, C. T., Wegener, J., Van Hattum B., Kemp, J. F., Ten Hallers, E., Reitsema T.J. and Boon, J. P. 2003. Imposex and Organotin Concentrations in *Buccinum undatum* and *Neptunea antique* from the North Sea: Relationship to Shipping Density and Hydrographical Conditions. Marine Environmental Research. 55: 203-233.

Wattayakorn, G. 2008. Status of Butyltin Contamination in Thailand Coastal Waters. J. Coastal Marine Science. 32 (1): 82-87.

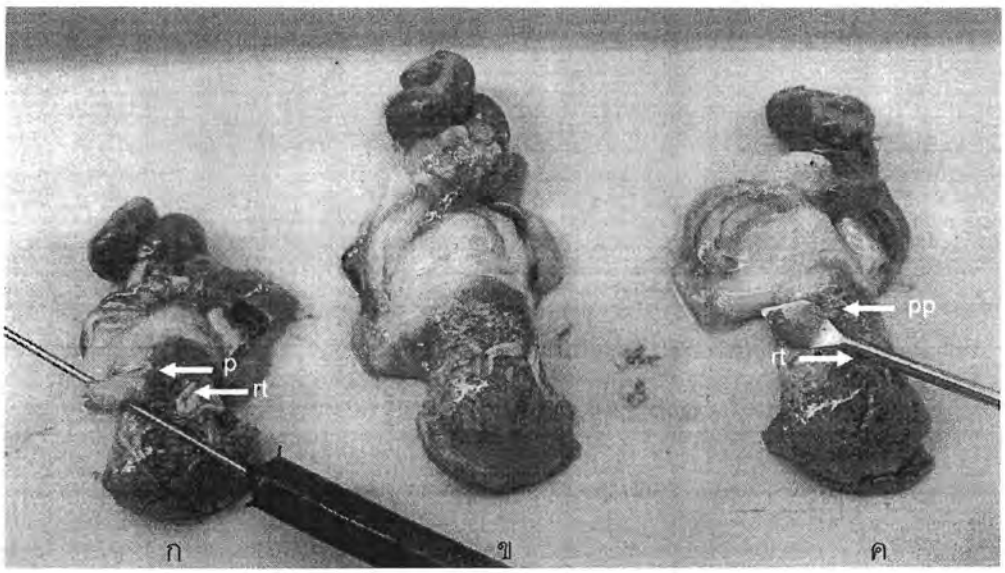
ภาคผนวก

ภาพหอยทะเลที่เกิดการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม



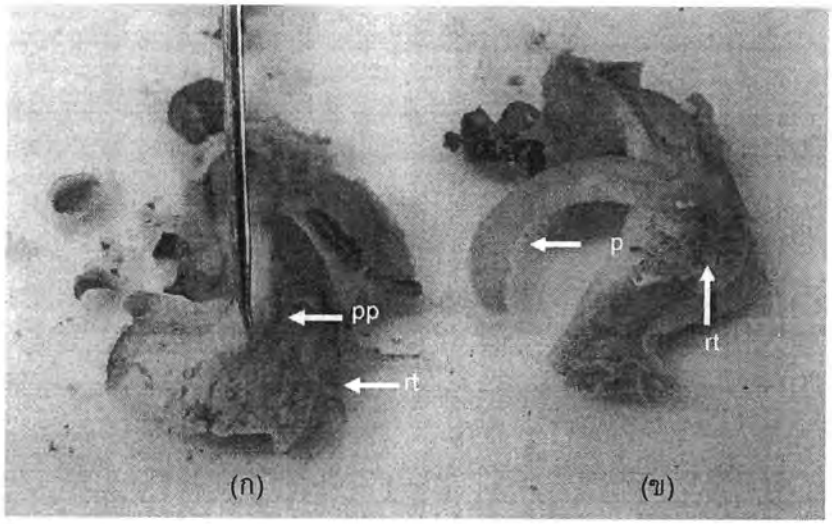
ภาพที่ 20 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Cymbiola nobilis*
(ก) เพศผู้ปกติ (ข) เพศเมียที่มีอวัยวะเพศผู้เทียม

หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis)



ภาพที่ 21 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Murex trapa*
(ก) หอยทะเลเพศผู้ปกติ (ข) หอยทะเลเพศเมียปกติ (ค) หอยทะเลเพศเมียที่มีอวัยวะเพศผู้เทียม

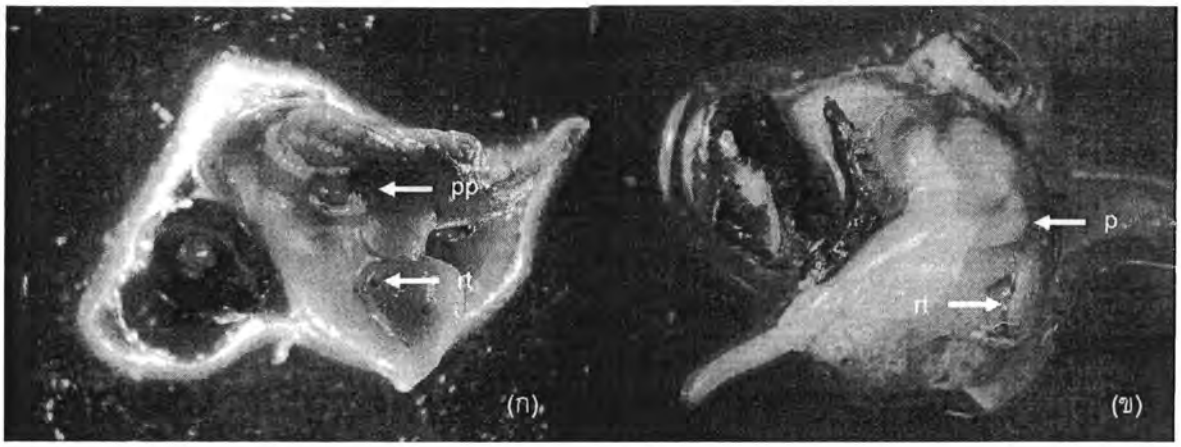
หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis), rt = หนวดข้างขวา (right tentacle)



ภาพที่ 22 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius livescens*

(ก) หอยทะเลเพศเมียที่มีอวัยวะเพศผู้เทียม (ข) หอยทะเลเพศผู้ปกติ

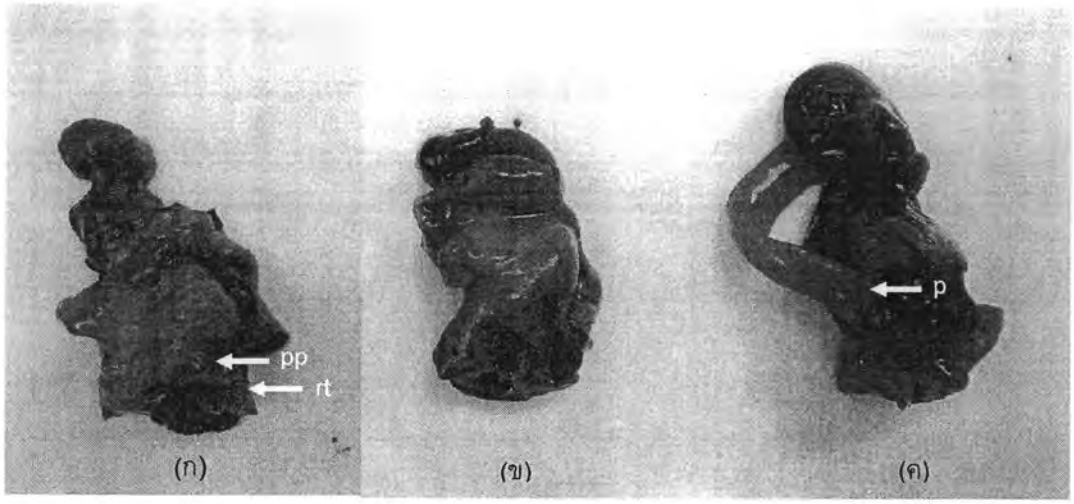
หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis), rt = หนวดข้างขวา (right tentacle)



