

การเปลี่ยนแปลงดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว (*Crassostrea belcheri*) และ
ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในรอบปี บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
Annual Variation in Condition Index of Tropical Oyster, *Crassostrea belcheri* and
Related Environmental Conditions of The Bandon Bay, Suratthani Province

ทวิพันธ์ ตาบเงิน¹ และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์¹

บทคัดย่อ

หอยตะไกรกรมขาว (*Crassostrea belcheri*) หรือหอยนางรมพันธุ์ใหญ่เป็นหอยที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากที่สุดในตลาดในประเทศ พบเลี้ยงกันมากในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปัจจุบันพื้นที่การเลี้ยงหอยได้ขยายพื้นที่มากขึ้น รวมทั้งปัญหาน้ำเสียที่ระบายนอกจากกิจกรรมต่าง ๆ โดยรอบอ่าว ทำให้คุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเสื่อมโทรมลง อาจส่งผลให้ผลผลิตของหอยตะไกรกรมขาวลดลง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวและปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยดำเนินการศึกษาบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554 ศึกษาค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทุกสองเดือน ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในเดือนเมษายน 2554 มีค่าสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 192.81 ± 15.33 และในเดือนธันวาคม 2553 มีค่าต่ำที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 120.47 ± 21.96 ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่า ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($p < 0.01$) ความเค็ม ($p < 0.05$) และอุณหภูมิของน้ำ ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำ ปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์เออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ผลการศึกษานี้สามารถนำไปจัดการการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยนางรมและพัฒนาการเลี้ยงหอยนางรมในอ่าวบ้านดอนและพื้นที่เลี้ยงหอยอื่น ๆ ในเขตอ่าวอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: หอยตะไกรกรมขาว ดัชนีความสมบูรณ์ คุณภาพน้ำ อ่าวบ้านดอน

Abstract

Tropical oyster or white-scar oyster (*Crassostrea belcheri*) is one of the most popular mollusk production for domestic market and worldwide consumption. It has been mainly cultured area in the Bandon Bay, Suratthani Province. Recently, the expansion shellfish areas and waste water discharge from the various activities have caused deterioration of water quality that might decrease mollusk production. This study aimed to investigate the condition index of *C. belcheri* and their related environmental conditions in the Bandon Bay. The sampling was carried out during December 2010 to October 2011 every two month. The environmental parameters were analyzed and correlated to condition index. The results showed that the seasonal variation of oyster condition index was significant difference ($p < 0.05$).

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

The mean condition index of oyster was highest in April 2011 (192.81 ± 15.33), whereas condition index was lowest in December 2010 (120.47 ± 21.96). Environmental factors such as SRP, salinity and temperature were positive significant correlated to the condition index ($p < 0.01$ and $p < 0.05$ respectively). Depth, nitrite and chlorophyll a were negatively significant correlated to condition index ($p < 0.01$). These findings are applicable to the management and development of tropical oyster aquaculture within tropical region.

