

ผลของสารสลบก่อนการใส่แกนมุกต่ออัตราการรอดและคุณภาพมุก ในหอยมุกเกลบ *Pinctada fucata*

กรรณิการ์ กาญจนชาติตรี¹ กนกธร ปิยธำรงรัตน์² และ ปิยะพงศ์ แก้วดี³

Abstract

Kanjanachatree, K.¹ Piyathamrongrut, K.² Kaewteen, P³

Effects of relaxants before embedding nucleus for the survival rate
and pearl qualities in *Pinctada fucata*

Songklanakar J. Sci. Technol., 2006, 28(1) : 87-97

Nucleation in the spherical pearl production from Akoya pearl oysters *Pinctada fucata* (Gould, 1850) obtained low survival rate, and the nuclei were frequently excluded. Using relaxants before nucleation could lower the oysters' metabolism, so that nucleation might be improved. This experiment showed that appropriate concentrations of propylene phenoxetol, 30% magnesium sulfate and 10% MS 222 were 2.5, 15 and 2 ml/l treated for 6, 11 and 7 minutes, respectively. At the beginning of anesthetization the oysters had high oxygen consumption, but after that decreased continuously until constant, while those without the relaxant treatment had higher oxygen consumption. Oysters reared in the sea as soon as the nucleation was finished, had higher rate of survival after 8 months than those which rested in cement tanks for 4 weeks

¹Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkhla University, Phuket Campus, Phuket, 83120 Thailand. ²Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand. ³Phuket Pearl Industry, Co. Ltd., Muang, Phuket, 83000 Thailand.

¹วท.ม.(วิทยาศาสตร์การประมง), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต 83120 ²วท.ม.(กายวิภาคศาสตร์), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112 ³นักวิชาการ บริษัทภูเก็ตเพิร์ลอินดัสทรี อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000

Corresponding e-mail: kanika@phuket.psu.ac.th

รับต้นฉบับ 26 มกราคม 2548

รับลงพิมพ์ 2 กรกฎาคม 2548

before rearing in the sea, and also the bead rejection decreased. However, pearl formation of the oysters without relaxant treatment was significantly better than of those with the treatments: the average pearl diameter obtained from the former was 6.62 mm. while those from the latter were 6.52, 6.48 and 6.46 mm. when treated with 30% magnesium sulfate, propylene phenoxetol and 10% MS 222, respectively.

Key words : *Pinctada fucata*, pearl, pearl formation, nucleation, bead rejection, relaxants, anesthetics

บทคัดย่อ

กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยะรังรัตน์ และ ปิยะพงศ์ แก้วดิน

ผลของสารสลบก่อนการใส่แกนมุกต่ออัตราการรอดและคุณภาพมุกในหอยมุกแกลบ

Pinctada fucata

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2549 28(1) : 87-97

การใส่แกนมุกในหอยมุกแกลบ *Pinctada fucata* (Gould, 1850) เป็นปัญหาสำคัญในการผลิตมุกกลมเพราะมีผลให้อัตรารอดต่ำและทำให้หอยขับแกนมุกทิ้งสูง ดังนั้นการใช้สารที่ทำให้หอยสลบก่อนการฝังแกนมุกจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้หอยมีเมแทบอลิซึมต่ำ ทำให้ง่ายต่อการผ่าตัดและหอยไม่ต่อต้านแกนมุกที่ได้รับ จากการทดลองพบว่าสาร propylene phenoxetol, 30% magnesium sulfate และ 10% MS 222 ความเข้มข้นความเหมาะสมที่ทำให้หอยมุกแกลบสลบคือ 2.5, 15 และ 2 มล./ลิตร ด้วยเวลานาน 6, 11 และ 7 นาที ตามลำดับ หอยที่ได้รับสารมีการใช้ออกซิเจนสูงในช่วงแรก จากนั้นจะลดลงอย่างสม่ำเสมอจนคงที่ ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับสารจะมีการใช้ออกซิเจนสูงกว่าและไม่สม่ำเสมอตลอดช่วงการทดลอง หลังจากฝังแกนมุกแล้วนำหอยไปอนุบาลในทะเลทันที พบว่ามีผลให้หอยมีอัตราการรอดสูงและการขับแกนมุกต่ำกว่าวิธีการอนุบาลในบ่อพัก 4 สัปดาห์ก่อนนำลงเลี้ยงในทะเล จากนั้นทดลองการทดลองใช้ระยะเวลาเลี้ยงหอยนาน 8 เดือน พบว่าหอยกลุ่มที่ไม่ใช้สารสามารถสร้างมุกได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดมุกที่ได้จากหอยกลุ่มที่ไม่ใช้สารเฉลี่ย 6.62 มม. ในขณะที่กลุ่มที่ใช้ 30% magnesium sulfate, propylene phenoxetol และ 10% MS 222 จะมีขนาดเฉลี่ย 6.52, 6.48 และ 6.46 มม. ตามลำดับ

หอยมุกหลายสายพันธุ์ในประเทศไทยที่สามารถผลิตมุกกลมได้ เช่น หอยมุกจาน (*Pinctada maxima*) ซึ่งสามารถผลิตมุกกลมขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ขึ้นไปได้ โดยใช้เวลาในการผลิตมุกนาน 4-5 ปีจึงทำให้มุกมีราคาค่อนข้างแพง และพันธุ์หอยชนิดนี้หายากและมีน้อยในธรรมชาติ แต่มีหอยมุกอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าหอยมุกแกลบ *Pinctada fucata* หรือที่ประเทศญี่ปุ่นเรียกหอยมุกโกยา (Akoya) ชนิดที่สามารถนำมาผลิตเป็นหอยมุกกลมได้เช่นกันแต่มุกที่ได้มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 10 มม. (3-9 มม.) พันธุ์หอยยังหาได้ง่ายในธรรมชาติและจากการเพาะพันธุ์ (กรรณิการ์ และคณะ, 2547) หอยชนิดนี้ใช้ระยะเวลา 2-3 ปีในการผลิตมุก ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยมุกในจังหวัดภูเก็ตจึงเริ่มศึกษาชีวประวัติ เทคนิคการเลี้ยง