ภาพที่ 23 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius pullus*

(ก) หอยทะเลเพศเมียที่มีอวัยวะเพศผู้เทียม (ข) หอยทะเลเพศผู้ปกติ

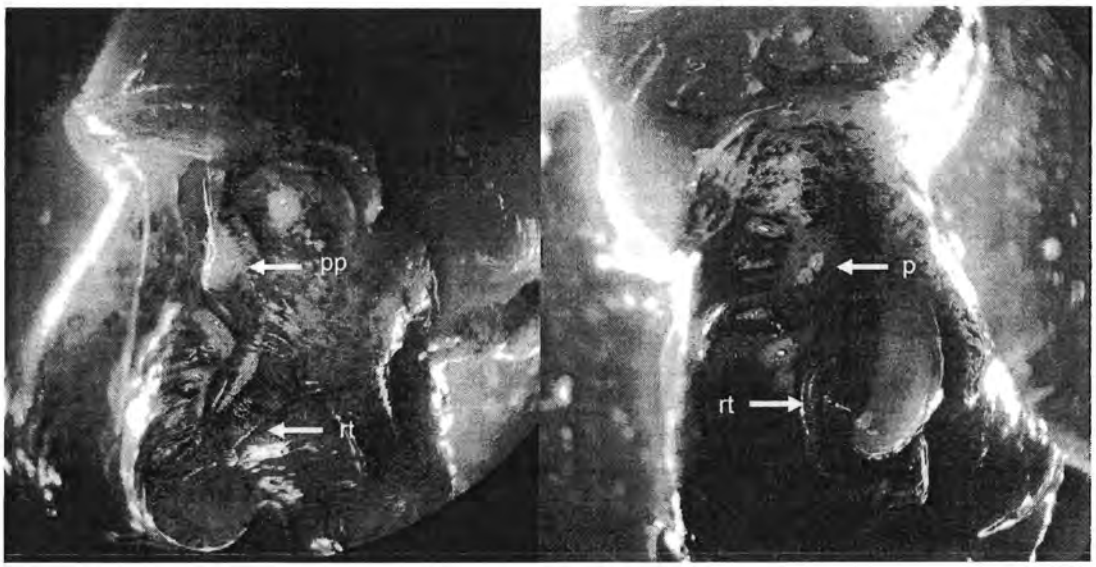
หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis), rt = หนวดข้างขวา (right tentacle)



ภาพที่ 24 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Nassarius olivaceus*

(ก) หอยทะเลที่มีการพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (ข) หอยทะเลเพศเมียปกติ (ค) หอยทะเลเพศผู้ปกติ

หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis), rt = หนวดข้างขวา (right tentacle)



ภาพที่ 25 เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะเพศผู้เทียมของหอยทะเลชนิด *Chicoreus capucinus*

(ก) หอยทะเลเพศเมียที่มีอวัยวะเพศผู้เทียม (ข) หอยเพศผู้ปกติ

หมายเหตุ: p = อวัยวะเพศผู้ (penis), pp = อวัยวะเพศผู้เทียม (pseudopenis), rt = หนวดข้างขวา (right tentacle)

ผลงานทางวิชาการที่ได้มีการเผยแพร่แล้ว

1. เรื่อง "สถานการณ์การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเลฝาเดียวเพศเมีย (Imposex) บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออกระหว่าง พ.ศ. 2552-2553" การประชุมวิชาการประมง ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ วันที่ 8 – 9 ธันวาคม 2553

การประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2553
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สถานการณ์การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียมในหอยทะเลฝาเดียวเพศเมีย บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออกระหว่าง พ.ศ. 2552 – 2553

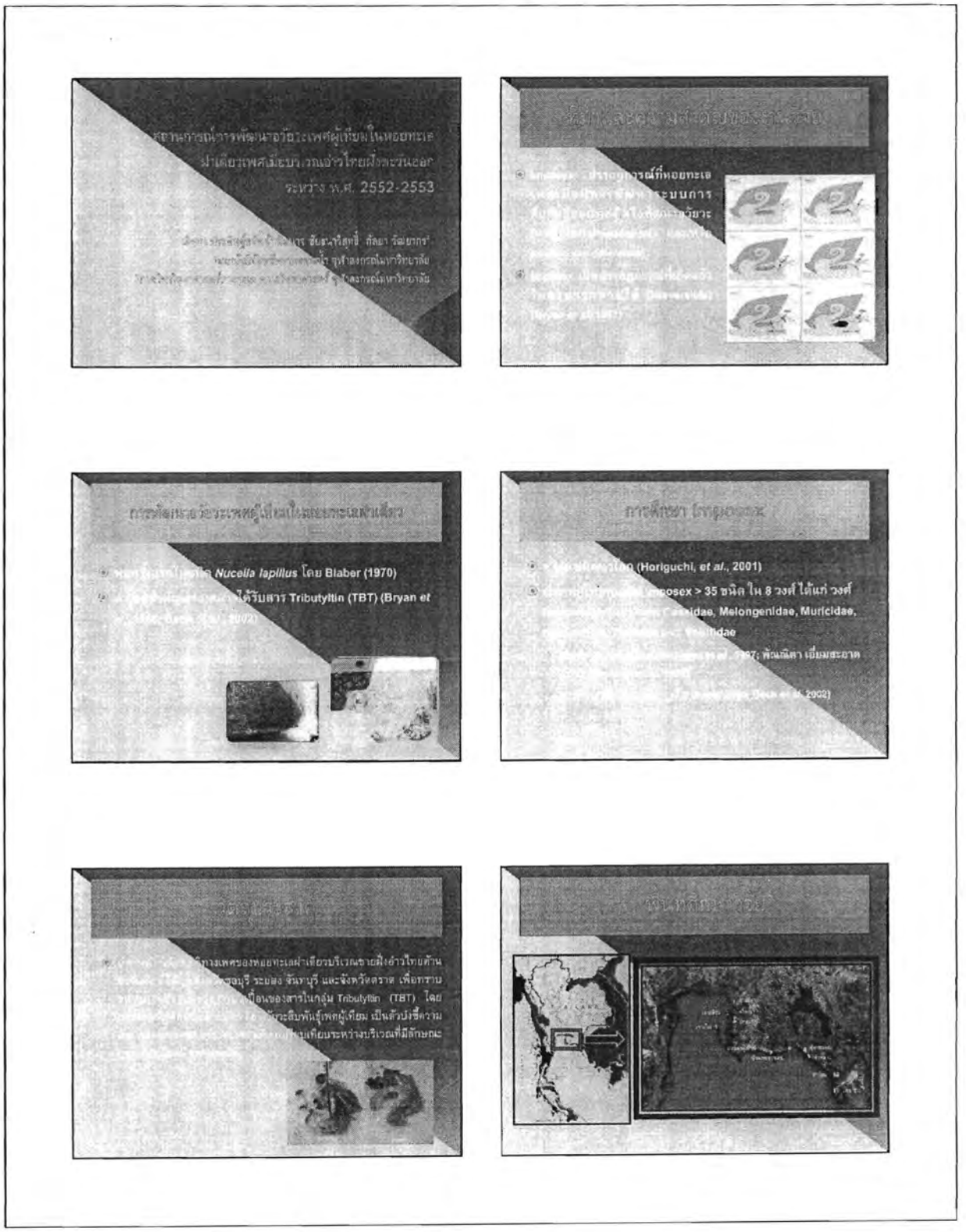
ณิชยา ประดิษฐ์ทรัพย์1 นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์1 กัลยา วัฒยากร2
1สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

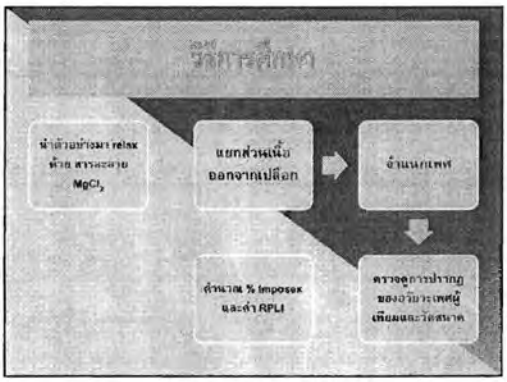
บทคัดย่อ

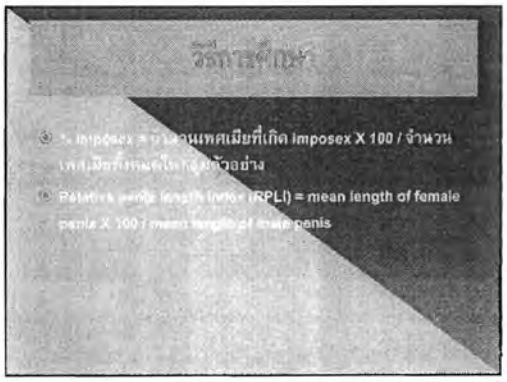
ศึกษาปรากฏการณ์การพัฒนาอวัยวะเพศผู้เทียม (Pseudopenis) ในหอยทะเลฝาเดียวเพศเมีย (imposex) บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออกเพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์ปัจจุบันของการปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทิน (TBT) โดยการเก็บตัวอย่างหอยทะเลฝาเดียวในกลุ่มอันดับ Neogastropoda และ Mesogastropoda บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ถึงจังหวัดตราด รวม 11 สถานี ระหว่างเดือนตุลาคม2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 ผลการศึกษาพบการเกิด imposex ในหอยทะเลฝาเดียวจำนวน 13 ชนิดจากตัวอย่างทั้งหมด 35 ชนิด โดยหอยฝาเดียวที่พบการเกิด imposex มากที่สุดคือ *Nassarius pullus* รองลงมาคือ *N. livescens* และ *Chicoreus capucinus* ความรุนแรงของการเกิด imposex สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ (0 - 8.74 %) ได้แก่บริเวณบ้านเพ-สวนสน เกาะไผ่ มาบตาพุด อ่างศิลา และศรีราชา ระดับปานกลาง (12.17 – 20.45 %) ได้แก่บริเวณเกาะสีชัง ท่าโสม และคุ้งกระเบน และระดับสูง (20.45 - 67.69 %) ได้แก่บริเวณเกาะช้าง เจ้าหลาว และแหลมฉบัง

