

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสาร Pseudoceratidine ต่อการลงเกาะของเพรียงหิน ( *Balanus amphitrite* )  
ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

Effect of Pseudoceratidine on settle of barnacle ( *Balanus amphitrite* ) in natural water



รพ.  
ว/า ๗๔๗  
๒๕๕๐

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 104647  
วันเดือนปี - 5 พ.ย. 2552

b. 12159517  
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520  
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของสาร Pseudoceratidine ต่อการลงเกาะของเพรียงหิน (*Balanus amphitrite*)  
ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

Effect of Pseudoceratidine on settle of barnacle (*Balanus amphitrite*) in natural water

ชื่อนักศึกษา นางสาวปริยาภรณ์ ฤกษ์งาม

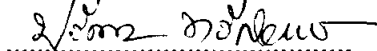
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว



( ผศ.ดร. ปวีณา ทวีกิจการ )

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 8 เดือน พ. ค. พ.ศ. ๒๕๕๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

ผลของสาร Pseudoceratidine ต่อการลงเกาะของเพรียงหิน (*Balanus amphitrite*)

ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

Effect of Pseudoceratidine on settle of barnacle (*Balanus amphitrite*) in natural water

ในปัจจุบันนี้การแพร่กระจายตัวอย่างรวดเร็วของเพรียงหินตามบริเวณต่างๆ ที่อยู่ติดกับชายฝั่งทะเล กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญของบุคคลทั่วไปและผู้ที่เกี่ยวข้องธุรกิจเกี่ยวกับการเดินเรือ ในระยะตัวอ่อนของเพรียงหินมันจะไปยึดเกาะกับวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ ในเรือที่ทำมาจากไม้ ตัวอ่อนของเพรียงหินในระยะลงเกาะจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ท้องเรือทำให้ไม้เป็นรูพรุนเล็กๆ เมื่อมีในปริมาณที่มากก็อาจทำให้น้ำรั่วซึมเข้าไปในตัวเรือได้ ส่วนในเรือที่ทำมาจากโลหะเมื่อมีเพรียงหินมายึดเกาะที่ได้ท้องเรือเป็นจำนวนมากก็จะเป็นอุปสรรคที่สำคัญของเรือเดินสมุทร เพราะจะไปเพิ่มน้ำหนักในการบรรทุกทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันในการขนส่ง ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นหาสารเคมีบางชนิดเพื่อนำมาผสมในสีทาเรือเพื่อป้องกันการลงเกาะของเพรียงโดยใช้สาร TBT แต่ภายหลังพบว่าสาร TBT เกิดการตกค้างในแหล่งน้ำที่เป็นเส้นทางการเดินเรือในปริมาณที่สูงเกินค่ามาตรฐานของ USEPA ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล จึงส่งผลให้เกิดการทดลองนำตัวอย่างของสารเคมีบางชนิดมาผสมในสีทาเรือที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการลงเกาะของเพรียงหินและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ทางทะเล ในการทดลองนี้จึงได้ศึกษาประสิทธิภาพของสาร Pseudoceratidine ที่มีผลต่อการลงเกาะของเพรียงหิน (*Balanus amphitrite*) บนแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ ซึ่งพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm บนแผ่นอะคริลิกมีจำนวนตัวเพรียงมายึดเกาะน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นอื่นๆ ที่วัสดุต่างชนิดกัน แสดงให้เห็นว่าสาร Pseudoceratidine ที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีประสิทธิภาพในการป้องกันการลงเกาะของเพรียงหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ในการจัดทำปัญหาพิเศษ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ และข้อบกพร่องในระหว่างการทำปัญหาพิเศษจนกระทั่งปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่กรุณาให้คำแนะนำในเรื่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ จงพัฒน์ และคุณนภพล เผ่าพันธ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่คอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง พร้อมทั้งช่วยเหลือในด้านการใช้ห้องปฏิบัติการทดลอง จนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้จนกระทั่งการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาวปริยาภรณ์ ฤกษ์งาม  
เมษายน 2551

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	10
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปผลการทดลอง	16
ภาคผนวก	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดความกว้าง , ความยาว และความสูงของตัวอ่อนแพลงก์ตอน <i>Balanus amphitrite</i> , $\mu\text{m}$ ( $M \pm m$ )	5
2	ค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อน และความแตกต่างทางสถิติของระดับความเข้มข้น ของสารที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กับแผ่นวัสดุแต่ละชนิด ( $p < 0.05$ )	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของเพรียงหินที่เกาะตามเสาไฟฟ้า	2
2	วงจรชีวิตของเพรียง <i>Balanus amphitrite</i> Darwin	4
3	รูปร่างลักษณะร่างกายของตัวอ่อนแพลงก์ตอน <i>Balanus amphitrite</i> จาก อ่าว Peter the Great ระยะ Naupliar II-IV , CL – ตัวอ่อน Cypris	5
4	ตัวอ่อนของสัตว์ในระยะต่างๆ และการเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของ <i>B. Amphitrite</i> เพื่อใช้ในการผสมพันธุ์	7
5	สูตรโครงสร้างของสาร Pseudoceratidine	9
6	การเจือจางสาร Pseudoceratidine ให้ได้ตามระดับความเข้มข้นต่างๆ	11
7	การติดเศษผ้าขาวบางลงบนแผ่นวัสดุ	11
8	การนับจำนวนตัวเพรียงที่ยึดเกาะบนเศษผ้าขาวบาง	12
9	กราฟแสดงจำนวนตัวอ่อนของเพรียงที่ยึดเกาะบนแผ่นวัสดุต่างชนิดที่ ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 2 สัปดาห์	14

## คำนำ

ในปัจจุบันนี้การแพร่กระจายตัวอย่างรวดเร็วของเพรียงหินตามบริเวณต่างๆ ที่อยู่ติดกับชายฝั่งทะเล และแหล่งน้ำกร่อยต่างๆ กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญของบุคคลทั่วไปและผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับการเดินเรือ นอกจากนี้ชาวประมงที่ใช้เรือที่ทำมาจากไม้ในการประกอบอาชีพก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน เพรียงหินจะมีเปลือกหินปูนที่แหลมคมเพื่อช่วยในการยึดติดอยู่กับที่ซึ่งอาจก่อให้เกิดบาดแผลแก่ผู้ที่ไปสัมผัสโดนได้ ในระยะตัวอ่อนของเพรียงหินมันจะไปยึดเกาะกับวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ อาทิเช่น ก้อนหิน ไม้ไผ่ที่ปักเอาไว้ ในน้ำเพื่อล่อให้หอยแมลงภูมาเกาะ แม้กระทั่งได้ท้องเรือที่เป็นโลหะและไม้ ในเรือที่ทำมาจากไม้ตัวอ่อนของเพรียงหินในระยะลงเกาะจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ท้องเรือทำให้ไม้เป็นรูพรุนเล็กๆ เมื่อมีในปริมาณที่มากก็อาจทำให้น้ำรั่วซึมเข้าไปในตัวเรือได้ ส่วนในเรือที่ทำมาจากโลหะเมื่อมีเพรียงหินมายึดเกาะที่ได้ท้องเรือเป็นจำนวนมากก็จะเป็นอุปสรรคที่สำคัญของเรือเดินสมุทร เพราะจะไปเพิ่มน้ำหนักในการบรรทุกทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันในการขนส่ง นอกจากนี้เพรียงหินยังทำลายการปลูกป่าโกงกาง โดยเพรียงหินจะไปเกาะที่ฝักโกงกางจนทำให้กล้าไม้ล้มเอนลงจนอยู่ในระดับที่ต่ำและตายในที่สุด ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นหาสารเคมีบางชนิดเพื่อนำมาผสมในสีทาเรือเพื่อป้องกันการลงเกาะของเพรียงโดยใช้สาร TBT แต่ภายหลังพบว่าสาร TBT เกิดการตกค้างในแหล่งน้ำที่เป็นเส้นทางการเดินเรือในปริมาณที่สูงเกินค่ามาตรฐานของ USEPA ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล จึงส่งผลให้เกิดการทดลองนำตัวอย่างของสารเคมีบางชนิดมาผสมในสีทาเรือที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการลงเกาะของเพรียงหินและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสาร Pseudoceratidine ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อการลงเกาะของเพรียงหิน