การใส่แกนมุก (nucleus) ของหอยมุกแกลบมากขึ้น แต่การศึกษายังไม่แพร่หลายมากนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการใส่แกนมุกกลม ซึ่งผู้ทำต้องมีความรู้ความชำนาญเป็นอย่างดี เพราะการใส่แกนมุกกลมต้องผ่าตัดบริเวณอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) ของหอย (Taylor, 2002) จึงมีผลให้หอยบอบช้ำ บาดเจ็บและต่อต้านสิ่งแปลกปลอมที่ใส่เข้าไป ดังนั้นก่อนการผ่าตัดต้องทำให้หอยมีเมแทบอลิซึม (metabolism) ต่ำที่สุด (Knauer and Taylor, 2002) โดยการพักหอยไว้ในน้ำตื้นและให้อุดอาหาร อีกวิธีหนึ่งคือการใช้สารสลบ (relaxant) วิธีกรรมวิธีนี้ไม่เสียเวลาและคาดว่าจะได้ผลดีกว่าเพราะกล้ามเนื้อหอยไม่ต่อต้านระหว่างดำเนินการผ่าตัดจึงไม่ทำให้หอยบอบช้ำมากนัก Norton และคณะ (1996) ทดสอบหาค่าความเข้มข้นของสาร propylene

phenoxetol(1-phenoxy-2-propanol), 2 - phenoxy-ethanol, ผลึกเมนทอล (Menthol crystals), น้ำมันเมนทอล (Menthol liquid), น้ำมันกานพลู (Clove oil), benzocaine, MS 222 (Tricane metthane sulphonate), chloral hydrate, sodium pentobarbitone, magnasium chloride, sodium bicarbonate carbon dioxide gas, dry ice และ hypothermia ที่ทำให้หอยมุก *Pinctada albina* และ *Pinctada margaritifera* สลบ ผลการทดลองพบว่าในหอยมุกทั้งสองชนิดไม่มีการตายเกิดขึ้นภายใน 7 วันหลังจากที่ได้รับ propylene phenoxetol ที่ความเข้มข้นในช่วง 2-3 มล./ลิตร ส่วน Mills และคณะ (1997) ศึกษาการสลบของหอย *Pinctada maxima* ในสาร propylene phenoxetol ทั้งในห้องทดลองและในธรรมชาติ พบว่า การใช้สารอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพคือต้องให้หอยสลบเร็วและฟื้นเร็ว ความเข้มข้นที่เหมาะสมในห้องทดลองเท่ากับ 1.5-2 มล./ลิตร ส่วนในธรรมชาติเท่ากับ 2.5 มล./ลิตร นอกจากนี้การทำความสะอาดเปลือกและการทำให้หอยเครียดน้อยที่สุดมีผลให้การใช้สารสลบมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร propylene phenoxetol, magnesium sulfate และ MS 222 ซึ่งมีผลลดเมแทบอลิซึมของหอยก่อนฝังแกนมุกรวมถึงศึกษาการอนุบาลหลังจากฝังแกนมุกแล้วโดยเปรียบเทียบอัตราการรอดและการขับแกนมุกกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสลบ หากงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดของหอยหลังการใส่แกนมุกได้จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตจากการสูญเสียหอยมุก แกนมุก และลดค่าใช้จ่ายจากการจัดการ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. ทดสอบความเข้มข้นที่เหมาะสมของ propylene phenoxetol, magnesium sulfate และ MS 222 กับหอยมุกแกลบ

1.1 เตรียมสารละลาย propylene phenoxetol ความเข้มข้น 3 ระดับคือ 0.5, 1.5 และ 2.5 มล./ลิตร ในภาตพลาสติกขอบสูงปริมาตรน้ำ 10 ลิตร (ขณะทดลองต้องให้สารละลายท่วมตัวหอย)

1.2 นำหอยมุกแกลบจำนวน 540 ตัวขนาดที่ใส่แกนมุกกลมได้ความยาวเปลือกไม่ต่ำกว่า 6.5 ซม. จากตะแกรงเหล็กขนาด 2 x 2 x 1 เมตรที่นูนด้วยอวนตาข่ายซึ่งปักไว้ในทะเลมาฝั่งให้แห้งประมาณ 20-30 นาทีเพื่อให้หอยอ้าปากแล้วเสียบลิ้มไว้ (Figure 1) แบ่งหอยเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 180 ตัว นำไปแช่ในสารละลาย propylene phenoxetol ที่เตรียมไว้แต่ละความเข้มข้นในข้อ 1.1 โดยแบ่งการทดลองเป็นดังนี้

หอยกลุ่มที่ 1 แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยๆ ละ 60 ตัว ทดสอบด้วย propylene phenoxetol ที่ความเข้มข้น 0.5 มล./ลิตร นำมาทดสอบเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที โดยแต่ละกลุ่มย่อยแบ่งทดสอบเป็น 2 ซ้ำ ครั้งละ 30 ตัว

หอยกลุ่มที่ 2 และ 3 ปฏิบัติเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 แต่ทำใน propylene phenoxetol ที่ความเข้มข้น 1.5 มล./ลิตร และ 2.5 มล./ลิตร ตามลำดับ

1.3 วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่า DO) ที่มี propylene phenoxetol ความเข้มข้นตามข้อ 1.1 ตลอดช่วงเวลาที่ทดลอง สังเกตปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ถ้าค่าที่ได้คงที่และกลัมนื้อหอยไม่มีการตอบสนอง



Figure 1. The pearl oysters inserted with the wedges.

