การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยวิธีแขวนแบบแพเชือกเดี่ยว และแพเชือกถัก บริเวณ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

A Comparative Study of *Perna viridis* Production between Long-line and Raft Culture Methods at Siracha District, Chonburi Province

ปุญชรัสมิ์ ก่อเจริญวัฒน์[1]* ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์[1] และ สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ[2]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Puncharas Gorcharoenwat, Thaithaworn Lirdwitayaprasit and Suriyan Tunkijjanukij

[1]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

[2]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University.

บทคัดย่อ

ศึกษาผลผลิตขั้นต้นและมวลชีวภาพในแพหอยแมลงภู่สองรูปแบบคือ แพเชือกเดี่ยว และแพเชือกถัก บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2549 พบว่าผลผลิตขั้นต้นในแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.49±0.79 และ 0.99±0.76 กรัมคาร์บอน/ลูกบาศก์เมตร/วัน ตามลำดับ ผลผลิตขั้นต้นในแพเชือกเดี่ยวมากกว่าแพเชือกถักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การเติบโตของหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก ได้แก่ ความยาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.61±5.55 และ 72.39±4.51 มิลลิเมตร, น้ำหนักหอยทั้งตัว 20.05±2.55 และ 15.61±2.88 กรัม, และน้ำหนักเนื้อหอย 10.76±1.47 และ 8.32±1.93 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักหอยทั้งตัวและน้ำหนักเนื้อหอยของแพเชือกเดี่ยวมีค่ามากกว่าแพเชือกถักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากแพเชือกเดี่ยวมีอาหารสำหรับหอยแมลงภู่มากกว่าส่งผลให้มีการเติบโตและน้ำหนักมากขึ้น

คำสำคัญ : หอยแมลงภู่ ผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ อัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน

Abstract

The production of *Perna viridis* biomass in two types of culture methods, the long-line and the raft, was investigated for 8 months during January to August 2006 at Si Racha District, Chonburi Province. The average primary production in the long-line and the raft were 1.49±0.79 and 0.99±0.76 $gC/m^3/d$, respectively. Primary production in the long-line was singnificantly higher than in the raft ($P<0.05$). The average of shell length, total weight and soft tissue weight in long-line and raft culture methods were 76.61±5.55 and 72.39±4.51 millimeters, 20.05±2.55 and 15.61±2.88 g, and 10.76±1.47 and 8.32±1.93 g respectively. The average of total weight and soft tissue weight of the mussels in the long-line have been found significantly higher than those in the raft ($P<0.05$). These results indicated that the more food suppied in the long-line the more growth of mussel increased.

Keyword : *Perna viridis*, Primary production, Chlorophyll a, C/N Ratio, Green mussel

Corresponding author. E-mail: kiekai@hotmail.com

บทนำ

หอยแมลงภู่เป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปในประเทศไทย นิยมเพาะเลี้ยงกันบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่ภาคตะวันออกจนไปถึงภาคใต้ สำหรับแหล่งเลี้ยงหอยที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออก คือ บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งบริเวณนี้มีฟาร์มเลี้ยงหอยจำนวนมากจากการศึกษาของมณฑล อนงค์พรยศกุล และภูวดล โดยดี (2549) พบว่าพื้นที่เลี้ยงหอยได้เพิ่มขึ้นจาก 0.43 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2544 เป็น 1.48 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2547 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ฟาร์มเลี้ยงหอยจนหนาแน่นมีผลต่อปริมาณอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่ ซึ่งการประเมินปริมาณอาหารที่มีอยู่ในน้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตรวจวัดปริมาณผลผลิตขั้นต้นของแพลงก์ตอนพืช (Primary production) ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในทะเลเนื่องจากเป็นผู้ผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืชสามารถสร้างสารอินทรีย์จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งสารอินทรีย์จะถูกส่งต่อไปยังผู้บริโภคลำดับถัดไปในระบบห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ยังประเมินได้จากการตรวจวัดชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช คลอโรฟิลล์ เอ ของเซลล์แพลงก์ตอนพืช และการตรวจวัดอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ของแพลงก์ตอนพืชที่มีในน้ำทะเลในขณะที่เก็บตัวอย่าง เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยไม่เคยมีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของฟาร์มเลี้ยงหอยแมลงภู่จากผลิตขั้นต้นมาก่อน มีเพียงการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนบริเวณแหล่งเลี้ยงหอย ดังเช่นการศึกษาของสุขศรี สัมภวะผล และพงศ์ธร อินทร์อักษร (2544) พบแพลงก์ตอนพืช 46 สกุล มีไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักและพบ *Chaetoceros* spp. เป็นชนิดเด่นที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่ สำหรับการประเมินผลผลิตขั้นต้นได้มีการศึกษาในอ่าวไทยโดย อำพัน เหลือสินทรัพย์ (2524) พบผลผลิตขั้นต้นเท่ากับ 590 กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร/ปี ส่วนการประเมินผลผลิตขั้นต้นในการเลี้ยงหอยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในต่างประเทศ เช่น แหล่งเลี้ยงหอยสองฝาของประเทศฝรั่งเศส บริเวณอ่าว Marennes-Oleron มีค่าผลผลิตขั้นต้น 185 กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร/ปี (Bacher, 1989; Bacher *et al*., 2000 และ Struski & Bacher, 2005) สำหรับอ่าว Saldanha ของแอฟริกาเป็นแหล่งเลี้ยงหอย *Mytilus galloprovincialis* มีค่าผลผลิตขั้นต้นสูงถึง 1,241 กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร/ปี (Pitcher & Calder, 1998; Heasman *et al*., 1998 และ Saxby, 2002) เป็นต้น การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการเปรียบเทียบการเติบโตของหอยแมลงภู่ในแพหอยแมลงภู่สองรูปแบบคือแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตขั้นต้นซึ่งสามารถเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของอาหารในแพหอยแมลงภู่และมีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาที่ฟาร์มเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกของสถานีวิจัยประมงศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ละติจูดที่ 13 องศา 11.01 ลิปดาเหนือ ลองติจูดที่ 100 องศา 55.33 ลิปดาตะวันออก (ภาพที่ 1)

2. วิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่

แพเลี้ยงหอยแมลงภู่ขนาด 40X40 เมตร (1600 ตารางเมตร หรือ 1 ไร่) แพเลี้ยงหอย 2 รูปแบบคือ แพเชือกเดี่ยว (ภาพที่ 2ก) และแพเชือกถัก (ภาพที่ 2ข) โดยนำสายหอยที่มีลูกหอยเกาะอยู่แล้วซึ่งซื้อมาจากพื้นที่ใกล้เคียงทั้งนี้เพื่อให้ได้ลูกหอยที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาผูกแพละ 1,200 สาย ซึ่งสายเลี้ยงหอยจะห้อยลงไปในน้ำลึกประมาณ 1.20 เมตร และระดับความลึกของน้ำบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยแมลงภู่อยู่ในช่วง 3-6 เมตร

แพเชือกเดี่ยว (ภาพที่ 2ก) ขนาด 40X40 เมตร ส่วนประกอบหลักของแพเชือกประกอบจากเชือกโพลีโพรพีลีน ขนาด 16 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นยาวประมาณ 50 เมตร จำนวน 6 เส้น จากนั้นนำถังทุนพลาสติกขนาด 20-30 ลิตร ผูกทุกระยะ 1 เมตร และผูกทุ่นถ่วงที่ปลายเชือกทั้งสองด้านเพื่อป้องกันการพัดพาของกระแสน้ำ

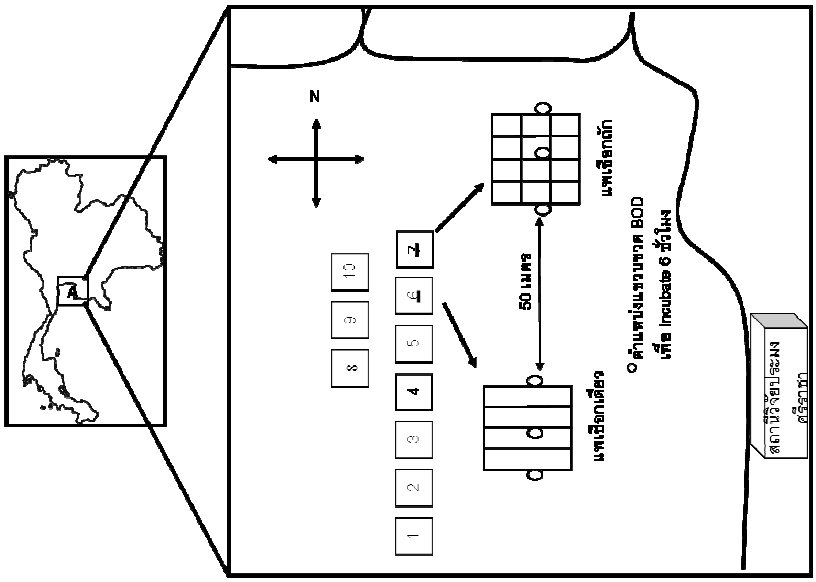
แพเชือกถัก (ภาพที่ 2ข) ขนาด 40X40 เมตร ประกอบจากเชือกเชือกโพลีโพรพีลีน ขนาด 16 มิลลิเมตร ผูกถักเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1X1 เมตร หนึ่งช่องสี่เหลี่ยมประกอบด้วยทุ่นลอย 4 มุม สามารถแขวนสายหอยได้ 8 สาย คือ ระหว่างสายเชือกและใต้ถังทุ่นลอย และผูกทุ่นถ่วงยึดไว้ทั้งสี่มุมของแพเชือกถักเพื่อป้องกันการพัดพาของกระแสน้ำ ระยะห่างระหว่างแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถักเท่ากับ 50 เมตร