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อสามารถนำสาร Pseudoceratidine มาผสมในสีเพื่อป้องกันการลงเกาะของเพรียงหินแทนสาร TBT ที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

## การตรวจเอกสาร

### ชีววิทยาของเพรียงหิน

เพรียง ( Barnacle ) เป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังประเภทสัตว์ขาปล้อง มีหลายชนิดในอันดับ Thoracica เปลือกหุ้มตัวมี 6 แผ่น เรียงซ้อนกัน รูปร่างของเปลือกมีหลายแบบ เช่น รูปกรวยคว่ำ มีปากเปิดด้านบน เปลือกบริเวณปากบางและคม เกาะอยู่ตามหินและวัสดุอื่น ๆ ที่น้ำท่วมถึง เช่น ชนิด *Balanus amphitrite* ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ฐานประมาณ 1 เซนติเมตร เพรียงจัดอยู่ใน

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

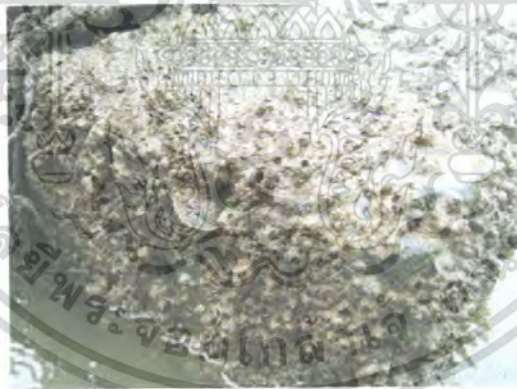
Class Maxillopoda

Subclass Cirripedia

Order Thoracica

Family Balanidae

Genus *Balanus* sp.



ภาพที่ 1 ลักษณะของเพรียงหินที่เกาะตามเสาไฟฟ้า

เพรียงเป็นสิ่งมีชีวิตที่เรารู้จักมากที่สุดในเรื่องการยึดเกาะและเป็นสิ่งที่แย่งที่สุดเมื่อต้องกำจัดมันออกไป มันเริ่มชีวิตด้วยตัวอ่อนเปลือกแข็งเรียกว่า nauplius larva ที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารและหลังจากการลอกคราบ 5 ครั้ง พวกมันจะเป็นตัวอ่อนที่แตกต่างออกไปมากคือ cypris larva ระยะพิเศษในช่วงชีวิตของเพรียงนี้มีลักษณะพิเศษคือมันต้องล่องลอยหาที่ที่ใช้ยึดเกาะ มันจะไม่กินอะไรเลย เมื่อมันพบกับสถานที่เหมาะสมแล้ว มันจะเอาหัวจิ้มลงพื้นและปล่อยสารยึดเกาะผ่านหนวด (antenna) ของมัน เพราะฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) จะเกิดขึ้น และตัวอ่อนจะเปลี่ยนเป็นสัตว์ที่ไม่มีตา ในช่วงที่มันอยู่กับที่แล้ว มันไม่ต้องการตาเพราะ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาเท่านั้น และอนุญาตให้เผยแพร่เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีประโยชน์ในการรื้อรูด สารยึดเกาะที่สร้างมาจากตัวอ่อนระยะ cyprid จะสร้างมาจากต่อมพิเศษซึ่งไม่มีโปรตีนรวมอยู่ด้วยแต่กระบวนการสร้างนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด

สารยึดเกาะชีวภาพในท้องทะเลเป็นปัญหามานานตั้งแต่เราเริ่มใช้ทะเลในการค้าขายหาปลา หรือขนส่ง เพื่อป้องกันท้องเรือ ความคิดหลายแบบเกิดขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมาคือ การสร้างท้องเรือที่เป็นพิษโดยการฉาบด้วยน้ำมันทาร์ (tar) หรือหุ้มด้วยแผ่นเหล็กหรือทองแดงเพื่อรักษาเนื้อไม้ เราพบว่าความคิดเหล่านี้เป็นไปไม่ได้ ท้องเรือเหล็กจะสึกกร่อนจากกระแสไฟฟ้ากัลวานิก (galvanic) ระหว่างท้องเรือและแผ่นทองแดง การฉาบด้วยสิ่งที่เป็นพิษมีความจำเป็น วิศวกรรมศาสตร์ที่ป้องกันการยึดเกาะเริ่มขึ้นเมื่อศตวรรษที่ 19 และมักจะมีไอออนทองแดงเป็นสารออกฤทธิ์ป้องกันการยึดเกาะอยู่ด้วยแต่ตะกั่ว ปรอท และอาร์เซนิกก็พบอยู่เช่นกัน ในช่วงปี 1970 ได้มีการนำสีทาป้องกันการยึดเกาะชนิดใหม่ที่มีสารไตรบูทิลดีน (tributyltin; TBT) ออกมา สีทาที่มีสารไตรบูทิลดีนผสมอยู่เป็นความสำเร็จครั้งยิ่งใหญ่ของวงการและถือว่าเป็นสีทาป้องกันการยึดเกาะที่ดีที่สุดแล้ว สาร TBT มีปฏิกิริยาเหมือนกับสารฆ่าสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ (biocide) และยับยั้งการยึดเกาะตามท้องเรือได้นานถึง 5 ปีอย่างมีประสิทธิภาพ

ในช่วงปลายปี 1970 เราพบว่าสาร TBT มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมมากโดยเฉพาะความล้มเหลวในการสืบพันธุ์ของสัตว์พวกมอลลัสกา (mollusc) เช่นหอยนางรม หอยเวลค์ (dog whelk) หอยนางรมยังมีเปลือกหนาขึ้นและหอยเวลค์จะเป็นหมัน (ตัวเมียจะพัฒนาเป็นตัวผู้ (imposex)) เรื่องที่น่าตกใจคือรายงานระดับสาร TBT ที่ไม่ได้พบตามชายหาดและเว็จอ่าวเท่านั้น แต่ยังพบในทะเลเปิดอีกด้วย การสะสมสารพิษที่มากยังพบได้ในสัตว์หลายชนิด อาจจะกล่าวได้ว่า สาร TBT เป็นหนึ่งในสารปนเปื้อนที่เลวร้ายที่สุดเท่าที่มนุษย์ปล่อยลงในทะเล