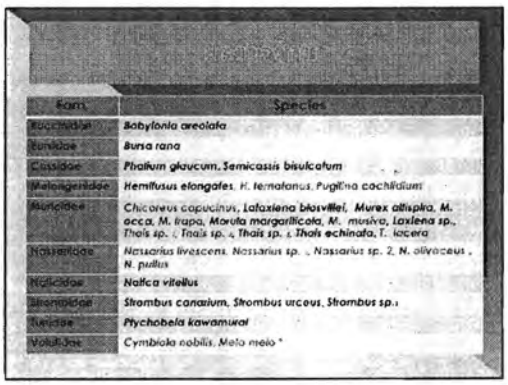
Abstract

The occurrence of pseudopenis in female marine gastropod (imposex) was investigated along the Eastern Seaboard of the Gulf of Thailand in order to study the effect of tributyltin (TBT) contamination in these coastal waters. Samples of Neogastropoda and Mesogastropoda were collected in a total of 11 areas from Chonburi to Trad Province, during October 2009 to September 2010. The imposex incidence was observed in 13 out of 35 gastropod species collected. The highest occurrence of imposex was found in *Nassarius pullus*, *N. livescens* and *Chicoreus capucinus*. The percentage of imposex in this study can be divided into 3 levels as follows: low level (0-8.74%) in the areas of Ban Pay-SuanSon, Koh Pai, MapTaPud, Angsila, and Sriracha;medium level (12.17-20.45%) in Koh Sichang, Ta Som, and Kungkraben; and high level (20.45 – 67.69%) in Koh Chang, Joalaw and LaemChaBang.

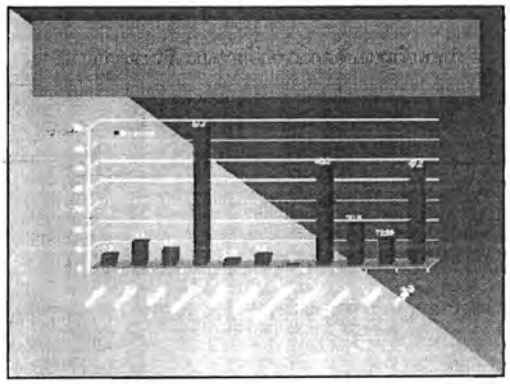

ระหว่าง พ.ศ. 2552-2553
Nucella lapillus โดย Blaber (1970)
ได้รับสาร Tributyltin (TBT) (Bryan et
(Horiguchi, et al., 2001)
imposex > 35 ชนิด ใน 8 วงศ์ ได้แก่ วงศ์
idae, Melongenidae, Muricidae,
idae

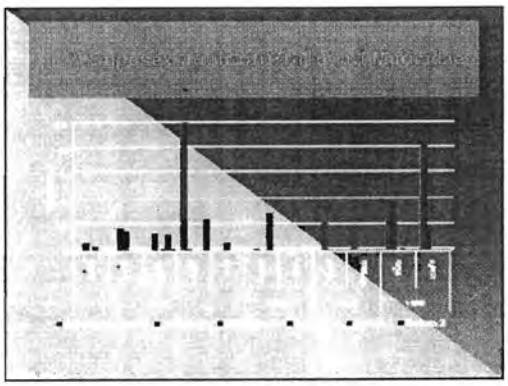


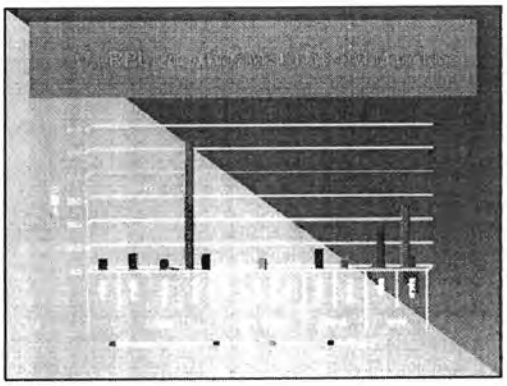


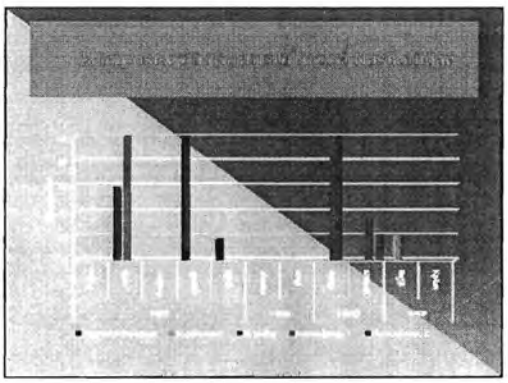


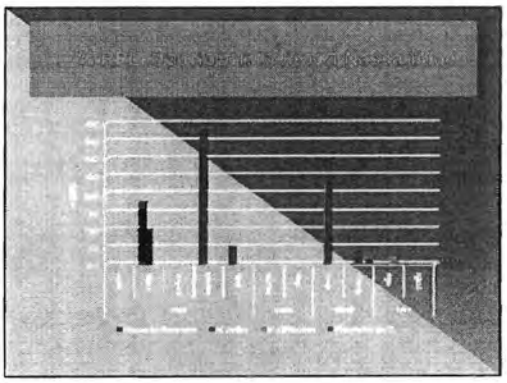
Fam.	Species
Buccinidae	*Babylonia areolata*
Bursidae	*Bursa rana*
Cassidae	*Phalium glaucum, Semicassis bisulcatum*
Melongenidae	*Hemifusus elongates, H. tematanus, Pugilina cochlidium*
Muricidae	*Chicoreus capucinus, Lataxiena blosvillei, Murex alispira, M. acca, M. trapa, Morula margaritícola, M. musiva, Laxlena sp., Thais sp. 1, Thais sp. 4, Thais sp. 5, Thais echinata, T. lacera*
Nassariidae	*Nassarius livescens, Nassarius sp. 1, Nassarius sp. 2, N. olivaceus, N. pullus*
Naticidae	*Natica vitellus*
Strombidae	*Strombus canarium, Strombus urceus, Strombus sp.1*
Turridae	*Ptychobela kawamurai*
Volutidae	*Cymbiola nobilis, Melo melo*

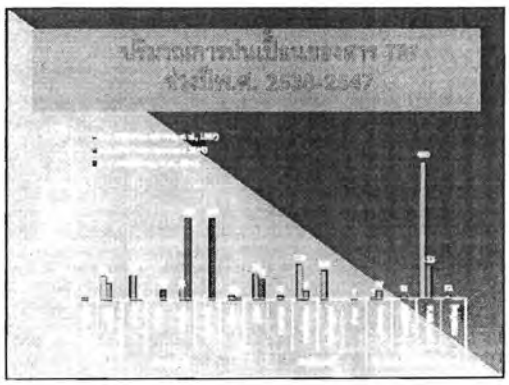


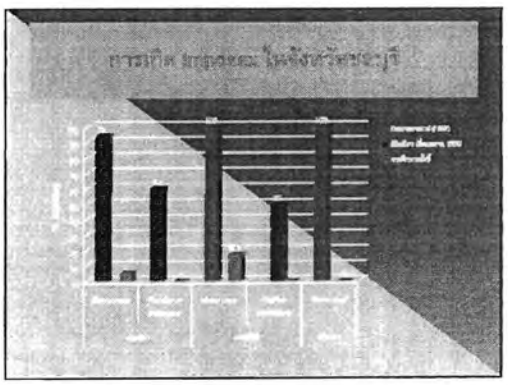












ขอบคุณค่ะ

ประวัติคณะนักวิจัย

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาวณิชยา ประดิษฐ์ทรัพย์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Nichaya Praditsup

   ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิจัย

   หน่วยงานที่สังกัด / หมายเลขโทรศัพท์ และโทรสาร

   สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง 149 หมู่ 3 ตำบลท่าเทววงษ์ อำเภอเกาะสีชังจังหวัดชลบุรี โทรศัพท์ / โทรสาร 038-216-198/038-216-350

   สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารสถาบัน 3 ชั้น 9 แขวงวังใหม่ ถนนพญาไท เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ / โทรสาร 02-218-8160 /02-254-4259

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัย	ปริญญา	สาขาวิชา	ปีที่ได้รับ
มหาวิทยาลัยมหิดล	วท.ม	ชีววิทยาสภาวะแวดล้อม	2547
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	วท.บ	ชีววิทยา	2542

ผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

Praditsup, N. and C. Song-roop. 2008. Feeding ecology of donkey's ear abalone Haliotis asinina postlarvae. Proceeding of the Congress on Marine Science at The Methopol Hotel, Phuket Province. 25-27 August 2008. page 481-486. (in Thai)

Praditsup, N., Naksathit, A. and Round, P.D. 2007. Observations on the Siamese Fireback *Lophura diardi* in Khao Yai National Park, Thailand. Forktail. 23: 125-128.

