
การตายของหอยมุกัลปังหา (*Pteria penguin*, Roding, 1798) จากการติดแกนมุกและวิธีการเลี้ยง
Mortality of Winged Pearl Oysters, *Pteria penguin* (Roding, 1798)
Caused by Nucleation and Rearing

กรรณิการ์ กาญจนชาตรี^{1*}, กนกธร ปิยธำรงรัตน์², ละม้าย ทองบุญ³ และ จิตติ อินทรเจริญ⁴

¹ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

^{2,3} คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

⁴ บริษัทภูเก็ตเพิร์ลอินดัสทรี

Kannika Kanjanachatree^{1*}, Kanoktorn Piyathamrongrut², Lamy Thongboon³ and Jitti Inthoncharoen⁴

¹ Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkla University, Phuket Campus

^{2,3} Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus

⁴ Phuket Pearl Industry, Co. Ltd.

บทคัดย่อ

สาเหตุการตายของหอยมุกัลปังหาต้องศึกษาหลายๆ สาเหตุด้วยกันเพื่อป้องกันสาเหตุที่แน่นอน จากการทดลองใช้หอยมุกัลปังหาจำนวน 2,400 ตัวบริเวณอ่าวสะปำ จังหวัดภูเก็ต ในปี 2550 สาเหตุแรกการตายของหอยมุกจากการใส่แกนมุกโดยแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกหอยมุกที่ตายจากการใส่แกนมุกมีขนาดต่างกันคือขนาด 10 มม. และ 18 มม. พบว่าอัตราการตายเฉลี่ยเป็น 63.17% และ 69.17% ผลผลิตมุกที่ได้เฉลี่ยเป็น 36.83% และ 30.83% ตามลำดับ ปัจจัยที่สองหอยมุกที่ตายจากการติดแกนมุกจำนวนต่างกันคือติดแกนมุกขนาด 10 มม. ตัวละ 1 แกน ตัวละ 2 แกน (ติดฝาละ 1 แกน) และตัวละ 4 แกน (ติดฝาละ 2 แกน) พบมีอัตราการตายเฉลี่ยเป็น 63.16%, 64.66% และ 68.83% ผลผลิตมุกที่ได้เป็น 36.83% 70.60% และ 124.62% ตามลำดับ ส่วนสาเหตุที่ 2 ศึกษาสาเหตุการตายของหอยมุกัลปังหาจากวิธีการเลี้ยงหอยมุก พบว่าการเลี้ยงโดยการแขวนหอยมุก 5 ตัว 8 ตัวด้วยเชือก และเลี้ยงในกะบะเหล็ก พบอัตราการตายเฉลี่ยเป็น 56.87% 62.00% และ 79.37% ได้ผลผลิตมุกเฉลี่ย 86.87% 70.62% และ 41.25% ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามขนาดของแกนมุกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

คำสำคัญ : หอยมุกัลปังหา วิธีการเลี้ยงหอยมุก การติดแกนมุก อัตราการตายของหอยมุก

*Corresponding author. E-mail: kanika.k@phuket.psu.ac.th

Abstract

Factors affecting mortality of Winged pearl oysters, *Pteria penguin* (Roding, 1798) were studied in order to clarify the certain causes by rearing the 2,400 Winged pearl oysters in Sapam Bay Phuket 2007. Firstly, two effects of the oysters' nucleation were investigated: nucleus size and nucleus number. Comparing between nucleus sizes of 10 mm. and 18 mm., the mortality rates were 63.17% and 69.17% while obtained pearl productivity were 36.83% and 30.83%, respectively. According to the inserted number of 10 mm. nuclei, the pearl oysters were nucleated with 1, 2 (one for each shell side) and 4 nuclei (two for each side). The results showed that the mortality rates were 63.16%, 64.66% and 68.83% while pearl productivity were 36.83%, 70.60% and 124.62, respectively. Further effects that caused the oysters' death were rearing methods: the oyster suspension with strings and rearing in the iron tray. The resulted mortality rates of the pearl oysters were 56.87%, 62.00% and 79.37% while pearl productivity were 86.87%, 70.62% and 41.25%, respectively. However, the nuclei diameters were not significantly different ($P > 0.05$)

Keywords : Winged pearl oysters, *Pteria penguin* (Roding, 1798) rearing, nucleation and mortality of Winged pearl oysters

บทนำ

มุกเลี้ยงเป็นมุกที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างความคิดริเริ่มของมนุษย์กับตัวหอยจนทำให้เกิดอณูมณีนี้อ่าขึ้นในท้องทะเล หอยมุกกัลปังหาเป็นหอยมุกที่ผลิตมุกชีกหรือเรียกมุกมาเบ้ (Mabe) เป็นมุกที่มีการพัฒนาเทคนิคจากประเทศจีนเมื่อสองพันปีมาแล้ว (Dan, 2003) ซึ่งปัจจุบันคนไทยสามารถผลิตได้เองหลายรูปแบบ โดยไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศเหมือนการผลิตมุกกลม แกนมุกชีกสามารถกำหนดขนาดและออกแบบได้ตามความเหมาะสม ส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-13 มม. สูง 7-9 มม. จัดเป็นปัจจัยสำคัญของต้นทุนการผลิตมุกเพราะแกนมุกอาจจะร่วงหล่นลงทะเลทำให้สูญหายได้ในระหว่างที่เลี้ยงหอย และหากใช้ชนิดของแกนมุก ขนาดและจำนวนที่ไม่เหมาะสมกับตัวหอยมีผลทำให้หอยตายได้ (Knuuer & Taylor, 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกรรณิการ์ กาญจนชาติ และคณะ (2550) พบว่าหอยที่ฝังแกนมุกที่ทำจากเปลือกของหอยมุกเกลบ มีอัตราการรอดสูงที่สุดคือ 47% ไม่ยอมรับแกนมุกเพียง 8% และเก็บผลผลิตได้ 31% ในขณะที่หอยที่ฝังแกนมุกที่ทำจากเปลือกของหอยมุกงานเป็น 38%, 17.5% และ 14% ตามลำดับ เพราะแกนมุกจากเปลือกหอยมุกเกลบมีขนาดเล็กทำให้เกิดการระคายเคืองน้อย มีผลให้การไม่ยอมรับแกนมุกต่ำจึงทำให้อัตรารอดและผลผลิตสูงด้วยถึงแม้มุกที่ได้จะมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับแกนมุกชนิดอื่นๆ ในขณะที่แกนมุกจากเปลือกหอยมุกงานซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดย่อมทำให้หอยระคายเคืองมาก การไม่ยอมรับแกนมุกจึงเกิดขึ้นมากด้วยและส่งผลให้หอยมุกตายในเวลาต่อมา นอกจากนี้ กรรณิการ์ กาญจนชาติ และคณะ (2546) ได้รายงานถึงสาเหตุการตายจากการเลี้ยงหอยมุกกัลปังหาพบว่าทั้งขนาดของหอยมุก ความลึกของระดับน้ำทะเลและสิ่งมีชีวิตอื่นที่เกาะเปลือกหอย (fouling organisms) มีผลต่อการสร้างชั้นมุกและอัตราการตายของหอยเพราะเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณแสงและการเกิดอาหารธรรมชาติ จึงเห็นได้ว่าปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุให้หอยมุกตายได้ทั้งสิ้น แม้แต่การใช้สารสลบกับหอยมุก *P. margaritifera*, *P. albina*, *P. fucata* ในกระบวนการการผลิตมุกก็มีผลให้หอยมุกตายเช่นกันแต่หากผ่านระยะเวลา 7 วัน อัตราการตายก็จะลดลง (กรรณิการ์ กาญจนชาติ และคณะ, 2549; Acosta-Salmon & Southgate, 2005) ดังนั้นจุดประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้เพื่อหาสาเหตุการตายของหอยมุกกัลปังหาจากการติดแกนมุกที่ขนาดและจำนวนต่างกันเปรียบเทียบวิธีเลี้ยงในกะบะเหล็กและการแขวนด้วยเชือก