Keywords: *Crassostrea belcheri*, condition index, water quality, Bandon Bay

คำนำ

หอยตะไกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) หรือหอยนางรมพันธุ์ใหญ่เป็นหอยนางรมที่พบอาศัยในเขตร้อน (tropical oyster) เป็นหอยสองฝาที่จัดเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล (epifauna) แพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณปากแม่น้ำ และเป็นสัตว์น้ำที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง (euryhaline) (Angell, 1986; Yoosukh, 2000) การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยเริ่มขึ้นครั้งแรกในปี 2485 โดยหอยตะไกรมกรามขาวเป็นหอยนางรมชนิดหนึ่งที่มีการเพาะเลี้ยงมาก เป็นหอยที่มีศักยภาพสูง มีความต้องการทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ เนื้อมีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จึงเป็นหอยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่งในประเทศไทย โดยมีแหล่งเพาะเลี้ยงหลักอยู่ในบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Songsaeng *et al.*, 2010; Thupila *et al.*, 2011)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงหอยในอ่าวบ้านดอนได้หันมานิยมเลี้ยงหอยแครงกันมากขึ้น เนื่องจากได้ผลตอบแทนที่เร็วและมากกว่า แต่เนื่องจากความเป็นเอกลักษณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวที่บริเวณอ่าวบ้านดอน จึงมีชาวบ้านไปทำการเพาะเลี้ยงจำนวนมาก ทำให้เกิดการจัดการแบ่งพื้นที่ของเกษตรกรในลักษณะที่เป็นฟาร์มหอยและเพื่อเพิ่มผลผลิตหอย แต่เนื่องจากปัจจุบันสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเปลี่ยนแปลงไป อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เลี้ยงหอย รวมทั้งน้ำเสียที่ระบายจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การทำเกษตรกรรม และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณรอบอ่าวบ้านดอนที่ปล่อยลงมา ทำให้คุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเสื่อมโทรมลง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของหอยและผลผลิตของหอยตะไกรมกรามขาวได้ และยังพบปัญหาการฟุ้งกระจายของตะกอนในระหว่างที่มีการเก็บผลผลิตหอยแครง เนื่องจากขณะที่คราดจะทำให้หน้าทะเลขุ่น ตะกอนและโคลนเลนจะเข้าไปอุดซี่เหงือก ทำให้หอยไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้และไม่สามารถที่จะขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้จนตายในที่สุด นอกจากนี้ภัยธรรมชาติก็มีส่วนทำให้หอยในแหล่งเลี้ยงตายครั้งละมาก ๆ ได้เช่นกัน ซึ่งดัชนีความสมบูรณ์ (condition index, CI) ของหอยเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อหอยและผลผลิตของหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง โดยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยอาจจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ และกิจกรรมภายในร่างกายช่วงระหว่างที่วางไข่ได้ (Rebello *et al.*, 2005) ดังนั้น การศึกษาดังนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมพันธุ์ตะไกรมกรามขาว (*C. belcheri*) รวมทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและพัฒนาการเลี้ยงหอยนางรมในอ่าวบ้านดอนและพื้นที่เลี้ยงหอยอื่น ๆ ในเขตร้อนอย่างยั่งยืนต่อไป ตลอดจนสามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยตะไกรมกรามขาวเพื่อการค้าได้ ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยมีบทบาทที่สำคัญในตลาดหอยนางรม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

อ่าวบ้านดอน ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 9 องศา 10 ลิปดาเหนือ ถึงละติจูดที่ 9 องศา 40 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศา 20 ลิปดาตะวันออก ถึงลองจิจูดที่ 99 องศา 60 ลิปดาตะวันออก บนฝั่งทะเลด้านตะวันออกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ประมาณ 480 ตารางกิโลเมตร บริเวณตั้งแต่แหลมชุย อำเภอไชยา จนถึงแหลมคู้งหม้อ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ลักษณะชายฝั่งทะเลตลอดทั้งอ่าวมีความลาดชันน้อย เป็นบริเวณน้ำตื้น หาดโคลนขนาดใหญ่ ขยายออกตามแนวชายฝั่งไปประมาณ 2 กิโลเมตรจากชายฝั่ง และมีป่าชายเลนขึ้นตลอดแนวชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเริ่มต้นในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มต้นเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่มีฝนตกน้อยและอัตราการระเหยของน้ำสูง สำหรับฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงที่มีฝนตกชุกมากและอัตราการระเหยของน้ำน้อย ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมชนิดน้ำคู่ (semi-diurnal tide) (Wattayakorn *et al.*, 2001; Jarernpornipat *et al.*, 2003)

ศึกษาบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยกำหนดพิกัดจุดเก็บตัวอย่างหอยตะโกรมกรามขาวและคุณภาพน้ำจำนวน 10 จุด (Figure 1) ด้วยเครื่องมือบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ยี่ห้อ Germin รุ่น GPSMAP 76S ดำเนินการเก็บตัวอย่างหอยตะโกรมกรามขาวและตัวอย่างน้ำทุกสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554