Praditsup, N., Rungsupa, S., Ganmanee, M. and Jarayaphan, P. 2006. Distribution of *Ruditapes variegatus* (Sowerby, 1852) at Kho Kham Yai, Sichang District, Chonburi Province. In: Proceeding of the 32th Congress on Science and Technology of Thailand. (poster presentation)

Praditsup, N., Round, P.D., Poonsawad, P. and Naksathit, A. 2004. Display and Dispersion in the Siamese Fireback *Lophura diardi* (Aves: Phasianidae). In: Proceeding of the 30th Congress on Science and Technology of Thailand. (poster presentation)

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดร. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Nilnaj Chaitanawisuti

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 8

หน่วยงานที่สังกัด / หมายเลขโทรศัพท์ และโทรสาร

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ อาคารสถาบัน 3 ชั้น 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ / โทรสาร 02-218-8160 /02-254-4259

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัย	ปริญญา	สาขาวิชา	ปีที่ได้รับ
Nagasaki University	Ph.D.	Fisheries	2002
Chulalongkorn University	M.Sc.	Marine Biology	1983
Silpakorn University	B.Sc.	Biology (Zoology)	1980

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

1. วาริชกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. นิเวศวิทยาทางทะเล

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

- **CURRENT RESEARCH PROJECTS :**

Research Project currently conducted during 1998 - 2003 as following :

1 Project Title : "Biodiversity of Marine Sponges Associated with Reef Coral Habitats along the inner part of the Eastern Gulf of Thailand (Cholburi-Trad Province)"

Funded by : The Biodiversity Research and Training Program of Thailand (1998-2000).

2 Project Title : "Research and Development on Production of the New Economically Marine Mollusc : Spotted Babylon (Babylonia areolata) for Rehabilitation and Conservation of an Economically Fishery Resources"

Funded by : National Research Council of Thailand. (1998 - 2000)

3 Project Title : "(Research and Development on Production and Economic Outputs for growing-out of Juveniles Spotted Babylon Juvenile, *Babylonia areolata* Link 1807, to Marketable Size in Ponds and Muddy Flat By Using Various Types of Culture Techniques

Funded by : National Research Council of Thailand. (2003 - 2004)

- **PUBLICATION LIST**

1. **Chaitanawisuti, N.** and Menasveta, P., 1987. Experimental Suspended Culture of Green Mussel (*Perna viridis*) Using Spat transplanted From a Distance of Settlement Ground in Thailand. ***Journal of Aquaculture,*** 66 : 97-107.
2. **Chaitanawisuti, N.** and P. Menasveta., 1989. Effect of Pelleted Diets Containing Different Moisture Contents on Growth and Feed Conversion Efficiency of the Juvenile Seabass *(Lates calcarifer).* ***Journal of Aquaculture in the tropics,*** 4 : 147-156.
3. **Chaitanawisuti, N.** and Menasveta, P., 1991. Effect of Water Depths and Their Environmental Parameters Controlling Growth and Survival of Scallop, *Amusium pleuronectes, and* Green Mussel, *Perna viridis,* in Suspended Culture. ***Journal of Aquaculture in the tropics,*** 6 : 15-24.
4. **Chaitanawisuti, N.** and Menasveta, P., 1992. Preliminary Studies on Breeding and Larval Rearing of Asian Moon Scallop *(Amusium pleuronectes).* ***Journal of Aquaculture in the tropics,*** 7 : 205-218.
5. **Chaitanawisuti, N.** and Piyatiratitivorakul, S., 1994. Studies on Cage Culture of Red Snapper *(Lutjanus argentimaculatus)* With Special Emphasis on Growth and Economic Estimate. ***Journal of Aquaculture in the Tropics.,*** 9 : 269-278.
6. **Chaitanawisuti, N.** and Piyatiratitivorakul, S., 1994. Studies on Growth and Production of Juvenile Seabass *(Lates calcarifer)* Fed Exclusively with the Moist Pelleted Diets in Floating Net Cages. ***Journal of Aquaculture in the Tropics,*** 9 : 201-208.
7. **Chaitanawisuti, N.** and Menasveta, P., 1992. Preliminary Studies on Breeding and Larval Rearing of The Asian Moon Scallop *(Amusium pleuronectes* Linn*).* Symposium on Coastal Zone Management, ***SEAMEO BIOTROP Special Publication No.*** 47 : 117-116.
8. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1997. Laboratory spawning and juvenile rearing of the marine gastropod in Thailand: Spotted babylon, Babylonia areolata

(Neogastropoda : Buccinidae) in Thailand. ***Journal of Shellfish Research,*** 16 (1) : 31-37.

9. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1997. Effect of stocking density and substrate presence on growth and survival of juvenile spotted babylon, Babylonia areolata (Neogastropoda : Buccinidae). ***Journal of Shellfish Research,*** 16 (2) : 429-433.

10. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Growth and survival of hatchery-reared juvenile spotted babylon, Babylonia areolata (Neogastropoda : Buccinidae), in four nursery culture conditions. ***Journal of Shellfish Research,*** 17 (2) : 85-88.

11. Menasveta, P., Wongratana, T., **Chaitanawisuti, N** and S. Rungsupa., 1986. Species Composition and Standing Crop of Coral Reef Fishes in Sichang Islands, Gulf of Thailand. ***Journal Galaxea,*** 5: 115-122.

12. Wongratana,T., **N. Chaitanawisuti** and Menasveta, P.,1990. Predatory Fishes Around Khang Khao Island and the Adjacent Area. ***Journal Galaxea,*** 8: 311-319.

13. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Fishery status of portunid crabs in Thailand 1988-1995. **International Forum on the Culture of portunid crabs,** 1-4 December 1998, Boracay, Philippines. (Extended abstract)

14. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Growing-out operations and cost analysis of the mud crab, *Scylla serrata*, in earthern ponds at Samutprakarn province, Central part of Thailand. **International Forum on the Culture of portunid crabs,** 1-4 December 1998, Boracay, Philippines. (Extended abstract).

15. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Trap fishing for spotted babylon, *Babylonia areolata* Link, 1807 (Gastropoda) in the Eastern Gulf of Thailand. **The 8th International Workshop/Congress of the Tropical Marine Mollusc Programme,** Prachuab Khirikhan, Thailand, 18-22 August, 1997, Publishing in Phuket Marine Biological Center Special Publication 18(1): 149-152.

16. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Trap fishing for spotted babylon, *Babylonia areolata* Link, 1807 (Gastropoda) in the Eastern Gult of Thailand. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** 18(1): 149-152.

17. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1999. Effects of different feeding regimes growth, survival and feed conversion of hatchery-reared juveniles of the spotted babylon,

Babylonia areolata Link 1807, in flow-through culture system. **Journal Aquaculture Research, 30 : 589-593.**

18. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1999. Growth and production of hatchery-reared juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, cultured to marketable sizes in intensive flow-through and semi-closed recirculating water system. Accepted for publishing in **Journal Aquaculture Research (1999)**.

19. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1999. Effects of different types of substrate on growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, reared in a flow-through culture system. Already accepted for publishing in **Journal of Aquaculture Research (2000).**

20. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1999. Growth, feed efficiency and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, fed experimental formulated diets. Already accepted for publishing in **Journal of Aquaculture Research (2000).**

21. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1999. Effects of different substrate on growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, reared in flow-through water system. Already accepted for publishing in **Journal of Aquaculture Research (2000).**

- **PUBLICATIONS IN REGIONAL AND NATIONAL JOURNAL**

1. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2528. การทดลองเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ *(Perna viridid)* โดยการใช้เชือกห้อยแขวน. ประมวลประชุมวิชาการเรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 1, 7-8 มีนาคม 2528, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 333-348.

2. **Chaitanawisuti, N.** and Jarayabhand, P. 1987. Induced spawning and Larval Rearing Techniques of the Rabbitfish, *Siganus guttatus*, Bloch. ประมวลประชุมวิชาการ เรื่อง ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 2, 17-18 ธันวาคม 2530, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 66-73.

3. **Chaitanawisuti, N.** and Jarayabhand, P. 1987. Effect of Stocking Density on Growth of Juvenile Rabbitfishes (*Siganus guttatus*). ประมวลประชุมวิชาการ เรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิต ทางน้ำ ครั้งที่ 2, 17-18 ธันวาคม 2530, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 74-83.