### วงจรชีวิตของเพรียงและบทบาทในการเป็นกลุ่มประชากรเพื่อยึดเกาะวัตถุใต้น้ำ

1. วงจรชีวิตของเพรียง *Balanus amphitrite* Darwin เป็นเพรียงที่ยึดเกาะวัตถุใต้น้ำเป็นสายพันธุ์ที่ประกอบด้วยประชากรที่หลากหลายและกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างตามสภาพภูมิอากาศที่เป็นเขตร้อนชื้น เขตร้อนและแหล่งน้ำที่อยู่ติดต่อกันซึ่งมีอุณหภูมิปานกลาง เพรียงจะแพร่กระจายในบริเวณ intertidal และในบริเวณที่อยู่สูงกว่า sublittoral ซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกับบริเวณใต้ท้องเรือเดินสมุทร นอกจากนี้เพรียงยังเป็นสัตว์ประจำท้องถิ่นของแหล่งน้ำกร่อย มีรายงานว่าสายพันธุ์นี้จะอาศัยอยู่บนวัสดุที่มีความแข็งแรงเพื่อยึดเกาะ ในแถบมหาสมุทรอินเดีย จากตะวันออกเฉียงใต้ของแอฟริกาขึ้นไปจนถึงอินเดียและมาเลเซีย ทะเลแดง, ทะเลดำ และทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในมหาสมุทรแอตแลนติกจากอังกฤษจนถึงชายฝั่งทะเลตอนใต้ของแอฟริกา หมู่เกาะเบอร์มิวดาและชายฝั่งทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอเมริกา ชายฝั่งของประเทศบราซิล และเม็กซิโก ในมหาสมุทรแปซิฟิกรอบๆ ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพรียงทำหน้าที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแทนของสัตว์ที่ยึดเกาะในทะเลที่มีจำนวนมากที่สุด ซึ่งบางครั้งเกิดขึ้นที่ปากแม่น้ำรวมไปถึงท่าเทียบเรือ แต่ Newman and Abbott (1998) พบว่าวงจรชีวิตของมันจะไม่มีความสำเร็จในน้ำ จิต Hutchins (1952) รายงานว่าความหลากหลายในชนิดสายพันธุ์ของเพรียงจะมีปริมาณมากที่สุด ในเขตร้อนชื้น Indo-pacific และมีความหลากหลายน้อยลงทางแปซิฟิกตอนเหนือ และมีความหลากหลายน้อยที่สุดทางตอนเหนือของมหาสมุทรแอตแลนติก



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของเพรียง *Balanus amphitrite* Darwin

ที่มา : [www.dafni.com/edreserve/barnacles.htm](http://www.dafni.com/edreserve/barnacles.htm)

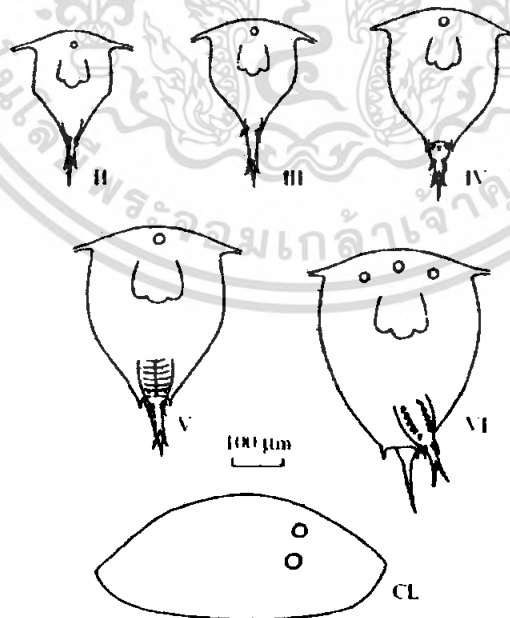
1.1 การศึกษาตัวอ่อนของ *Balanus amphitrite* ในตัวอย่างของแพลงก์ตอนจากอ่าว Golden hom ตัวอ่อนจะอยู่ในระยะ naupliar II-VI และตัวอ่อน cypris ของ *B. amphitrite* จะถูกพบในระยะเวลาสั้นๆ naupliar I ไม่ได้ถูกบันทึกเอาไว้ ดังนั้นการศึกษาสายพันธุ์ทั้งหมดของ Cirripedia Thoracica และ *B. amphitrite* จะมีระยะ naupliar 6 ระยะ ในระยะ naupliar ของเพรียงจะทำให้เกิดความสับสนได้ง่ายเนื่องจากพวกมันเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันกับแพลงก์ตอนในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ผลิ (รูปที่ 1) ระยะ naupliar ของ *B. amphitrite* จะมี cephalic shield นูนออกมาและมี frontolateral horn ซึ่งจะโค้งงอไปตามช่องท้องตลอดเวลาทำให้มันมีรูปร่างของหลังโค้งค่อมเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของตัวอ่อนแพลงก์ตอน *Balanus amphitrite* ( $\mu\text{m}$ )

ระยะ	ความยาว ของตัวอ่อน	โล่ที่อยู่บนส่วนตัว (Cephalic shield)			เขาที่อยู่ด้านข้าง
		ความยาว	ความกว้าง	หนาม	
Nauplius					
II	308±11.2		146±5.4		50±3.7
III	354±14.2		188±8.3		46±4.5
IV	390±12.6	271±7.5	220±0	22±2.7	47±4.1
V	467±10.9	351±12.6	278±14.5	25±4.1	51±5.3
VI	551±29.3	410±18.7	330±6.3	26±7.1	54±5.4
ตัวอ่อน Cypris	543±15.1		254±11.3		

ที่มา : Zvyagintsev and Korn (2002)



ภาพที่ 3 รูปร่างลักษณะร่างกายของตัวอ่อนแพลงก์ตอน *Balanus amphitrite* จากอ่าว Peter the Great ระยะ Naupliar II-IV , CL - ตัวอ่อน Cypris