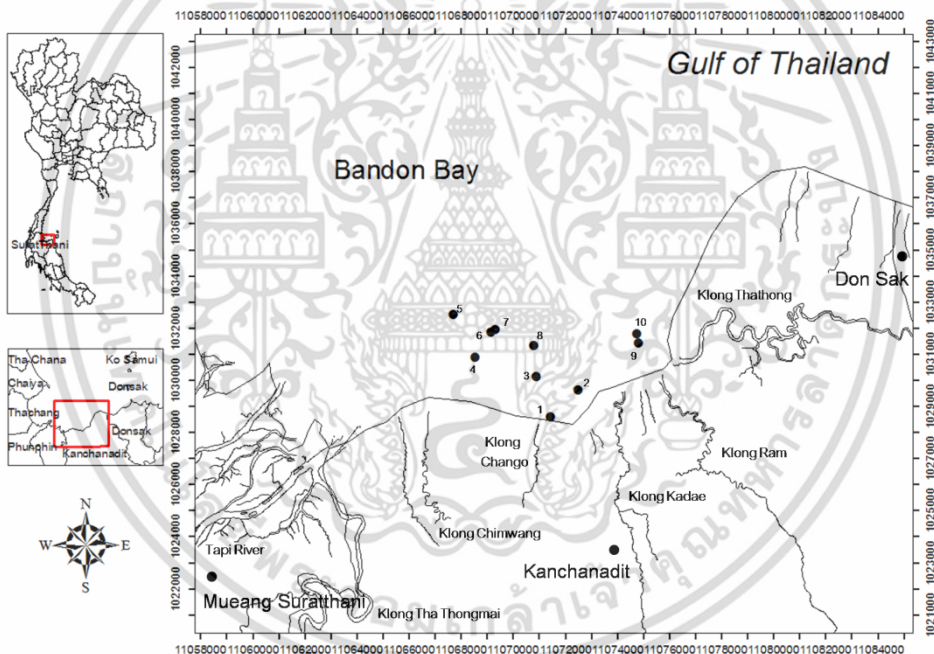


Figure 1 Sampling stations for oyster sampler and water samples collection in the Bandon Bay, Suratthani Province.

2. วิธีการ

2.1 การวัดค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะโกรมกรามขาว

สุ่มเก็บตัวอย่างหอยตะโกรมกรามขาวทุกสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554 บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวจำนวน 10 ฟาร์ม ฟาร์มละ 20 ตัว ล้างทำความสะอาดเปลือกนอก นำไปชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความกว้าง และความยาวเปลือก และแกะเอาเฉพาะเนื้อหอย ชั่งน้ำหนักเนื้อหอยสด จดบันทึกข้อมูลหอยแต่ละตัว แล้วนำไปอบในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง แล้วคำนวณค่าดัชนีความสมบูรณ์ (condition index, CI) (Hand and Nell, 1999) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (กรัม)} \times 1,000}{\text{น้ำหนักเนื้อหอยกับเปลือกหอย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเปลือกหอย (กรัม)}}$$

2.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

คุณภาพน้ำบางประการที่ตรวจวัดในบริเวณที่ทำการศึกษ ได้แก่ ความลึก (depth) ความโปร่งแสง (transparency) อุณหภูมิ (temperature) ความเค็ม (salinity) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดเก็บน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร แช่ตัวอย่างน้ำในถังน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ (total suspended solids, TSS) ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) และปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate) (Strickland and Parsons, 1972) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll *a*) ใช้ตั้งดวงน้ำทะเลปริมาตร 30 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 25 ไมครอน ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างน้ำที่กรองได้ในขวดเก็บตัวอย่าง แช่ตัวอย่างน้ำในถังน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Trichromatic method (Strickland and Parsons, 1972)

ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ใช้ตั้งดวงน้ำทะเลปริมาตร 30 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 25 ไมครอน สำหรับเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และขนาดตา 60 ไมครอน สำหรับเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนที่กรองได้ในขวดเก็บตัวอย่าง และดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ นำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการโดยเขย่าให้แพลงก์ตอนในขวดเก็บตัวอย่างกระจายทั่วกัน แล้วใช้ dropper คูดตัวอย่างใส่ลงใน Sedgwick-Rafter counting cell แล้วนำไปจำแนกสกุล (genus) และนับจำนวนตามวิธีของมาลินีและชิดชัย (2548) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ยี่ห้อ Olympus นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณแพลงก์ตอนแต่ละสกุลในน้ำ 1 ลิตร

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลความกว้างและความยาวเปลือกหอย ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว คุณภาพน้ำ และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple test รวมทั้งวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนกับความกว้าง และความยาวเปลือกหอย และค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS for Window version 16.0

ผลการศึกษา

1. ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว

ผลการศึกษาหอยตะไกรมกรามขาวบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างหอยทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554 พบว่าหอยมีความกว้างเปลือกระหว่าง 7.18-9.13 เซนติเมตร มีความยาวเปลือกระหว่าง 9.50-13.06 เซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยความกว้างและความยาวของเปลือกหอยตะไกรมกรามขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งความกว้างและความยาวของเปลือกหอยที่พบตลอดระยะเวลาในการศึกษามีค่าเฉลี่ย 8.04 ± 0.40 และ 11.18 ± 0.68 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหอยตะไกรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2554 โดยในเดือนเมษายน 2554 มีค่าสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 192.82 ± 15.33 แสดงให้เห็นว่าหอยมีความสมบูรณ์อย่างยิ่ง รองลงมาคือ เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายน 2554 ซึ่งมีค่าดัชนีความสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 188.66 ± 24.76 และ 175.39 ± 16.92 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหอยมีความสมบูรณ์มาก ส่วนค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในเดือนธันวาคม 2553 เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม 2554 มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยในเดือนธันวาคมมีค่าดัชนีความสมบูรณ์ต่ำที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 120.47 ± 21.96 แสดงให้เห็นว่าหอยมีความสมบูรณ์ปานกลาง (Table 1)