แสดงว่าหอยมุกเริ่มสลบ ลืมที่เสียบไว้ก็จะหลุดออก

1.4 ทดสอบความเข้มข้นของสาร propylene phenoxetol โดยให้ช่วงความเข้มข้นที่ขึ้น

1.5 ทดสอบหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของสาร magnesium sulfate และ MS 222 ทำนองเดียวกับสาร propylene phenoxetol

2. การทดสอบการใช้ propylene phenoxetol, magnesium sulfate และ MS 222 กับหอยมุกแกลบก่อนการฝังแกนมุกกลม

2.1 เตรียมน้ำทะเลสะอาดความเค็ม 32-34 ppt ปริมาตร 20 ลิตร ในถังไฟเบอร์ขนาด 1×1×1 เมตร ใส่สาร propylene phenoxetol, magnesium sulfate และ MS 222 ตามความเข้มข้นที่ได้จากข้อ 1

2.2 นำหอยมุกแกลบจำนวน 400 ตัว/สาร ขึ้นจากตะแกรงพักในทะเล ฝังให้แห้งประมาณ 20-30 นาที เพื่อให้หอยอ้าปาก จากนั้นใช้ลิ่มพลาสติกเสียบไว้ นำหอยที่เสียบลิ่มแล้วแช่ในน้ำที่ใส่สาร propylene phenoxetol, magnesium sulfate และ MS 222 ตามข้อ 2.1 ในเวลาที่กำหนด โดยแช่ครั้งละ 50 ตัว จากนั้นเปลี่ยนน้ำใหม่

2.3 นำหอยขณะที่มีเมแทบอลิซึมต่ำนี้ ไปผ่าตัดใส่แกนมุกกลม 1 เม็ด/ตัว โดยแกนมุกมีขนาด 6.16 มม. เท่ากัน หลังการผ่าตัดแช่หอยในยาปฏิชีวนะออกซิเตทราซัยคลิน 5 ppm. นาน 15-20 นาที แล้วจึงถอดลิ่มออกและนำหอยแต่ละตัวใส่ถุงตาข่ายสีฟ้าขนาด 10×12 ซม. และนำไปใส่ใน pocket net อีกชั้นหนึ่งเพื่อความถูกต้องในการตรวจนับหอยที่ตายและแกนมุกที่ถูกขับออกมาภายหลัง

2.4 เปรียบเทียบอัตราการรอดของหอยมุกแกลบที่ใช้สารกับหอยมุกที่ไม่ใช้สารอีกจำนวน 400 ตัว (กลุ่มควบคุม) โดยพักไว้ในบ่อพัก 3-4 วันให้อุดอาหารเพื่อให้หอยมีเมแทบอลิซึมต่ำที่สุด จากนั้นนำหอยขึ้นจากบ่อพัก ฝังให้แห้งเป็นเวลา 20-30 นาที เพื่อให้หอยอ้าปาก และใช้ลิ่มพลาสติกเสียบไว้ แล้วจึงนำหอยไปผ่าตัดใส่แกนมุก 1 เม็ดต่อตัวหลังการผ่าตัดแช่หอยในยาปฏิชีวนะออกซิเตทราซัยคลิน 5 ppm นาน 15-20 นาที แล้วจึงถอดลิ่มออกและนำหอยแต่ละตัวใส่ถุงตาข่ายสีฟ้าขนาด 10×12 ซม. และนำไปใส่ใน pocket net อีกชั้นหนึ่ง

2.5 บันทึกอัตราการรอด การขับแกนมุก การสร้างชั้น

มุกของหอยที่ได้รับสารและไม่ได้รับสารทุกสัปดาห์

3. ศึกษาการอนุบาลหอยมุกแกลบหลังจากฝังแกนมุก

3.1 นำหอยมุกแกลบที่ให้สาร propylene phenoxetol, magnesium sulfate , MS 222 และกลุ่มควบคุมอย่างละ 400 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 200 ตัว โดยกลุ่มแรก (A) หลังการผ่าตัดแล้วนำไปเลี้ยงในทะเลลึก 2 เมตร ทันที ส่วนกลุ่มที่ 2 (B) หลังการผ่าตัดแล้วอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 1×2×1 เมตร ก่อนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ระหว่างการอนุบาลให้น้ำบ่อวน และให้อากาศตลอดเวลาเมื่อครบ 48 ชั่วโมง จึงให้สำหรับ *Chaetoceros* sp. หลังจากนั้นจึงนำไปเลี้ยงลงในทะเลลึก 2 เมตรจากผิวน้ำ เพราะมีอาหารธรรมชาติเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของหอย (กรรณิการ์ และคณะ, 2546)

3.2 บันทึกอัตราการรอดของหอยมุกแกลบ จำนวนแกนมุกที่ถูกขับทิ้งในแต่ละกลุ่มการทดลอง

4. ศึกษาการสร้างชั้นมุก

สุ่มหอยมุกแต่ละกลุ่มตัวอย่าง เดือนละ 5 ตัว ตรวจสอบการสร้างชั้นมุกในแต่ละเดือนโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดมุกและวัดความยาวเปลือกโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์เป็นเวลา 8 เดือน

5. ทดสอบทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Duncan's Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ผลการทดสอบความเข้มข้นของ propylene phenoxetol, magnesium sulfate, MS 222 และการใช้ออกซิเจนของหอยมุกแกลบ

1.1 ความเข้มข้นของสารและเวลาที่เหมาะสมมีผลต่อเมแทบอลิซึมของหอยมุกแกลบ

จากการทดลองสารทั้งสามชนิดในการลดเมแทบอลิซึมของหอยมุก สังเกตจากเนื้อเยื่อไม่มีการตอบสนอง ในขณะที่เดียวกับการใช้ออกซิเจนคงที่ พบว่า สาร propylene phenoxetol ความเข้มข้นที่เหมาะสมเป็น 2.5

Table 1. Concentration of the relaxants and time of the relaxant treatment to the pearl oysters, *Pinctada fucata*, and properties of the experimental sea water: temperature, pH and salinity.

