

การสะสมโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง
หอยแครง (*Anadara granosa*) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
Protein and Carbohydrate Accumulations in the Sediment
of Blood Cockle (*Anadara granosa*) Culture Area at
Bandon Bay, Surat Thani Province

ทองทิพย์ วงษ์ศิลป์ และจินตนา สและน้อย*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

กังสดาลย์ บุญปราบ

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Takashi Yoshikawa

Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University,

Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-8610 Japan

Yuki Okamoto and Satoshi Ishikawa

Research Institute for Humanity and Nature,

Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8555, Japan

Kazuya Watanabe

Department of Food, Life and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,

Yamagata University, Wakaba-machi, Tsuruoka City, Yamagata, 9978555, Japan

Thongthip Wongsin and Jintana Salaenoi*

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Kangsadan Boonprab

Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Takashi Yoshikawa

Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University,

Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-8610 Japan

Yuki Okamoto and Satoshi Ishikawa

Research Institute for Humanity and Nature,
Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8555, Japan

Kazuya Watanabe

Department of Food, Life and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Wakaba-machi, Tsuruoka City, Yamagata, 9978555, Japan

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในดินตะกอน บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยแครง ครอบคลุมพื้นที่ทางฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนและสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557) ทั้งนี้เพื่อแสดงอิทธิพลของฤดูกาลต่อการสะสมสารอาหารในดินตะกอน โดยสุ่มตัวอย่างดินตะกอนจาก 6 สถานี และวิเคราะห์ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม. ผลการศึกษาพบว่าการสะสมโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอน มีค่าแตกต่างกันทั้งในฤดูกาลและระดับความลึก ทางฝั่งตะวันออกซึ่งมีลักษณะเป็นดินโคลนปนทรายจะมีการสะสมของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตมากกว่าทางฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นดินทราย ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนจะพบในช่วงฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน โดยมีปริมาณการสะสมในชั้นดินแพร่กระจายแตกต่างกัน ปริมาณโปรตีนสูงสุดในดินตะกอนช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูร้อน (มีนาคม พ.ศ. 2557) มีค่าเท่ากับ 0.0162 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม ที่ระดับ 0-5 ซม. และ 0.0073 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม ที่ระดับ 5-10 ซม. ตามลำดับ ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดในดินตะกอนช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557) มีค่าเท่ากับ 0.516 ± 0.010 มิลลิกรัม/กรัม ที่ระดับ 5-10 ซม. และ 0.323 ± 0.007 มิลลิกรัม/กรัม ที่ระดับ 0-5 ซม. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในระดับความลึกพบว่าในสถานีส่วนใหญ่จะมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่ในชั้นดินที่ระดับ 5-10 ซม. มากกว่าระดับ 0-5 ซม. ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการสะสมโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนบริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยแครงของอ่าวบ้านดอน

คำสำคัญ : โปรตีน; คาร์โบไฮเดรต; ดินตะกอน; อ่าวบ้านดอน; หอยแครง

Abstract

This research was aimed to study the protein and carbohydrate accumulation in the sediment of blood cockle farming area covering the east and the west coast of Bandon Bay, Surat Thani Province, in rainy season (June-August 2013) and summer (March 2014). To find the influence of the season on accumulation of nutrients in the sediment, the samples were collected from six stations in two depths; 0-5 and 5-10 cm. The results showed the different content of protein and carbohydrate accumulation in the sediment in both season and depth.

The crumbly clay sediment in the east coast presented the high amount of protein and carbohydrate contents than the sandy soil in the west coast. In addition, it was vary distribution in depths and the high amounts of both were found in wet season than summer. The highest protein content during the rainy season (August 2013) and summer (March 2014) were 0.0162 ± 0.0001 mg/g at 0-5 cm and 0.0073 ± 0.0001 mg/g at 5-10 cm depth, respectively. While the highest carbohydrate contents were 0.516 ± 0.010 mg/g at 5-10 cm and 0.323 ± 0.007 mg/g at 0-5 cm depth in rainy season and summer, respectively. Protein and carbohydrate contents mostly appeared in the depth of 5-10 cm more than 0-5 cm. The results indicated that season affected the accumulation of nutrient contents in the sediments of blood cockle farm at Bandon Bay.