Table 1 Condition index (CI), shell width and shell length of *Crassostrea belcheri* in cultured areas of Bandon Bay during December 2010 to October 2011.

	months					
	December 2010	February 2011	April 2011	June 2011	August 2011	October 2011
shell width	7.93 ± 0.38^{bc} (7.36-8.73)	7.65 ± 0.20^c (7.32-7.97)	8.13 ± 0.59^{ab} (7.18-8.84)	7.97 ± 0.15^{bc} (7.66-8.19)	8.41 ± 0.29^a (8.13-9.13)	8.14 ± 0.18^{ab} (7.75-8.44)
shell length	11.80 ± 0.87^a (10.41-13.06)	11.20 ± 0.39^{bc} (10.78-12.07)	10.75 ± 0.84^{cd} (9.50-11.66)	10.52 ± 0.18^d (10.24-10.89)	11.54 ± 0.29^{ab} (11.12-11.98)	11.30 ± 0.15^{ab} (11.07-11.55)
condition index	120.47 ± 21.96^c (86.97-158.10)	188.66 ± 24.76^{ab} (140.95-220.66)	192.81 ± 15.33^a (156.79-207.46)	175.39 ± 16.92^b (150.24-195.80)	124.24 ± 8.72^c (112.70-136.14)	135.07 ± 4.54^c (130.07-142.38)

Different letters in the same row indicate significant difference ($p < 0.05$).

2. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2554 พบว่า มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2553 เฉลี่ยเท่ากับ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพื้นส่วน และ 29.08 ± 1.49 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นตามลำดับจนมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน 2554 เฉลี่ยเท่ากับ 22.50 ± 3.34 ส่วนในพื้นส่วน และ 33.91 ± 0.52 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Figure 2)

ส่วนคุณภาพน้ำตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ ความลึก มีค่าต่ำในช่วงต้นปี 2554 ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงปลายปี และมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม เฉลี่ยเท่ากับ 255.60 ± 36.72 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม 2554 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมเฉลี่ยเท่ากับ 6.98 ± 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำในช่วงปลายปี 2553 และ 2554 ในขณะที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าสูงในช่วงปลายปี 2553 และ 2554 ประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายนเฉลี่ยเท่ากับ 8.24 ± 0.11 ส่วนค่าความโปร่งแสงของน้ำและปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำตลอดระยะเวลาในการศึกษา โดยค่าเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 57.25 ± 33.18 - 106.30 ± 19.16 เซนติเมตร และ 35.00 ± 10.61 - 65.57 ± 22.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอาหารในน้ำ ได้แก่ ไนโตรเจน ไนไตรท์ และออร์โธฟอสเฟต ก็มีค่าต่ำตลอดระยะเวลาในการศึกษา ยกเว้นปริมาณไนโตรเจนในเดือนธันวาคม 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 0.347 ± 0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน ไนไตรท์ และออร์โธฟอสเฟต

มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.004 ± 0.004 - 0.347 ± 0.046 , 0.001 ± 0.001 - 0.008 ± 0.002 และ 0.015 ± 0.001 - 0.033 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ รวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยในช่วง 0.061 ± 0.040 - 1.146 ± 0.355 ไมโครกรัมต่อลิตร จากการทดสอบทางสถิติแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำทุก ๆ ปัจจัยในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 2)

สำหรับการสำรวจชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนในรอบปี พบว่า แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอมและอาร์โทพอด ตามลำดับ โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยในช่วง 370.67 ± 109.54 - $26,328.07 \pm 28,835.00$ และ 184.00 ± 31.53 - $3,348.97 \pm 2,394.55$ เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ โดยในเดือนตุลาคม 2554 มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยมากที่สุด เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 2)

3. อิทธิพลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ได้ทำการศึกษาในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ ความลึก ความโปร่งแสง ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ ไนเตรท ไนไตรท์ ออร์โธฟอสเฟต คลอโรฟิลล์เอ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, r) ระหว่างความกว้างและความยาวเปลือกหอย และค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาการศึกษา พบว่า ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออร์โธฟอสเฟต ($p < 0.01$) อุณหภูมิ ($p < 0.05$) และความเค็มของน้ำ ($p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.583, 0.361 และ 0.313 ตามลำดับ และแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำ คลอโรฟิลล์เอ และปริมาณไนไตรท์และอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.633, 0.435 และ 0.417 ตามลำดับ (Table 2) นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดความกว้างของเปลือกหอยแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความลึกของน้ำ และคลอโรฟิลล์เออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และขนาดความยาวของเปลือกหอยแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความลึกของน้ำ และคลอโรฟิลล์เออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$ และ $p < 0.05$ ตามลำดับ) (Table 2)

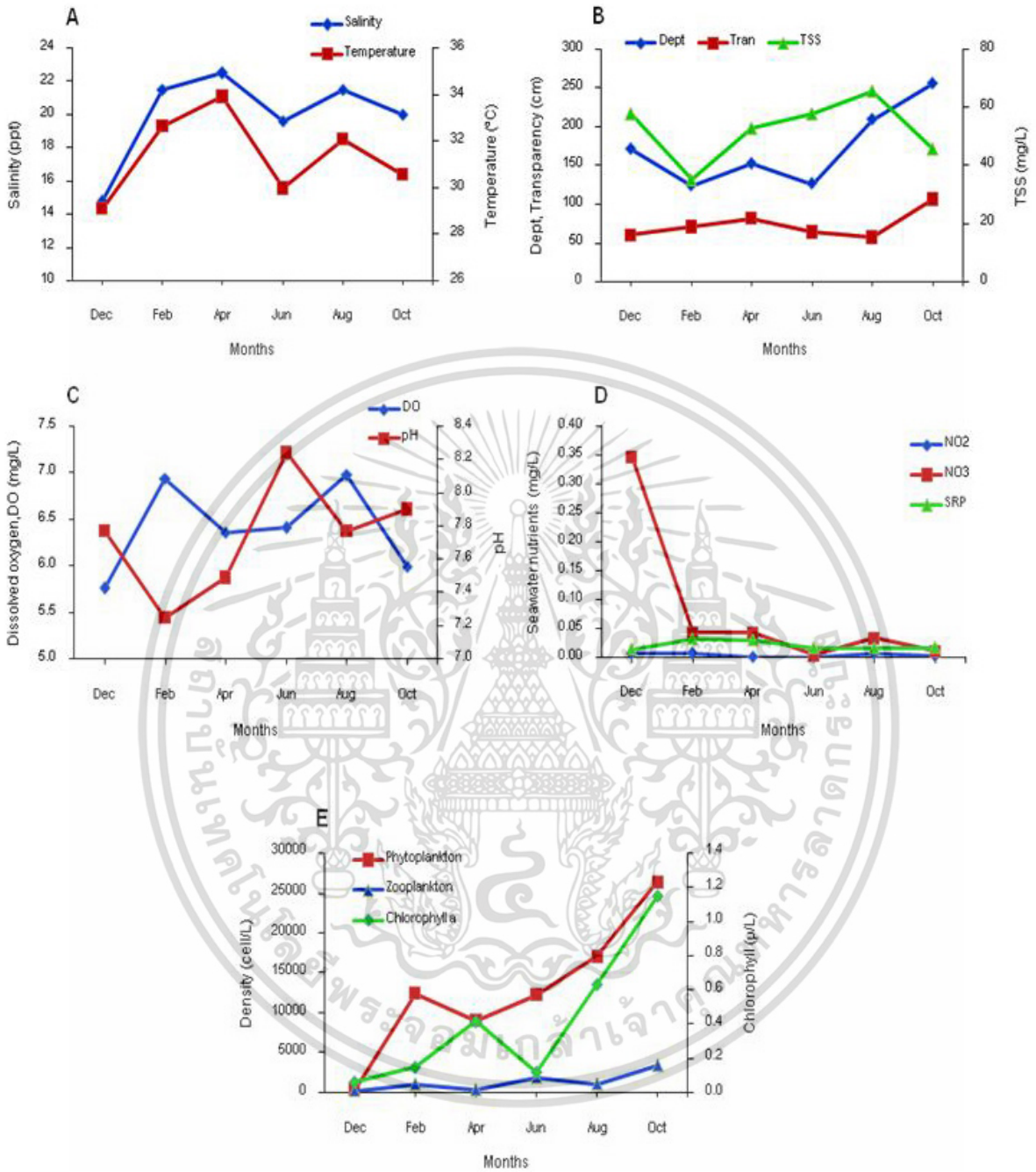


Figure 2 The annual variation of environmental variables for A) salinity and temperature, B) dept, transparency and TSS, C) DO and pH, D) seawater nutrients: NO₂, NO₃ and SRP and E) the density of phytoplankton and zooplankton and chlorophyll a. The values are means±SD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาตัวอย่างหอยตะไกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีในครั้งนี้ พบว่า หอยตะไกรมกรามขาวมีความกว้างเปลือกระหว่าง 7.18-9.13 เซนติเมตร มีความยาวระหว่าง 9.50-13.06 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของธีรญา (2537) พบว่าหอยตะไกรมกรามขาวที่ศึกษาในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความยาวเปลือกระหว่าง 4.45-14.36 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เชลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาแล้ว หอยนางรมที่สามารถสืบพันธุ์ได้มักมีอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป และความอุดมสมบูรณ์ของลูกพันธุ์ขึ้นอยู่กับขนาดของพ่อแม่พันธุ์ด้วย เช่น หอยที่มีอายุ 2 ปี สามารถปล่อยเชลล์ไข่