Relaxants	Concentration (ml/l)	Time (minute)	Temperature (Co)	pH	Salinity (ppt.)
propylene phenoxetol	2.5	6	28.53	8.12	34.6
30% magnesium sulfate	15.0	11	28.14	7.79	35.0
10% MS 222	2.0	7	28.50	7.64	35.3
Control	-	-	28.78	8.13	34.2

มล./ลิตร ใช้เวลาเพียง 6 นาที ส่วนสาร 30% magnesium sulfate ต้องใช้ความเข้มข้นสูงสุดคือ 15 มล./ลิตร และใช้เวลาจนถึง 11 นาที และ 10% MS 222 ความเข้มข้นที่เหมาะสมเป็น 2.0 มล./ลิตร ใช้เวลาเพียง 7 นาที (Table 1) จากการทดลองจะควบคุมเวลาไม่ให้เกิน 15 นาที เพราะหากหอยได้รับสารสลบที่เวลานานเกินไปเกรงจะมีผลต่ออัตราการตายจึงเลือกใช้ที่ความเข้มข้นสูงแต่ใช้น้อยแทน White และคณะ (1996) พบว่า การฟื้นตัวของหอย *Haliothis midae* เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับสาร magnesium sulfate ที่ความเข้มข้นต่ำ แต่ในขณะเดียวกันหอยที่ได้รับสาร propylene phenoxetol ความเข้มข้นสูงมีการฟื้นตัวดีกว่า ความขัดแย้งที่เกิดขึ้นไม่มีเหตุผลที่ชัดเจนมาสนับสนุน นอกจากมีการวิจัยเพิ่มเติม Norton และคณะ (2000) รายงานถึงงานวิจัยที่ทำเมื่อปี 1996 ว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่ออัตราการตายของหอย *Pinctada albina* และ *Pinctada margaritifera* คือพบการตาย 1% จากการเตรียมให้หอยมีเมแทบอลิซึมต่ำกว่าก่อนปฏิบัติการ แต่การแช่หอยในสารสลบนาน 15 นาทีไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้หอยตาย เพราะจากการทดลองสามารถแช่หอยในสารสลบนานถึง 60 นาทีได้โดยที่หอยไม่ตาย

ส่วนปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ Aquilina และ Roberts (2000) ได้ทดสอบสาร propylene phenoxetol ที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ลิตร ใช้เวลา 15-20 นาที ที่อุณหภูมิแตกต่างกันในหอยเป่าฮือ (*Haliothis iris*) พบว่าที่อุณหภูมิ 15.5-15.8°C ทำให้หอยตาย 50% และที่อุณหภูมิ 21.22.5°C ทำให้หอยตายถึง 100% ตามลำดับ ส่วนปัจจัยความยาวเปลือก Sharma และคณะ (2000) ได้ทดลองกับหอย *Haliothis iris* พบว่าความยาวเปลือกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่หอยทนต่อสารสลบได้ 50%

และ 100% คือ ถ้าหอยขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ทนต่อสารได้นาน 20, 23, 48 และ 34, 44, 78 นาที ตามลำดับ ซึ่งสนับสนุนการทดลองพบว่าความยาวเปลือกแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) จึงไม่มีผลต่อการใส่สารสลบ

1.2 ผลการใช้ออกซิเจนของหอยมุกแกลบขณะได้รับสาร

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนของหอยมุกทั้งสองกลุ่มพบว่าการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกอย่างรวดเร็ว จากนั้นการใช้ออกซิเจนของหอยมุกที่ได้รับสารจะค่อยๆ ลดลงและคงที่ในที่สุด ส่วนการใช้ออกซิเจนของหอยกลุ่มควบคุมจะไม่คงที่โดยมีการใช้ออกซิเจนอย่างมากในช่วงแรกและนาทีที่ 7 จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง (Figure 2) หอยในกลุ่มควบคุมใช้ออกซิเจนมากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่ใช้สาร 10% MS 222, 30%, magnesium sulfate และสาร propylene phenoxetol ตามลำดับ Taylor และคณะ (2002) รายงานว่าการใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับความเครียดของสัตว์น้ำ หากสัตว์น้ำมีความเครียดสูงการใช้ออกซิเจนก็สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ Saucedo และคณะ (2003) รายงานการใช้ออกซิเจนของหอย *Pinctada mazatlanica* จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดสูงสุดหรือจุดที่เหมาะสมของอุณหภูมิด้วย โดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงกว่า 33°C และต่ำกว่า 18°C จะมีความแตกต่างของการใช้ออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญ Yukihiro และคณะ (2000) สนับสนุนการทดลองของ Saucedo โดยศึกษาในหอย *Pinctada margaritifera* ที่อุณหภูมิ 19°C, 23°C, 28°C และ 32°C ปรากฏว่าการใช้ออกซิเจนไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้คืออุณหภูมิไม่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนของหอยมุก เพราะ

อุณหภูมิแต่ละกลุ่มอยู่ในช่วง 28.14°C - 28.78°C และคุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Table 1) การใช้ออกซิเจนของหอยที่ใช้สารจึงเป็นไปในทิศทางเดียวกันยกเว้นในกลุ่มควบคุม

2. ผลการทดลองการใช้สารและการอนุบาลหอยมุกแกลบหลังจากฝังแกนมุก

2.1 อัตรารอดจากการอนุบาลหอยหลังจากฝังแกนมุก

สัปดาห์ที่ 29 เปรียบเทียบอัตราการรอดของหอยมุกแกลบหลังจากฝังแกนมุกกลม ในกลุ่มที่นำไปอนุบาลในทะเลทันที (กลุ่ม A) กับกลุ่มที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยสาหร่าย *Chaetoceros* sp. 4 สัปดาห์ก่อนเลี้ยงต่อในทะเล (กลุ่ม B) เพราะสัปดาห์ที่ 29 หอยกลุ่ม B มีอัตราการรอดเป็น 0% จนไม่สามารถเก็บข้อมูลได้อีก ในขณะที่หอยกลุ่ม A มีอัตราการรอดและสามารถเก็บข้อมูลไปจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 32 (Figure 3, Table 2) พบว่าในทุกความเข้มข้นของสารที่ใช้ทดลอง หอยในกลุ่ม A ที่ได้รับสาร 30% magnesium sulfate มีอัตราการรอดสูงสุดคือ 68% รองลงมาเป็นกลุ่มที่ใช้สาร 10% MS 222 เป็น 62.5% และสาร propylene phenoxetol มีอัตราการรอดเพียง 54% ซึ่งเป็นอัตราการรอดที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารที่มีอัตราการรอดถึง 60.5% จากผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Norton และคณะ (2000) ซึ่งได้ทดสอบสาร propylene phenoxetol ที่ความเข้มข้น 2 มล./ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารในหอยมุก *P. margaritifera* รายงานอัตราการตายในกลุ่มที่ใช้สารเป็น 22% และกลุ่ม