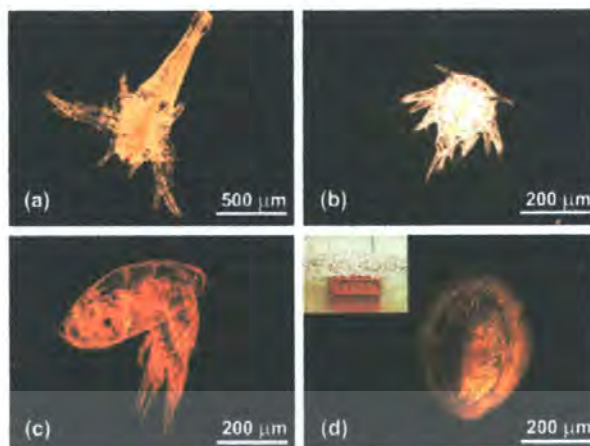
ที่มา : Zvyagintsev and Korn (2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 บทบาทในการเป็นกลุ่มของประชากรที่ยึดเกาะกับวัตถุใต้น้ำ ในแหล่งน้ำอุ่น *B. Amphitrite* จะเกิดขึ้นเป็นสายพันธุ์ที่พบได้เป็นอันดับที่สองรองจากสายพันธุ์ที่พบได้ตามท้องถื่น โดยจะยึดเกาะบนเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ และพบในระบบการระบายน้ำในอ่าว Peter the Great ซึ่งจะเป็นตัวนำพาให้พวกมันมีการเคลื่อนย้ายลงไปสู่เรือเดินทะเลขนาดใหญ่ในมหาสมุทรที่ใช้ในธุรกิจการขนส่งทางทะเลของรัสเซีย - ญี่ปุ่น ซึ่งการยึดเกาะกับวัตถุใต้น้ำของเพรียงถือได้ว่าเป็นการยึดเกาะทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการตั้งถิ่นฐานที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติ และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจะยึดเกาะอย่างแข็งแรงบนพื้นผิวที่ถูกน้ำท่วม สำหรับการยึดเกาะทางชีวภาพในการขนส่งทางทะเลกลายเป็นปัญหาที่มีความสำคัญซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการลดลงของความเร็วเรือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นของค่าเชื้อเพลิง และการดูแลรักษา ซึ่งสันนิษฐานว่าได้ท้องเรือของเรือเดินสมุทรน่าจะเก็บรวบรวมการยึดเกาะของเพรียงเป็นน้ำหนักโดยประมาณ 150 kg ต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร ภายในระยะเวลา 6 เดือน และการใช้เชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้น 50% เมื่อไม่มีการทาสีเพื่อใช้ในการป้องกันการยึดเกาะของเพรียง (Haak, 1996)

วิธีที่ใช้ในการกำจัดการยึดเกาะของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการให้มีปริมาณลดลงจนเหลือน้อยที่สุด เช่น การทำความสะอาดพื้นผิวหรือการจำกัดสารอาหาร (Flemming et al., 1996) ในเรือขนาดใหญ่ตัวเรือจะทาสีป้องกันเพรียงเพื่อป้องกันการยึดเกาะที่ไม่ต้องการ โดยปกติจะใช้พวก biocide ตัวอย่างเช่น ยารฆ่าแมลงบางชนิดซึ่งส่วนมากจะเป็นสารคอปเปอร์หรือสารประกอบอินทรีย์ของดีบุก (IMO, 1999) และป้องกันการยึดเกาะเพื่อตั้งถิ่นฐานของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากมันมีคุณสมบัติที่เป็นพิษจึงได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดย biocide จะมีพันธะของสารโพลีเมอร์เป็นหลัก Tributyltin (TBT) มีประสิทธิภาพในการป้องกันการยึดเกาะได้มากที่สุด ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมเข้าไปในสีทาเรือ ตั้งแต่ปี 1960 แต่เนื่องจากเมื่อ 80 ปีก่อน TBT ได้ก่อให้เกิดผลที่ไม่เป็นที่ต้องการ โดยพบว่าสาร TBT มีผลกระทบต่อสิ่งแวดลอมมากโดยเฉพาะความล้มเหลวในการสืบพันธุ์ของสัตว์พวกมอลลัสกา (mollusc) เช่นหอยนางรม หอยเวลค์ (dog whelk) หอยนางรมยังมีเปลือกหนาขึ้น และหอยเวลค์จะเป็นหมัน (ตัวเมียจะพัฒนาเป็นตัวผู้ (imposex)) เรื่องที่น่าตกใจคือรายงานระดับสาร TBT ที่ไม่ได้พบตามชายหาดและเว็จอ่าวเท่านั้น แต่ยังพบในทะเลเปิดอีกด้วย การสะสมสารพิษที่มากยังพบได้ในสัตว์หลายชนิด อาจจะกล่าวได้ว่า สาร TBT เป็นหนึ่งในสารปนเปื้อนที่เลวร้ายที่สุดเท่าที่มนุษย์ปล่อยลงในทะเล ก่อนปี 2001 องค์การทะเลสากล (International Maritime Organisation; IMO) แห่งสหประชาชาติเริ่มออกข้อบังคับในการใช้สาร TBT เป็นตัวป้องกันการยึดเกาะในเรือและถูกสั่งห้ามใช้อย่างเด็ดขาดในปี 2008 (ตั้งแต่ปี 2003 สาร TBT ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้กับเรือที่มีขนาดเล็กกว่า 12 เมตรในสวีเดน) เรือทุกลำต้องได้รับใบรับรองที่ระบุถึงประเภทสารที่ใช้และหน่วยงานชายฝั่งจะเป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลนี้ โดยการเก็บตัวอย่างจากท้องเรือไปทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 (a) ตัวอ่อนของ *A. salina* ที่เพิ่งฟักออกมาไม่นานนัก (b) ตัวอ่อนระยะ Nauplius ของ *B. amphitrite* (c) ตัวอ่อนระยะ Cypris ของ *B. amphitrite* (d) การเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของ *B. Amphitrite* เพื่อใช้ในการผสมพันธุ์และความเกี่ยวพันกันในเพรียงตัวเต็มวัย ที่มา : Margit and Renate (2005)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเพรียง ปัจจัยที่กำหนดเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของเพรียง ได้แก่ บริเวณที่มีแหล่งน้ำอุ่น และความถี่ในการแพร่พันธุ์ของ *B. Amphitrite* จะมีในปริมาณที่สูงจากคอกที่ 2 ไปเป็นคอกที่ 4  $mo^{-1}$  ในปีแรก และจะมีปริมาณค่อนข้างสูงในระหว่างเดือนตุลาคมและกุมภาพันธ์ โดยเฉลี่ย 3 คอก  $mo^{-1}$  *B. Amphitrite* จะให้กำเนิดตัวอ่อน 24 คอกต่อปี ขนาดของคอกจะมีค่าไม่แน่นอน โดยใน *B. Amphitrite* จะให้ผลผลิตเป็นตัวอ่อน 4000 brood<sup>-1</sup> ใช้ระยะเวลาในการฟักประมาณ 4 – 9 d การลอกคราบจะเกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาอันสั้น 4 -10 d moult<sup>-1</sup> การแพร่พันธุ์และความถี่ในการลอกคราบจะได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิและการทำให้หอดอาหาร ปัจจัยแวดล้อมทางด้านอาหาร และอุณหภูมิที่ปรากฏเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญซึ่งควบคุมทั้งกระบวนการผสมพันธุ์และกระบวนการลอกคราบในเพรียง รูปแบบในการสืบพันธุ์ของเพรียงจะมีความแตกต่างกันมาก จากคอกที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเกิดขึ้นเพียงปีละครั้งหรือเป็นคอกที่มีขนาดเล็กมากที่เกิดขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งจะมีช่วงชีวิตที่ยาว หรือเป็นคอกเดียวที่มีจำนวนมากกว่า 30 คอกต่อปี ซึ่งมีช่วงชีวิตที่ถูกจำกัด