4. **Chaitanawisuti, N.** and Jarayabhand, P. 1987. Experiment on Natural Spat Collecting Technique Using Oyster in Oyster Culture (*Crassostrea* spp). ประมวลประชุมวิชาการ

เรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 2, 17-18 ธันวาคม 2530, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 11-26.

5. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และนุดล โมพี 2539. การศึกษาชนิดและปริมาณการแพร่กระจายของสิ่งปฏิกูลในรอบปีบริเวณชายฝั่งทะเลเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. วารสารวาริชศาสตร์ 2 (2) : 106-116.

6. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์**. 2538 การวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปลาทะเลบางชนิดสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง (ระยะที่ 2) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2535 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 21 หน้า

7. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และอนุตร กฤษณะพันธุ์ 2540 Research on culture techniques of the spotted babylon *(Babyonia areolata)* for commercial purpose. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป ประจำปี 2538 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 43 หน้า.

8. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์, **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และ นุดล โมพี, 2528. การเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมพันธุ์เล็ก (*Crassostrea commercialis)* บริเวณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะสีชัง. ประมวลประชุมวิชาการ เรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 1, 7-8 มีนาคม 2528, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 320-333.

9. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์, สมภพ รุ่งสุภา และ **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์**, 2528. การผสมเทียมหอยนางรม (*Crassostrea spp)* ในประเทศไทย. ประมวลประชุมวิชาการ เรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 1, 7 - 8 มีนาคม 2528, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 272-286.

10. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์**, อำพร พรหมเผ่า และ สุรีย์พร ทองพัฒน์, 2534. การเพาะเลี้ยงหอยเซลล์ *(Amusium pleuronectes)* และการอนุบาลลูกหอยวัยอ่อน. ประมวลประชุมวิชาการเรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 3, 17-18 มกราคม 2534, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 526-527. (บทคัดย่อ).

11. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์**, อำพร พรหมเผ่า และ สุรีย์พร ทองพัฒน์, 2534. ผลระดับความลึกและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่ออัตราการรอดและการเจริญของลูกหอยเซลล์ *(Amusium pleuronectes)* และหอยแมลงภู่ *(Perna viridis)* จากการเพาะเลี้ยงด้วยวิธีการห้อยแขวน. ประมวลประชุมวิชาการเรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 3, 17-18 มกราคม 2534, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 528-529. (บทคัดย่อ).

12. **Chaitanawisuti, N**. and K. Yamazato., 1996. Preliminary study on interspecific competition between Zoanthids and other sessile invertebrates on reef of Khang Khao island, Gulf of Thailand. Abstract presented in International symposium on Ecology of coral reef

communities in the Gulf of Thailand. 24-26 October 1996, Sichang Palace Hotel, Cholburi, Thailand. (Abstract).

13.**นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และอนุตร กฤษณะพันธุ์ 2540 ฐานข้อมูลวิจัยการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเขตร้อนของประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเขตร้อนและพันธุกรรม. โรงแรมรอยัลปริ๊นเซส จังหวัดระนอง 2-3 พฤษภาคม 2540 (บทคัดย่อ)

14.**Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1998. Species Composition, DistributionPattern and Abundance of Fish Larvae at the Project Area of Hin Krut Coal-Fired Power Plant, Bang Saphan, Prachuab Kirikhan Province. A final report submitted to Union Power Development Company, 25 pp.

15.**Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A. 1998. Growing-out operations and cost analysis of the mud crab, *Scylla serrata*, in eastern ponds at Samutprakarn province, Central part of Thailand. International Forum on the Culture of portunid crabs, 1-4 December 1998, Boracay, Philippines. (Extended abstract)Chaitanawisuti, N. and Kritsanapuntu, A. 1998. Trap fishing for spotted babylon, Babylonia areolata Link, 1807 (Gastropoda) in the Eastern Gulf of Thailand. The 8th International Workshop/Congress of the Tropical Marine Mollusc Programe, Prachuab Khirikhan, Thailand, 18-22 August, 1997, Publishing in Phuket Marine Biological Center Special Publication 18(1) : 149-152.

16.**Chaitanawisuti, N.** Fromont, J., Yeemin, T, Putchakarn, S, Chouychoowong, P. and Kritsanapuntu, A. 1998. Occurrence of demosponges (Porifera: Demospngiae) in coral reef habitats of Chonburi province, Inner part of the Eastern Gulf of Thailand. International Conference on the Fifth Asian Fisheries Forum, Chiang Mai province, Thailand, 11-14 November 1998.

17.**Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Effects of different feeding regimes on the growth and survival of juvenile spotted Babylon, *Babylonia areolata*, in the flow-through culture system. International Conference on the Fifth Asian Fisheries Forum, Chiang Mai province, Thailand, 11-14 November 1998.

18.**Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Aquaculture potential for juveniles spotted Babylon, *Babylonia areolata*, reared under flow-through culture system to marketable size. International Conference on the Fifth Asian Fisheries Forum, Chiang Mai province, Thailand, 11-14 November 1998.

19.**Chatanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A. 1998. Species Composition, DistributionPattern and Abundance of Fish Larvae at the Project Area of Hin Krut Coal-Fired Power Plant,

Bang Saphan, Prachuab Kirikhan Province. A final report submitted to Union Power Development Company, 25 pp.

20. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A., 2000. Growth, feed efficiency and survival of juvenile spotted Babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, fed experimental formulated diets. *Journal Aquaculture Research*. (in press)

21. **Chaitanawisuti, N**. and Kritsanapuntu, A., 2000. Effects of different types of substrate on growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, reared in a flow-through culture system. . *Journal Aquaculture Research*. (in press) .

22. **Chaitanawisuti, N.** and Kritsanapuntu, A., 2000. Effects of different substrate on growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, reared in flow-through water system. *Journal Aquaculture Research*. (in press).

23. **Chaitanawisuti,** N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2001. Growth, feed efficiency and survival of hatchery-reared juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, fed with formulated diets. **Asian Fisheries Science.** 14: 53-59.

24. **Chaitanawisuti,** N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2001. Growth trials for polyculture of hatchery-reared juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, in flow-through seawater system. **Aquaculture Research**. 32: 247-250.

25. **Chaitanawisuti**, N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2001. Effects of feeding rates on the growth,survival and feed utilization of hatchery-reared juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, in a flow-through seawater system. **Aquaculture Research**. 32: 689-692.

26. **Chaitanawisuti,** N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2002. Effects of different types of substrate on growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, reared in a flow-through culture system. **Asian Fisheries Science**. 14(3): 279-284.

27. **Chaitanawisuti**, N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2002. Economic analysis of a pilot commercial production for spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, marketable sizes using a flow-through culture system in Thailand. **Aquaculture Research**. 33 : 1-8.

28. **Chaitanawisuti,** N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2002. Economic analysis of a pilot commercial hatchery-based operation for spotted babylon, *Babylonia areolata* Link 1807, juveniles in Thailand. **Journal of Shellfish Research.** 21 (2):

29. Chaitanawisuti, N. Kritsanapuntu, A. and Saentaweesuki, V. 2004. Effects of stocking densities and different microalgal diets on growth and survival of spotted Babylon larvae (*Babylon areolata* link 1807). ***Applied Fisheries & Aquaculturel.*** 4 : 30 – 33.

30. Chaitanawisuti, N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2004. Research and development on commercial land-based aquaculture of spotted Babylon, *Babylon areolata*, in Thailand: Pilot hatchery-based seedling operation. ***Aquaculture Asia*** 9 (3): 16 – 20.

31.Chaitanawisuti, N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2004. Research and development on commercial land-based aquaculture of spotted Babylon, *Babylon areolata*, in Thailand : Pilot grow - out operation. ***Aquaculture Asia*** 9 (4): 21 – 25.

32. Chaitanawisuti, N. Kritsanapuntu, A. and Natsukari, Y. 2005. Growout of hatchery-reared juveniles spotted Babylon (*Babylonia areolata* Link 1807) to marketable sizes at four stocking densities in flow-through and recirculating seawater systems. ***Aquaculture International***. 13 (3): 233 – 239.

33. Kritsanapuntu, S, **N. Chaitanawisuti**, T. Yeemin, and S. Putchakarn. 2001. First investigation on biodiversity of marine sponges associated with reef coral habitats in the Eastern Gulf of Thailand. ***Asian Marine Science***. 18: 105 – 115.

34. Kritsanapuntu, S, **N. Chaitanawisuti,**, and T. Yeemin. 2001. A survey of the abundance and distribution patterns of the spherical sponge, *Cinachyrella australiensis* Carter 1886 on an intertidal rocky beach at Sichang Island, inner part of the Eastern Gulf of Thailand. ***Asian Marine Science***. 18:163 – 170.