Table 2 Correlation between condition index of *C. belcheri* and environmental factors throughout the study period in Bandon Bay, Suratthani Province.

	Shell width	Shell length	Condition Index
Dept (cm)	0.301 [*]	0.492 ^{**}	-0.633 ^{**}
Transparency (cm)	0.061	0.080	0.037
Salinity (ppt)	0.253	0.046	0.313 [*]
Temperature (°C)	0.164	0.010	0.361 [*]
DO (mg/L)	0.264	0.184	-0.018
pH	0.032	-0.131	-0.177
TSS (mg/L)	0.151	0.021	-0.052
NO ₂ (mg/L)	-0.074	0.262	-0.417 ^{**}
NO ₃ (mg/L)	-0.191	0.136	-0.247
SRP (mg/L)	-0.091	-0.137	0.583 ^{**}
Chlorophyll a (µg/L)	0.324 [*]	0.318 [*]	-0.435 ^{**}
Phytoplankton (cell/L)	0.146	0.160	-0.201
Zooplankton (cell/L)	0.215	0.082	-0.110

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ได้มากกว่าหอยนางรมที่มีอายุ 1 ปี โดยธรรมชาติพบหอยมีความสมบูรณ์เพศและผสมพันธุ์ได้เกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงฤดูฝนที่น้ำมีความเค็มต่ำหรือในช่วงที่หอยผสมหลังฤดูวางไข่ (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2546; ธีรญาและคณะ, 2549) ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หอยตะไกรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2554 โดยในเดือนเมษายน 2554 มีค่าสูงที่สุด และในเดือนธันวาคม 2553 มีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของธีรญาและคณะ (2549) พบว่า หอยตะไกรมมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งตรงกับช่วงที่หอยตะไกรมมีการพัฒนาเชลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ เป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนอยู่ในระยะเริ่มปล่อยเชลล์สืบพันธุ์ และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป ส่วนในเดือนอื่น ๆ คือเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ แต่สามารถพบระยะพัฒนาของเชลล์สืบพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ และระยะปล่อยเชลล์สืบพันธุ์บางส่วนได้ จึงเป็นไปได้ว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะพัฒนาการของเชลล์สืบพันธุ์

แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมอาจจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ แต่จากการรายงานของ Angell (1986) กล่าวว่า ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมเพิ่มขึ้นในระหว่างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ และลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่วางไข่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Li *et al.* (2009) พบว่า ค่าดัชนีความสมบูรณ์และน้ำหนักของหอยนางรมพันธุ์ *Crassostrea gigas* มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดปี ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยลดลงหลังจากที่วางไข่ แต่จะเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นภายใน 1 เดือน และการที่ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในเดือนธันวาคม 2553 มีค่าต่ำที่สุด อาจจะเป็นเนื่องจากในเดือนธันวาคมความเค็มของน้ำเฉลี่ยต่ำมากประมาณ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพันส่วน Jarernpornnipat *et al.* (2003) กล่าวว่า บริเวณอ่าวบ้านดอนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเริ่มต้นในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มต้นเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกมากและอัตราการระเหยของน้ำน้อย โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายนเป็นเดือนที่มีฝนตกชุกมากที่สุด (ประดิษฐ์และธีรยา, 2546) ทำให้น้ำจืดจากแม่น้ำตาปีและลำคลองต่าง ๆ ที่นำน้ำท่าปริมาณมากไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนเป็นสาเหตุทำให้ความเค็มของน้ำทะเลในอ่าวและบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาวลดลง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเค็มของน้ำลดต่ำลง ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยก็ลดต่ำลงด้วย ซึ่งหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 5-40 ส่วนในพันส่วน ถึงแม้จะมีการรายงานว่าหอยนางรมอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเค็มต่ำกว่า 3.5 ส่วนในพันส่วน เป็นเวลา 5 เดือนติดต่อกัน (La Peyre *et al.*, 2009) แต่หอยนางรมจะเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความเค็มประมาณ 15-30 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโต อัตราการกรองอาหารจากน้ำจืด ทำให้หอยเจริญเติบโตช้าลงไปด้วย (กรมประมง, 2540) สอดคล้องกับการรายงานของ Angell (1986) กล่าวว่า หอยนางรมพันธุ์ *Crassostrea thizophorae* ในแถบทะเล Caribbean มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการรูก้ำของน้ำจืด นอกจากนี้ น้ำท่าปริมาณมากที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนในช่วงฤดูฝนยังส่งผลกระทบต่อความโปร่งแสง และปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ เนื่องจากน้ำท่าจะนำพาตะกอนจากแม่น้ำและลำคลองต่าง ๆ ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน ทำให้ความโปร่งแสงของน้ำในช่วงนี้มีค่าต่ำ และปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำมีปริมาณมาก จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความโปร่งแสงและปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาว โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง $57.25 \pm 33.18 - 106.30 \pm 19.16$ เซนติเมตร และ $35.00 \pm 10.61 - 65.57 \pm 22.03$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามถ้าน้ำทะเลเค็มค่าความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นมากเกินไป ตะกอนและโคลนเลนจะเข้าไปอุดที่เหงือก ทำให้หอยไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้และไม่สามารถที่จะขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้จนตายในที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง มีผลทำให้หอยเจริญเติบโตช้า (กรมประมง, 2540; Jarernpornnipat *et al.* 2003) สำหรับคุณสมบัติของน้ำไม่ค่อยเป็นปัญหาเนื่องจากหอยนางรมในสกุล *Crassostrea* มีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีอิทธิพลน้อยมากต่อชีววิทยาของหอยสองฝา (Devakie and Ali, 2000) อุณหภูมิของน้ำที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส (กรมประมง, 2540) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับคุณภาพน้ำอื่น ๆ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาว โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยระหว่าง $7.25 \pm 0.26 - 8.24 \pm 0.11$ นอกจากนี้ปริมาณสารอาหารในน้ำ เช่น ไนโตรเจน ไนไตรท์ และออร์โธฟอสเฟต มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นในเดือนธันวาคม 2553 มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากอิทธิพลของน้ำท่าที่ระบายน้ำจืดของเสีย แร่ธาตุอาหาร และตะกอน ลงมาตามแม่น้ำลำคลองออกสู่ชายฝั่งอ่าวบ้านดอนเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูฝน

(ประดิษฐ์และธีรยา, 2546) กรมประมง (2551) กล่าวว่า แหล่งน้ำโดยทั่วไปมีความเข้มข้นของไนเตรทประมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากชุมชนหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากอาจมีไนเตรทสูงถึง 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับออร์โทฟอสเฟต ธีรยาและประดิษฐ์ (2546) กล่าวว่า หากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีปริมาณฟอสเฟตสูงเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีความเหมาะสมมากเกินไป และแหล่งน้ำที่มีปัญหามลภาวะจะมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีปริมาณค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักที่พบมากในการศึกษานี้ สอดคล้องกับการศึกษาของสมนา (2548) พบว่า มีไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลัก ทั้งในด้านจำนวนสกุลงและความหนาแน่นของประชากร ไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชที่สำคัญที่สุดในทะเล เนื่องจากมีจำนวนมากที่สุดและแพร่กระจายทั่วน้ำน้ำ เกือบทั้งหมดนั้น มีประโยชน์ โดยเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำทั่วไป โดยเฉพาะลูกสัตว์น้ำขนาดเล็ก

