

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการศึกษา

คุณภาพน้ำโดยทั่วไป

จากการวัดคุณภาพน้ำโดยทั่วไปบริเวณ อ่าวชลบุรี เกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) อ่าวอุดม (กลาง) อ่าวอุดม (สะพานปลา) หัวแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง (ตอนกลาง) และ ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ยอชท์ คลับ ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 ขณะทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 พารามิเตอร์คือ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง โดยคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณที่ ทำการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของกรมควบคุมมลพิษ ที่แสดงดังตารางที่ 31 โดยในบริเวณ อ่าวชลบุรี เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนในบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) อ่าวอุดม (กลาง) อ่าวอุดม (สะพานปลา) หัวแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง (ตอนกลาง) และ ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ยอชท์ คลับ เทียบกับค่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 5 เพื่อการอุตสาหกรรม และท่าเรือ โดยบางพื้นที่มีคุณภาพน้ำทะเล ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสืบเนื่องมาจากสภาพอากาศตามฤดูกาลและกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละ บริเวณ มีผลต่อคุณภาพน้ำทั้ง 4 พารามิเตอร์

ปรากฏการณ์การเกิด Imposex และปริมาณการสะสมของสาร ไตรบิวทิลทิน

ไตรบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน ในหอยฝาเดียวบริเวณท่าเทียบเรือ อู่ต่อซ่อมเรือและเส้นทาง การเดินเรือที่สำคัญในจังหวัดชลบุรี

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาปรากฏการณ์การเกิด Imposex และปริมาณการสะสม ของสารไตรบิวทิลทิน ไตรบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน ในหอยฝาเดียวบริเวณท่าเทียบเรือ อู่ต่อซ่อมเรือและเส้นทางเดินเรือที่สำคัญในจังหวัดชลบุรี โดยใช้ความเข้มข้น 10 ng/g (น้ำหนักเปียก) ในการเปรียบเทียบเนื่องจากเป็นค่ามาตรฐานของของปริมาณสารไตรบิวทิลทิน ในน้ำทะเลและดินตะกอนที่ US EPA (United State Environmental Protection Agency) กำหนด ให้มีค่าไม่เกิน 10 ng/l และ 10 ng/g (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ(United State Environmental Protection Agency, 2002)

บริเวณอ่าวชลบุรี

พบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทีนและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทีนและโมโนบิวทิลทีน) ในหอยฝาเดียวพบปริมาณที่น้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมดในทุกเดือนที่ทำการศึกษาแต่อย่างไรก็ตาม สามารถพบการเกิด Imposex ในเดือนมีนาคมและพฤษภาคมคือพบการเกิด Imposex 20% ใน *Pugilina cochlidium* และ 4.35% ใน *Ergalatax contracta* ตามลำดับ ส่วนในเดือนกรกฎาคม กันยายน พฤศจิกายนและกุมภาพันธ์ไม่พบการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียว

บริเวณเกาะสีชัง (ท่าเกาะรังสี)

พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทีนและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทีนและโมโนบิวทิลทีน) ในหอยฝาเดียวสูงในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษา โดยพบสารไตรบิวทิลทีนอยู่ในช่วง 41.57-227.29 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สารไดบิวทิลทีนพบอยู่ในช่วง 113.00-679.67 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และโมโนบิวทิลทีนพบปริมาณน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมดในทุกเดือนที่ทำการศึกษา รวมทั้งพบการเกิด Imposex ในทุกเดือนที่ทำการศึกษาโดยในเดือนมีนาคมพบการเกิด Imposex 50% ใน *Pugilina cochlidium* และในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคมและกันยายนพบการเกิด Imposex 100% ใน *Ergalatax margantica* ส่วนในเดือนพฤศจิกายนและกุมภาพันธ์พบการเกิด Imposex 100% ใน *Cymbiola nobilis*

อ่าวอุดม (กลาง)

พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทีนและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทีนและโมโนบิวทิลทีน) ในหอยฝาเดียวในปริมาณที่สูงแต่ละพบเป็นช่วง ๆ โดยพบสารไตรบิวทิลทีนอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-370.12 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สารไดบิวทิลทีนพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-413.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และโมโนบิวทิลทีนพบปริมาณ น้อยกว่า 10-219.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพบว่าในเดือนพฤษภาคม กันยายนและกุมภาพันธ์มีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทีนและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทีนและโมโนบิวทิลทีน) มีปริมาณการสะสมในหอยฝาเดียวสูงสอดคล้องกับปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวคือในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายนพบการเกิด Imposex 60% และ 14.29% ใน *Pugilina cochlidium* ตามลำดับ ยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ไม่พบการเกิด Imposex ใน *Pugilina cochlidium* สำหรับในเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายนมีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทีนและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทีนและโมโนบิวทิลทีน) ในปริมาณที่ต่ำมากสอดคล้องกับไม่พบการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียว

อ่าวอุดม (สะพานปลา)

พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวในปริมาณที่สูงแต่จะพบเป็นช่วง ๆ โดยพบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-313.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-579.67 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และโมโนบิวทิลทินพบปริมาณน้อยกว่า 10-198.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพบว่าในเดือนพฤษภาคม กันยายนและกุมภาพันธ์ มีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) มีปริมาณการสะสมในหอยฝาเดียวสูงสุดสอดคล้องกับปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวคือในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายนพบการเกิด Imposex 60% และ 7.14% ใน *Pugilina cochlidium* ตามลำดับยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ไม่พบการเกิด Imposex ใน *Pugilina cochlidium* สำหรับในเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายนมีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่ต่ำมากสอดคล้องกับไม่พบการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียว ซึ่งจะพบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) รวมทั้งปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวในบริเวณนี้พบว่ามีแนวโน้มใกล้เคียงกับบริเวณอ่าวอุดม (กลาง)

หัวแหลมฉะเชิง

พบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวบริเวณหัวแหลมฉะเชิงสูงในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกันกับบริเวณบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) แต่จะพบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) รวมทั้งปริมาณการเกิด Imposex สูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) โดยบริเวณหัวแหลมฉะเชิงพบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 70.14-213.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วงน้อยกว่า 10 -279.67 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และโมโนบิวทิลทินพบปริมาณน้อยกว่า 10-229.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ในหอยฝาเดียว ซึ่งสอดคล้องกับการเกิด Imposex ที่พบ 100% ใน *Cymbiola nobilis* ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา

ท่าเรือแหลมฉะเชิง

พบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวบริเวณท่าเรือแหลมฉะเชิงสูงในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกันกับบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) และหัวแหลมฉะเชิง แต่จะพบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) สูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง

(ท่าภาณุรังสี) และหัวแหลมฉับ ส่วนปริมาณการเกิด Imposex บริเวณท่าเรือแหลมฉับพบปริมาณสูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) แต่สำหรับบริเวณหัวแหลมฉับพบปริมาณการเกิด Imposex ในปริมาณเท่ากับบริเวณท่าเรือแหลมฉับ โดยบริเวณท่าเรือแหลมฉับพบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 127.29-613.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ส่วนสารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วง 113.00-879.67 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และสารโมโนบิวทิลทินพบปริมาณ น้อยกว่า 10-298.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ในหอยฝาเดียว สอดคล้องกับผลที่พบการเกิด Imposex 100% ใน *Cymbiola nobilis* ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา

ท่าเรือแหลมฉับ (ตอนกลาง)

พบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) พบว่ามีปริมาณการสะสมในหอยฝาเดียวสูงในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษา เช่นเดียวกันกับบริเวณบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) หัวแหลมฉับ และท่าเรือแหลมฉับ แต่จะพบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในบริเวณนี้มีปริมาณการสะสมในหอยฝาเดียวสูงกว่า บริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) และหัวแหลมฉับ ส่วนบริเวณท่าเรือแหลมฉับจะพบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ใกล้เคียงกันกับบริเวณนี้ และสำหรับปริมาณการเกิด Imposex ในบริเวณนี้พบปริมาณสูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) แต่ในบริเวณหัวแหลมฉับและท่าเรือแหลมฉับจะพบปริมาณการเกิด Imposex เท่ากับบริเวณนี้ โดยบริเวณท่าเรือแหลมฉับ (ตอนกลาง) พบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 170.14-398.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ส่วนสารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วง 179.67-646.33 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และสารโมโนบิวทิลทินพบปริมาณ น้อยกว่า 10-159.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สอดคล้องกับผลที่พบการเกิด Imposex 100% ใน *Cymbiola nobilis* ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา

ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ยอร์ท คลับ

พบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-279.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) สารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-446.33 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) และโมโนบิวทิลทินพบปริมาณน้อยกว่า 10-13.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพบว่าในเดือนมีนาคมมีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่ต่ำมาก สอดคล้องกับไม่พบการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวส่วนในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคมและกันยายนมีปริมาณการสะสม

ของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่สูง สอดคล้องกับปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวคือในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคมและ กันยายนพบการเกิด Imposex 100% 89.66% และ 100% ใน *Nassarius livescens* ตามลำดับ

จากการศึกษาปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) และปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวบริเวณ จังหวัดชลบุรีทั้ง 8 สถานี พบว่าในบริเวณอ่าวชลบุรีพบปริมาณการสะสมของสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) รวมทั้งปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวต่ำที่สุด และ บริเวณอ่าวอุดม (กลาง) อ่าวอุดม (สะพานปลา) และ ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ยอร์ชท์ คลับ พบปริมาณการสะสมของสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) และปริมาณการเกิด Imposex เป็นช่วง ๆ แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินออกมาเป็น ระยะ ๆ ส่วนในบริเวณ เกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) หัวแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง และ ท่าเรือแหลมฉะบั้ง (ตอนกลาง) พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) และปริมาณการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียวสูงในทุก เดือนที่ทำการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามีการปลดปล่อยสาร ไตรบิวทิลทินตลอดระยะเวลาที่ ทำการศึกษา

การหาประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r)

จากการหาประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ของคุณภาพน้ำ ร้อยละของการเกิด Imposex ความยาว Pseudopenis และ ปริมาณการสะสมของสารประกอบบิวทิลทินในหอยฝาเดียวสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำ ไม่มีความสัมพันธ์กับร้อยละของการเกิด Imposex ความยาว Pseudopenis และปริมาณ การสะสมของสารประกอบบิวทิลทินในหอยฝาเดียว ยกเว้น ความเป็นกรด-ด่างมีความ สัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกับปริมาณการสะสมของสารไดบิวทิลทินโดยมีความสัมพันธ์อยู่ ในระดับปานกลางที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ และร้อยละของการเกิด Imposex และความ ยาว Pseudopenis มีความสัมพันธ์กันเองในแบบทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางที่ระดับ นัยสำคัญ $p = 0.01$ และร้อยละของการเกิด Imposex และความยาว Pseudopenis มีความ สัมพันธ์แบบทิศทางเดียวกันกับปริมาณการสะสมของสารประกอบบิวทิลทินใน หอยฝาเดียว

อภิปรายผลการศึกษา

คุณภาพน้ำโดยทั่วไป

คุณภาพน้ำโดยทั่วไปบริเวณ อ่าวชลบุรี เกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) อ่าวอุดม (กลาง)

อ่าวอุดม (สะพานปลา) หัวแหลมฉับัง ท่าเรือแหลมฉับัง ท่าเรือแหลมฉับัง (ตอนกลาง) และท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ขอชท์ คลับ ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 ขณะทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 พารามิเตอร์คือ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง พบว่า

อุณหภูมิในทุกเดือนที่ทำการศึกษาและทุกสถานีมีค่าใกล้เคียงกับผลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจในปี 2549 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ในทุกสถานีโดยจะพบว่าบางเดือนบางสถานีในฤดูฝนพบว่ามีค่าสูงกว่าฤดูร้อน สอดคล้องกับ ไมตรี ดวงสวัสดิ์และจารุวรรณ สมศิริ (2528) ที่พบว่าหากอุณหภูมิฤดูฝนพบว่ามีค่าสูงกว่าฤดูร้อน คาดว่าเกิดจากการผันแปรตามอุณหภูมิอากาศและสภาวะแวดล้อมเพราะว่าโดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ลักษณะภูมิประเทศ ความเข้มข้นของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึกของน้ำ และปริมาณตะกอนแขวนลอยหรือความขุ่น

ความเค็มพบว่าในทุกเดือนที่ทำการศึกษาและทุกสถานีมีค่าใกล้เคียงกับผลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจในปี 2549 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ในทุกสถานียกเว้นในเดือนกันยายนพบค่าต่ำกว่า ในทุกสถานี อาจเนื่องมาจากเดือนกันยายนอยู่ในช่วงฤดูฝนและก่อนทำการเก็บตัวอย่างมีฝนตกหนักติดต่อกันนาน รวมทั้งมีฝนตกในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างด้วย และพบว่าค่าความเค็มระหว่างฤดูมีความแตกต่างกันไม่มาก สอดคล้องกับการศึกษาของ ฉลวย มุสิกและคณะ (2548) ที่พบว่าลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่ไม่อำนวยต่อการไหลบ่าของน้ำฝนจากแผ่นดินลงสู่ทะเล หรือมีการผสมผสานกันดีระหว่างมวลน้ำใกล้ฝั่งและมวลน้ำไกลฝั่ง จึงทำให้ค่าความเค็มในแต่ละฤดูใกล้เคียงกัน

ค่าออกซิเจนละลายน้ำพบว่าในเดือนมีนาคมทุกสถานีมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและต่ำกว่าผลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจในปี 2549 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) อาจเนื่องจากเป็นฤดูร้อนและในบริเวณอ่าวชลบุรี อ่าวอุดม (กลาง) หัวแหลมฉับัง ท่าเรือแหลมฉับัง และท่าเรือแหลมฉับัง (ตอนกลาง) เป็นพื้นที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชน ท่าเทียบเรือประมงสินค้าและเรือโดยสาร ทำให้น้ำทิ้งและของเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ จะถูกปล่อยลงสู่ทะเลบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งในบริเวณอ่าวชลบุรีมีการเพาะเลี้ยงหอยแครง และบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ทั้งแบบดั้งเดิมคือการปักไม้ไผ่และการเลี้ยงแบบแพเชือกด้วย