ไม่ใช้สารเป็น 0% ในสัปดาห์ที่ 6 และอัตราการตายในกลุ่มที่ใช้สารเป็น 24% และกลุ่มไม่ใช้สารเป็น 2% ในเดือนที่ 18 แสดงให้เห็นว่าการใช้สารสลับบางชนิดส่งผลต่ออัตราการตายของหอยมุกได้

ส่วนอัตราการรอดของหอยในกลุ่ม B เป็น 3.0%, 1.5% ในสาร 30% magnesium sulfate และ propylene phenoxetol ส่วนในสาร 10% MS 222 และกลุ่มควบคุมมีอัตราการรอดเป็น 0% ในสัปดาห์ที่ 27 และ 23 ตามลำดับจากการทดลองแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าหากการอนุบาลหอยมุกหลังการฝังแกนมุกด้วยวิธีไม่เหมาะสมจะได้รับผลกระทบต่ออัตราการรอดทั้งในกลุ่มที่ได้รับสารและไม่ได้รับสาร

2.2 ผลการขับแกนมุก

จากการทดลองพบว่าหอยมุกในกลุ่มควบคุมกลุ่มที่ใช้สาร propylene phenoxetol, 30% magnesium sulfate และ 10% MS 222 ในกลุ่ม A จะขับแกนมุกทั้ง 16.0, 11.0, 13.5 และ 3.5% ตามลำดับ ส่วนในกลุ่ม B จะขับแกนมุกทั้ง 17.5, 12.5, 9.5 และ 16.5% ตามลำดับ ดังนั้นหอยมุกกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช้สารจะขับแกนมุกทั้งมากที่สุดทั้งในกลุ่ม A และกลุ่ม B (Table 2) การขับแกนมุกของหอยจัดเป็นการสูญเสียผลผลิตทางหนึ่ง ถึงแม้ว่าหอยที่ขับแกนมุกแล้วสามารถนำมาใส่แกนมุกได้ใหม่แต่ต้องเสียเวลาพักฟื้นและเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการอนุบาลหลังการฝังแกนมุกโดยเลี้ยงในทะเลทันทีเป็นวิธีการอนุบาลหอยที่เหมาะสมมากกว่าการอนุบาลในบ่อก่อนลงเลี้ยงในทะเลเพราะหอยขับแกนออกมาน้อยกว่าทุกกลุ่มการทดลองยกเว้นกลุ่มที่ใช้สาร 30% magnesium sulfate ซึ่งพบการขับแกนมุกของกลุ่ม

Table 2. Survival rates of the pearl oysters, *Pinctada fucata* and numbers of bead rejection in group A and group B experiments after rearing in the sea for 29 weeks.

Relaxants	Group A		Group B	
	Survival rate (%)	% Bead rejection	Survival rate (%)	% Bead rejection
propylene phenoxetol	54.0	11.0	1.5	12.5
30% magnesium sulfate	68.0	13.5	3.0	9.5
10% MS 222	62.5	3.5	0	16.5
Control	60.5	16.0	0	17.5

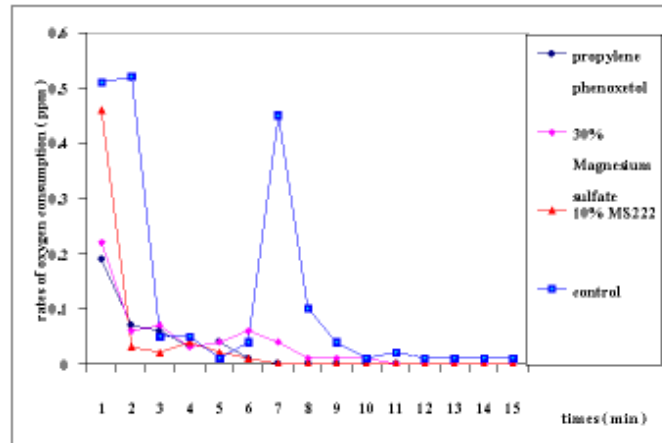


Figure 2. Oxygen consumption of pearl oysters, *Pinctada fucata*, during the relaxant treatments, compared to the control group (without treatment)

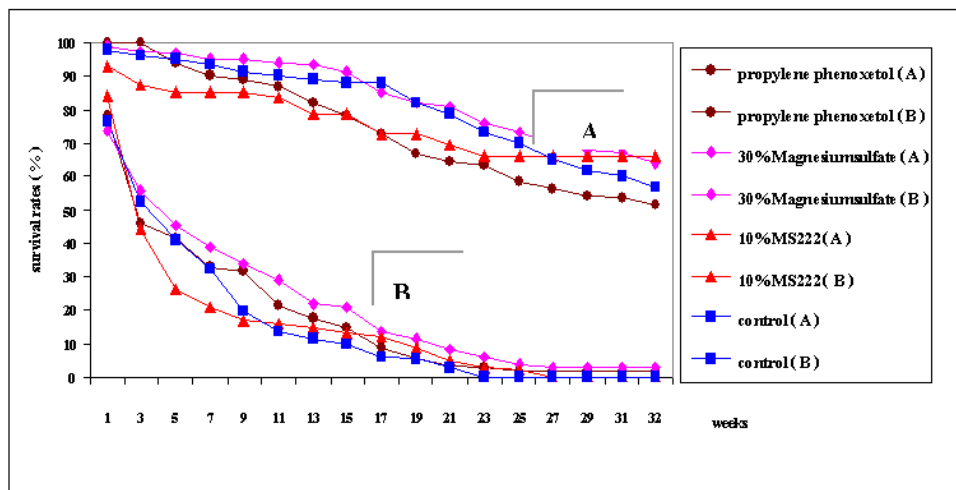


Figure 3. Survival rates (%) of pearl oysters, *Pinctada fucata*, reared in the sea immediately after nucleation with the relaxant treatments (group A) compared to the control group (without treatment), and comparison to group B experiment: resting the oysters in the tanks for 4 weeks after nucleation with the relaxant treatments and then rearing in the sea.