สรุปผลการศึกษา

หอยตะไกรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2554 โดยในเดือนเมษายน 2554 มีค่าสูงที่สุด และในเดือนธันวาคม 2553 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในอ่าวบ้านดอนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรมกรามขาว ยกเว้นความเค็มของน้ำในเดือนธันวาคม 2553 เฉลี่ยต่ำมากประมาณ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพื้นส่วน เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเค็มของน้ำลดต่ำลง ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยก็ลดต่ำลงด้วย การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในรอบปี ทำให้สามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยตะไกรมกรามขาวเพื่อการค้าได้ โดยเลือกช่วงที่หอยมีความสมบูรณ์สูงหรือหอยอ้วนที่สุดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณสุริยงค์ วงศ์ทองแก้ว ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการจัดหาตัวอย่างหอยตะไกรมกรามขาวเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การวิเคราะห์ และขอบคุณคณะทำงานทุกคนที่ช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2540. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรมเชิงการค้า. โครงการพัฒนาการผลิตหอยตะไกรมเชิงพาณิชย์, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 57 หน้า.
- กรมประมง. 2551. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 233 หน้า.
- ธีรยา ช่วยสุรินทร์, ณัฐพงศ์ ตันสาลี และ ศิวะ ธนาพล. 2549. ฤดูกาลความสมบูรณ์เพศของหอยตะไกรมในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และธีรยา ช่วยสุรินทร์. 2546. สภาพภูมิอากาศและคุณภาพน้ำบางประการที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง พ.ศ. 2539-2540. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2546. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. 19 หน้า.
- มาลินี ฉัตรมงคลกุล และชิตชัย จันทร์ตั้งสี. 2548. แพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 352 หน้า.

- รัชฎา ขาวหนูนา. 2537. วงจรสืบพันธุ์ของหอยตะโกกรม *Crassostrea belcheri* (Sowerby) ในอ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2537. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สุราษฎร์ธานี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 11 หน้า.
- สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546. คู่มือการเพาะและอนุบาลหอยนางรมสำหรับการเลี้ยง. หจก. ประสุขชัยการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- สุมนา ขจรวัฒนากุล. 2548. ปราบกฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 30 หน้า.
- Angell, C.L. 1986. The Biology and Culture of Tropical Oysters. ICLARM Studies and Reviews 13, 42 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Devakie, M.N. and Ali, A.B. 2000. Salinity-temperature and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino). *Aquaculture* 184: 105-114.
- Hand, R.E. and Nell, J.A. 1999. Studies on triploid oysters in Australia XII. Gonad discoloration and meat condition of diploid and triploid Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*) in five estuaries in New South Wales, Australia. *Aquaculture* 171: 181-194.
- Jarempornipat, A., Pedersen, O., Jensen, K.R., Boromthanasarat, S., Vongvisessomjai, S. and Choncheanchob, P. 2003. Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand. *Journal of Coastal Conservation* 9: 135-146.
- La Peyre, M.K., Gossman, B. and La Peyre, J.F. 2009. Defining optimal freshwater flow for oyster production: Effects of freshet rate and magnitude of change and duration on Eastern oysters and Perkinsus marinus infection. *Estuaries and Coasts*. 32: 522-534.
- Li, Y., Qin, J.G., Li, X. and Benkendorff, K. 2009. Monthly variation of condition index, energy reserves and antibacterial activity in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in Stansbury (South Australia). *Aquaculture* 286: 64-71.
- Rebello, M. F., Amaral, M. C. R. and Pfeiffer, W. C. 2005. Oyster condition index in *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828) from a heavy-metal polluted coastal lagoon. *Braz. J. Biol.*, 65 (2): 345-351.
- Songsaeng, S., Sophanodora, P., Kaewsritthong, J. and Ohshima, T. 2010. Quality changes in oyster (*Crassostrea belcheri*) during frozen storage as affected by freezing and antioxidant. *Food Chemistry*. 123: 286-290.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of sea water analysis. Bull. 167 (Second edition). Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 284 pp.
- Thupila, N., Ratana-arporn, P. and Wilaipun, P. 2011. Radiation resistances and decontamination of common pathogenic bacteria contaminated in white scar oyster (*Crassostrea belcheri*) in Thailand. *Radiation Physics and Chemistry* 80: 828-832.
- Wattayakorn, G., Prapong, P. and Noichareon, D. 2001. Biogeochemical budgets and processes in Bandon Bay, Suratthani, Thailand. *Journal of Sea Research* 46: 133-142.
- Yoosukh, W. 2000. Taxonomic account of oysters in Thailand. *Mollusk Research In Asia*. 248 p.