การเลี้ยงหอยมุก

การเลี้ยงหอยมุกที่นิยมมี 2 วิธี ดังนี้

การเลี้ยงในตะกร้าลวด (wire basket) มีหลายแบบด้วยกัน ตะกร้าอาจทำด้วยลวดเป็นตาข่ายชั้นเดียว ขนาด 15x20 นิ้ว หรือทำด้วยเชือกหรือไม้ไผ่ สำหรับตะกร้าลวดที่ใช้ในปัจจุบันนั้นบรรจุหอยมุกได้ประมาณ 12-20 ตัว หรืออาจจะมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพแหล่งน้ำ ในการเลี้ยงหอยมุกงาน (*Pinctada maxima*) โดยให้มีความหนาแน่น 28 ตัว/ตะกร้า และ 48 ตัว/ตะกร้า เลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการรอด พบว่าที่ความหนาแน่น 28 ตัว/ตะกร้า มีอัตราการรอดเป็น 99% ส่วนที่ความหนาแน่น 48 ตัว/ตะกร้า มีอัตราการรอดสูงเช่นกัน คือ 94.8% แต่แบบแรกจะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า (Taylor, et.al., 1997)

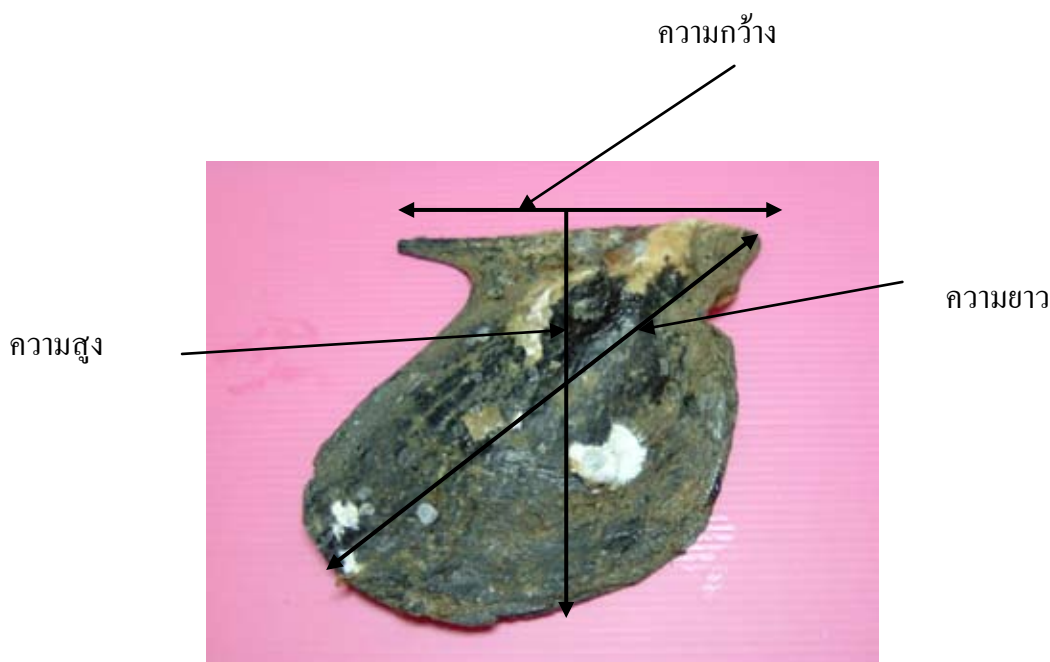
การเลี้ยงโดยวิธีการแขวนอิสระ (free suspension) โดยใช้ด้ายในลอนร้อยผ่านรูเล็กๆ ของเปลือกแต่ละตัว แล้วผูกติดกับเชือกยาวประมาณ 200 ฟุต จากนั้นนำไปแขวนกับแพไม้ ซึ่งลอยอยู่บนผิวน้ำโดยตรง ทำให้สามารถเคลื่อนไปตามจังหวะคลื่นลมได้ดี วิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะหอยมุกเจริญเติบโตได้รวดเร็วกว่าวิธีแรก เนื่องจากได้รับอาหารมากกว่า แต่มีข้อเสีย คือ เปิดโอกาสให้ศัตรูหอยเข้าถึงได้ง่าย (กรรณิการ์ กาญจนชาติ และคณะ, 2546)

การติดแกนมุก

นำหอยมุกกัลปังหาใส่ภาชนะแห้งไว้ในที่ร่ม ปล่อยให้ถูกอากาศเป็นเวลา 30 นาที หรือให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา หอยจะเริ่มอ้าปาก และทันทีที่หอยอ้าปากก็จะเสียบลิมไม้ขนาดเล็กสอดจางไว้ นำหอยทั้งหมดที่เตรียมไว้มาติดแกนมุกที่ด้านในของเปลือกด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านบริเวณที่ใกล้กับกล้ามเนื้อ adductor แต่อย่าให้ใกล้บานพับ (hinge) ของเปลือกมากเกินไป (Ruiz-Rubio et al., 2006) ติดด้วยกาวชนิดพิเศษ Acosta-Salmon et al (2005) กล่าวว่าถ้ากาวมีส่วนผสมของ cyanoacrylate จะทำให้แกนมุกติดแน่นขึ้น กันน้ำได้ดีและทำให้หอยมุกระคายเคืองน้อยที่สุด ซึ่งอาจส่งผลถึงอัตราการรอดของหอย หอยมุกที่ติดแกนมุกแล้วนำมาพักและเลี้ยงในทะเลด้วยวิธีการแขวนเลี้ยงอิสระ (free suspension) โดยใช้เชือกในลอนร้อยผ่านรูเล็กๆ ของเปลือกทีละตัว ติดป้ายบันทึกข้อมูลวัน เดือน ปี

วัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย

ศึกษาสาเหตุการตายของหอยมุกกัลปังหา



ภาพที่ 1 การวัดขนาดของหอยมุกกัลปังหา

1. สาเหตุจากแกนมุก

นำหอยมุกกัลปังหาความยาวเปลือก 150-160 มิลลิเมตร (มม.) ความกว้าง 100-110 มม. และความสูง 120-130 มม. (ภาพที่ 1) จำนวน 2,400 ตัว

1.1 ศึกษาขนาดของแกนมุก (กลุ่ม A)

นำหอยมุก 1,200 ตัว ใส่แกนมุกซึ่งทำด้วยเรซินขนาด 10 มม. จำนวน 600 ตัว (กลุ่มควบคุม) เปรียบเทียบกับหอยมุกที่ใส่แกนมุกขนาด 18 มม. จำนวน 600 ตัว

1.2 ศึกษาจำนวนของแกนมุก (กลุ่ม B)

นำหอยมุก 1,200 ตัว ใส่แกนมุกขนาด 10 มม. จำนวน 600 ตัวโดยใส่แกนมุกฝาละ 1 แกน บริเวณกล้ามเนื้อ adductor รวม 2 แกน/ตัว (กลุ่มควบคุม) เปรียบเทียบกับหอยมุกที่ใส่แกนมุกขนาด 10 มม. จำนวน 600 ตัว โดยใส่แกนมุกฝาละ 2 แกน บริเวณกล้ามเนื้อ adductor รวม 4 แกน/ตัว

2. สาเหตุจากวิธีการเลี้ยงหอยมุก

นำหอยที่ติดแกนมุกแต่ละชนิดเลี้ยงด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็น

2.1 การเลี้ยงหอยแบบแขวน 8 ตัว ต่อเชือก 1 เส้น

กลุ่มที่ 1 แขนหอย 8 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 25 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม A) กลุ่มที่ 2 แขนหอย 8 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 25 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 18 มม. จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม

A) กลุ่มที่ 3 แขนหอย 8 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 25 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. และติดแกนมุก 2 เม็ด/ตัว จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม B) กลุ่มที่ 4 แขนหอย 8 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 25 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. และติดแกนมุก 4 แกน/ตัว จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม B)

2.2 การเลี้ยงหอยแบบแขวน 5 ตัวต่อเชือก 1 เส้น (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 1 แขนหอย 5 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 40 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม A) กลุ่มที่ 2 แขนหอย 5 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 40 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 18 มม. จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม A) กลุ่มที่ 3 แขนหอย 5 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 40 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. และติดแกนมุก 2 แกน/ตัว จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม B) กลุ่มที่ 4 แขนหอย 5 ตัวต่อเชือก 1 เส้น ทั้งหมด 40 เส้น เป็นหอยที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. และติดแกนมุก 4 แกน/ตัว จำนวน 200 ตัว (กลุ่ม B)

2.3 การเลี้ยงหอยในกะบะ

กะบะที่ 1 นำหอยกลุ่ม (A) ใส่ตะกร้าแล้ววางลงบน กะบะเหล็กขนาด 4X4 เมตรแบ่งออกเป็น 4 ช่อง ดังนี้ช่องที่ 1 นำหอยที่ใส่แกนมุกขนาด 10 มม. จำนวน 200 ตัว ช่องที่ 2 นำหอยที่ใส่แกนมุกขนาด 18 มม. จำนวน 200 ตัว ช่องที่ 3 นำหอยที่ใส่แกนมุกขนาด 10 มม. โดยใส่แกนมุกฝาละ 1 แกน

บริเวณกล้ามเนื้อ adductor รวม 2 แขนง/ตัว จำนวน 200 ตัว ช่องที่ 4 นำหอยที่ใส่แกนมุกขนาด 10 มม. โดยใส่แกนมุกฝาละ 2 แขนง บริเวณกล้ามเนื้อ adductor รวม 4 แขนง/ตัว จำนวน 200 ตัว กระบะที่ 2 นำหอยกลุ่ม (B) ใส่ตะกร้าแล้ววางลงบนกระบะเหล็ก ขนาด 4X4 เมตร แบ่งออกเป็น 4 ช่อง ทำเหมือนกระบะที่ 1

การทดลองเลี้ยงหอยมุกบนแพทั้งแบบแขวนและแบบเลี้ยงในกระบะบนแพ โดยให้ตัวหอยลึกกว่าระดับผิวน้ำ 2 เมตร (กรรณิการ์ กาญจนชาติรี และคณะ, 2546) บริเวณอ่าวสะพาน จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2550 ถึงเดือนมิถุนายน 2551 ทำความสะอาดเปลือกหอยมุกทุก 2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันการเกาะของสิ่งมีชีวิตอื่น

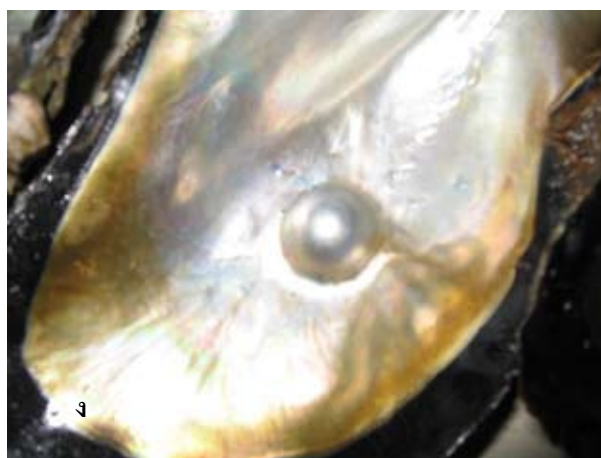
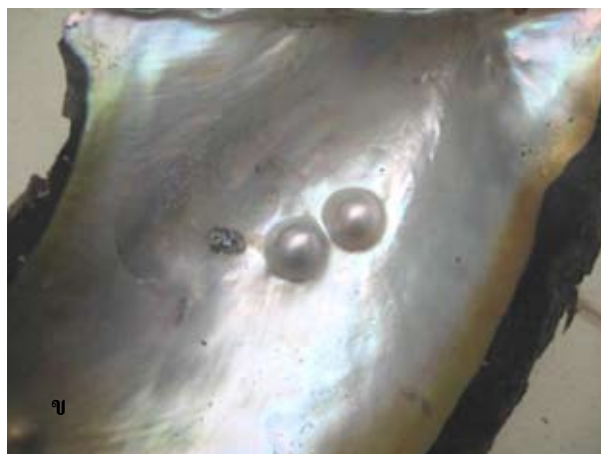
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ศึกษาสาเหตุการตายของหอยมุกกัลปังหา

1. สาเหตุจากแกนมุก

1.1 ขนาดของแกนมุก (กลุ่ม A)

การตายของหอยมุกกัลปังหา มีหลายสาเหตุด้วยกัน พบได้ทั้งปัจจัยจากการใส่แกนมุกในตัวหอย วิธีการเลี้ยงตลอดจนปัจจัยของสิ่งแวดล้อมบริเวณที่เลี้ยง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาหลายๆ ปัจจัยในเวลาเดียวกัน จากตารางที่ 1 หอยมุกที่ตายจากการใส่แกนมุกที่มีขนาดต่างกันคือขนาด 10 มม. และ 18 มม. (ภาพที่ 2) พบอัตราการตายเป็น 63.17% และ 69.17% ผลผลิตมุกที่ได้เป็น 36.83% และ 30.83% ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ก. เปรียบเทียบมุก ขนาด 10 มม. 18 มม. และ 10 มม. 2 เม็ด ข. มุกขนาด 10 มม. 2 เม็ด ค. มุกขนาด 10 มม. 1 เม็ด ง. มุกขนาด 18 มม.