B น้อยกว่ากลุ่ม A ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงแรกพบว่าหอยกลุ่ม B มีอัตราการตายของหอยมากกว่าการขับแกนมุก Norton และคณะ (1996) รายงานความสูญเสียจากการผลิตมุกกลมจากหอย *Pinctada margaritifera* ว่า 1 ใน 3 ส่วนเกิดจากการตายของหอย อีกสองส่วนเกิดจากการขับแกนมุกทิ้ง และการผลิตมุกที่ไม่ได้คุณภาพ มีเพียง 5% เท่านั้นที่สามารถเก็บผลผลิตมุกได้ ซึ่งสอดคล้องกับงาน

วิจัยครั้งนี้เนื่องจากพบว่าคุณภาพของมุกส่วนใหญ่ที่ผลิตได้จะมีลักษณะไม่กลมสนิท เป็นรูปกรวย ผิวมุกขรุขระเป็นติ่งแหลม หรือที่เรียกว่า tail (Figure 4) ซึ่งเกิดจากการสะสมของเซลล์ที่ถูกกระตุ้นจากการบาดเจ็บ หรืออาจเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียจึงมีผลต่อการสร้างถุงมุก (pearl sac) และทำให้มุกที่ได้ผลิตได้ไม่มีคุณภาพ พบการสูญเสียลักษณะนี้ถึง 71% ของผลผลิตทั้งหมด (Norton และคณะ,

2000; Taylor, 2002)

2.3 ผลการสร้างชั้นมุก

เทคนิคการทำมุกกลมได้พัฒนามาจากนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นเมื่อหลายปีมาแล้ว หอยมุกที่ต้องการนำมาใส่แกนมุกต้องเป็นหอยมุกเต็มวัยเพราะอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) อยู่ในระยะที่สมบูรณ์ก่อนใส่แกนมุกต้องใส่เนื้อเยื่อแมนเทิล (mantle epithelium) ของหอยมุกตัวอื่น (donor pearl oyster) เข้าไปก่อนหรือเข้าไปพร้อมๆ กับแกนมุกเรียกเนื้อเยื่อนี้ว่า saibo ขั้นตอนดังกล่าวเรียกว่าขั้นตอนการใส่เนื้อเยื่อ (grafting procedure) ใช้เวลา 3-23 วัน เนื้อเยื่อแมนเทิลก็จะแผ่คลุมรอบๆ แกนมุกซึ่งจะช่วยสร้างชั้นของเซลล์ขึ้นมาเรียกว่าถุงมุก (pearl sac) หลังจากนั้น 40 วัน เนื้อเยื่อก็จะหลั่งสารอินทรีย์ชื่อคอนชิโอลิน (conchiolin) และสารอะราโกไนท์ (aragonite) ซึ่งเป็นผลึกของแคลไซต์ออกมาเคลือบทำให้เกิดความแวววาว อย่างไรก็ตาม วิธีการใส่เนื้อเยื่อเข้าไปไม่มีผลต่อรูปร่างที่ผิดปกติของมุกที่ได้ (Taylor, 2002) จากการทดลองนำหอยที่ติดแกนมุกแล้วใส่ตะแกรง (pocket net) แขนงที่ระดับน้ำลึก 2 เมตรจากผิวน้ำ การสร้างมุกจะเกิดขึ้นในเดือนที่ 3 (90 วัน) ในสารที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิด เดือนแรกจะเป็นเพียงเนื้อเยื่อที่คลุมแกนมุกแต่ไม่มีความมันวาวและไม่มีความหนาเกิดขึ้นมีสีน้ำตาลจึงวัดได้เฉพาะขนาด

ของแกนมุกเท่านั้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6.16 มม.) เดือนที่ 2 เริ่มเห็นความแวววาวแต่ไม่มีชั้นมุกเกิดขึ้น กระทั่งเดือนที่ 3 สามารถวัดความหนาของชั้นมุกได้ (Figure 6) จนถึงเดือนที่ 8 โดยหอยในกลุ่มควบคุมสร้างชั้นมุกได้หนาที่สุดคือ 6.62 มม. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ใช้สารนั้นคือหอยกลุ่มที่ได้รับสาร 30% magnesium sulfate, propylene phenoxetol และ 10% MS 222 สร้างชั้นมุกหนาเพียง 6.52, 6.48 และ 6.46 มม. ตามลำดับ และหอยที่ได้รับสาร propylene phenoxetol สร้างชั้นมุกได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับทุกกลุ่มที่ใช้สาร (Table 3, Figure 5) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารสลับมีผลต่อการสร้างชั้นมุกเพราะหอยที่ได้รับสารจะสร้างชั้นมุกได้น้อยกว่า Norton และคณะ (2000) ทดลองใช้สาร propylene phenoxetol ความเข้มข้น 2 มล./ลิตร นาน 15 นาที กับหอยมุก *Pinctada margaritifera* ระยะเวลาเลี้ยง 18 เดือน มีผลทำให้การหลั่งสารเคลือบมุก (nacre) น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สาร นั่นคือเมื่อเก็บผลผลิตและจำแนกตามความแวววาว ความเรียบของผิวมุกและความหนาของชั้นมุกได้ดังนี้ 2.97, 2.56, 3.42% กับ 3.01, 2.70, 3.44% ในกลุ่มที่ใช้สารและไม่ใช้สารตามลำดับ จึงมีผลต่อเนื่องให้การเก็บเกี่ยวผลผลิตลดลงด้วยจาก 74% เป็น 58% เมื่อใช้สารสลับในการผลิตมุก ดังนั้นสารสลับจึงมีส่วนช่วยใน

Table 3. Diameters of the pearls and shell lengths of the pearl oysters, *Pinctada fucata* treated with the relaxants, compared with to those without the treatment (control) during 8 months of harvesting.