3. ระยะเวลาศึกษา

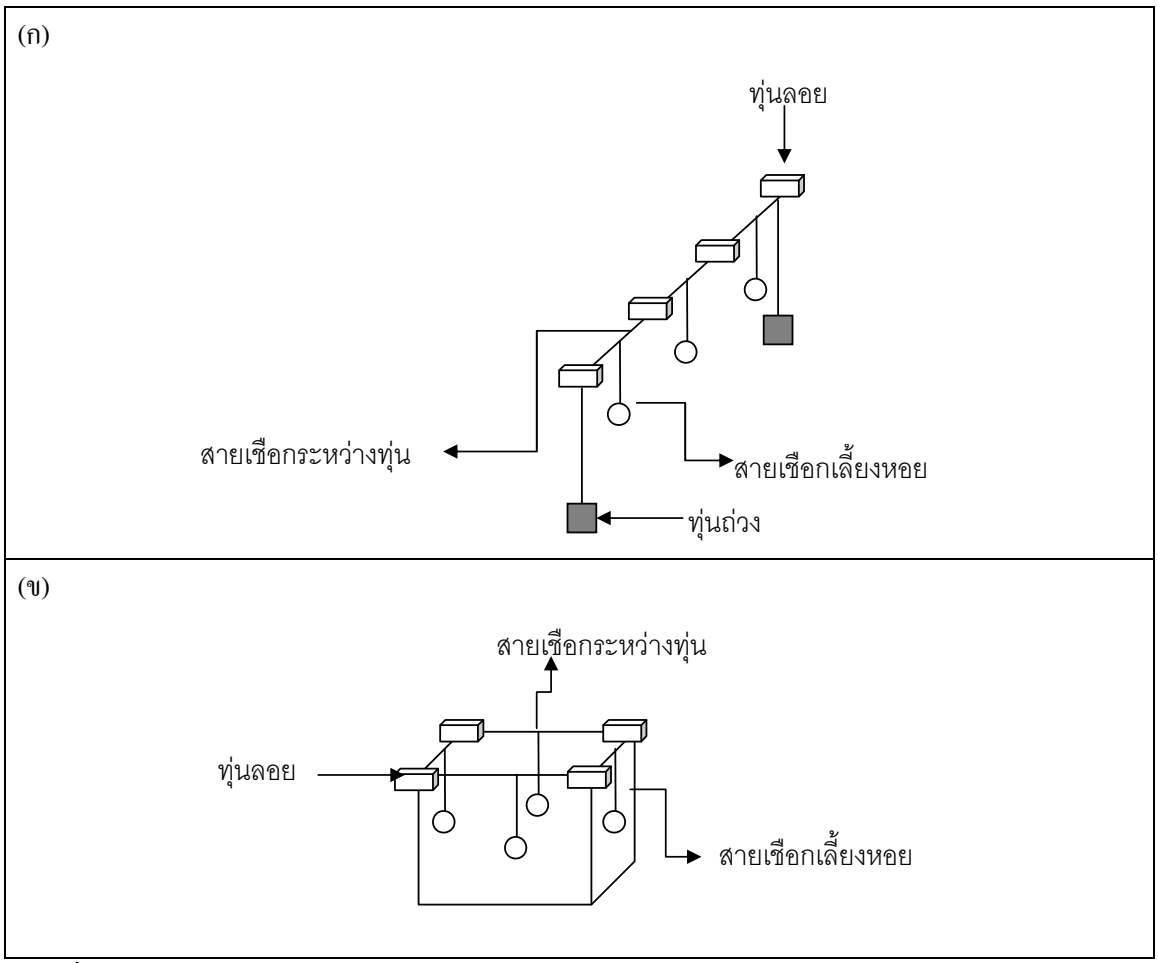
ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม 2549 หรือหนึ่งรอบการเลี้ยงนานประมาณ 8 เดือน

4. การเก็บตัวอย่างและการตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อม

เก็บตัวอย่างน้ำที่ตำแหน่ง ริมนอกแพ (ทิศเหนือ) กลางแพ และริมในแพ (ทิศใต้) ของทั้งสองแพที่ระดับความลึก 0.5 เมตร และ 1.2 เมตร ตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา



ภาพที่ 1 แผนผัง ตำแหน่งแพเลี้ยงหอยแมลงภู่ และตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างในแพ ของสถานีวิจัยประมงศรีราชา ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 2 แพหอยแมลงภู่แบบแพเชือกเดี่ยว (ก) และแพเชือกถัก (ข)

ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความโปร่งแสงของน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่าง นอกจากนี้เก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 2 ซ้ำ เพื่อตรวจวัดปริมาณผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ สารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน เดือนละ 2 ครั้ง

5. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน

การศึกษาปริมาณผลผลิตขั้นต้น ด้วยวิธี Dark and Light Oxygen Bottle (Strickland & Parsons, 1972) เก็บที่ตำแหน่งเดียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ในข้อที่ 4 แช่ขวดมืดและขวดสว่างในน้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ด้วยวิธี Winkler method (Winkler L, 1888) และคำนวณเป็นค่าผลผลิตขั้นต้น

การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ กรองน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง (GF/F) และสกัดคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยอะซีโตน 95% ตามวิธี Fluorometric method (Jeffrey *et al*, 1997)

การศึกษาอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ตามวิธีของ Grasshof *et al* (1999) น้ำตัวอย่างกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนสัตว์ และตวงน้ำ 500 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง GF/F ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เก็บกระดาษกรองใส่ภาชนะบรรจุไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาวิเคราะห์อัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต้องทำให้ตัวอย่างแห้งด้วยเครื่อง freeze dry นาน 6 ชั่วโมง อบด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นนาน 2 วัน ในโถดูดความชื้น และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแขวนลอยอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน ด้วยเครื่อง CHN analyzer series 2 CHN/O Analyzer 2400 Perkins Elmer instruments

6. การเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่

สุ่มเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่เดือนละครั้ง ตามระดับความลึกและตำแหน่งเดียวกับการตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อม จำนวนตำแหน่งละ 10 ตัว หรือแพละ 60 ตัว การเติบโตของหอยแมลงภู่ตรวจวัดจากความกว้าง ยาว หนาของเปลือกหอย น้ำหนักเนื้อหอยทั้งตัว น้ำหนักเนื้อหอย และน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง

7. การวิเคราะห์ผลการศึกษา

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลผลผลิตขั้นต้น การเติบโตของหอยแมลงภู่ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยใช้สถิติทดสอบ T-test และ ANOVA และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตขั้นต้นโดยใช้สมการถดถอย (Regression analysis เลือกวิธีวิเคราะห์ Stepwise)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ผลการตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อม ผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในทุกตำแหน่งและระดับความลึกของแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2549 แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในแพเชือกเดี่ยวมากกว่าแพเชือกถักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

นอกจากนี้พบว่าผลผลิตขั้นต้นเพียงปัจจัยเดียวที่มีปริมาณแตกต่างกันระหว่างความลึกที่บริเวณผิวน้ำหรือความลึก 0.5 เมตร มากกว่าที่ระดับความลึก 1.2 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งทั้งสองแพ มีรูปแบบเดียวกัน หากพิจารณาค่าปัจจัยที่ทำการศึกษาในแต่ละตำแหน่ง ได้แก่ ริมนอกแพ กลางแพ และริมในแพ ของแพเลี้ยงหอยแบบแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก พบว่าทุกค่าปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและผลผลิตขั้นต้นของทั้งสองแพแสดงดังตารางที่ 2 พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตขั้นต้นเพียงปัจจัยเดียวในแพเชือกเดี่ยว คือ คลอโรฟิลล์ เอ (Chl *a*) ส่วนความโปร่งแสงของน้ำ (transparency) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับผลผลิตขั้นต้น สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแพเชือกถัก ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)

การเติบโตของหอยแมลงภู่

ผลการศึกษาพบว่าหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยวมีการเติบโตด้านความยาวมากกว่าแพเชือกถัก ซึ่งในช่วงแรกหอยมีการเติบโตด้านความยาวช้า และตั้งแต่เดือนเมษายนเป็นต้นไปหอยมีการเติบโตมากกว่าในช่วงแรกเช่นเดียวกับในน้ำหนักหอยทั้งตัว เมื่อสิ้นสุดการศึกษาในเดือนสิงหาคม 2549 หอยแมลงภู่มีอายุ 8 เดือน พบว่าน้ำหนักหอยทั้งตัว และน้ำหนักเนื้อหอย ในแพเชือกเดี่ยวมากกว่าแพเชือกถักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3 และ 4)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ± SE ของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถักตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2549

ปัจจัย	แพเชือกเดี่ยว	แพเชือกถัก
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.54±0.14	29.71±0.13
ความเค็ม (psu)	29.73±0.42	29.59±0.42
ความเป็นกรด-ด่าง	8.11±0.05	8.05±0.05
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	6.31±0.06*	5.99±0.08*
ความโปร่งแสง (เมตร)	2.37±0.09	2.64±0.09
ผลผลิตขั้นต้น (กรัมคาร์บอน/ลูกบาศก์เมตร/วัน)	1.49±0.09*	0.99±0.08*
คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	2.75±0.20	2.41±0.23
อัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน	5.46±0.16*	4.89±0.15*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตขั้นต้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (chl *a* = คลอโรฟิลล์ เอ, transparency = ความโปร่งแสงของน้ำ, DO = ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ, C:N = อัตราส่วนโดยโมลคาร์บอนต่อไนโตรเจน, POC = สารอินทรีย์คาร์บอน)

	สมการแสดงความสัมพันธ์	R^2
ผลผลิตขั้นต้นแพเชือกเดี่ยว (n = 84)	= 1.506 + 0. 235 (chl *a*) – 0.278 (transparency)	0.486
ผลผลิตขั้นต้นแพเชือกถัก (n = 84)	= -1.656 + 0.247 (DO) + 0.187 (C/N)	0.391