2.1 ลักษณะของการสืบพันธุ์และความถี่ในการสืบพันธุ์ กลุ่มของ *B. amphitrite* จะถูกเพาะเลี้ยงเป็นคู่ผสมพันธุ์และรักษาอุณหภูมิให้คงไว้ที่ 20 °C โดยมีการให้อาหารอย่างต่อเนื่อง ในภาพที่ 3 เป็นตัวอย่างของจำนวนค่าเฉลี่ยของคอกที่สร้างขึ้นต่อเดือน โดยทำการเปรียบเทียบใน 7 คู่ผสมพันธุ์ ซึ่งพบว่า *B. amphitrite* จะมีจำนวนคอกที่มากที่สุดซึ่งจะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม 1985 ซึ่งมีประมาณ 7 คอก  $mo^{-1}$  ในขณะที่ค่าที่ต่ำที่สุดจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนและธันวาคม 1985 จนถึงเดือนเมษายน 1986 แม้ว่า จะผ่านพ้นฤดูที่ไม่มีการผลิตพันธุ์ของกลุ่ม

ประชากรตามธรรมชาติ (El-Komi, 1988) ความถี่ของการผสมพันธุ์จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย โดยได้บันทึกไว้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม 1986 และตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนมิถุนายน 1987

ปัจจัยที่กำหนดในการแพร่พันธุ์ ขนาดของคอก (จำนวนของตัวอ่อนในคอก) และจำนวนของคอกได้รายงานไว้ในการเพาะเลี้ยงตัวอย่างสำหรับทดลอง *B. amphitrite* จะแสดงให้เห็นความแตกต่างในด้านขนาดของคอกเป็นอย่างมาก ซึ่งจำนวนของไข่จะอยู่ที่ระหว่าง 1000 – 10000 ต่อคอก ระยะเวลาในการฟักของ *B. amphitrite* จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7 - 9 วัน ดังนั้นระยะเวลาที่ปรากฏจะเหมาะสมสำหรับการพัฒนาของรังไข่ การผสมพันธุ์ และการพัฒนาเป็นตัวอ่อน ในการเพาะเลี้ยงคู่ผสมพันธุ์ของ *B. amphitrite* สิ่งมีชีวิตทั้งคู่จะให้กำเนิดคอก 38 - 60 คอกต่อปี ปริมาณผลผลิตของ *B. amphitrite* ที่มีจำนวนของไข่อันสูงสุดในสายพันธุ์ทั้ง 3 ชนิด จำนวนของไข่ที่ผลิตขึ้นได้เป็นจำนวนมากที่สุดในตัวอย่างคู่ผสมพันธุ์ของ *B. amphitrite* จะเกิดขึ้นในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 1985 และในเดือนมีนาคม 1986 ในขณะที่โดยปกติปริมาณที่ต่ำที่สุดจะเกิดขึ้นในฤดูร้อน

2.2 ผลกระทบของอุณหภูมิ ตัวอย่างตัวเต็มวัยของ *B. amphitrite* จะมีรังไข่ที่พัฒนาแล้ว การเพาะเลี้ยงที่ 10 °C และให้อาหารด้วย *Artemia* sp. , nauplii และสาหร่ายเซลล์เดียว ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้การผสมพันธุ์และการแสดงการดำเนินการลอกคราบลดต่ำลงโดยตลอดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 - mo นอกจากนั้นการเพาะเลี้ยงตัวอย่างเอาไว้ที่ 20 °C จะแสดงให้เห็นกิจกรรมของการผสมพันธุ์และอัตราการลอกคราบที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังจากระยะเวลา 1 เดือนของการเพาะเลี้ยง ในทำนองเดียวกันเพียงในตอนท้ายจะแสดงให้เห็นว่าไม่มีกิจกรรมการผสมพันธุ์ในระหว่างช่วงฤดูหนาว เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงมากกว่า 10 °C แต่การผสมพันธุ์จะเริ่มต้นขึ้นได้อีกครั้งเมื่ออุณหภูมิขึ้นสู่ระดับมากกว่า 10 °C ในเดือนมีนาคม 1987 ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 1987 เมื่ออุณหภูมิขึ้นสู่ระดับ ca. 20 °C เพียงจะแสดงให้เห็นรูปแบบของการผสมพันธุ์ที่ไม่แตกต่างกันกับการจัดการควบคุมภายใต้สภาวะที่คงที่

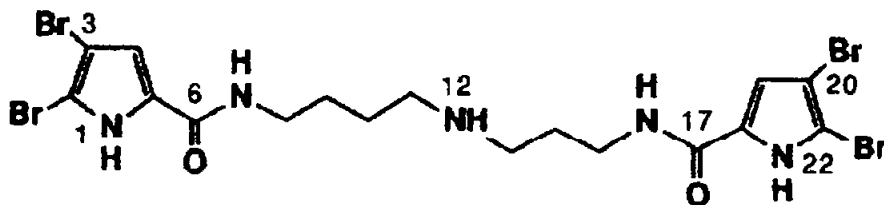
2.3 ผลกระทบของความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโต *B. amphitrite* ที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ทดสอบที่ความเค็มสูงกว่า 48 ‰ (Vittor, 1968) และทดสอบในความเค็มที่มีช่วงกว้างที่สูง 75 ‰ การเพิ่มค่าของความเค็มในทะเล Salton *B. amphitrite* มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว โดยมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในช่วงกว้างได้ และจะแพร่กระจายตามบริเวณ intertidal ซึ่งจะมีความจำกัดในด้านการเป็นผู้ล่าและการแข่งขันกับสัตว์อื่น (Ortega, 1981) เพียงจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วที่ 48 g l<sup>-1</sup> และมีการเจริญเติบโตที่ช้าที่สุดที่ 65 g l<sup>-1</sup> โดยในระหว่าง 39 - 48 g l<sup>-1</sup> เพียงจะมีขนาดใหญ่มากที่สุดและทนทานต่อการ

แตกหักได้ดีมาก การสูญพันธุ์ของเพรียงในทะเล Salton จะเกิดขึ้นเมื่อความเค็มขึ้นไปถึง  $70 - 80 \text{ g l}^{-1}$

3. สารที่ใช้ในการป้องกันเพรียง สีป้องกันเพรียงโดยทั่วไปจะใช้สำหรับป้องกันตัวเรือขนาดใหญ่ เสาเข็มในทะเล และอุปกรณ์การปลูกสร้างท่าเรือจากการตั้งรกรากโดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และ propagules ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อน การยึดติดของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากทำให้ความเร็วในการเดินเรือขนาดใหญ่ลดลง และการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มมากขึ้นโดยไม่จำเป็นเป็นปริมาณ 40% การพัฒนาประสิทธิภาพของสารป้องกันเพรียงที่มีราคาต้นทุนต่ำ และลดผลกระทบต่อการใช้งานและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือทางการค้า โดยความต้องการสารที่ใช้ป้องกันเพรียงทั่วโลกในขณะนี้มียุคค่าเกือบ 2 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (James, 1996)