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนหอยมุกที่ตายจากการใส่แกนมุกขนาด 10 มม. และ 18 มม. ที่เลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะในแต่ละเดือน

ขนาดแกน	แกนขนาด 10 มม.						แกนขนาด 18 มม.					
จำนวนหอย/เชือก	แขวน 5 ตัว		แขวน 8 ตัว		กะบะ		แขวน 5 ตัว		แขวน 8 ตัว		กะบะ	
เดือน	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด
ส.ค. 50	27	4	27	2	51	2	36	9	30	7	35	4
ก.ย. 50	16	3	9	1	14	2	17	1	16	5	15	4
ต.ค. 50	11	2	4	1	11	3	12	1	9	4	11	7
พ.ย. 50	6	0	2	0	6	0	3	2	12	4	8	1
ธ.ค. 50	2	0	2	0	2	0	7	3	3	0	2	0
ม.ค. 51	1	0	3	0	4	0	0	0	0	0	4	1
ก.พ. 51	5	1	0	0	1	1	1	0	3	0	2	0
มี.ค. 51	2	0	4	0	6	0	4	0	3	2	6	0
เม.ย. 51	2	0	1	0	52	3	7	0	5	0	5	0
พ.ค. 51	26	1	38	2	10	3	28	0	30	1	55	4
มิ.ย. 51	9	1	13	3	12	3	15	2	11	2	20	1
จำนวนหอยที่ตาย (ตัว)	107	12	103	9	169	17	130	18	122	25	163	22
รวม (ตัว)	379						415					
จำนวนมุกที่ได้ (เม็ด)	93		97		31		70		78		37	
รวม (เม็ด)	221						185					

แต่ในทางธุรกิจขนาดของมุกเป็นปัจจัยที่สร้างให้มุกมีมูลค่าเพิ่มขึ้นนั่นคือมุกขนาด 18 มม. ถึงแม้จะพบอัตราการตายของหอยสูงแต่มุกที่ได้มีมูลค่าสูงกว่ามุกขนาด 10 มม. ส่วนปัจจัยของจำนวนแกนมุก (ตารางที่ 2) ที่ติดบริเวณด้านในของเปลือกหอยพบว่าหอยมุกที่ติดแกนมุกขนาด 10 มม. ตัวละ 1 แกน ตัวละ 2 แกน (ติดฝาละ 1 แกน) และตัวละ 4 แกน (ติดฝาละ 2 แกน) มีอัตราการตายเป็น 63.16% 64.66% และ 68.83% ผลผลิตมุกที่ได้เป็น 36.83% 70.6% และ 124.62% ตามลำดับ

1.2 จำนวนของแกนมุกขนาด 10 มม. (กลุ่ม B)

หอยมุก 1 ตัว ที่ติดแกนมุกจำนวน 4 แกนพบอัตราการตายสูงสุดแต่ก็สามารถผลิตเม็ดมุกได้สูงสุดเช่นกัน (ภาพที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ruiz-Rubio *et al* (2006) กล่าวว่า การใส่แกนมุกในหอยสายพันธุ์ *Pteria* sp. โดยทั่วไปใส่ได้ 3 แกน คือบริเวณฝาเปลือกด้านล่าง 2 แกน และฝาเปลือกด้านบน 1 แกน แต่ถ้าวางเป็นหอยสายพันธุ์ *Pinctada* เช่น *Pinctada margaritifera*

และ *albina* สามารถใส่แกนมุกได้ถึง 4-5 แกน ในขณะที่หอยมุกขนาดใหญ่เช่นหอยมุกจาก *P. maxima* สามารถใส่แกนมุกได้ถึง 7 แกน (Southgate *et al.*, 2006) จากการทดลองพบว่าทั้งขนาดและจำนวนของแกนมุกมีผลต่อการตายของหอยมุก ขณะเดียวกันในทางธุรกิจก็สามารถเพิ่มมูลค่ามุกได้ด้วยหากเลือกใช้ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมกับหอยมุกซึ่ง Strack (2006) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าของมุกแตกต่างจากเพชรและอัญมณีอื่นๆ โดยทั่วไปกำหนดคุณค่าของมุกเป็นเกรด (grade) ไว้ 5 อย่างคือขนาด รูปร่าง สี ความแวววาว และผิวของชั้นมุกนั่นคือถ้ามุกมีขนาดใหญ่ รูปร่างกลมจะมีคุณค่ากว่ามุกซีก มุกผิวเรียบและแวววาวจะมีคุณค่ามากที่สุด ส่วนสีของมุกขึ้นอยู่กับชนิดของหอยมุก เช่น มุกตาฮิติ (Tahitian) เรียกมุกดำจากทะเลใต้ (Black South Sea pearls) มีสีม่วง สีเขียวหรือสีชมพูซึ่งได้จากหอยมุก *P. margaritifera* มีคุณค่าและราคาสูงกว่ามุกที่มีสีเทาหรือสีน้ำตาล ส่วนมุกขาวจากทะเลใต้ (White South Sea pearls)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนหอยมุกที่ตายจากการใส่แกนมุกขนาด 10 มม. โดยหอยมุก 1 ตัวต่อ 1 แกน หอยมุก 1 ตัวต่อ 2 แกน และหอยมุก 1 ตัวต่อ 4 แกน ที่เลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะ ในแต่ละเดือน