35. Kritsanapuntu, A, **Chaitanawisuti, N**., Santhaweesuk. W and Natsukari, Y. 2005. Large-scale growout of spotted Babylon, *Babylon areolata*, in earthen ponds : Pilot monoculture operation. ***Aquaculture Asia*** 9 (3): 39 – 43.

Small-scale Fisheries

1. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องมือประมงพื้นบ้านประเภาลอบจับสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก : ระยะที่ 1 (ลอบปลาในแนวปะการัง) รายงาน

การวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2542 สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 27 หน้า

2. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2544. การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องมือประมงพื้นบ้านประเภาลอบจับสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก : ระยะที่ 2 (ลอบหมึก) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2543 สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 24 หน้า

3. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องมือประมงพื้นบ้านประเภาลอบจับสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก : ระยะที่ 3 (ลอบหอยหวาน) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2544 สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 37 หน้า

4. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ อนุตร กฤษณะพันธุ์ และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต 2544 การศึกษาผลผลิตและมูลค่าของสัตว์ทะเลที่ได้จากเครื่องมือประมงชายฝั่งพื้นบ้านบริเวณชายฝั่งทะเลหินกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ **รายงานผลการวิจัยเสนอแก่บริษัท Union Power Development Company** : 48 หน้า

หนังสือ/ตำรา

1. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยวาน : หลักการและแนวปฏิบัติ หนังสือในโครงการจัดพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยลำดับที่ 8 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 114 หน้า

Technology transfer

1. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแก่บัณฑิตว่างงาน รุ่นที่ 1 (การเพาะเลี้ยงหอยทะเล)" จำนวน 80 คน (15 พฤษภาคม – 4 มิถุนายน 2542) ภายใต้โครงการเงินกู้เพื่อฟื้นฟูและกระตุ้นเศรษฐกิจ (MIYAZAWA) ภายใต้การสนับสนุนโดยทบวงมหาวิทยาลัย

2. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์ รุ่นที่ 1" จำนวน 50 คน (28 มีนาคม–6 เมษายน 2545) ภายใต้การสนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

3. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์ รุ่นที่ 2" จำนวน 50 คน (24 มิถุนายน–3 กรกฎาคม 2545) ภายใต้การสนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4. โครงการสัมมนาระดมความคิดเพื่อจัดตั้ง "ชมรมผู้เลี้ยงหอยหวานไทย" ครั้งที่ 1 จำนวน 50 คน (14 –15 ธันวาคม 2545) ภายใต้การดำเนินงานโดยสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

- **ผลงานที่เผยแพร่ในวารสารระดับชาติ (Regional journal / seminar)**

1. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และอนุตร กฤษณะพันธุ์ 2540 การวิจัยเบื้องต้นเพื่อการเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์ **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป** ประจำปี 2538 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 43 หน้า.

2. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และอนุตร กฤษณะพันธุ์ 2543 การวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตหอยทะเลเศรษฐกิจชนิดใหม่ : หอยหวาน สำหรับการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำปี 2540** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 132 หน้า.

3. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** และอนุตร กฤษณะพันธุ์ 2545 การวิจัยและพัฒนาเพื่อการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย **เอกสารประกอบการสัมมนาผลการวิจัยเรื่อง** "การพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย" โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพ 2 กุมภาพันธ์ 2545

4. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** ศิรุษา กฤษณะพันธุ์ ธรรมศักดิ์ ยีมิน สุเมตต์ ปุจฉาการ และ Jane Fromont 2543 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำทะเลที่อาศัยอยู่ร่วมกับแนวปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (จังหวัดชลบุรีถึงตราด) **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย** (โครงการ BRT) **ประจำปี 2540**: 207 หน้า

5. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** ศิรุษา กฤษณะพันธุ์ ธรรมศักดิ์ ยีมิน สุเมตต์ ปุจฉาการ และ Jane Fromont 2545 ความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำที่อาศัยอยู่ร่วมกับแนวปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (จังหวัดชลบุรี – ตราด) **รายงานการวิจัยในโครงการ BRT** (2545) : 148 - 155

6. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** อนุตร กฤษณะพันธุ์ วรรณณี แสนทวีสุข และสมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล 2548 การศึกษาผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่น (*Babylonia areolata* Link 1807) ถึงขนาดตลาดในบ่อดินด้วยวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำปี 2546** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 225 หน้า.

7. **นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์** อนุตร กฤษณะพันธุ์ วรรณณี แสนทวีสุข และสมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล 2548 การศึกษาผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่น (*Babylonia areolata* Link 1807) ถึงขนาดตลาดในบ่อดินด้วยวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ **เอกสารประกอบการสัมมนาผลการวิจัย** โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โรงแรมทิพย์วิมานรีสอร์ท หาดชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 12 กรกฎาคม 2548. 74 หน้า.

4.4 บทความทางวิชาการ

1. "เพาะเลี้ยงหอยหวาน งานวิจัยจุฬาฯ เพื่อชาวประมงไทย" ***วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน"*** ปีที่ 12 ฉบับที่ 229 (ธันวาคม 2542)

2. "การเลี้ยงหอยหวานเพื่อการค้า" ***นิตยสารส่งเสรมอาชีพเพาะลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืน "เทคโนโลยีสัตว์น้ำ"*** ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (กันยายน 2543)

3. "สัตว์น้ำน่าลงทุน ช่องทางการพัฒนาและการทำตลาดหอยหวาน" ***นิตยสาร "สัตว์น้ำเศรษฐกิจ"*** ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (สิงหาคม 2545)

4. "แนวทางเพาะเลี้ยงหอยหวานเพื่อการอนุรักษ์และการค้า" ***นิตยสารส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจสัตว์น้ำ "สัตว์น้ำ"*** ปีที่ 11 ฉบับที่ 126 (กุมภาพันธ์ 2543)

5. "สัตว์น้ำน่าลงทุน ช่องทางการพัฒนาและการทำตลาดหอยหวาน" ***นิตยสารเพื่อข้อมูลข่าวสารวงการเกษตรและอุตสาหกรรม "โลกเกษตร & อุตสาหกรรม"*** ฉบับที่ 34 (สิงหาคม 2545)

6. "การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และการเพาะพันธุ์หอยหวาน" ***นิตยสาร "ประมงธุรกิจ"*** ปีที่ 2 ฉบับที่ 23 (กันยายน 2544)

7. "เลี้ยงหอยหวาน ตลาดยังต้องการอีกมาก" ***นิตยสาร "สวนเกษตร"*** ปีที่ 2 ฉบับที่ 42 (พฤษภาคม 2544)

8. "วิสัยทัศน์หอยหวาน-หอยเป๋าฮื้อ (หอยหวานสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวใหม่)" ***นิตยสารส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจสัตว์น้ำ "สัตว์น้ำ"*** ฉบับพิเศษ (พฤษภาคม 2544)

9. รายการวิทยุมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (รายการร่วมแรง ร่วมใจ กับวิจัยการเกษตร)เรื่อง "การพัฒนาการผลิตหอยทะเลเศรษฐกิจชนิดใหม่ : หอยหวานไทย" ***โดยสถานีวิทยุมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*** ออกอากาศเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2546

10. รายการโทรทัศน์เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตหอยเศรษฐกิจชนิดใหม่ : หอยหวาน" ***โดยบริษัท ไอเดีย ดี ครีเอชั่น จำกัด ออกอากาศทางสถานีวิทยุและโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5*** เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2547

11. รายการโทรทัศน์สดเรื่อง "หอยหวาน : หอยทะเลเศรษฐกิจชนิดใหม่ของไทย" ***โดยบริษัท ไอเดีย ดี ครีเอชั่น จำกัด ออกอากาศทางสถานีวิทยุและโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5*** เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2547

12. "สู่ย่างก้าวของความสำเร็จการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน" ***นิตยสาร "สัตว์น้ำเศรษฐกิจ"*** ปีที่ 16 ฉบับที่ 186 (กุมภาพันธุ์ 2548)

13. รายการโทรทัศน์เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตหอยเศรษฐกิจชนิดใหม่ : หอยหวาน" โดยรายการ ***"ใจสู้มือสร้าง" ออกอากาศทางสถานีวิทยุและโทรทัศน์แห่งประเทศไทยช่อง 11*** เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2548

14. "หอยหวานไทยกับการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่งของไทย" ***แวดวงเกษตร หนังสือพิมพ์เดลินิวส์*** ฉบับที่ วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2548

15. "เลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน งานวิจัยเพื่อลดต้นทุน สร้างงาน สร้างเงินได้ดี" ***หนังสือเทคโนโลยีชาวบ้าน*** ปีที่ 17 ฉบับที่ 356 วันที่ 1 เมษายน 2548