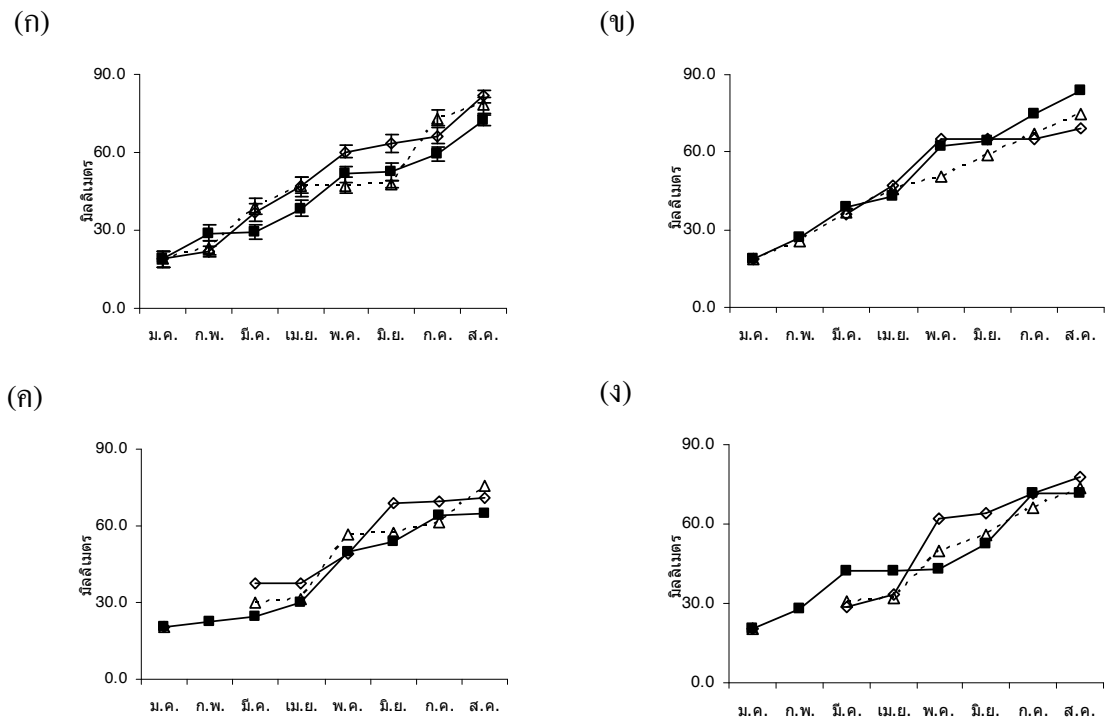
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ± SE ของการเติบโตของหอยแมลงภู่ในด้านความยาว, ความกว้าง, ความหนา (มิลลิเมตร), น้ำหนักหอยทั้งตัว, น้ำหนักเนื้อหอย, น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง และน้ำหนักเปลือกหอย (กรัม) ของแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถักเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2549

ปัจจัย	แพเชือกเดี่ยว		แพเชือกถัก	
	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด
ความยาว	18.77±0.34	76.61±0.61*	20.20±0.24	72.39±0.49*
ความกว้าง	9.21±0.10	32.33±0.11*	9.87±0.07	30.25±0.11*
ความหนา	6.15±0.13	22.06±0.09*	6.63±0.09	20.09±0.10*
น้ำหนักหอยทั้งตัว	0.51±0.03	20.05±0.28*	0.71±0.03	15.61±0.31*
น้ำหนักเนื้อหอย	0.30±0.02	10.76±0.16*	0.44±0.02	8.32±0.21*
น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง	0.03±0.002	1.52±0.02*	0.07±0.01	1.04±0.03*
น้ำหนักเปลือกหอย	0.20±0.01	9.29±0.12*	0.27±0.01	7.29±0.11*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การเติบโตของหอยแมลงภู่ที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อสิ้นสุดการศึกษาในเดือนสิงหาคมพบว่าหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยวของแต่ละระดับความลึกมีการเติบโตไม่แตกต่างกันทั้งในด้านความยาว น้ำหนักหอยทั้งตัว และน้ำหนักเนื้อหอย ส่วนตำแหน่งที่แขวนหอยไม่มีผลต่อการเติบโตของหอยเนื่องจากไม่พบความแตกต่างของการเติบโตของหอยที่แขวนในตำแหน่งต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนแพเชือกถักพบว่าตำแหน่งที่แขวนหอยมีผลต่อการเติบโตในด้านความยาว น้ำหนักหอยทั้งตัว และน้ำหนักเนื้อหอย โดยหอยที่เลี้ยงที่ตำแหน่งกลางแพมีความยาวน้อยกว่าที่เลี้ยงริมนอกและริมในแพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักหอยทั้งตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหอยที่เลี้ยงในแต่ละตำแหน่ง ($P<0.05$) โดยพบว่าหอยที่แขวนที่ตำแหน่งริมในแพมีน้ำหนักหอยทั้งตัวมากที่สุด ส่วนน้ำหนักเนื้อหอยพบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับน้ำหนักหอยทั้งตัวคือ หอยที่แขวนที่ตำแหน่งริมในแพมีน้ำหนักเนื้อหอยมากที่สุดและแตกต่างกับหอยที่แขวนในตำแหน่งอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ภาพที่ 3-4)