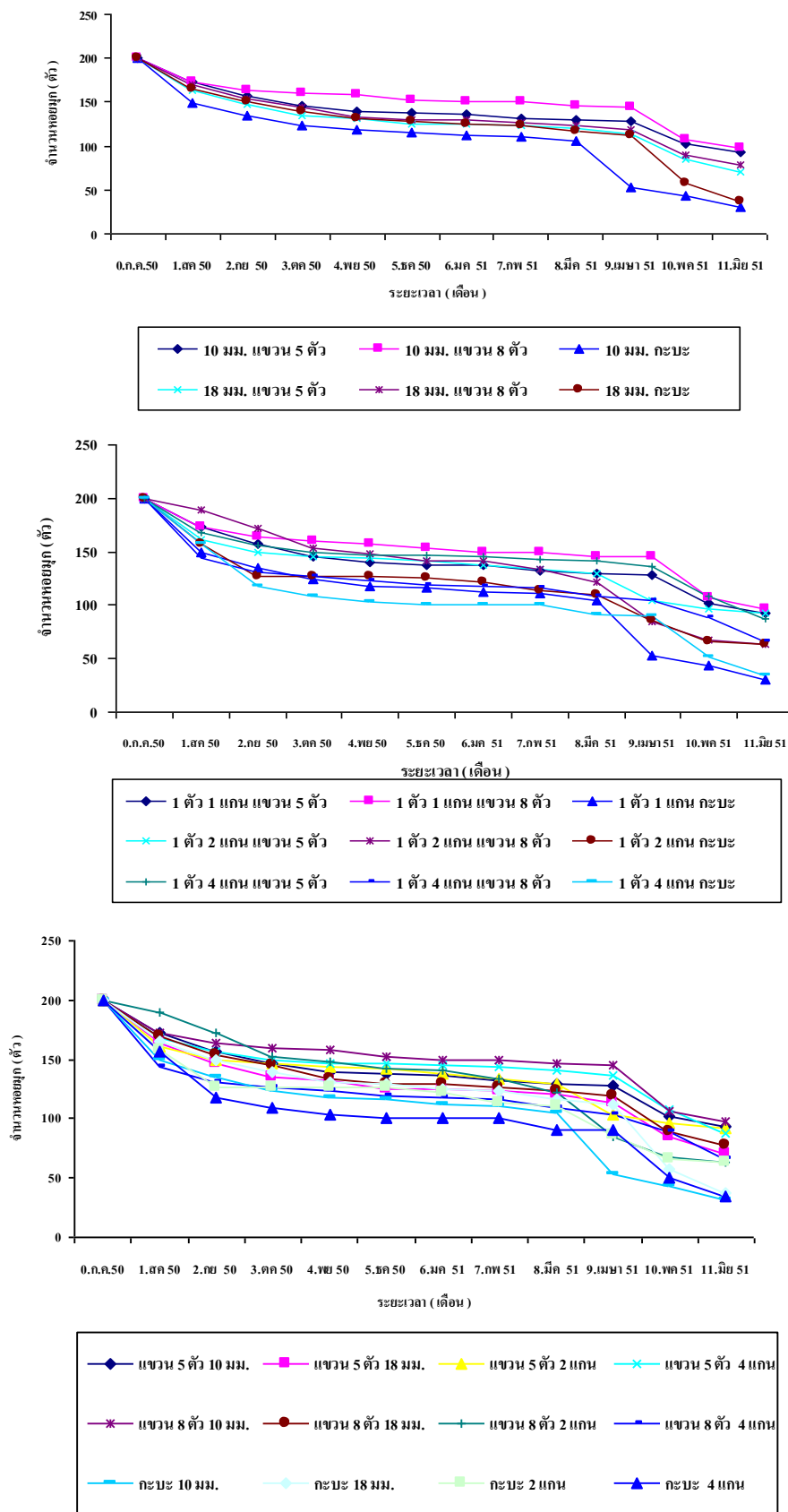
จำนวนแกน	1 ตัว 1 แกน						1 ตัว 2 แกน						1 ตัว 4 แกน					
วิธีการเลี้ยง	แขวน 5 ตัว /เชือก		แขวน 8 ตัว /เชือก		กะบะ		แขวน 5 ตัว /เชือก		แขวน 8 ตัว /เชือก		กะบะ		แขวน 5 ตัว /เชือก		แขวน 8 ตัว /เชือก		กะบะ	
เดือน	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด	ตาย	แกนหลุด
ส.ค. 50	27	4	27	2	51	2	39	4	11	7	42	2	32	22	56	18	43	14
ก.ย. 50	16	3	9	1	14	2	11	0	17	4	31	2	12	0	13	3	39	20
ต.ค. 50	11	2	4	1	11	3	4	0	19	0	0	0	7	1	4	0	9	8
พ.ย. 50	6	0	2	0	6	0	2	0	5	14	0	1	2	9	4	4	6	1
ธ.ค. 50	2	0	2	0	2	0	2	0	6	16	1	4	0	1	4	0	3	0
ม.ค. 51	1	0	3	0	4	0	4	0	1	8	4	0	5	1	1	0	0	0
ก.พ. 51	5	1	0	0	1	1	4	2	8	8	8	0	2	1	2	0	0	0
มี.ค. 51	2	0	4	0	6	0	5	12	11	3	4	1	2	4	7	0	9	10
เม.ย. 51	2	0	1	0	52	3	25	2	37	5	24	0	5	5	5	0	1	0
พ.ค. 51	26	1	38	2	10	3	8	13	17	4	20	2	28	6	15	3	39	16
มิ.ย. 51	9	1	13	3	12	3	4	6	5	6	9	3	18	2	23	0	17	5
จำนวนหอยที่ตาย (ตัว)	107	12	103	9	169	17	108	39	137	75	143	15	113	52	134	28	166	74
รวม (ตัว)	379						388						413					
จำนวนมุกที่ได้ (เม็ด)	93		97		31		184		126		114		348		264		136	
รวม (เม็ด)	221						336						748					



ภาพที่ 3 ก. การติดแกนมุก 4 แกน พบการขับแกนมุกทิ้ง 1 แกน ข. การติดแกนมุก 4 แกน พบการขับแกนมุกทิ้ง 1 แกน และไม่เคลือบมุก

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนหอยมุกที่ตายจากการเลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะกับขนาดและจำนวนของแกนมุกที่ต่างกันในแต่ละเดือน

วิธีการเลี้ยง	แขวน 5 ตัว / เชือก						แขวน 8 ตัว / เชือก						กะบะ			
	10 มม.		18 มม.		2 แกน		10 มม.		18 มม.		2 แกน		10 มม.		18 มม.	
	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด	ตาย	แกน หลุด
เดือน																
ส.ค. 50	27	4	36	9	39	4	32	22	7	11	7	56	18	51	2	35
ก.ย. 50	16	3	17	1	11	0	12	0	16	5	17	4	13	3	14	2
ต.ค. 50	11	2	12	1	4	0	7	1	9	4	19	0	4	0	11	3
พ.ย. 50	6	0	3	2	2	0	2	9	12	4	5	14	4	6	0	8
ธ.ค. 50	2	0	7	3	2	0	0	1	3	0	6	16	4	2	0	2
ม.ค. 51	1	0	0	0	4	0	5	1	3	0	1	8	1	0	4	0
ก.พ. 51	5	1	1	0	4	2	2	1	0	3	0	8	2	0	1	2
มี.ค. 51	2	0	4	0	5	12	2	4	4	0	3	7	0	6	0	6
เม.ย. 51	2	0	7	0	25	2	5	5	1	0	5	5	0	52	3	5
พ.ค. 51	26	1	28	0	8	13	28	6	38	2	17	4	15	3	10	3
มิ.ย. 51	9	1	15	2	4	6	18	2	13	3	5	6	23	0	12	3
จำนวนหอยที่ตาย (ตัว)	107	12	130	18	108	39	113	52	103	9	137	75	134	28	169	17
รวม (ตัว)	455						496						635			
จำนวนมุกที่ได้ (เม็ด)	93		70		184		348		97		78		264		31	
รวม (เม็ด)	695						565						330			