ซึ่งทำให้บริเวณดังกล่าวพบค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและพบว่าในเดือน
กุมภาพันธ์พบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าปกติ (สูงกว่า 10) อาจเนื่องจากในฤดูแล้งมี
ออกซิเจนละลายน้ำมากกว่าฤดูฝน (โสภณา บุญญาภิวัฒน์, 2522) รวมทั้งพบว่าในเดือนที่อยู่ในช่วง
ฤดูฝนจะพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าปกติในบางสถานี อาจเนื่องมาจากในสถานีที่มี
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าปกตินั้นมีค่าความเค็มสูงจึงส่งผลให้มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูง
สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุมพล สงวนสิน และคณะ (2548) ที่พบว่าในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณ
แพลงก์ตอนพืชสูงในบริเวณที่มีความเค็มสูงและพบปริมาณน้อยในบริเวณที่มีความเค็มต่ำ จึงส่งผล
ให้พบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าปกติสืบเนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช
ทำให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำมากขึ้นด้วย

ค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าในทุกเดือนที่ทำการศึกษาและทุกสถานีมีค่าใกล้เคียงกับผล
การสำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจในปี 2549 ในทุกสถานี (กรมควบคุมมลพิษ,
2549) ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ในบริเวณบริเวณ อ่าวชลบุรี เกาะสีชัง (ท่าเกาะรังสี) อ่าวอุดม
(กลาง) อ่าวอุดม (สะพานปลา) ท่าเรือแหลมฉบัง และท่าเรือแหลมฉบัง (ตอนกลาง) มีค่าต่ำกว่า
เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของกรมควบคุมมลพิษ อาจเนื่องมาจากมีฝนตกหนักในเดือน
มกราคมติดต่อกันจนถึงระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำกว่า 7

จากการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของกรมควบคุมมลพิษ และมีค่าใกล้เคียงกับผลการ
สำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจในปี 2549 ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง สืบเนื่องมาจากสภาพ
อากาศตามฤดูกาลและกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละบริเวณ มีผลต่อคุณภาพน้ำทั้ง 4 พารามิเตอร์
แต่จะพบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำ ในเดือนมีนาคมบางพื้นที่มีคุณภาพน้ำทะเลต่ำกว่าเกณฑ์
มาตรฐานเล็กน้อยและมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยจากผลการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการสำรวจ
ในปี 2549 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) และจากการหาประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation
Coefficient; r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ของคุณภาพน้ำ ร้อยละของการเกิด Imposex
ความยาว Pseudopenis และปริมาณการสะสมของสารประกอบบิวทิลทินในหอยฝาเดียวสามารถ
สรุปได้ว่า ยังพบอีกว่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กันกับร้อยละของการเกิด Imposex
ความยาว Pseudopenis และปริมาณการสะสมของสารประกอบบิวทิลทินในหอยฝาเดียว สอดคล้อง
กับงานวิจัยของมนทกานต์ วิสุทธิแพทย์ (2548) ที่พบว่าการเติมสารไตรบิวทิลทิน ไคบิวทิลทินและ
โมโนบิวทิลทิน ปริมาณ 5 หรือ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำทะเลในตู้ทดลอง

**ปรากฏการณ์การเกิด Imposex และปริมาณการสะสมของสาร ไตรบิวทิลทิน
ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน ในหอยฝาเดียวบริเวณท่าเทียบเรือ อู่ต่อซ่อมเรือและเส้นทาง
การเดินเรือที่สำคัญในจังหวัดชลบุรี**

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาปรากฏการณ์การเกิด Imposex และปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน ในหอยฝาเดียวบริเวณท่าเทียบเรือ อู่ต่อซ่อมเรือและเส้นทางเดินเรือที่สำคัญในจังหวัดชลบุรี โดยใช้ความเข้มข้น 10 ng/g (น้ำหนักเปียก) ในการเปรียบเทียบเนื่องจากเป็นค่ามาตรฐานของปริมาณสารไตรบิวทิลทินในน้ำทะเลและดินตะกอนที่ US EPA (United State Environmental Protection Agency) กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 10 ng/l และ 10 ng/g (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ(United State Environmental Protection Agency, 2002)

บริเวณอ่าวชลบุรี

จากการที่พบปริมาณสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวบริเวณอ่าวชลบุรี ในปริมาณต่ำทั้งหมดคือพบน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) อาจเนื่องมาจากบริเวณอ่าวชลบุรีเป็นบริเวณที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงหอยแครงและมีเพียงเรือประมงขนาดเล็กที่แล่นผ่านไปมาในบริเวณนี้รวมทั้งในบริเวณนี้ไม่มีกิจกรรมทางเรือด้านอื่นๆ นอกเหนือจากเรือประมงขนาดเล็กซึ่งอาจจะส่งผลให้มีการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน) ในปริมาณต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพบการเกิด Imposex ในเดือนมีนาคม 20% ใน *Pugilina cochlidium* โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ ความยาวของ Pseudopenis 1.20 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.6 เท่า ของความยาว Penis ของหอย *Pugilina cochlidium* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (2.00 เซนติเมตร) แต่พบว่าการสะสมสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวต่ำกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) อาจเนื่องมาจากมีการสะสมสารไตรบิวทิลทินในบริเวณอ่าวชลบุรีก่อนเดือนมีนาคมที่ทำการศึกษานานมากกว่า 3 เดือน เนื่องจากความยาวของ Pseudopenis ที่ค่อนข้างยาวมาก และสันนิษฐานว่าหอย *Pugilina cochlidium* สามารถย่อยสลายสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมนิบิวทิลทิน) จนเหลือปริมาณน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมด ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากงานวิจัยของเพ็ญภา ศรีสวัสดิ์และคณะ (2548) ที่ศึกษาการเกิด Imposex ในหอยหวาน *Babyonia areolata* พบว่าเมื่อหอยหวาน *Babyonia areolata* ได้รับสารไตรบิวทิลทิน 5 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าหอยหวานสามารถพัฒนา Pseudopenis โดยมีความยาว 1.29 มิลลิเมตร และเมื่อหอยหวาน *Babyonia areolata* ได้รับสารไตรบิวทิลทิน 10 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าหอยหวานสามารถพัฒนา Pseudopenis 1.08 มิลลิเมตร และจะพบว่าหอย

หอยที่ได้รับสารไตรบิวทิลทิน 5 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถย่อยสลายสารไตรบิวทิลทินจนเหลือ 60 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ในระยะเวลา 3 เดือน ส่วนหอยหวนที่ได้รับสารไตรบิวทิลทิน 10 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถย่อยสลายสารไตรบิวทิลทินจนเหลือ 40 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ในระยะเวลา 3 เดือน แต่อย่างไรก็ตามการเกิด Imposex ในหอยแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารไตรบิวทิลทินที่ได้รับรวมทั้งระยะเวลาที่สัมผัสกับสารและอัตราการย่อยสลายของหอยแต่ละชนิดด้วยซึ่งในหอยแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน (Axiak, Vella, Micallef, Chircop & Mintoff, 1995)