3.1 Copolymer ที่สร้างขึ้นจาก tributyltin (TBT) methacrylate ซึ่งมีการใช้โดยประมาณ 80% ของกลุ่มยานพาหนะที่ใช้ทางธุรกิจการขนส่งทางเรือทั่วโลก คอปเปอร์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของสีป้องกันเพรียง และภายหลังได้มีการนำปรอทไปใช้ในการเคลือบผิวไม้ สารทั้ง 3 ชนิดนี้ภายหลังได้มีการห้ามใช้ เนื่องจากมีความเป็นพิษที่คงอยู่ได้นานเมื่อแช่อยู่ในน้ำ โดยจะปล่อยสารประกอบที่มีความเป็นพิษประมาณ  $4 \mu\text{g} / \text{Sq cm}$  ของพื้นผิวดต่อวัน ซึ่งสามารถก่อให้เกิดผลที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น สีที่มีดีบุกเป็นส่วนผสมจะมีผลต่อการตายของปลาโลมา และปลาวาฬในน่านน้ำของมหาสมุทรแอตแลนติกตอนเหนือเมื่อปี 1980s สีที่ใช้ทาในเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่โดยปกติจะประกอบด้วย TBT ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขณะที่ยอดสมอเป็นระยะเวลาในท่าเรือปิด เมื่อไม่นานมานี้ได้มีความสนใจเกี่ยวกับผลกระทบที่มีต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อยู่ในทะเล และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จึงเป็นสาเหตุของการสั่งห้ามใช้สารที่ประกอบด้วย TBT ในสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และประเทศอื่นๆ (James, 1998)

3.2 Pseudoceratidine เป็นอนุพันธ์ของ polyamine spermidine ซึ่งแยกได้จากฟองน้ำทะเล *Pseudoceratina purpurea* ซึ่งเป็นสารประกอบที่ประสบความสำเร็จในการป้องกันเพรียง โดยจะไปยับยั้งการตั้งถิ่นฐานของตัวอ่อนและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเพรียง *Balanus Amphitrite* ซึ่งมีค่า  $\text{ED}_{50}$  อยู่ที่  $8.0 \mu\text{g} / \text{mL}$  (Sachiko, 1996)



Pseudoceratidine (1)

ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างของสาร Pseudoceratidine

ที่มา : Sachiko (1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. แผ่นกระเบื้องขนาด  $7 \times 7$  cm
2. แผ่นเซรามิกขนาด  $7 \times 7$  cm
3. แผ่นกระเบื้องทาสีขนาด  $7 \times 7$  cm
4. อุปกรณ์วัดความเค็ม (Salinometer)
5. สารทากันเฟรียง
6. กล้อง Stereo microscope
7. ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง
8. บีกเกอร์
9. เข็อก
10. สว่าน
11. แปรงทาสี
12. สีทาบ้านและน้ำมันสน
13. แอลกอฮอล์
14. แวนชยาย

### วิธีการ

#### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) และใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแบ่งเป็น 2 ปัจจัย เมื่อปัจจัยที่หนึ่งมี 3 ระดับและปัจจัยที่สองมี 6 ระดับ ดังนั้นจึงเรียกแผนการทดลองนี้ว่า  $3 \times 6$  factorial experiments in CRD

#### วิธีการทดลอง

##### 1. การเตรียมสาร

1.1 นำสาร Pseudoceratidine มาเจือจางกับแอลกอฮอล์ให้ได้ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ 10 , 20 , 30 , 40 และ 50 ppm ตามลำดับ

2. การเตรียมแผ่นวัสดุ
  - 2.1 นำแผ่นกระเบื้อง แผ่นเซรามิก และแผ่นกระเบื้องทาสี ชนิดละ 18 แผ่น ไปเจาะรูด้วยสว่านแล้วร้อยด้วยเชือกผูกให้แน่น
3. การเตรียมเศษผ้าขาวบาง
  - 3.1 นำผ้าขาวบางมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด  $3 \times 3$  cm จำนวน 54 ชิ้น
  - 3.2 นำเศษผ้าขาวบางแต่ละอันมาติดด้วยกาวผสมลงบนแผ่นวัสดุที่เตรียมเอาไว้ทั้ง 54 แผ่น
  - 3.3 นำแผ่นวัสดุทั้งหมดไปผึ่งลมรอให้กาวแห้ง
  - 3.4 นำเข็มฉีดยามาดูดสารที่เตรียมเอาไว้ในปริมาณ 3 mL ต่อแผ่นวัสดุ 1 แผ่น
  - 3.5 ฉีดสารลงบนผ้าขาวบางที่ติดไว้บนแผ่นวัสดุทีละน้อยเพื่อให้ตัวผ้าดูดซึมสารได้ทัน
  - 3.6 รอให้สารแห้งสนิท หลังจากนั้นนำแผ่นวัสดุทั้งหมดมาเก็บไว้ในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้แน่น
  - 3.7 นำแผ่นวัสดุทั้ง 54 แผ่น ไปผูกติดไว้กับหลักหรือวัสดุที่อยู่ใต้น้ำบริเวณปากแม่น้ำที่เชื่อมต่อกับทะเลบางขุนเทียน โดยมีระดับความลึกประมาณ 60 cm จากพื้นผิวน้ำ โดยทำการตรวจเช็คปริมาณตัวอ่อนของเพรียงที่มาเกาะตามวัสดุต่างๆ ทุกวัน
4. นำแผ่นวัสดุที่มีตัวอ่อนเพรียงมาเกาะสองคู่ด้วยกล้อง Stereo microscope และแว่นขยาย
  - 4.1 ตรวจนับจำนวนตัวเพรียงที่มายึดเกาะในแผ่นวัสดุแต่ละแผ่น
5. ทำการเปรียบเทียบปริมาณตัว และขนาดของเพรียงตามแผ่นวัสดุทั้ง 3 ชนิด วัสดุชนิดใดมีปริมาณเพรียงมาเกาะน้อยที่สุด



ภาพที่ 6 การเจือจางสาร Pseudoceratidine ให้ได้ตามระดับความเข้มข้นต่างๆ



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการศึกษาค้นคว้าเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การนับจำนวนตัวเพรียงที่ยึดเกาะบนเศษผ้าขาวบาง

### การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลปริมาณตัวของเพรียงตามแผ่นวัสดุทั้ง 3 ชนิดเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงในการยึดเกาะของเพรียงหลังทาสารกันเพรียง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน และความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way analysis ( ANOVA ) ใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธีของ Duncan

### สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บริเวณปากแม่น้ำที่ติดต่อกับทะเลบางขุนเทียนกรุงเทพมหานคร

### ระยะเวลาในการทำการทดลอง

เดือนตุลาคม 2550 ถึง เดือนเมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองทดสอบสาร pseudoceratidine ที่ความเข้มข้นต่างๆ บนแผ่นวัสดุที่ต่างชนิดกันพบว่าจำนวนตัวอ่อนของเพรียงที่มายึดเกาะบนแผ่นวัสดุประเภทแผ่นอะคริลิกที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณตัวอ่อนของเพรียงน้อยที่สุด ดังตารางที่ 2 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์ที่ 1 ยังไม่สามารถเห็นความแตกต่างของจำนวนตัวเพรียงที่มายึดเกาะบนแผ่นวัสดุต่างๆ ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากตัวอ่อนของเพรียงมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและไม่สามารถเคลื่อนย้ายมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการได้เพราะตัวอ่อนยังยึดเกาะกับแผ่นวัสดุได้ไม่เหนียวแน่นพอหากมีการเคลื่อนย้ายอาจทำให้ปริมาณจำนวนตัวอ่อนที่มายึดเกาะมีจำนวนลดน้อยลงกว่าความเป็นจริงเนื่องจากเกิดการหลุดร่วงในระหว่างการเคลื่อนย้าย เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 2 ตัวเพรียงมีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถมองเห็นความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่าจึงทำการตรวจนับจำนวนตัวเพรียงที่มายึดเกาะบนแผ่นวัสดุต่างๆ