ภาพที่ 4 เปรียบการตายของหอยมุกจากขนาด จำนวนของแกนมุกและวิธีการเลี้ยงที่ต่างกันในแต่ละเดือน

จะได้มุกสีทองซึ่งได้จากหอยมุก *P. maxima* ขนาดของมุกวัดได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางหน่วยเป็นมิลลิเมตรหรือมีหน่วยเป็นบู (bu) ซึ่งเป็นหน่วยวัดขนาดของชาวญี่ปุ่นมีค่าเทียบประมาณ 3.2 มม. ขนาดของมุกน้ำเค็มก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของหอย เช่น หอยมุกโกย่าจะมีขนาด 5-9 มม. ส่วน *P. margaritifera* มีขนาด 8-16 มม. และ *P. maxima* มีขนาด 9-20 มม. (Strack, 2006) ขนาดของมุกมีผลทำให้มูลค่าของมุกสูงขึ้นเพราะหากมุกมีขนาดเล็กจะทำให้การขึ้นตัวเรือนและการออกแบบผลิตภัณฑ์ยากขึ้นและอาจทำให้มุกแตก เสียหายหรือมีตำหนิจากการเจาะดังนั้นมุกขนาดเล็กจึงไม่ค่อยมีมูลค่าทางการค้าเท่ามุกขนาดใหญ่

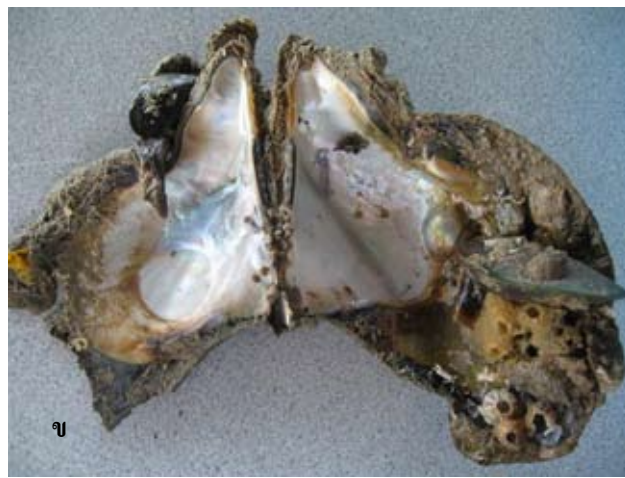
2. สาเหตุจากวิธีการเลี้ยงหอยมุก

วิธีการเลี้ยงหอยมุกโดยการแขวนหอยมุก 5 ตัว 8 ตัว ด้วยเชือก และเลี้ยงในกะบะเหล็ก (ตารางที่ 3) พบอัตราการตายเป็น 56.87% 62.00% และ 79.37% (ภาพที่ 4) ได้ผลผลิตมุก 86.87% 70.62% และ 41.25% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าวิธีการเลี้ยงหอยมุกในกะบะเหล็กมีอัตราการตายสูงสุดและได้ผลผลิตมุกต่ำสุด สาเหตุจากคลื่นพัดพาหอยมุกไปทับถมกัน ด้านใดด้านหนึ่งของกะบะ ทำให้มีผลต่อการกรอกอาหารของหอยได้น้อยลง ส่วนวิธีการเลี้ยงหอยมุกโดยการแขวนหอยมุก 5 ตัว และ 8 ตัว ด้วยเชือกพบว่าการแขวนหอยมุก 5 ตัว หอยตายน้อยที่สุด และได้ผลผลิตมุกสูงสุด เนื่องจากบริเวณที่เลี้ยงหอยมุกเมื่อน้ำทะเลขึ้นสูงสุดวัดระดับน้ำทะเลได้ 8 เมตร แต่เมื่อน้ำลงต่ำสุดวัดระดับน้ำทะเลได้ 5 เมตร ซึ่งเมื่อแขวนหอย 5 ตัว จะไม่ได้รับผลกระทบจากโคลนพื้นทะเลเมื่อเกิดคลื่นขึ้นแต่จะกระทบต่อเชือกที่แขวนหอย 8 ตัว ส่วนใหญ่พบว่าหอยที่ตายจะเป็นหอยตัวที่ 7-8 บริเวณปลายเชือกและพบโคลนในตัวหอยซึ่งสอดคล้องกับ Milke & Ward

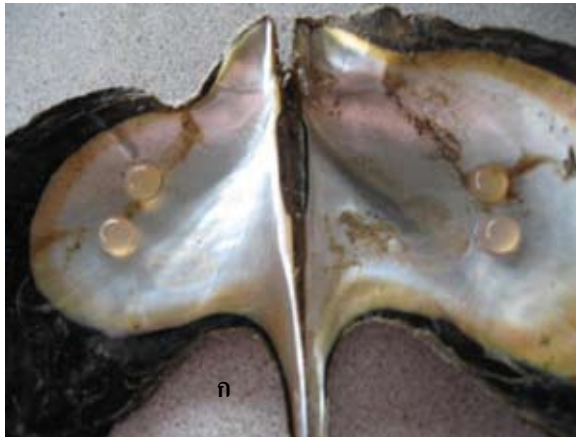
(2003) รายงานว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นของตะกอนสูงระบบการย่อยของหอยสองฝาจะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง และบริเวณที่พบตะกอนมากจะพบการตายของหอยด้วยเช่นกันจึงสรุปได้ว่าตะกอนเป็นสาเหตุการตายของหอย โดย Kripa *et al.* (2007) ศึกษาคุณภาพของน้ำเมื่อเริ่มเลี้ยงหอยมุกโกย่าพบว่า การตายของหอยมีความสัมพันธ์กับความขุ่นของน้ำ นั่นคืออัตราการตายของหอยสูงเมื่อความขุ่นในน้ำสูงในขณะที่คุณภาพน้ำอื่นๆ ปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่แขวนหอย 8 ตัว และสัมผัสกับโคลน (ภาพที่ 5)