และในเดือนพฤษภาคมไม่พบหอย *Pugilina cochlidium* แต่พบหอย *Ergalatax contracta* ซึ่งพบการเกิด Imposex 4.35% โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ และ 3 ความยาวของ Pseudopenis เฉลี่ย 0.40 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.5 เท่า ของความยาว penis ของหอย *Ergalatax contracta* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (0.80 เซนติเมตร) แสดงให้เห็นว่าอาจมีการสะสมสารไตรบิวทิลทินในบริเวณอ่าวชลบุรีก่อนเดือนพฤษภาคมที่ทำการศึกษานานมากกว่า 3 เดือน และสันนิษฐานว่าหอย *Ergalatax contracta* สามารถย่อยสลายสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) จนเหลือปริมาณน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมด ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากงานวิจัยของเพ็ญภา ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2548) และงานวิจัยของ Axiak และคณะ (Axiak, Vella, Micallef, Chircop, & Mintoff, 1995) ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ส่วนในเดือนกรกฎาคม กันยายน พฤศจิกายนและกุมภาพันธ์ไม่พบการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียว อาจเนื่องมาจากการสะสมของสารไตรบิวทิลทินมีปริมาณน้อยมากหรืออาจเนื่องมาจากบริเวณอ่าวชลบุรีมีลักษณะเป็นอ่าวเปิดรวมทั้งในบริเวณนี้ขณะทำการศึกษามีฝนตกติดต่อกันหลายวันซึ่งได้รับผลกระทบจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฉลุย มุสิก และวันชัย วงสุดาวรรณ, 2542) และเกิดความแปรปรวนของกระแสน้ำซึ่งจะทำให้สารไตรบิวทิลทินที่ปลดปล่อยออกมาในบริเวณอ่าวชลบุรีกระจายตัวไปสู่บริเวณอื่นๆ ได้ดีขึ้นรวมทั้งยังทำให้ความเข้มข้นของสารไตรบิวทิลทินที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเรือมีความเข้มข้นลดลงด้วย จึงทำให้มีการสะสมสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ปริมาณต่ำทั้งหมดในบริเวณนี้และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alzieu และคณะ (1991) ที่พบว่าอ่าวหรือชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะปิดจะมีความเข้มข้นของสารไตรบิวทิลทินมากกว่าอ่าวหรือชายฝั่งที่มีลักษณะเปิด รวมทั้งพบว่าผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนการควบคุมมลพิษทำการศึกษาในปี 2548 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) พบว่าการปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน ในหอยฝาเดียวบริเวณอ่าวชลบุรีมีปริมาณต่ำกว่าบริเวณอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาในจังหวัดชลบุรี

ส่วนชนิดของหอยที่พบการเกิด Imposex ในการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ *Ergalatax contracta* และ *Pugilina cochlidium* สอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศที่พบการเกิด Imposex ของหอย *Ergalatax contracta* ในปี 1999 ในประเทศญี่ปุ่น (Toshihiro, Hyeon-Seo, Hiroaki, Mitsuhiro, Miyuki, Masatoshi & Makoto, 2001) และในปี 2002 ในประเทศจีน 55.26% (Shi, Huang, Zhu, Yu, & Xie, 2005) ส่วนการเกิด Imposex ในหอย *Pugilina cochlidium* พบว่ามีการพบการเกิด Imposex ในหอยชนิดนี้เป็นครั้งแรก เนื่องจากยังไม่มีรายงานใดในประเทศไทยและต่างประเทศ กล่าวถึงการเกิด Imposex ในหอยชนิดนี้

บริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี)

พบว่ามีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินสูงในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษาโดยพบสารไตรบิวทิลทินอยู่ในช่วง 41.57-227.29 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ส่วนสารไดบิวทิลทินพบอยู่ในช่วง 113.00-679.67 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) แสดงให้เห็นว่ามีการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ทำการศึกษา อาจเนื่องมาจากในบริเวณเกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) เป็นบริเวณที่เป็นท่าเทียบเรือประมงและเรือโดยสารรวมทั้งมีเรือขนส่งสินค้าจำนวนมาก แต่จะพบสารโมโนบิวทิลทินปริมาณน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมดในทุกเดือนที่ทำการศึกษา และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทินที่สะสมในหอยฝาเดียวในปี 2548 ของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) พบว่าการศึกษานี้พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินในหอยฝาเดียวในปริมาณที่สูงกว่ามาก ส่วนสารโมโนบิวทิลทินในหอยฝาเดียวพบในปริมาณที่ต่ำกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากหอยสามารถย่อยสลายและกำจัดสารโมโนบิวทิลทินออกจากร่างกายได้ดีกว่าสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทิน เนื่องจากสารโมโนบิวทิลทินมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมันน้อยกว่าสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทิน โดยค่า Octanol/Water Partition Coefficient ($\log K_{ow}$) ของสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทินคือ 3.75, 1.9 (Jenkins, Ehman, & Barone, 2004) และ 0.09 (Government of Canada, 1993) ตามลำดับ

และสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินที่สะสมในหอยฝาเดียว พบว่ามีปริมาณสูงในทุกเดือนที่ทำการศึกษาสอดคล้องกับการเกิด Imposex ในบริเวณนี้คือพบการเกิด Imposex ในทุกเดือนที่ทำการศึกษาโดยในเดือนมีนาคมพบการเกิด Imposex 50% ใน *Pugilina cochlidium* และพบระยะที่เกิด Imposex ในระยะ 3 และ 3+ รวมทั้งความยาวของ Pseudopenis ที่มีความยาวเฉลี่ย 0.98 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.49 เท่า ของความยาว Penis ของหอย *Pugilina cochlidium* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (2.00 เซนติเมตร) แสดงให้เห็นว่าหอย *Pugilina cochlidium* ได้รับสารไตรบิวทิลทินมาก่อน

เดือนมีนาคมแล้ว และยังได้รับสารไทรบิวทิลทินเพิ่มภายในเดือนมีนาคมด้วยเนื่องจากพบปริมาณไทรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินในปริมาณที่สูง