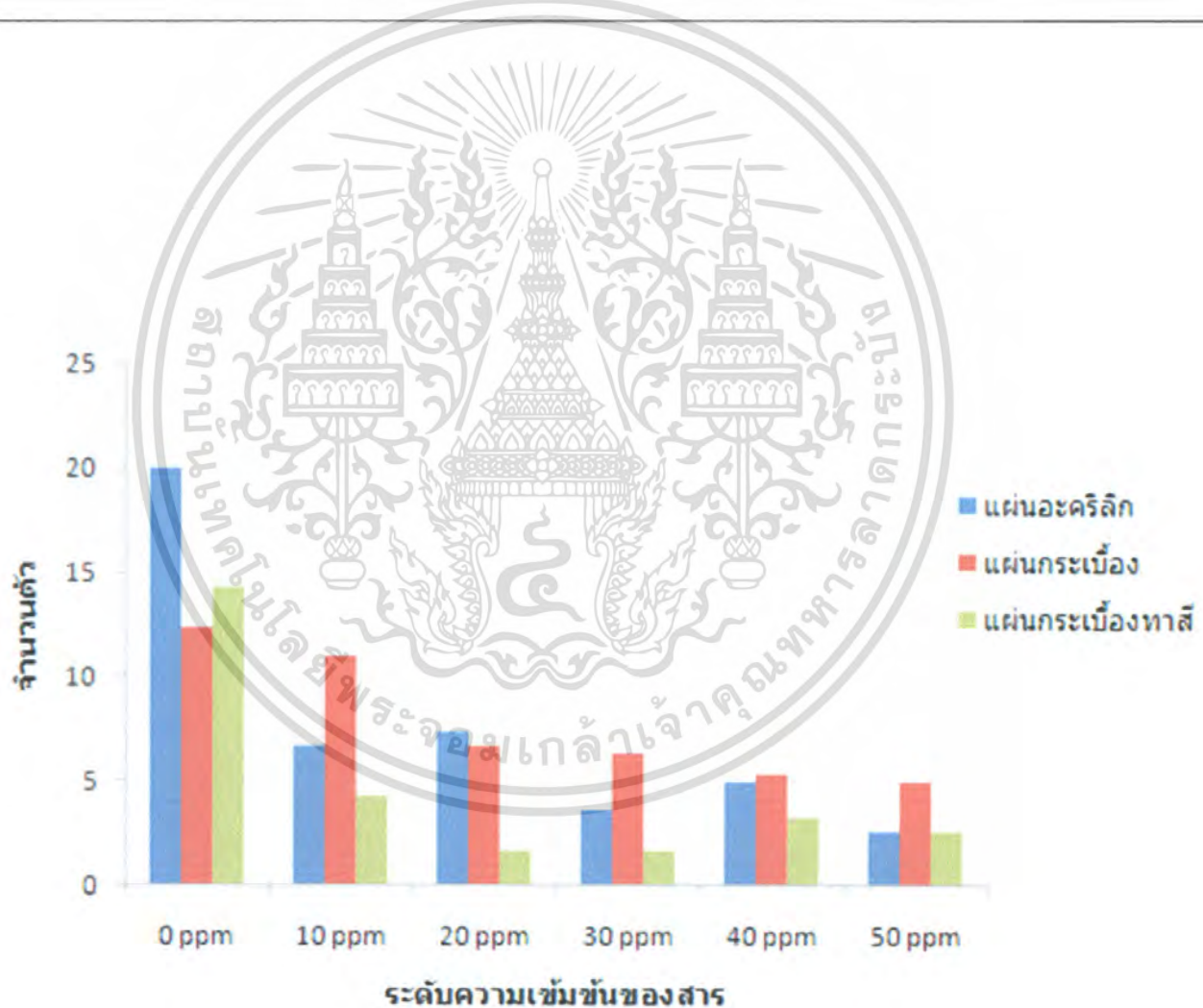
จากการทดลองนำแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ ที่เคลือบด้วยสาร Pseudoceratidine บนเศษผ้าขาวบางมาผูกยึดติดกับแผ่นวัสดุใต้น้ำปรากฏว่าจำนวนตัวอ่อนของเพรียงที่มายึดเกาะบนแผ่นวัสดุที่ต่างชนิดกันจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้จำนวนตัวเพรียงที่มายึดเกาะยังมีปริมาณที่ลดน้อยลงไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณความเข้มข้นของสาร Pseudoceratidine ที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในขณะทำการทดลองไม่ได้มีการจำกัดขอบเขตที่ใช้ในการทดลองทำให้มีปัจจัยภายนอกด้านอื่นๆ อาทิเช่น ความเค็มที่เปลี่ยนแปลงทุกวัน กระแสคลื่นลมในทะเลที่มีผลต่อปริมาณจำนวนตัวอ่อนที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ เข้ามาส่งผลทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความคลาดเคลื่อนมาก แต่เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมา plot กราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารเพิ่มมากขึ้นปริมาณตัวอ่อนที่มายึดเกาะบนแผ่นวัสดุจะมีจำนวนที่ลดลงเรื่อยๆ และจะมีจำนวนตัวน้อยที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm บนแผ่นอะคริลิก (ภาพที่ 8) ดังเช่นการศึกษาของ Sachiko et al. (1996) พบว่าสาร Pseudoceratidine มีผลต่อการยับยั้งการตั้งถิ่นฐานและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเพรียงหิน *Balanus amphitrite* โดยมีค่า  $ED_{50}$  อยู่ที่ 8.0  $\mu\text{g/mL}$

นอกจากนี้ ละออง (2006) พบว่าเมื่อใช้ Pseudoceratidine เพิ่มมากขึ้นถึง 30 $\mu\text{g/mL}$  จะสามารถฆ่าเพรียงทะเลได้ โดยจะเห็นได้ว่าสาร Pseudoceratidine เป็นสาร Natural Product Antifoulant ตัวหนึ่งที่เป็นสารประกอบประเภทมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและมีวงเฮเทอโรไซคลิกของไพโรล (Pyrrole) บรรจุในโมเลกุลด้วย พบว่าโครงสร้างของ Pseudoceratidine มีสายโซ่พอลิเอมีนที่มีผลต่อการออกฤทธิ์และยังมีวงไพโรลที่ช่วยสนับสนุนการออกฤทธิ์ได้ดีมากขึ้น และเป็นสารชีวภาพที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อน และความแตกต่างทางสถิติของระดับความเข้มข้นของสารที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กับแผ่นวัสดุแต่ละชนิด ( $p < 0.05$ )