Month	Pearl diameter (mm.)				Oysters' shell length (mm.)			
	propylene phenoxetol (a)	30% magnesium sulfate (b)	10% MS 222 (c)	Control (d)	propylene phenoxetol (a')	30% magnesium sulfate (b')	10% MS 222 (c')	Control (d')
1	6.16	6.16	6.16	6.16	64.26 b/d'	70.17 a'	65.89	70.41 a'
2	6.16	6.16	6.16	6.16	67.00	66.25	70.36	73.48
3	6.20 bd	6.24 ad	6.22 d	6.30 abc	68.31	67.45	66.72	68.75
4	6.26 bd	6.40 acd	6.26 bd	6.52 abc	65.90	64.69	66.37	67.88
5	6.26 bcd	6.42 acd	6.30 abd	6.56 abc	68.08	67.02	67.42	69.11
6	6.26 bcd	6.44 acd	6.32 abd	6.56 abc	66.38	65.35	68.66	69.51
7	6.44 bd	6.52 acd	6.44 bd	6.60 abc	67.88	68.51	70.50	72.55
8	6.48 d	6.52 cd	6.46 bd	6.62 abc	65.18 d'	65.94	67.44	69.73 a'

Note: Values without letters means no significant differences from the others in the same row. ($P > 0.05$)

Values with the same letters within the same row indicate significant differences. ($P > 0.05$)



Figure 4. Appearance of the pearls, comparing between acceptable ones (right) and un-qualified ones (left).

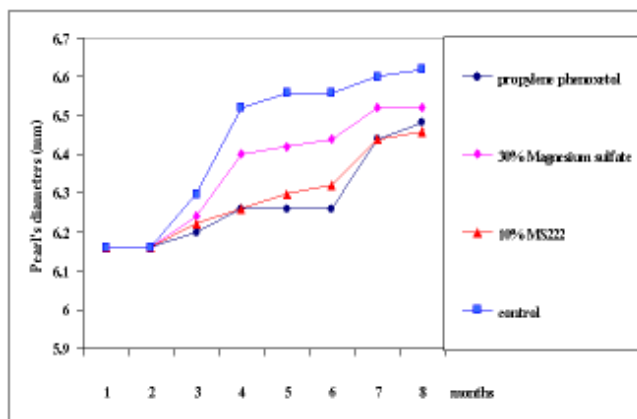


Figure 5. Comparison of the pearl diameters collecting from pearl oysters, *Pinctada fucata*, treated with the relaxants, compared to those without the treatment (control) during 8 months.

แง่ของการลดอัตราการขับมุกทิ้งของหอยเท่านั้น โดย Aquilina และ Roberts (2000) รายงานว่าการใช้สารสลบเป็นเพียงช่วยลดเมแทบอลิซึม ลดความเครียด และลดการกีดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการทำตัดทำให้สะดวกต่อการดำเนินการเท่านั้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หอยที่ได้รับสารขับแกนมุกทิ้งน้อยลงแต่ไม่มีผลต่ออัตราการรอดเพราะหอยกลุ่มที่ไม่ใช้สารมีอัตราการรอดสูงกว่าหอยที่ใช้สารสลบบางชนิด

สรุปผล

1. ทดสอบสารสลบ propylene phenoxetol, 30% magnesium sulfate และ 10% MS 222 กับหอยมุกแกลบ (*Pinctada fucata*) ความเข้มข้นที่เหมาะสมเป็น 2.5, 15,

2 มล./ลิตร ที่เวลา 6, 11, 7 นาที ตามลำดับ

2. การใช้ออกซิเจนของหอยมุกแกลบที่ให้สารสลบเพิ่มขึ้นในช่วง 3 นาทีแรกและลดลงอย่างสม่ำเสมอจนคงที่ ส่วนหอยมุกกลุ่มที่ไม่ใช้สารการใช้ออกซิเจนไม่สม่ำเสมอจะเพิ่มขึ้นในช่วง 3 นาทีแรกและนาทีที่ 7 จากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องและใช้เวลานาน

3. การอนุบาลหอยมุกแกลบหลังการฝังแกนมุกโดยนำไปเลี้ยงในทะเลทันทีที่มีผลให้อัตรารอดสูงและการขับแกนมุกทิ้งต่ำกว่าการอนุบาลโดยพักไว้ในบ่อก่อนนำไปเลี้ยงในทะเลดังนี้อัตรารอดเป็น 68.0%, 54.0%, 62.5%, 60.5% และ 3.0%, 1.50%, 0%, 0% ส่วนการขับแกนมุกเป็น 13.5% 11.0%, 3.5%, 16% และ 9.5%, 12.5%, 16.5%, 17.5% ในสาร 30% magnesium sulfate, propylene phenoxetol, 10% MS 222 และกลุ่มที่ไม่ใช้