และในเดือนพฤษภาคม กรกฏาคมและกันยายนพบการเกิด Imposex 100% ใน *Ergalatax margariticola* ซึ่งเป็นหอยที่พบได้มากที่สุดตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองในบริเวณนี้ ซึ่งเมื่อสังเกตจากระยะของการเกิด Imposex และความยาวของ Pseudopenis ในเดือนพฤษภาคมพบว่ามีความยาวของ Pseudopenis เฉลี่ย 0.32 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.58 เท่าของความยาว Penis ของหอย *Ergalatax margariticola* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (0.55 เซนติเมตร) และพบร้อยละของการเกิด Imposex ในระยะ 2 3 และ 3+ 16.66, 41.67 และ 41.67 % ตามลำดับ โดยจะพบปริมาณการสะสมของสารไทรบิวทิลทิน 227.29 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ในหอยฝาเดียว ซึ่งพบว่าปริมาณการสะสมของสารไทรบิวทิลทินในหอยฝาเดียวมากกว่าเดือนกรกฎาคมและกันยายน โดยในเดือนกรกฎาคมและกันยายนพบปริมาณการสะสมของสารไทรบิวทิลทิน 70.14 และ 98.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์การเกิด Imposex ที่พบว่า ในเดือนพฤษภาคมพบ ร้อยละของการเกิด Imposex ในระยะ 3 และ 3+ ามากกว่าเดือนกรกฎาคมและกันยายน อาจบ่งบอกได้ว่าน่าจะเริ่มเกิดการตายของหอย *Ergalatax margariticola* เนื่องมาจากการพัฒนา Pseudopenis และ Pseudo Vas Deferens ในหอยเพศเมีย ที่เกิด Imposex ในระยะ 3+ หาก Pseudo Vas Deferens ที่เกิดขึ้นใหม่นี้ไปขวางท่อนำไข่ จะทำให้ท่อนำไข่อุดตัน หอยเพศเมียจะเป็นหมันเพราะไม่สามารถวางไข่ได้ เมื่อไข่มีการสะสมมากขึ้น ทำให้ท่อนำไข่แตก เป็นสาเหตุของการตายของหอยและทำให้จำนวนประชากรของหอยชนิดนั้นๆ ลดลง (Gibbs & Bryan, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิด Imposex ในหอย *Hexaplex trunculus* ที่พบในเดือนธันวาคม ปี 2003 บริเวณท่าเรือบนเกาะคาทารินาของประเทศโครเอเชีย โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 3+ ในหอย *Hexaplex trunculus* 100% ทำให้หอยเพศเมียเป็นหมัน 83.3% (Garaventa, Centanni, Pellizzato, Faimali, Terlizzi, & Pavoni, 2007)

และยังพบอีกว่าในเดือนกรกฎาคมพบการเกิด Imposex ในระยะ 1 85% และกันยายนพบการเกิด Imposex ในระยะ 1+ 57.14% แสดงให้เห็นว่าหอย *Ergalatax margariticola* ได้รับสารไทรบิวทิลทินอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกันยายนจึงทำให้มีการพบการเกิด Imposex ในระยะที่ 1 และ 1+ ในเดือนกรกฎาคมและกันยายน

ส่วนในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมพบการเกิด Imposex 100% ใน *Cymbiola nobilis* โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ ซึ่งหอย *Cymbiola nobilis* มีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ในช่วง 13.00-14.00 เซนติเมตร และ Pseudopenis เฉลี่ย 0.90 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.18 เท่าของความยาว Penis ของหอย *Cymbiola nobilis* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (5.00 เซนติเมตร)

เมื่อเปรียบเทียบ *Pseudopenis* และขนาดความยาวของเปลือกแล้วพบว่ามีความยาวต่ำกว่าหอยชนิดอื่น ๆ ที่พบอาจเนื่องมาจากหอย *Cymbiola nobilis* มีความไวต่อสารไตรบิวทิลทินต่ำกว่าหอยฝาเดียวชนิดอื่น ๆ เนื่องจากพบว่ามีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินในปริมาณที่สูงแต่สามารถพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ เท่านั้น ซึ่งควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

และสำหรับ *Pugilina cochlidium* *Ergalatax margariticola* และ *Cymbiola nobilis* ที่พบการเกิด Imposex ในบริเวณนี้ พบว่าในหอย *Pugilina cochlidium* พบพบมีการพบการเกิด Imposex ในหอยชนิดนี้เป็นครั้งแรก และสำหรับ *Ergalatax margariticola* มีรายงานวิจัยในปี 1998 กล่าวถึงการเกิด Imposex ในหอยชนิดนี้บริเวณจังหวัดภูเก็ตของประเทศไทย โดยพบความยาว *Pseudopenis* อยู่ในช่วง 0.01-0.04 เซนติเมตร ในหอยที่มีขนาดความยาวของเปลือกอยู่ในช่วง 2.30-2.40 เซนติเมตร (Bech, 2002) ส่วนในหอย *Cymbiola nobilis* พบการเกิด Imposex บริเวณชายฝั่งในอ่าวไทย ตำบลนาจอมเทียน จังหวัดชลบุรีในประเทศไทยถึง 100% (Swennen, Ruttanadukul, Singh, Mensink, & ten Hallers-Tjabbes, 1997) และจากการศึกษาของ Swennen และคณะ (1997) ในปี 1996 พบการเกิด Imposex ใน *Phalium bisulcatum* 33% และใน *Murex trapa* 100% ในบริเวณนี้

แสดงให้เห็นว่าเกิดการปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทินจากสีทากันเปรียงในบริเวณนี้มานานตั้งแต่อดีต รวมทั้งในปัจจุบันก็ยังมีการปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทินจากสีทากันเปรียงในปริมาณที่สูงมากดังผลการศึกษาในครั้งนี้

บริเวณอ่าวอุดม (กลาง) และ อ่าวอุดม (สะพานปลา)

พบว่ามีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ที่ใกล้เคียงกันคือบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) พบสารไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-370.12, น้อยกว่า 10-413.00 และ น้อยกว่า 10-219.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ส่วนบริเวณอ่าวอุดม (สะพานปลา) พบสารไตรบิวทิลทินไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-313.00, น้อยกว่า 10-579.67 และ น้อยกว่า 10-198.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 บริเวณนี้เป็นบริเวณท่าเทียบเรือประมงและเรือสปีดโบ๊ต และยังเป็นบริเวณที่ชาวประมงทำการซ่อมเรือ ชูดเปรียงและทาสีเรือด้วยตัวเอง ทำให้มีกิจกรรมทางเรือสูง โดยในเดือนที่พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินสูงทั้ง 2 บริเวณ คือเดือนพฤษภาคม กันยายนและกุมภาพันธ์ และในเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายน พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและ

ไคบิวทิลทินต่ำทั้ง 2 บริเวณ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการเกิด Imposex โดยในเดือนพฤษภาคม พบการเกิด Imposex 60% ใน *Pugilina cochlidium* โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ 3 และ 3+ ความยาวของ Pseudopenis เฉลี่ย 0.80 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.49 เท่า ของความยาว Penis ของหอย *Pugilina cochlidium* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (2.00 เซนติเมตร) ทั้ง 2 บริเวณ เมื่อสังเกตได้จาก ระยะของการเกิด Imposex และความยาวของ Pseudopenis รวมทั้งปริมาณการสะสมของสาร ไคบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ที่มีปริมาณสูงแสดงให้เห็นว่า หอย *Pugilina cochlidium* น่าจะได้รับสารไคบิวทิลทินมาก่อนเดือนพฤษภาคมแล้วทั้ง 2 บริเวณ

และในเดือนกันยายนในบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) พบการเกิด Imposex 14.29% ใน *Pugilina cochlidium* โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 0+ ส่วนในบริเวณอ่าวอุดม (สะพานปลา) พบการเกิด Imposex 7.14% ใน *Pugilina cochlidium* โดยพบการเกิด Imposex ในระยะ 2+ และ พบการพัฒนาของ Pseudopenis 0.2 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.10 เท่า ของความยาว Penis ของ หอย *Pugilina cochlidium* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (2.00 เซนติเมตร) ซึ่งน่าจะเกิดจากการสะสมสาร ไคบิวทิลทินสู่สิ่งแวดล้อมก่อนและภายในเดือนกันยายนเองด้วยเนื่องจากในเดือนกันยายนพบ ปริมาณของสาร ไคบิวทิลทินและสารตัวกลางสูงมาก รวมทั้งยังพบว่าในบริเวณอ่าวอุดม (สะพานปลา) พบปริมาณของสารไคบิวทิลทินมากกว่าบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) และสูงกว่าปริมาณ ของสารไคบิวทิลทินมาก แสดงให้เห็นว่าในบริเวณอ่าวอุดม (สะพานปลา) มีการสะสมสาร ไคบิวทิลทินก่อนเดือนกันยายนมากกว่าบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) จึงส่งผลให้บริเวณอ่าวอุดม (สะพานปลา) พบระดับของการเกิด Imposex มากกว่าบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) ในเดือนกันยายน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Berend และคณะ (2002) ที่พบว่าเมื่อหอย *Buccinum undatum* ได้ สัมผัสสาร ไคบิวทิลทินในน้ำทะเลที่ระดับความเข้มข้นสูงจะพบร้อยละของการเกิด Imposex และ ระยะที่เกิด Imposex มากกว่าหอย *Buccinum undatum* ที่สัมผัสสารไคบิวทิลทินในน้ำทะเลที่ระดับ ความเข้มข้นต่ำกว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการสัมผัสสารเท่ากัน

ในเดือนกรกฎาคม ไม่พบการเกิด Imposex ในหอย *Ergalatax contracta* ทั้ง 2 บริเวณ ส่วนในเดือนพฤศจิกายนและกุมภาพันธ์ไม่พบการเกิด Imposex ในหอย *Pugilina cochlidium* ทั้ง 2 บริเวณ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของสารไคบิวทิลทินและสารตัวกลางที่ตรวจพบคือในเดือน กรกฎาคมและพฤศจิกายน ตรวจพบปริมาณของสารไคบิวทิลทินและไคบิวทิลทินได้ น้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้ง 2 บริเวณ แสดงให้เห็นว่ามีการปล่อยสารไคบิวทิลทินในช่วง เดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายนต่ำมาก แต่ยังสามารถตรวจพบสาร โมโนบิวทิลทินในปริมาณ ค่อนข้างต่ำในเดือนกรกฎาคมได้ทั้ง 2 บริเวณ ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่หอย *Ergalatax contracta*

ได้รับสารไตรบิวทิลทินในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงมิถุนายนและยังทำการย่อยสลายได้ไม่หมดจึงยังสามารถตรวจพบสาร โมโนบิวทิลทินในเดือนกรกฎาคมได้

ส่วนในเดือนพฤศจิกายนตรวจพบสาร โมโนบิวทิลทินได้ น้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้ง 2 บริเวณ แสดงให้เห็นว่าหอย *Pugilina cochlidium* น่าจะทำการย่อยสลายสาร ไตรบิวทิลทินและไดบิวทิลทินได้จนเกือบหมด และในเดือนกุมภาพันธ์พบปริมาณของสาร ไตรบิวทิลทินและสาร ไดบิวทิลทินสูงแต่พบปริมาณของสาร โมโนบิวทิลทินต่ำมากคือพบน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้ง 2 บริเวณ แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีการปลดปล่อยสาร ไตรบิวทิลทินได้ไม่นานซึ่งสอดคล้องกับผลการเกิด Imposex คือ ไม่พบการเกิด Imposex ในหอย *Pugilina cochlidium* อาจเนื่องมาจากหอย *Pugilina cochlidium* ได้รับสาร ไตรบิวทิลทินใน ระยะเวลาที่ไม่นานพอหรือได้รับปริมาณสาร ไตรบิวทิลทินน้อยกว่าปริมาณสาร ไตรบิวทิลทินที่ต่ำที่สุดที่จะทำให้เกิด Imposex ในหอย *Pugilina cochlidium* ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษาใดศึกษาถึง ปริมาณของสาร ไตรบิวทิลทินที่ต่ำที่สุดที่จะทำให้เกิด Imposex ในหอย *Pugilina cochlidium*

จากผลการวิจัยพบว่าปริมาณการสะสมของสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) พบเป็นช่วง ๆ เหมือนกัน ทั้ง 2 บริเวณ และมีปริมาณที่สูงกว่าปี 2548 เมื่อเทียบกับรายงานการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีการปลดปล่อยสาร ไตรบิวทิลทินจกสีทาถนนเพิ่มขึ้นจากปี 2549

หัวแหลมฉะเชิงเทรา,ท่าเรือแหลมฉะเชิงเทราและท่าเรือแหลมฉะเชิงเทรา (ตอนกลาง)

พบว่าทั้ง 3 บริเวณมีปริมาณของสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) สูงมาก ในทุกเดือนที่ทำการศึกษาคือบริเวณหัวแหลมฉะเชิงเทราพบสาร ไตรบิวทิลทิน ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง 70.14-213.00, น้อยกว่า 10-279.67 และ น้อยกว่า 10-229.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ส่วนบริเวณท่าเรือแหลมฉะเชิงเทราพบสาร ไตรบิวทิลทินไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง 127.29-613.00, 113.00-879.67 และ น้อยกว่า 10-298.71 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ และ ท่าเรือแหลมฉะเชิงเทราพบสาร ไตรบิวทิลทินไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง 170.14-398.71, 179.67-646.33 และ น้อยกว่า 10-159.20 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ และจากการที่พบสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณสูงนั้นเนื่องมาจากทั้ง 3 บริเวณมีกิจกรรมทางเรือค่อนข้างสูง ซึ่งตรงกับผลของการเกิด Imposex ที่พบการเกิด Imposex 100% ในหอย *Cymbiola nobilis* ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา ยกเว้นในเดือนมีนาคมบริเวณท่าเรือ แหลมฉะเชิงเทราและท่าเรือแหลมฉะเชิงเทรา (ตอนกลาง) ซึ่งไม่สามารถพบหอยฝาเดียวได้ ส่วนการเกิด Imposex พบว่าการเกิด Imposex ของหอย *Cymbiola nobilis* จะพบในระยะ 2 และ 2+ และความยาว