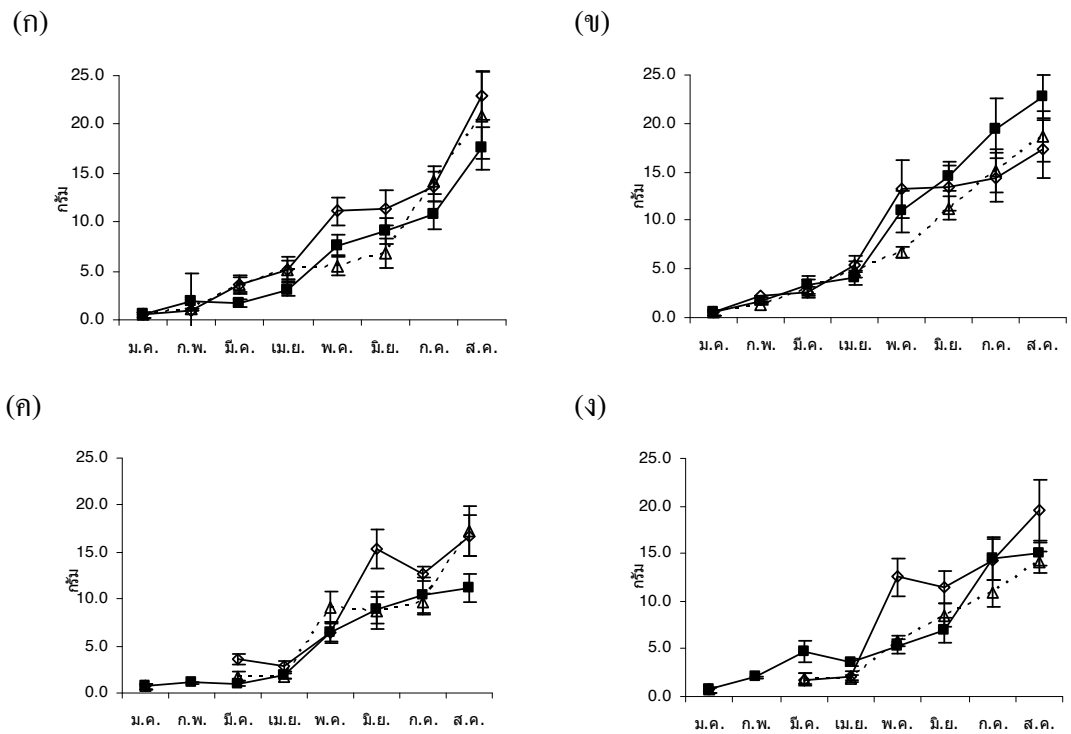
จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในแพเชือกเดี่ยวมากกว่าแพเชือกถักสอดคล้องกับการเติบโตของหอยแมลงภู่ที่พบว่าหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยวมีความยาว ความกว้าง ความหนา น้ำหนักเนื้อหอยทั้งตัว และน้ำหนักเนื้อหอยมากกว่าแพเชือกถัก เมื่อพิจารณาจากสมการเส้นถดถอยแสดงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเติบโตของหอยแมลงภู่พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง คลอโรฟิลล์ เอ และความเค็ม มีความสัมพันธ์กับความยาวหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยว ส่วนแพเชือกถักพบว่าอุณหภูมิ สารอินทรีย์คาร์บอน และความเค็มมีความสัมพันธ์กับความยาวหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4) สำหรับสมการเส้นถดถอยแสดงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหอยทั้งตัวพบว่า อัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน และความเค็มมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหอยทั้งตัวในแพเชือกเดี่ยว ส่วนแพเชือกถักพบอุณหภูมิ คลอโรฟิลล์ เอ สารอินทรีย์คาร์บอน ความเค็ม และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหอยทั้งตัวในแพเชือกถัก (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโต (ความยาวหอย (มิลลิเมตร)) และเวลาที่เลี้ยง (เดือน) ของหอยที่เลี้ยงที่ตำแหน่งริมนอกแพ (—◇—) กลางแพ (—■—) และริมในแพ (--▲--) ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร และ 1.2 เมตร ของแพเชือกเดี่ยว (ก และ ข) และแพเชือกถัก (ค และ ง)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวหอยแมลงภู่และน้ำหนักเนื้อหอยแมลงภู่ทั้งตัว กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแพเชือกเดี่ยวและแพเชือกถัก บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (temperature = อุณหภูมิ, salinity = ความเค็ม, pH = ความเป็นกรด-ด่าง, chl *a* = คลอโรฟิลล์ เอ, salinity = ความเค็ม, POC = สารอินทรีย์คาร์บอน, C:N = อัตราส่วนโดยโมลคาร์บอนต่อไนโตรเจน)

สมการแสดงความสัมพันธ์		R^2
ความยาวหอยแมลงภู่แพเชือกเดี่ยว	= 47.151 + 15.36 pH	0.801
	+2.64 chl *a* – 4.29 salinity	
ความยาวหอยแมลงภู่แพเชือกถัก	= 21.72 + 4.14 temperature	0.844
	+0.005 POC – 3.59 salinity	
น้ำหนักหอยแมลงภู่ทั้งตัวแพเชือกเดี่ยว	= 57.27 + 0.713 C:N	0.781
	-1.766 salinity	
น้ำหนักหอยแมลงภู่ทั้งตัวแพเชือกถัก	= -3.38 + 1.1 temperature	0.841
	+ 0.55 chl *a* + 0.02 POC	
	-0.679 salinity - 1.40 C:N	



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโต (หนักหอยทั้งตัว (กรัม)) และเวลาที่เลี้ยง (เดือน) ของหอยที่เลี้ยงที่ตำแหน่งริมนอกแพ (—◇—) กลางแพ (—■—) และริมในแพ (··▲··) ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร และ 1.2 เมตร ของแพเชือกเดี่ยว (ก และ ข) และแพเชือกถัก (ค และ ง)