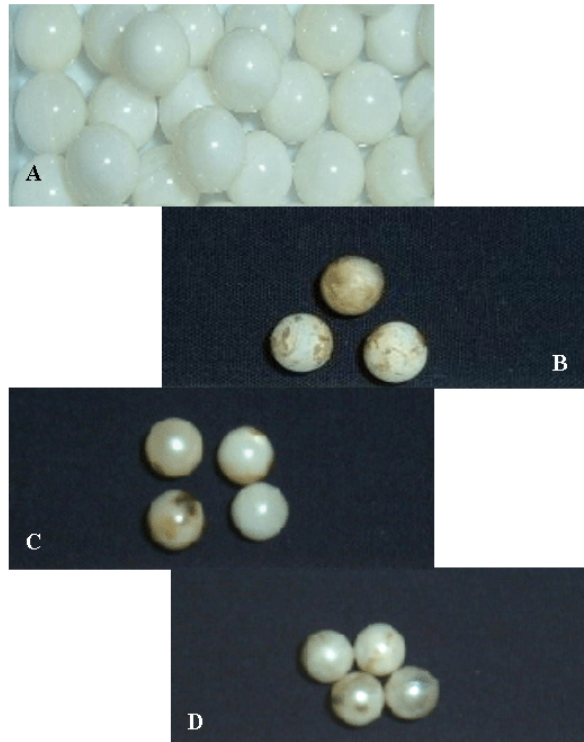


Figure 6. Pearl production
A. nucleus B. 1 months C. 2 months D. 3 months

สาร ตามลำดับ

4. หอยกลุ่มที่ไม่ใช้สารสร้างชั้นมุกได้หนาที่สุดแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้สารอย่างมีนัยสำคัญดังนี้ ความหนาของชั้นมุกของหอยกลุ่มที่ไม่ใช้สารเป็น 6.62 มม. ในขณะที่กลุ่มใช้สารเป็น 6.52, 6.48 และ 6.46 มม. ในสาร 30% magnesium sulfate, propylene phenoxetol และ 10% MS 222 ตามลำดับโดยหอยกลุ่มที่ได้รับสาร propylene phenoxetol มีความหนาของชั้นมุกไม่แตกต่างจากทุกกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. หลังจากฝังแกนมุกและหอยไม่ขับแกนมุกทิ้งแล้วควรเปลี่ยนหอยจากการเลี้ยงใน pocket net มาเลี้ยงในตระกร้าที่มีฝาปิดแทนจะทำให้หอยมีอิสระในการรับอาหารและเจริญเติบโตดีกว่า เพราะการเลี้ยงใน pocket net ทำให้ตาข่ายอุดตันได้ง่าย จึงเป็นการช่วยลดการจัดการได้ด้วยเพราะไม่ต้องทำความสะอาดหอยมุกบ่อย

2. การใช้สารสลบมีผลต่อการขับแกนมุกมากกว่ามีผลต่ออัตราการรอดแต่ในทางปฏิบัติ การผ่าตัดหอยที่ได้รับสารถึงแม้ว่าหอยจะไม่มีอาการตอบสนองหรือต่อต้านระหว่างดำเนินการแต่ค่อนข้างสังเกตตำแหน่งที่ต้องผ่าตัดได้ยากกว่าเพราะเนื้อหอยจะนิ่ม เหนียว ซึ่งปกติเนื้อหอยจะเต่งตึง การสังเกตตำแหน่งที่ต้องผ่าตัดจะเห็นชัดกว่า

3. ไม่แนะนำให้เกษตรกรใช้สารสลบในการฝังแกนมุกเพราะมีผลต่อการสร้างชั้นมุก แต่หากจำเป็นแนะนำให้ใช้ 30% magnesium sulfate เพราะมีอัตราการรอดสูงสุด ราคาถูกกว่าสารตัวอื่นและข้อสำคัญคือละลายน้ำได้ง่าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้จากงบประมาณรายได้ประจำปี 2545 และขอบพระคุณ บริษัทภูเก็ทเพิร์ลอินดัสทรี จำกัด ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ฟาร์มเลี้ยงหอยมุก บริเวณอ่าวสะป่า

จนสิ้นสุดโครงการและให้คำแนะนำด้านวิชาการที่ดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยธำรงรัตน์ และ นิกร อินทรเจริญ. 2546. ผลของความลึกของระดับน้ำทะเลและขนาดของหอยมุกกัลปังหา (*Pteria penguin*) ต่อการเกิดมุก. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 25(5): 659-671.
- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยธำรงรัตน์ และ วจนารัตน์วัฒน์. 2547. การเพาะและขยายพันธุ์หอยมุกแกลบ *Pinctada fucata* (Gould, 1850) ในจังหวัดภูเก็ตโดยวิธีเพิ่มลดอุณหภูมิและอัตราการรอดจากการอนุบาลลูกหอยด้วยอาหารต่างชนิด. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 27(ฉบับพิเศษ 1)
- Aquilina, B. and Robert, R. 2000. A method for inducing muscle relaxation in the abalone, *Haliotis iris* Aquaculture. 190(3-4): 403-408.
- Knauer, J. and Taylor, J.U. 2002. Assessment of external growth parameter of the silver-or goldlip pearl oyster *Pinctada maxima* as indicators of the required pearl nucleus size. SPC Pearl Oyster Information Bulletin 15: 36
- Mills, D., Thili, A. and Norton, J. 1997. Large scale anaesthesia of the silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima*. J. Shellfish. Res., 16: 573-574
- Norton, J.H., Dashorst, M., Lansky, T.M. and Mayer, R.J. 1996. An evaluation of some relaxants for use with pearl oyster. Aquaculture, 144 : 39-52
- Norton, J.H., Lucas, S.J., Turner, I., Mayer J.R. and Raymond, N. 2000. Approaches to improve cultured pearl formation in *Pinctada margaritifera* through use of relaxation, antiseptic application and incision closure during bead insertion. Aquaculture 184 (1-2): 1-17.
- Saucedo, P., Ocampo, L., Monteforte, M. and Bervera, H. 2004 .Effect of temperature on oxygen consumption and ammonia excretion in the Calafia mother-of-pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856). Aquaculture, 229 (1-4): 377-387
- Sharma, P.D., Nollens, H.H., 2003. Sodium pentobarbitone-induced relaxation in the abalone *Haliotis iris* (Gastropoda): effects of animal size and exposure time. Aquaculture 218: 589-599
- Taylor, J.U., 2002. Producing golden and silver South Sea pearl from Indonesia hatchery reared *Pinctada maxima*. SPC Pearl Oyster Information Bulletin, 15: 30
- Taylor, A., Ross, B., McCauley, S., Brown, J.H. and Huntingford, F. 2002. Inter-and intra-individual variation in resting oxygen consumption in post-larvae of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Comp Biochem and Physiol 132 (2): 459-466
- White, H.I., Hecht, T. and Potgieter, B. 1996. The effect of four anaesthetics on *Haliotis midae* and their suitability for application in commercial abalone culture. Aquaculture, 140 (1-2): 145-151
- Yukihira, H., Lucas, J.S. and Klumpp, D.W. 2000. Comparative effects of temperature on suspension feeding and energy budgets of the pearl oyster, *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima*. Mar. Ecol. Prog.Sre, 195: 179-188.