ของ Pseudopenis เฉลี่ย 0.75 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.15 เท่า ของความยาว Penis ของหอย *Cymbiola nobilis* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (5.00 เซนติเมตร) ซึ่งจากระยะการเกิด Imposex ที่พบนั้นเป็นระยะที่ยังไม่ทำให้หอย *Cymbiola nobilis* เป็นหมัน เนื่องจากการเกิด Imposex ในระยะ 2 และ 2+ Pseudovas deferens ยังไม่ขัดขวางการทำงานของ Vaginal Opening ซึ่งการขัดขวางการทำงานของ Vaginal Opening เป็นสาเหตุที่จะทำให้หอยไม่สามารถวางไข่ได้ เมื่อไข่มีการสะสมมากขึ้น ทำให้ท่อไข่แตก เป็นสาเหตุของการตายของหอยและทำให้จำนวนประชากรของหอยชนิดนั้นๆ ลดลง (Gibbs & Bryan, 1996) จึงสามารถพบหอยชนิดนี้ได้มากกว่าหอยชนิดอื่นๆ และจากการที่พบปริมาณสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่สูงมาก อาจเนื่องมาจากหอย *Cymbiola nobilis* เป็นหอยที่มีขนาดใหญ่จึงทำให้มีปริมาณของไขมันมากกว่าหอยชนิดอื่น ๆ ที่มีขนาดเล็กกว่าจึงทำให้สามารถสะสมสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ได้มาก เนื่องจากสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง เป็นสารที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ โดยจะแยกจากชั้นน้ำไปสู่ชั้นไขมันของสิ่งมีชีวิต (Pereira, Wade, Hostettler, & Parchaso, 1999) และมีคุณสมบัติในการสะสมในสิ่งมีชีวิตสูง โดยการสะสมของสารไทรบิวทิลทินที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการรับและขับออกของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น (Meador, 1997) รวมทั้งยังขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ ด้วย (Stronkhotst, Van-Hattum, & Bowner, 1999) และน่าจะสามารถบ่งบอกได้ว่าหอย *Cymbiola nobilis* มีความไวต่อสารไทรบิวทิลทินต่ำ เนื่องจากการสะสมของสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่สูง แต่กลับพบว่าสามารถพบระยะการเกิด Imposex สูงสุดเพียงระยะ 2+ และจะพบว่าปริมาณการสะสมของสารไทรบิวทิลทินไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทินที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ทั้ง 3 บริเวณมีปริมาณที่สูงกว่าปี 2548 เมื่อเทียบกับรายงานการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการศึกษาก่อนทั้ง 3 บริเวณ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

จากผลการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่าพบการสะสมของสารไทรบิวทิลทิน ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 บริเวณนี้มีการปล่อยสารไทรบิวทิลทินจากสีทาถนนเพริ่งทั้งก่อนและขณะทำการวิจัย โดยบริเวณท่าเรือแหลมฉบังและท่าเรือแหลมฉบัง (ตอนกลาง) จะพบการสะสมของสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวในปริมาณที่ใกล้เคียงกันและสูงกว่าบริเวณหัวแหลมฉบัง

ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียน มารีน่า ยอร์ชท์ คลับ

พบสารไทรบิวทิลทิน ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน อยู่ในช่วง น้อยกว่า 10-279.20, น้อยกว่า 10-446.33 และ น้อยกว่า 10-13.00 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ โดยในเดือนมีนาคมพบปริมาณสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไคบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน)

น้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักเปียก) ทั้งหมด อาจเนื่องมาจากในเดือนมีนาคมมีการปล่อยสารไทรบิวทิลทินออกมาในปริมาณที่น้อยมากซึ่งสอดคล้องกับการที่ไม่พบการเกิด Imposex ในหอย *Nerita chamaeleon* และพบว่าในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคมและกันยายน พบปริมาณการสะสมของสารไทรบิวทิลทินในหอยฝาเดียวในปริมาณที่สูง สอดคล้องกับการเกิด Imposex ในหอยฝาเดียว โดยในเดือนพฤษภาคมพบการเกิด Imposex ใน *Nassarius livescens* 100% ซึ่งเมื่อดูจากระยะของการเกิด Imposex ที่เริ่มพบในระยะ 2+ และความยาวเฉลี่ยของ Pseudopenis 0.53 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.31 เท่า ของความยาว penis ของหอย *Nassarius livescens* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (1.70 เซนติเมตร) และปริมาณของสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ที่พบในปริมาณที่สูง แสดงให้เห็นว่า *Nassarius livescens* น่าจะได้รับสารไทรบิวทิลทินมาระยะหนึ่งช่วงก่อนเดือนพฤษภาคมและได้รับสารไทรบิวทิลทินในเดือนพฤษภาคมเองด้วย

และเดือนกรกฎาคม พบการเกิด Imposex 89.66% ใน *Nassarius livescens* ซึ่งจากระยะของการเกิด Imposex ที่เริ่มพบในระยะที่ 1 แสดงให้เห็นว่า *Nassarius livescens* น่าจะได้รับสารไทรบิวทิลทินที่เกิดจากการปลดปล่อยภายในเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญภา ศรีสวัสดิ์และคณะ (2548) ที่ศึกษาการเกิด Imposex ในหอยหวาน *Babyonia areolata* พบว่าเมื่อหอยหวาน *Babyonia areolata* ได้รับสารไทรบิวทิลทิน 5 และ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร จะสามารถพบการเกิด Imposex ได้หลังจากสัมผัสสารภายในระยะเวลา 14 วัน ทั้ง 2 ความเข้มข้น และในเดือนกรกฎาคมยังพบการเกิด Imposex ในระยะที่ 1+, 2, 2+, 3 และ 3+ ด้วย โดยความยาวเฉลี่ยของ Pseudopenis 0.48 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.28 เท่า ของความยาว penis ของหอย *Nassarius livescens* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (1.70 เซนติเมตร) และปริมาณของสารไทรบิวทิลทินที่สูงคือ 98.33 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) แต่พบสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ที่พบในปริมาณที่ต่ำคือน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) แสดงให้เห็นว่า *Nassarius livescens* มีการย่อยสลายสารไทรบิวทิลทิน และสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) จนสามารถตรวจพบได้เพียงน้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)

ส่วนเดือนกันยายน พบการเกิด Imposex 100% ใน *Nassarius livescens* เมื่อสังเกตจากระยะของการเกิด Imposex ที่เริ่มพบในระยะที่ 1 แสดงให้เห็นว่า *Nassarius livescens* น่าจะได้รับสารไทรบิวทิลทินที่เกิดจากการปลดปล่อยภายในในเดือนกันยายน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญภา ศรีสวัสดิ์และคณะ (2548) ที่ศึกษาการเกิด Imposex ในหอยหวาน *Babyonia areolata* พบว่าเมื่อหอยหวาน *Babyonia areolata* ได้รับสารไทรบิวทิลทิน 5 และ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

จะสามารถพบการเกิด Imposex ได้หลังจากสัมผัสสารภายในระยะเวลา 14 วัน ทั้ง 2 ความเข้มข้น และยังพบการเกิด Imposex ในระยะที่ 2, 2+, 3 และ 3+ ด้วย โดยความยาวเฉลี่ยของ Pseudopenis 0.37 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาว 0.22 เท่า ของความยาว penis ของหอย *Nassarius livescens* เพศผู้ ที่โตเต็มวัย (1.70 เซนติเมตร) และปริมาณของสารไตรบิวทิลทินที่พบมีปริมาณสูงกว่าสารไตรบิวทิลทินมาก ส่วนสารโมโนบิวทิลทินพบ น้อยกว่า 10 นาโนกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) แสดงให้เห็นว่ามีการปล่อยสารไตรบิวทิลทินในปริมาณที่สูงออกมาอย่างต่อเนื่องในช่วงก่อนเดือนกันยายน ส่วนในเดือนกันยายนเองน่าจะมีการปล่อยสารไตรบิวทิลทินเพียงเล็กน้อย