16. "เลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน" ***วารสาร รักษ์เกษตร*** ISSN 1685-0505 ปีที่ 4 ฉบับที่ 46 ประจำเดือน มิถุนายน 2548

17. "แนวทางการพัฒนาหอยหวานสู่สัตว์น้ำเศรษฐกิจด้อง Contract Farming" ***นิตยสารส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจสัตว์น้ำ "สัตว์น้ำ"*** ปีที่ 16 ฉบับที่ 188 (เมษายน 2548)

18. "หอยหวานในบ่อดินอีกทางเลือกของการฟื้นบ่อกุ้ง" ***นิตยสารเพื่อข้อมูลข่าวสารวงการเกษตรและอุตสาหกรรม "โลกเกษตรและอุตสาหกรรม"*** ปีที่ 70 ฉบับที่ 70 (กันยายน 2548)

19. "การเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาดตลาดด้วยบ่อเลี้ยงระบบน้ำไหลผ่านตลอด : การเลือกที่ตั้งฟาร์มเลี้ยงหอยหวาน" ***นิตยสาร "สัตว์น้ำเศรษฐกิจ"*** ปีที่ 17 ฉบับที่ 194 (ตุลาคม 2548)

20. "เลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน (กุ้งกุลาดำ) งานวิจัยเพื่อลดต้นทุน สร้างงาน สร้างเงินดี" ***นิตยสาร "เทคโนโลยีการประมง"*** ปีที่ 17 ฉบับที่ 356 (เมษายน 2548)

ประวัติที่ปรึกษาโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดร. กัลยา วัฒยากร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Gullaya Wattayakorn

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

หน่วยงานที่สังกัด / หมายเลขโทรศัพท์ และโทรสาร

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ / โทรสาร 02-218-5407 /02-255-0780

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัย	ปริญญา	สาขาวิชา
VIMS, College of William and Mary, U.S.A.	Ph.D.	Chemical Oceanography
Asian Institute of Technology	M.S.	Environmental Engineering
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	วท.บ.	วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

1. Nutrient Dynamics in mangroves and coastal waters
2. Coastal and Estuarine Pollution, Oil Pollution
3. Persistent Organic Pollutants (POPs)
4. Eutrophication

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

- **ผลงานวิจัย**

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ **(บางส่วน: 2001-2009)**

Wattayakorn, G., P. Prapong and D. Noichareon (2001) Biogeochemical budgets and processes in Bandon Bay, Suratthani, Thailand. Journal of Sea Research 46: 133-142.

Alongi, D.M., **G. Wattayakorn**, J. Pfitzner, I. Zagorskis, F. Tirendi, G.J. Brunskill, and B.F. Clough (2001) Organic carbon accumulation and metabolic pathways in sediments of mangroves of southern Thailand. Marine Geology 179: 85-103.

Wattayakorn, G. (2001) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Chao Phraya estuary and estimated discharge rates into the Upper Gulf of Thailand. Proc. 5th IOC/WESTPAC International Scientific Symposium, 27-31 August 2001, Seoul, Korea.

Wattayakorn, G. (2002) Assessment of potential nutrient release from dredging activities. In: Characterization of Contaminated Sediments (M. Pellei, A. Porta and R. E. Hinchee: eds.). Battelle Press, Columbus, USA. S1-1: pp. 255-262.

Alongi, D.M., L. Trott, **G. Wattayakorn** and B.F. Clough (2002) Below-ground nitrogen cycling in relation to net canopy production in mangrove forests of southern Thailand. Marine biology, 140: 855-864.

Adeel, Z, M. Tabucanon, Y. In-na, M. Thanomphan, **G. Wattayakorn**, K. Tsukamoto and S. Vongvisessomjai. (2003) Capacity development needs in the Chao Phraya River basin and the Gulf of Thailand. Paper presented at the International Conference on "Managing Shared Waters: Towards Sustainable Transboundary Coastal Ecosystems", 23-28 June, 2002, Ontario, Canada. United Nations University Press, 25 pp.

Wattayakorn, G. (2003) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Chao Phraya estuary, Thailand. J. Sci. Res. Chula. Univ., Vol.28, no.2: 15-27, Special Issue I (NRC-EHWM).

Wattayakorn, G. (2003) Contamination of toxic substances in the Tha Chin Estuary, Thailand. Paper presented at 6th International Conference on the Environmental Management of Enclosed Coastal Seas. 18-21 November, 2003. Bangkok, Thailand.

Wattayakorn, G. 2003. Contamination of PAHs in coastal environment of Thailand. Paper presented at the First JSPS Joint Seminar on Coastal Oceanography, Chiang Mai, Thailand, 14-16 December 2003.

Wattayakorn, G. 2004. Marine environmental status in Thai Waters. Paper presented at the 4th UNU-ORI International Workshop on Marine Environment, Otsuchi, Japan, 12-16 February, 2004.

Alongi, D.M., **G. Wattayakorn**, F. Tirendi and P. Dixon. 2004. Nutrient capital in different aged forests of the mangrove *Rhizophora apiculata*. Botanica Marina, 47: 116-124.

Alongi, D.M., **G. Wattayakorn**, S. Boyle, F. Tirendi, C. Payn and P. Dixon. 2004. Influence of roots and climate on mineral and trace element storage and flux in tropical mangrove soils. Biogeochemistry 69(1): 105-123.

Wattayakorn, G. 2004. Petroleum hydrocarbon contamination in coastal environment of Thailand. Paper presented at the 2nd Coastal Zone Asia Pacific Conference, Brisbane, Australia. 5-9 September, 2004.

Wattayakorn, G., J. Chaipuriwong, D. Noicharoen and K. Rattanasutthipong. 2004. Some Toxic substances in sediment samples from the Thachin estuary, Thailand. Paper presented at the 5th UNU-ORI-JSPS International Workshop on Marine Pollution, Otsuchi, Japan. 3-8 November, 2004.

Wattayakorn, G., W.C., Burnett, M. Taniguchi, P. Sojisuporn and S. Rungsupa. 2004. Contribution of Carbon and Nutrient Species into SE Asian Waters via Submarine Groundwater Discharge. Final Report submitted to Southeast Asian Regional Committee for START (SARCS) Project 92/01/Carbon-004, 35 pp.

Burnett, W.C., M. Taniguchi and **G. Wattayakorn**. 2004. Groundwater and Nutrient Inputs into the Upper Gulf of Thailand. LOICZ Newsletter, no.33: 4-5. www.loicz.org

Wattayakorn, G., J. Chaipuriwong. 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from the Thachin Estuary, Thailand. J. Sci. Res. Chula. Univ., Vol.28, no.2: 15-27, Special Issue I (NRC-EHWM).

Dulaiova, H., W. C. Burnett, **G. Wattayakorn**, and P. Sojisuporn. 2005. Geochemical tracer study in the Chao Phraya River and estuary. (submitted)

Taniguchi, M., W. C. Burnett, H. Dulaiova, F. Siringan. J. M. Foronda, **G. Wattayakorn**, S. Rungsupa, E. A. Kontar and L. McManus . 2005. Groundwater Discharge as an Important Land-Sea Pathway in Southeast Asia. Final Report for APN Project 2004-16NSY, 64 pp.

Taniguchi, M., W. C. Burnett, H. Dulaiova, F. Siringan. J. M. Foronda, **G. Wattayakorn**, S. Rungsupa, and E. A. Kontar. 2005. Groundwater Discharge as an Important Land-Sea Pathway in Manila Bay, Philippines. (submitted to Journal of Hydrology)

Brinkman R, **G. Wattayakorn**, E. Wolanski, S. Spagnol and K. Marshall. 2005. Storm-driven erosion of fine sediment and its subsequent transport and trapping in fringing mangroves, Sawi Bay, Thailand. Journal of Coastal Research, SI 42: 211-220.

Buapeng, S. and **G. Wattayakorn**. 2005. Groundwater Situation in Bangkok and Its Vicinity. Proc. RIHN International symposium on "Human Impacts on Urban Subsurface Environment" 18-20 October, 2005, Kyoto, Japan, pp.60-63.

Wattayakorn, G. 2005. Environmental Issues in the Gulf of Thailand. In: The Environment in Asia Pacific Harbours, E. Wolanski (ed.), Springer, Netherland. 497 pp.

Wattayakorn, G. 2005. Chemical pollution of coastal area in Thailand. Proc. 2nd International Symposium on the Development of Water Resource Management System in Mekong Watershed, 7 December, 2005, AIT Conference Center, Bangkok, Thailand. pp.6-13.

Wattayakorn, G., J. Chaipuriwong. 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from the Thachin Estuary, Thailand. J. Sci. Res. Chula. Univ., Vol.31: 76-82, Special Issue II (NRC-EHWM).