การศึกษาในครั้งนี้ แพเชือกเดี่ยวอยู่ในทิศทางที่น้ำไหลเข้าผ่านมาสู่แพเชือกถัก (ภาพที่ 1) การกรองกินของหอยแมลงภู่มีผลให้อาหารทั้งแพลงตอนพืชและสารอินทรีย์แขวนลอยในมวลน้ำมีปริมาณลดลงส่งผลต่อแพเชือกถักที่มีปริมาณผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ลดลงจนน้อยกว่าแพเชือกเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งส่งผลไปถึงการเติบโตของหอยที่มีการเติบโตน้อยกว่าแพเชือกเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) และสามารถกล่าวได้ว่าการบังกันของแพทำให้แพเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำต่างกัน ส่งผลต่อการเติบโตของหอยในแพ เนื่องจากอาหารของหอยแมลงภู่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำและมีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่เช่นเดียวกับการศึกษาของ Karayücel & Karayücel (2000) ที่ทำการเลี้ยงหอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis L.*) ในแพขนาด 10X10 เมตร บริเวณอ่าว Loch Etive ทางชายฝั่งทะเลตะวันตกของประเทศสก็อตแลนด์ พบว่าการเติบโตของหอยแมลงภู่ที่ตำแหน่งน้ำไหลเข้ามีค่ามากกว่าตำแหน่งน้ำไหลออกจากแพซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารแขวนลอยอินทรีย์ในน้ำ และคลอโรฟิลล์ เอ ที่ตำแหน่งน้ำไหลเข้ามากกว่าตำแหน่งน้ำไหลออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างนี้ที่ระดับความลึกของน้ำที่แตกต่างกันคือ 2 และ 6 เมตร

นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่และหอยสองฝาซึ่งได้แก่ ขนาดแพ ความเร็วของกระแสน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ ขนาด ลักษณะสัณฐานวิทยา และคุณค่าอาหารของแพลงก์ตอนพืช เป็นต้น

ความเร็วของกระแสน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณอาหารและสารแขวนลอยในน้ำซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ การศึกษาของ Ferreira *et al*., (2007) พบว่าแพเลี้ยงหอยนางรม (*Crassostrea gigas*) ขนาด 100X1,000 เมตร มีความเร็วกระแสน้ำที่ไหลเข้าสู่แพเลี้ยงหอย 0.5, 0.1 และ 0.002 เมตร/วินาที พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 7.9, 4.7 และ 2.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ให้ผลผลิตเนื้อหอยเท่ากับ 727.1, 692.4 และ 323.9 ตัน ตามลำดับ กล่าวได้ว่ากระแสน้ำมีผลต่อการเติบโตของหอย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ตรวจวัดความเร็วของกระแสน้ำ

อุณหภูมิ ในต่างประเทศ เช่น แคนนาดาและเนเธอร์แลนด์ พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่มากกว่าปริมาณผลผลิตขั้นต้นในแพหอย สำหรับในประเทศไทยอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่เนื่องจากไม่มีความผันแปรของอุณหภูมิ แต่ปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการศึกษาในครั้งนี้ คือ ความเค็มที่ส่งผลต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารของหอย และอาจทำให้เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชบางชนิดได้ การลดลงของความเค็มตั้งแต่เดือนมิถุนายนจนสิ้นสุดการศึกษาในเดือนสิงหาคม ทำให้มีเพิ่มจำนวนขึ้นของ *Cochlodinium* sp. ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่หนึ่งของเดือนกรกฎาคมและการเพิ่มจำนวนขึ้นของ *Ceratium furca* ในเดือนสิงหาคม ซึ่งการเพิ่มจำนวนมากขึ้นของ *Cochlodinium* sp. มีผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน และพบว่าความโปร่งแสงของน้ำได้ลดลงต่ำสุดเช่นกันในการเก็บตัวอย่างครั้งที่หนึ่งของเดือนกรกฎาคม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Stralen & Dijkema (1994) พบว่าการบลูมของแพลงก์ตอนพืชในฤดูใบไม้ผลิไม่มีผลต่อเนื้อหอยแมลงภู่ในฤดูต่อมาคือฤดูใบไม้ร่วง และกล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชที่กรองกินเข้าไปใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และวางไข่เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้พบว่าการเลือกกินแพลงก์ตอนพืชของหอยสองฝาซึ่งขึ้นกับขนาด ลักษณะสัณฐานวิทยา และคุณค่าอาหารของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าปริมาณมวลที่ชีวภาพที่มีทั้งหมดในขณะนั้น (Safi & Gibbs, 2003)

สำหรับขนาดของแพลงก์ตอนพืชมีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่จากการศึกษาของ Safi & Gibbs, 2003 พบว่าการแพร่กระจายของพิโคแพลงก์ตอนที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน บริเวณอ่าว Beatrix Bay ประเทศนิวซีแลนด์มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ (*Perna canaliculus*) สอดคล้องกับการศึกษาของ Shumway, 1985 พบว่าหอยแมลงภู่กรองกินนาโนแพลงก์ตอนซึ่งมีขนาด 5-20 ไมโครเมตร มากกว่าไมโครแพลงก์ตอนขนาด 20-200 ไมโครเมตร สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ศึกษาเพียงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นไมโครแพลงก์ตอนเท่านั้น จึงไม่มีข้อมูลที่บอกได้ว่าขนาดของแพลงก์ตอนมีผลต่อการเติบโตของหอยบริเวณอ่าวศรีราชาหรือไม่ ซึ่งอาจต้องทำการศึกษากันต่อไป