ประเภทแผ่นวัสดุ	ระดับความเข้มข้นของสาร (ppm)					
	0	10	20	30	40	50
แผ่นอะคริลิก	20.00±6.24 <sup>a</sup>	6.67 ±5.03 <sup>a</sup>	19 ± 20.78 <sup>a</sup>	3.67±4.73 <sup>a</sup>	9.33±8.39 <sup>a</sup>	2.67±3.79 <sup>a</sup>
แผ่นกระเบื้อง	12.33±16.20 <sup>a</sup>	11.00±6.00 <sup>a</sup>	16.33±10.69 <sup>a</sup>	6.33±3.06 <sup>a</sup>	27.67±12.74 <sup>a</sup>	7.00±5.57 <sup>a</sup>
แผ่นกระเบื้องทาสี	5.67±9.81 <sup>a</sup>	4.00±6.08 <sup>a</sup>	1.67±0.58 <sup>a</sup>	1.67±1.53 <sup>a</sup>	3.33±4.16 <sup>a</sup>	6.67±5.69 <sup>a</sup>



ภาพที่ 9 กราฟแสดงจำนวนตัวของเพรียงที่ยึดเกาะบนแผ่นวัสดุต่างชนิดที่ระดับความเข้มข้น 0 , 10 , 20 , 30 , 40 และ 50 ppm ในระยะเวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

จากผลการทดลองระดับความเข้มข้นของสาร Pseudoceratidine ที่ 50 ppm มีประสิทธิภาพในการป้องกันการลงเกาะของเพรียงหินมากที่สุด โดยในแผ่นอะคริลิกจะมีจำนวนตัวอ่อนของเพรียงมายึดเกาะน้อยกว่าแผ่นวัสดุชนิดอื่นๆ ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 30 และ 50 ppm ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีปัจจัยภายนอกหลายอย่างที่เรายังไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อนมาก แต่ก็สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างกันของจำนวนตัวเพรียงที่มายึดเกาะกับแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันได้ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า สาร Pseudoceratidine มีผลต่อการยับยั้งการตั้งถิ่นฐานและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเพรียงหิน *Balanus amphitrite*

ประโยชน์ในขั้นต่อไปคือ นำสาร Pseudoceratidine ที่มีระดับความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นไปทดสอบกับเพรียงหินอีกครั้ง โดยมีการควบคุมปัจจัยภายนอกต่างๆ มากขึ้นเท่าที่สามารถทำได้ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารว่าที่ระดับความเข้มข้นเท่าใดจะให้ผลในการยับยั้งการลงเกาะของเพรียงหินได้มากที่สุด เพื่อที่ในอนาคตเราจะได้มีสารตัวใหม่ที่มาป้องกันเพรียงและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

## เอกสารอ้างอิง

- ลอบ สมศักดิ์. 2549. การสังเคราะห์สาร Pseudoceratidine และอนุพันธ์บนวัฏภาคแข็ง. คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 128 น.
- E1-Komi, M.M. 1988. Studies on the reproductive biology of common barnacles. Ph.D. dissertation, University of Tokyo, Japan. Cited by M.M. El-Komi and T. Kajihara.1991. Breeding and moulting of barnacles under rearing conditions. *Marine Biology* 108: 83-89.
- Flemming, H.; T. Griebel and G. Schaule. 1996. Antifouling strategies in technical systems - a short review. *Water Science and Technology*. Cited by Margit, L. and R. Kratke. 2005. Efficacy and toxicity of self-polishing biocide-free antifouling paints. *Environmental pollution* 138: 260-267.
- Haak, P.W. 1996. Antifouling systems, current status and developments. In: *The Present Status of TBT-Copolymer Antifouling Paints*. Proceedings of the International Symposium on Antifouling Paints for Ocean-going Vessels, The Hague, February Cited by Margit, L. and R. Kratke. 2005. Efficacy and toxicity of self-polishing biocide-free antifouling paints. *Environmental pollution* 138: 260-267.
- Hutchins, L. W. 1952. Geographical distribution. In: *Marine fouling and its prevention*. U.S. Naval Institute, Annapolis, Maryland. Cited by El-Komi, M.M. and T. Kajihara.1991. Breeding and moulting of barnacles under rearing conditions. *Marine Biology* 108: 83-89.
- International Marine Organisation (IMO). 1999. Marine Environment Protection Committee. 43rd Session. Tenth International Congress on Marine Corrosion and Fouling. Cited by Margit, L. and R. Kratke. 2005. Efficacy and toxicity of self-polishing biocide-free antifouling paints. *Environmental pollution* 138: 260-267.
- Jame A., P., D.J. Kassab and B. Ganem. 1996. Synthesis of the antifouling polyamine Pseudoceratidine and its analogs: factors influencing biocidal activity. *Tetrahedron* 34: 6041-6044.

- Jame A., P., S. Conova. and D. Kinghorn. 1998. Pseudoceratidine, A Marine Natural Product with Antifouling Activity: Synthetic and Biological studies 54: 6977-6986.
- Margit, L. and R. Kratke. 2005. Efficacy and toxicity of self-polishing biocide-free antifouling paints. Environmental pollution 138: 260-267.
- Newman, W. A. and Abbott D. P. 1980. Cirripedia: the barnacles. In: Morris, R. D., Abbott, D. P., Hauderlie, E. C. (eds.) Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press, Stanford, California. Cited by El-Komi, M.M. and T. Kajihara. 1991. Breeding and moulting of barnacles under rearing conditions. Marine Biology 108: 83-89.
- Ortega, S. 1981. Environmental stress, competition and dominance of *Crassostrea virginica* near Beaufort, North Carolina, USA. Cited by P. Simpson, E. and Stuart H.H. 1998. Salinity effects on the growth, mortality and shell strength of *Balanus amphitrite* from the Salton Sea, California. Hydrobiologia 381: 179-190.
- Sachiko, T. and H. Kato. 1996. Pseudoceratidine: A New Antifouling Spermidine Derivative from the Marine Sponge *Pseudoceratina purpurea*. Tetrahedron 9: 1439-1440.
- Vittor, B. A. 1968. The effects of oxygen tension, salinity, temperature and crowding on the distribution, growth, and survival of *Balanus amphitrite* Darwin in the Salton Sea, California. M.A. Thesis, San Diego State University, San Diego, California. Cited by P. Simpson, E. and Stuart H.H. 1998. Salinity effects on the growth, mortality and shell strength of *Balanus amphitrite* from the Salton Sea, California. Hydrobiologia 381: 179-190.
- Zvyagintsev, A.U. and K. O.M. 2003. Life History of the Barnacle *Balanus Amphitrite* Darwin and Its Role in Fouling Communities of Peter the Great Bay, Sea of Japan. Russian Journal of Marine Biology 29: 41-48.

<http://www.dafni.com/edreserve/barnacles.htm>

## ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ปริมาณตัวเปรียบเทียบที่ยึดเกาะบนแผ่นวัสดุต่างชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ประเภท แผ่นวัสดุ	ชื่อ	ระดับความเข้มข้นของสาร					
		0	10	20	30	40	50
อะครีลิก	R1	22	6	7	0	19	0
	R2	13	12	43	2	5	7
	R3	25	2	7	9	4	1
กระเบื้อง	R1	4	11	4	7	6	8
	R2	2	17	7	9	7	1
	R3	31	5	9	3	3	12
กระเบื้อง ทาสี	R1	12	0	2	3	8	13
	R2	14	11	2	0	2	2
	R3	17	1	1	2	0	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้