3. ความหนาของชั้นมุก

หลังจากใส่แกนมุกในหอยแล้วนำไปเลี้ยงในทะเล การสร้างชั้นมุกเกิดขึ้นในช่วง 1-2 เดือนแรก (ภาพที่ 6) และพบหอยตายมากในช่วงเดือนนี้ เนื่องจากความระคายเคืองจากแกนมุกที่ใส่ (ภาพที่ 7) และหลังจากติดแกนมุกแล้วใช้เวลาประมาณ 6-12 เดือน จึงเก็บผลผลิต จะได้ความหนาของชั้นมุก 0.7-2.5 มม. การสร้างชั้นมุกขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของหอย สิ่งแวดล้อม และวิธีการเลี้ยง Ruiz-Rubio *et al.* (2006) ศึกษาชั้นมุกมาเบ้ที่เกิดจากหอย *Pteria sterna* ใช้เวลาเลี้ยง 5 เดือน ได้มุกหนา 0.75 มม. อย่างไรก็ตามมุกที่มีคุณภาพดี ควรเป็นมุกที่เลี้ยงและเก็บเกี่ยวหลังจากเดือนที่ 9 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองซึ่งเลี้ยงหอยมุกนาน 11 เดือน ความหนาของชั้นมุกทั้งขนาด 10 มม. ที่ใส่แกนมุก 1, 2, 4 แกนและแกนมุกขนาด 18 มม. ที่เลี้ยงหอยมุกโดยการแขวนหอยมุก 5 ตัว 8 ตัว ด้วยเชือก และเลี้ยงในกะบะเหล็ก ค่าความหนาของชั้นมุกเพิ่มขึ้น 1.9-2.5 มม. และทุกค่าของชั้นมุกที่วัดได้ในตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 5 ก-ข ลักษณะหอยตายจากโคลนที่เข้าไปในตัวหอย พบจากการแขวนหอย 8 ตัว ต่อเชือก



ภาพที่ 6 ก หอยตายในช่วง 1-2 เดือนแรก ยังไม่ได้เคลือบมุก ข หอยตายในช่วง 1-2 เดือนแรก เริ่มเคลือบมุกแล้ว



ภาพที่ 7 หอยตายในช่วง 1-2 เดือนแรกหลังจากติดแกนมุก

สรุปผลการวิจัย

1. สาเหตุการตายของหอยมุกกัลปังหาจากการใส่แกนมุก

1.1 หอยมุกกัลปังหาที่ตายจากการใส่แกนมุกมีขนาดต่างกันคือขนาด 10 มม. และ 18 มม. พบว่าอัตราการตายเป็น 63.17% และ 69.17% ผลผลิตมุกที่ได้เป็น 36.83% และ 30.83% ตามลำดับ

1.2 หอยมุกที่ตายจากการติดแกนมุกจำนวนต่างกันคือ ติดแกนมุกขนาด 10 มม. ตัวละ 1 แกน ตัวละ 2 แกน (ติดฝาละ 1 แกน) และตัวละ 4 แกน (ติดฝาละ 2 แกน) พบมีอัตราการตายเป็น 63.16% 64.66% และ 68.83% ผลผลิตมุกที่ได้เป็น 36.83% 70.60% และ 124.62% ตามลำดับ

2. สาเหตุการตายของหอยมุกกัลปังหาจากวิธีการเลี้ยงหอยมุกโดยการแขวนหอยมุก 5 ตัว 8 ตัว ด้วยเชือก และเลี้ยงในกะบะเหล็กพบอัตราการตายเป็น 56.87% 62.00% และ 79.37% ได้ผลผลิตมุก 86.87% 70.62% และ 41.25% ตามลำดับ

3. ความหนาของชั้นมุกจากการใส่แกนมุกขนาด 10 มม. ติดแกนมุก 1, 2 และ 4 แกน เลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะ และความหนาของชั้นแกนมุกขนาด 18 มม. เลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะ ค่าความหนาของชั้นมุกทุกค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4 ความหนาของชั้นมุกจากแกนมุก 10 มม. โดยติดแกนมุก 1, 2 และ 4 แกนเลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะ (\pm S.D)

	แขวน 5 ตัว			แขวน 8 ตัว			กะบะ		
	1 แกน	2 แกน	4 แกน	1 แกน	2 แกน	4 แกน	1 แกน	2 แกน	4 แกน
ส.ค. 50	10.29 \pm 0.13	10.58 \pm 0.08	10.36 \pm 0.16	10.73 \pm 0.12	10.57 \pm 0.09	10.18 \pm 0.12	10.78 \pm 0.62	10.71 \pm 0.38	10.35 \pm 0.08
ก.ย. 50	10.60 \pm 0.10	10.75 \pm 0.19	10.63 \pm 0.18	10.75 \pm 0.11	10.7 \pm 0.21	11.170 \pm 0.47	10.9 \pm 0.2	10.76 \pm 0.23	10.99 \pm 0.17
ต.ค. 50	11.09 \pm 0.33	11.10 \pm 0.35	10.88 \pm 0.11	10.88 \pm 0.23	10.97 \pm 0.12	11.21 \pm 0.29	11.08 \pm 0.34	10.97 \pm 0.23	11.22 \pm 0.30
พ.ย. 50	11.19 \pm 0.19	11.43 \pm 0.11	11.18 \pm 0.39	10.95 \pm 0.26	11.15 \pm 0.23	11.42 \pm 0.37	11.63 \pm 0.32	11.03 \pm 0.34	11.25 \pm 0.24
ธ.ค. 50	11.32 \pm 0.14	11.82 \pm 0.22	11.55 \pm 0.31	11.17 \pm 0.13	11.36 \pm 0.37	11.57 \pm 0.42	11.75 \pm 0.53	11.28 \pm 0.27	11.40 \pm 0.40
ม.ค. 51	11.60 \pm 0.11	11.85 \pm 0.13	11.62 \pm 0.29	11.500 \pm 0.25	11.72 \pm 0.37	11.80 \pm 0.60	12.06 \pm 0.39	11.68 \pm 0.39	11.51 \pm 0.14
ก.พ. 51	11.68 \pm 0.11	12.04 \pm 0.23	11.78 \pm 0.17	11.68 \pm 0.36	11.90 \pm 0.32	12.03 \pm 0.40	12.19 \pm 0.40	11.86 \pm 0.28	11.76 \pm 0.18
มี.ค. 51	11.93 \pm 0.26	12.11 \pm 0.26	11.85 \pm 0.34	11.88 \pm 0.25	12.11 \pm 0.29	12.16 \pm 0.16	12.25 \pm 0.43	12.03 \pm 0.09	11.85 \pm 0.17
เม.ย. 51	12.19 \pm 0.14	12.17 \pm 0.27	11.90 \pm 0.29	11.98 \pm 0.19	11.21 \pm 0.21	12.20 \pm 0.40	12.35 \pm 0.13	12.20 \pm 0.25	12.07 \pm 0.31
พ.ค. 51	12.32 \pm 0.06	12.23 \pm 0.15	12.31 \pm 0.15	12.22 \pm 0.41	12.33 \pm 0.33	12.38 \pm 0.38	12.42 \pm 0.21	12.44 \pm 0.35	12.11 \pm 0.17
มิ.ย. 51	12.39 \pm 0.08	12.36 \pm 0.18	12.35 \pm 0.22	12.26 \pm 0.31	12.48 \pm 0.17	12.45 \pm 0.41	12.51 \pm 0.19	12.56 \pm 0.24	12.37 \pm 0.43