สรุปผลการทดลอง

การเติบโตของหอยแมลงภู่ขึ้นกับอาหารที่มากับมวลน้ำ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการบังกันของแพเลี้ยงหอยแมลงภู่มีผลต่อปริมาณอาหารและการเติบโตของหอยแมลงภู่ โดยพบว่าหอยแมลงภู่ในแพเชือกเดี่ยวที่อยู่ในตำแหน่งที่มวลน้ำไหลผ่านเข้ามาก่อนที่จะไหลไปสู่แพเชือกถักมีการเติบโตของหอยมากกว่า

หอยแมลงภู่ในแพเชือกถัก เช่นเดียวกับปริมาณอาหารที่มากับมวลน้ำพบว่าแพเชือกเดี่ยวมีปริมาณอาหารมากกว่าแพเชือกถัก ซึ่งได้แก่ ปริมาณผลผลิตขั้นต้น คลอโรฟิลล์ เอ และอัตราส่วนโดยโมลของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (ตารางที่ 1) และการศึกษาครั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่าทิศทางกระแสน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมีผลต่อการเติบโตของหอยแมลงภู่มากกว่ารูปแบบการเลี้ยง และเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลซึ่งไม่ถูกควบคุมและแยกออกไปจากการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นหากมีการศึกษาต่อไปในอนาคตควรคำนึงถึงทิศทางกระแสน้ำที่นำมาซึ่งอาหารของหอยแมลงภู่

กิตติกรรมประกาศ

- ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สถานีวิจัยประมงศรีราชา ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

มณฑล อนงค์พรยศกุล และภูวดล โดยดี. (2549). การศึกษาการแพร่กระจายพื้นที่เลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพหอย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี. *ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เสนอสำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์กรมหาชน)*. 31 หน้า.

สุขศรี สัมภาวะผล และพงศ์ธร อินทร์อักษร. (2544). ชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ จังหวัดชุมพร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2544. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดชุมพร ตำบลชะอัง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. 66 หน้า.

อำพัน เหลือสินทรัพย์. (2524). ผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย. *วารสารการประมง, 34*(2), 185-199.

Bacher, C. (1989). Capacité trophique du basin de Marennes-Oléron: couplage d'un modéle de croissance de l'huitre *Crassostrea gigas*. (Trophic capacity of the Bay of Marennes-Oléron: coupling of particulate matter transport with a model of *Crassostrea gigas* growth). *Aquatic Living Resources 2*, 199-214.

Bacher, C., Sochard, S., Freissinet, C., & Sauvaget, P. (2000). Vers une modélisation opérationnelle pour l'aménagement des zones côtires: l'example du basin de Marennes-Oléron (France). *La Houille-Blanche 7/8*, 66-33.

Ferreira, J.G., Hawkins, A.J.S., & Bricker, S.B. (2007). Management of productivity, environment effects and profitability of shellfish aquaculture-the Farm Aquaculture Resource Management (Farm) model. *Aquaculture*. 264, 160-174.

Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C., & Wright, S.W. (1997). *Phytoplankton pigments in oceanography : guidelines to modern methods*. UNESCO Publishing. 661 pp.

Grasshoff, K., Kremling, K., & Ehrhardt, M. (1999). Determination of dissolved organic carbon and nitrogen by high temperature combustion. *Method of Seawater Analysis*. 407-444.

Heasman, K.G., Pitcher, G.C., Mcquaid, C.D., & Hecht, T. (1998). Shellfish mariculture in the Banguela system: raft culture of *Mytilus galloprovincialis* and the effect of rope spacing on food extraction, growth rate, production and condition of mussels. *Journal of shellfish Research, 17*, 33-39.

Karayücel, S., & Karayücel, I. (2000). The effect of environment factors, depth and position on the growth and mortality of raft-cultured blue mussels (*Mytilus edulis L.*). *Aquaculture Research, 31*, 893-899.

Pitcher, G.C., & Calder, D. (1998). Shellfish mariculture in the Banguela system: phytoplankton and the availability of food for commercial mussel farms in Saldanha Bay, South Africa. *Journal of Shellfish Research, 17*, 15-24.

Saxby, S.A. (2002). *A review of food availability, sea water characteristics and bivalve growth performance at coastal culture sites in temperature and warm temperate and warm temperate regions of the world*. Fisheries research report NO. 132. Department of fisheries, Government of Western Australia. 42 pp.

Shumway, S.E., Cucci, T.L., Newell, R.C., & Yentch, T.M. (1985). Particle selection, ingestion and absorption in filter feeding bivalves. *Journal of experimental marine biology and ecology, 91*, 77-92.

Struski, C., & Bache, C. (2005). Preliminary estimate of primary production by phytoplankton in Marennes-Oleron Bay, France. *Journal Estuarine Coastal and Shelf Science*, 1-12.

Strickland, J.D.H., & Parsons, T.R. (1972). A Practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada Bull, 167*, 1-308.

Safi, K.A., & Gibbs, M.M. (2003). Importance of different size classes of phytoplankton in Beatrix Bay, Marlborough Sounds, New Zealand, and the potential implications for the aquaculture of the mussel, *Perna canaliculus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, *37*, 267-272.

Stralen, M.R.V., & Dijkema, R.D. (1994). Mussel culture in a changing environment: the effects of a coastal engineering project on mussel culture (*Mytilus edulis L.*) in the Oosterschelde estuary (SE Netherlands). *Hydrobiologia, 282/283*, 359-379.

Winkler L. (1888). Die Bestimmung des in Wasser Gelösten Sauerstoffes. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 21: 2843–285.