Boonyatumanond, R., **G. Wattayakorn**, A. Togo, and H. Takada. 2006. Distribution and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in riverine, estuarine, and marine sediments in Thailand. Marine Pollution Bulletin, vol.52, p.942-956

Dulaiova, H. , W.C. Burnett, **G. Wattayakorn**, and P. Sojisuporn, 2006. Are groundwater inputs into river-dominated areas important? The Chao Phraya River – Gulf of Thailand. Limnology and Oceanography, 51, 2232-2247

Harino, H ., M. Ohji, **G. Wattayakorn**, T. Arai, S. Rungsupa and N. Miyazaki. 2006. Occurrence of Antifouling Biocides in Sediment and Green Mussels from Thailand. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 51:400-407.

Burnett, W.C., **G. Wattayakorn**, M. Taniguchi, H. Dulaiova, P. Sojisuporn, S. Rungsupa, and T. Ishitobi, 2007a. Groundwater-derived nutrient inputs to the Upper Gulf of Thailand. Continental Shelf Research, 27(2), 176-190.

Burnett, W.C., S. Chanyotha, **G. Wattayakorn**, M. Taniguchi, Y. Umezawa, and T. Ishitobi, 2007b. Groundwater as a pathway of nutrient contamination in Bangkok, Thailand. Science of the Total Environment, submitted.

Boonyatumanond, R., **G. Wattayakorn**, A. Amano, Y. Inouchi, and H. Takada. 2007. Reconstruction of pollution history of organic contaminants in the upper Gulf of Thailand by using sediment cores: First report from Tropical Asia Core (TACO) project. Mar. Pollut. Bull., 54: 554–565.

Harino, H., M. Ohji, **G. Wattayakorn**, K. Adulyanukosol, T. Arai and N. Miyazaki. 2007a. Accumulation of Organotin Compounds in Tissues and Organs of Stranded Whales Along the Coasts of Thailand. Arch. Environ. Contam. Toxicol. :53,119-125.

Harino, H., M. Ohji, **G. Wattayakorn**, K. Adulyanukosol, T. Arai and N. Miyazaki. 2007b. Concentrations of Organotin Compounds in Tissues and Organs of Dugongs from Thai Coastal Waters. Arch Environ Contam Toxicol, 53, 495–502

Harino, H., M. Ohji, **G. Wattayakorn**, K. Adulyanukosol, T. Arai and N. Miyazaki. 2007c. Accumulation of Organotin Compounds in Tissues and Organs of Dolphins from the Coasts of Thailand. Arch Environ Contam Toxicol, DOI 10.1007/s00244-007-9005-5

Boonyatumanond, R., M. Murakami, **G. Wattayakorn**, A. Togo A. and H. Takada. 2007. Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in street dust in a tropical Asian mega-city, Bangkok, Thailand. Science of the Total Environment, 384: 420–432.

Taniguchi, M., T. Ishitobi, W.C. Burnett, **G. Wattayakorn**. 2007. Evaluating ground water - sea water interactions via resistivity and seepage meters, Ground Water, 45(6), 729-735.

Wattayakorn, G., S. Panutrakul, K. Adulyanukosol and N. Miyazaki. 2007. Accumulation of Organochlorines and Heavy Metals in Marine Mammals from the Thai Waters: Dolphins and dugongs. Final Report submitted to the National Research Council of Thailand. 100 pp.

Taniguchi, M., W.C. Burnett, H. Dulaiova, F. Siringan, J. M. Foronda, **G. Wattayakorn**, S. Rungsupa, E.A. Kontar, and T. Ishitobi. 2008. Groundwater Discharge as an Important Land-Sea Pathway in Manila Bay, Philippines. Journal of Coastal Research, 24, 1A, 15-24.

Harino, H., T. Arai., M. Ohji, A. Ismail, **G. Wattayakorn** and N. Miyazaki. 2008. Occurrence of Antifouling Biocides in Southeast Asia: Malaysia, Thailand and Vietnam. In: The ASEAN Conference "Conservation on the Coastal Environment", Eds. M. Miyazaki and **G. Wattayakorn**, Shinjusha Co., Ltd., Japan, 91-111.

Wattayakorn, G. 2008. Status of butyltin contamination in Thailand coastal waters. Coastal Marine Science 32(1): 82-87.

Bumett, W., R. Peterson, M. Taniguchi, G. **Wattayakom**, S. Chanyotha, and F. Siringan. 2009. Importance of groundwater discharge in developing urban centers of Southeast Asia. In: Taniguchi et al. (eds), From Headwaters to the Ocean, Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-47279-1, pp.289-294.

Burnett, W., S. Chanyotha, G. **Wattayakorn**, M. Taniguchi, Y. Umezawa, and T. Ishitobi. 2009. Underground sources of nutrient contamination to surface waters in Bangkok, Thailand. Science of the Total Environment, 407, 3198-3207.

Siriporn, P., G. **Wattayakorn**, S. Angsupanich, W. Baeyens and M. Leermakers. 2009. Distribution of trace elements in sediments and biota of Songkhla Lake, Southern Thailand. Water Air Soil Pollution, DOI 10.1007/s11270-009-0093-x.

สุริยัณห์ สาระมูล และ **กัลยา วัฒยากร**. 2545. การแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างคลองปากนคร และอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ประมวลผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ: การจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า III-18 ถึง III-25

ดำรงค์ศักดิ์ น้อยเจริญ และ **กัลยา วัฒยากร**. 2545. การสะสมของมลสารชนิดสลายตัวยากในดินตะกอนและหอยแมงภู่ Perna viridis จากบริเวณเอสทูรีแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ประมวลผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ: การจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า III-26 - III-33.

กัลยา รัตนสุทธิพงษ์ และ**กัลยา วัฒยากร**. 2545. การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอนและต้นแสมขาว (*Avicennia alba Bl*) บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ประมวลผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ: การจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า III-86 - III-92

จิราณีย์ ไชยปุริวงศ์ และ**กัลยา วัฒยากร**. 2545. การกระจายของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณเอสทูรีแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ประมวลผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ: การจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า III-93 - III-100

กัลยา วัฒยากร จิราณีย์ ไชยปุริวงศ์ และดำรงค์ศักดิ์ น้อยเจริญ. 2545. การปนเปื้อนของมลสารบริเวณเอสทูรีแม่น้ำท่าจีน ใน: ประชากรและทรัพยากรชายฝั่งทะเล (รวมบทความทางวิชาการ) วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 293-303

กัลยา วัฒยากร. 2547. สารอาหารในดินตะกอนและฟลักซ์ระหว่างดินและน้ำทะเลบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ใน: สนิท อักษรแก้ว และคณะ. "การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย" สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, หน้า 239-250.

กัลยาวัฒยากร และนิตยาพร ตันมณี. 2547. โลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ใน: สนิท อักษรแก้ว และคณะ. "การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย" สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, หน้า 269-276.

กัลยา วัฒยากร. 2547. สถานภาพสารอาหารในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช รายงานการประชุมวิชาการป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 12, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 28-30 สิงหาคม 2547, จ.นครศรีธรรมราช: หน้า I-1-1 - I-1-9.

สุริยัน สารมูล และ **กัลยา วัฒยากร.** 2547. บทบาทของสวนป่าชายเลนต่อความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่งทะเลบริเวณปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช. รายงานการประชุมวิชาการป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 12, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 28-30 สิงหาคม 2547, จ.นครศรีธรรมราช: หน้า III-5-1 - III-5-7.

สุริยัน สารมูล และ **กัลยา วัฒยากร.** 2547. การแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างคลองปากนครและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช รายงานการประชุมวิชาการป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 12, สำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติ, 28-30 สิงหาคม 2547, จ.นครศรีธรรมราช: หน้า

กัลยา วัฒยากร และ สมภพ รุ่งสุภา. 2547. การกระจายและสมดุลของสารอาหารบริเวณเอสทูรีแม่น้ำบางปะกง. ใน: ระบบนิเวศน้ำกร่อยแม่น้ำบางปะกง รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

รุจยา บุณยทุมานนท์ Hideshige Takada Ayako Toko และ **กัลยา วัฒยากร.** 2548 การประยุกต์ใช้โมเลคคิวลาร์มาร์คเกอร์เพื่อศึกษาการกระจายตัวและแหล่งที่มาของสารโพลีไซคลิกอาโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน เสนอในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 19-21 มกราคม 2548 จังหวัดชลบุรี

กัลยา วัฒยากร และคณะ. 2549. การสะสมของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและโลหะหนักในสัตว์ทะเลเลี้ยงลูกด้วยน้ำนมในน่านน้ำไทย: พะยูนและโลมา ทำเนียบผลการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีที่ 14 ฉบับที่ 14 หน้า 13-15.

สมภพ รุ่งสุภา และ **กัลยา วัฒยากร.** 2551. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณเกาะสีชัง จ.ชลบุรี เสนอในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล พ.ศ.2551 ณ โรงแรมเมโทรโพล จังหวัดภูเก็ต กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.