ค่าความหนาของชั้นมุกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

ตารางที่ 5 ความหนาของชั้นมุกจากแกนมุก 18 มม. เลี้ยงแบบแขวน 5 ตัว 8 ตัว และเลี้ยงในกะบะ (\pm S.D)

	แขวน 5 ตัว	แขวน 8 ตัว	กะบะ
ส.ค. 50	18.84 \pm 0.08	18.44 \pm 0.13	18.45 \pm 0.06
ก.ย. 50	19.21 \pm 0.23	18.70 \pm 0.12	18.71 \pm 0.28
ต.ค. 50	19.60 \pm 0.09	19.05 \pm 0.28	19.00 \pm 0.26
พ.ย. 50	19.71 \pm 0.06	19.21 \pm 0.35	19.20 \pm 0.16
ธ.ค. 50	19.83 \pm 0.09	19.4 \pm 0.51	19.50 \pm 0.16
ม.ค. 51	19.89 \pm 0.22	19.52 \pm 0.15	19.81 \pm 0.25
ก.พ. 51	20.08 \pm 0.21	19.78 \pm 0.07	19.93 \pm 0.26
มี.ค. 51	20.26 \pm 0.12	19.87 \pm 0.13	20.28 \pm 0.21
เม.ย. 51	20.29 \pm 0.05	20.17 \pm 0.48	20.36 \pm 0.60
พ.ค. 51	20.32 \pm 0.08	20.22 \pm 0.74	20.55 \pm 0.26
มิ.ย. 51	20.4 \pm 0.20	20.39 \pm 0.48	20.78 \pm 0.77

ค่าความหนาของชั้นมุกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. การตายของหอยมุกกัลปังหาในจังหวัดภูเก็ตส่วนใหญ่มีสาเหตุหลักจากการใส่แกนมุกในตัวหอย ทั้งขนาดและจำนวนแกนมุกล้วนเป็นสาเหตุทั้งสิ้น แต่ในทางตรงข้ามทั้งขนาดและจำนวนแกนมุกที่ใส่กลับสร้างมูลค่าในทางการค้ามากกว่าในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เท่ากัน เกษตรกรและผู้ประกอบการจึงควรตระหนักในข้อนี้ด้วย
2. วิธีการเลี้ยงหอยมุกให้คำนึงถึงความลึกบริเวณที่เลี้ยง อาจจะแขวนหอย 5 ตัว หรือ 8 ตัว ก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของฟาร์มหรือพื้นที่ที่เลี้ยงเพียงแต่เมื่อแขวนในทะเลแล้ว หอย 2-3 ตัวที่อยู่ปลายเชือกอย่าให้สัมผัสโคลนในช่วงน้ำลง
3. ผู้ประกอบการควรทดลองติดแกนมุกขนาด 18 มม. 4 แกน ต่อหอยมุก 1 ตัว แต่ทั้งนี้ต้องใช้หอยมุกขนาดกลางและเลี้ยงแบบแขวนจะช่วยเพิ่มผลผลิตทางการค้าได้ดีกว่าการเลี้ยงในกะเบาะเหล็ก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้จากงบประมาณรายได้ประจำปี 2550 ขอขอบคุณบริษัทภูเก็ตเพิร์ลอินเตอร์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ฟาร์มเลี้ยงหอยมุก บริเวณอ่าวสะป่า จังหวัดภูเก็ต จนสิ้นสุดโครงการและให้คำแนะนำด้านวิชาการที่ดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยธำรงรัตน์ และนิกร อินทรเจริญ. (2546). ผลของความลึกของระดับน้ำทะเลและขนาดของหอยมุกกัลปังหา (*Pteria penguin*) ต่อการเกิดมุก. *วารสารสงขลานครินทร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(5), 659-67.
- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยธำรงรัตน์ และปิยะพงศ์ แก้วตื่น. (2549). ผลของสารสลบก่อนการใส่แกนมุกต่ออัตราการรอดและคุณภาพมุกในหอยมุกแกลบ *Pinctada fucata*. *วารสารสงขลานครินทร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(1), 87-97.
- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี กนกธร ปิยธำรงรัตน์ และจิตติ อินทรเจริญ. (2550). ชนิดของแกนมุก (nucleus) เพื่อเพิ่มคุณภาพของมุกที่ผลิตได้จากหอยมุกแกลบ *Pinctada fucata*. *วารสารสงขลานครินทร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1-15.

- Acosta-Salmon, H., Martinez-Fernandez, E. & Southgate, P.C., (2005). Use of relaxants to obtain saibo tissue from the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) and the Akoya pearl oyster *Pinctada fucata*. *Aquaculture*, 246, 167-172.
- Acosta-Salmon, H. & Southgate, P.C. (2005). Mantle regeneration in the pearl oysters *Pinctada fucata* and *Pinctada margaritifera*. *Aquaculture*, 246, 1-4.
- Dan, H. (2003). Fresh water pearl culture and production in China. *Journal of Shellfish Research*, 22(1), 325.
- Knauer, J. & 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. *South Pacific Commission Pearl Oyster Information Bulletin*, 15, 36.
- Kripa, V., Mohamed, K.S., Appukuttan, K.K. & Velayudhan, T.S. (2007). Production of Akoya pearls from the southwest coast of India. *Aquaculture*, 262, 347-354.
- Milke, L.M. & Ward, J.E. (2003). Influence of diet on pre-ingestive particle processing in bivalves. II: Residence time in the pallial cavity and handling time on the labial palps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 293, 151-172.
- Ruiz-Rubio, H., Acosta-Salmon, H., Olivera, A., Southgate, P.C. & Rangel-Davalos, C. (2006). The influence of culture method and culture period on quality of half-pearls (mabe) from the winged pearl oyster *Pteria sterna*, Gould, 1851. *Aquaculture*, 254, 269-274.
- Southgate, P., Rubens, J., Kipanga, M. & Smumi, G. (2006). Pearls from Africa. *South Pacific Commission Pearl Oyster Information Bulletin*, 17, 16-17.
- Strack, E. (2006). *Pearls*. Ruhle-Diebener-Verlag GmbH & Co., KG, Germany, 706 pp.
- Taylor, J.J., Rose, R.A. & Southgate, P.C. (1997). Effects of stocking density on the growth and survival of juvenile silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima* (Jameson), in suspended and bottom culture. *Journal of Shellfish Research*, 16(2), 569-572.