และมีรายงานการวิจัยกล่าวถึงการเกิด Imposex ในหอย *Nassarius livescens* บริเวณชายฝั่งในอ่าวไทยและช่องแคบมะละกา 100% (Swennen et al., 1997) และบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของประเทศไต้หวันอีกด้วย (Shi et al., 2005; Liu & Suen, 1996)

และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) กับการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษที่ทำการศึกษานี้ปี 2548 (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ในบริเวณนี้พบว่าในการศึกษานี้พบปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าในบริเวณนี้น่าจะมีการปลดปล่อยของสารไตรบิวทิลทินจากสีทากันเพรียงสูงกว่าในปี 2548

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีสารสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวทุกสถานีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทุกบริเวณล้วนแสดงถึงมีการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินจากสีทากันเพรียงออกมาสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในอดีตและในระยะเวลาที่ทำการศึกษอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการหาประสิทธิภาพสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ พบว่าร้อยละของการเกิด Imposex และความยาว Pseudopenis มีความสัมพันธ์กันเองในแบบทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.01$ และร้อยละของการเกิด Imposex และความยาว Pseudopenis มีความสัมพันธ์แบบทิศทางเดียวกันกับปริมาณการสะสมของสารประกอบบิวทิลทินในหอยฝาเดียว โดยในบริเวณที่พบการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินอย่างต่อเนื่องในปริมาณที่สูงคือบริเวณ เกาะสีชัง (ท่าภาณุรังสี) หัวแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง ท่าเรือแหลมฉะบั้ง (ตอนกลาง) และ ท่าเทียบเรือ บริษัท โอเชียนมารีน่า ยอชท์ คลับ (สูงกว่า 10 ng/g (น้ำหนักเปียก)) ส่วนในบริเวณอ่าวชลบุรีพบการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินอย่างต่อเนื่องในปริมาณที่ต่ำ (น้อยกว่า 10 ng/g (น้ำหนักเปียก)) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา และสำหรับบริเวณอ่าวอุดม (กลาง) และอ่าวอุดม (สะพานปลา) พบการปลดปล่อยสารไตรบิวทิลทินเป็นช่วง ๆ (สูงกว่า 10 ng/g (น้ำหนักเปียก) เป็นช่วง ๆ) ซึ่งค่ามาตรฐานของปริมาณสารไตรบิวทิลทินในน้ำทะเลและดินตะกอนที่ US EPA (United State Environmental

Protection Agency) กำหนด ให้มีค่าไม่เกิน 10 ng/l และ 10 ng/g (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ เนื่องจากพบว่าสารไตรบิวทิลทินมีค่า ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic Toxicity) ต่อสัตว์มีชีวิตในทะเลคือ 10 ng/l และค่า ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ต่อสัตว์มีชีวิตในทะเลคือ 380 ng/l (United State Environmental Protection Agency, 2002) และงานวิจัยของ Zainoddin (1999) พบว่าปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินน้อยกว่า 10 ng/g น้ำหนักเปียก ในหอยฝาเดียวชนิด *Thais orbita* มีผลทำให้เกิด Imposex 100% เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เปรียบเทียบกับข้อมูลจากปี 2548 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในหอยฝาเดียวส่วนใหญ่แล้วมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกบริเวณยกเว้นบริเวณอ่าวชลบุรี ที่พบในปริมาณที่ต่ำกว่า และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าเกิด Imposex ในหอย *Cymbiola nobilis* หรือหอยสังข์จุฬารามณ์ และหอย *Pugilina cochlidium* หรือหอยโมพี ซึ่งเป็นหอยที่มนุษย์นิยมนำมาประกอบอาหาร มีปริมาณการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่สูง รวมทั้งในบางบริเวณมีการเลี้ยงหอยสองฝาเช่นหอยแครงและหอยนางรมซึ่งน่าจะได้มีการสะสมของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในปริมาณที่สูงด้วย ซึ่งอาจเป็นผลที่ทำให้มนุษย์ได้รับสาร ไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) เข้าสู่ร่างกายได้ และอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้ โดยมีการศึกษาถึงผลกระทบของสารพิษดังกล่าวต่อมนุษย์ พบว่าสารประกอบไตรบิวทิลทินมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันโดยมีผลต่อระบบ Natural Killer (NK) Cells (Whalen, Loganathan & Kannan, 1999; Whalen, Green & Loganathan, 2002a; Whalen, Walker, & Loganathan, 2002b) ดังนั้น สารประกอบไตรบิวทิลทินน่าจะเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดเนื้องอกและมะเร็งในมนุษย์ (Ghoneum, Hussein & Gill, 1990; Roper, & Hickey, 1992; Smialowicz, Riddle & Rogers, 1989; Snoeij, Penninks, & Seinen, 1987; Van, Krajnc, & Rombout, 1990) และยังมีรายงานวิจัยที่กล่าวว่าสารไตรบิวทิลทินลดการพัฒนาของ Adipocyte ในเนื้อเยื่อไขมันกระดูกของมนุษย์ซึ่งน่าจะส่งผลกระทบต่อรักษาสมดุลในร่างกาย (Homeostasis) และระบบกระบวนการสร้างเม็ดเลือด (Hematopoiesis) ในมนุษย์ (Carfi, Croera, Ferrario, Campi, Bowe, Pieters, & Grebaldo, 2007)

ดังนั้นควรมีการประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนของสารไตรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและ โมโนบิวทิลทิน) ในบริเวณที่จอดเรือและอู่ต่อ/ซ่อมเรือ รวมทั้งพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในจังหวัดชลบุรีต่อไป โดยใช้การตรวจสอบการเกิด Imposex ของหอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ เนื่องจากหอยฝาเดียวมีความไวต่อสารไตรบิวทิลทินมากกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ เพราะหอยมีกลุ่มของเอนไซม์ Cytochrome P450 ที่มีหน้าที่ในการย่อยสลายสารพิษที่เข้ามาในร่างกายให้สามารถอยู่ใน

รูปที่กำจัดออกจากร่างกายได้ ในปริมาณที่น้อยกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ เช่น ปลาและปู จึงทำให้มีความสามารถในการย่อยสลายสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) น้อยกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ (Lee, 1985) และควรมีการจัดการควบคุมการใช้สีทากันเพรียงที่มีส่วนผสมของสารไทรบิวทิลทินซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) สู่แหล่งน้ำ เพราะในแหล่งน้ำเป็นต้นกำเนิดของห่วงโซ่อาหารต่าง ๆ จำนวนมากและเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด (Vuthiphanchai, Thongra-ar, Rungsupa, Musika, Sriwilet, Juntaropakorn, Intarachart, Narksuwan, Rattana, Wisuttiphaet, & Nimrat, 2004; Nimrat, 2005a; Nimrat, 2005b; Nimrat, 2005c) เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการติดตามตรวจสอบการเกิด Imposch ในหอยฝาเดียวและตรวจสอบปริมาณสารไทรบิวทิลทินและสารตัวกลาง (ไดบิวทิลทินและโมโนบิวทิลทิน) ที่สะสมในหอยฝาเดียวทุกปี จนกว่าประเทศไทยจะมีมาตรการในการจัดการการใช้สีทากันเพรียงที่มีส่วนผสมของสารไทรบิวทิลทิน