Keywords: protein; carbohydrate; sediment; Bandon Bay; blood cockle (*Anadara granosa*)

1. บทนำ

อ่าวบ้านดอนเป็นอ่าวขนาดใหญ่บนชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของอ่าวไทยตอนล่าง ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่ของอ่าวบ้านดอนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทย จึงส่งผลให้เกิดฤดูกาลแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ฤดูร้อน ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน และฤดูฝนซึ่งจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม [1] ด้วยลักษณะของสภาพอากาศที่มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี และลักษณะภูมิประเทศมีความเหมาะสม ส่งผลให้อ่าวบ้านดอนเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากมีการพัดพาสารอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ มาทับถมในดินตะกอน ทำให้บริเวณอ่าวบ้านดอนเป็นศูนย์รวมของทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งที่มีความหลากหลายในระบบนิเวศทางทะเล [2] เป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญ แหล่งอนุบาลสัตว์ทะเลและแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเพาะเลี้ยงหอยแครงเป็นจำนวนมากในอ่าวบ้านดอน มีรายงานว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีกำลังผลิตหอยแครงในปี พ.ศ. 2555 ประมาณ 17,718 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 621 ล้านบาท [3] ซึ่งนับเป็นแหล่งผลิต

หอยแครงแหล่งใหญ่ระดับต้น ๆ ของประเทศไทย

การเลี้ยงหอยแครงในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีมากกว่า 30 ปี ซึ่งเป็นความนิยมของชาวบ้านเนื่องจากใช้เวลาในการเลี้ยงน้อย การจัดการทำได้ง่าย และสร้างรายได้ค่อนข้างดี มีการแสดงอาณาเขตในการเลี้ยงหอยแครงในพื้นที่อำเภอไชยา ท่าฉาง และกาญจนดิษฐ์ หอยแครงเป็นสัตว์น้ำที่มีระบบการกินอาหารแบบกรองกินดินตะกอนและซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ชอบฝังตัวอยู่ตามผิวดินโคลนลึกประมาณ 1-12 นิ้ว โดยจะขึ้นมาอยู่บริเวณผิวดินเพื่อกรองกินอาหารช่วงที่น้ำขึ้น และในช่วงที่น้ำลดก็จะปิดฝาฝังตัวอยู่ใต้ผิวดิน [4] ซึ่งสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่หอยแครงกรองกินเป็นอาหาร ส่วนหนึ่งได้มาจากการย่อยสารอินทรีย์ โดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก [5] เกิดเป็นธาตุอาหารสะสมในดินตะกอนดินตะกอนจึงนับเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ทะเลหน้าดิน สัตว์หน้าดินและตะกอนดินมีความเกี่ยวข้องกับวัฏจักรของธาตุอาหารในทะเล [6] เนื่องจากมีการไหลเวียนของธาตุอาหารผ่านกระบวนการทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพที่เกิดขึ้นที่บริเวณหน้าดิน ลักษณะเนื้อดินจึงมีความสัมพันธ์กับการสะสมสารอาหารในดินตะกอน ดินตะกอนที่มี

ลักษณะเป็นดินทราย ดินโคลน และดินร่วนปนทราย จะมีปริมาณธาตุอาหารสะสมในช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่แตกต่างกัน และการสะสมสารอาหารในชั้นดินที่อยู่ในระดับความลึกต่าง ๆ ก็มีอยู่ไม่เท่ากัน [7]

ปัจจุบันอ่าวบ้านดอนเป็นบริเวณที่มีแหล่งอุตสาหกรรมหลากหลาย มีการขยายตัวของแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ทำการเกษตรและประมง รวมถึงปัญหาจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ประกอบกับการทิ้งของเสียสะสมบริเวณปากแม่น้ำ เป็นผลทำให้ป่าชายเลนถูกทำลาย แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนมีจำนวนน้อยลง ทำให้ศักยภาพของแหล่งเลี้ยงหอยในอ่าวบ้านดอนลดลง [8] นอกจากนี้สารเคมีจำนวนมากที่อยู่บนฝั่งถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ได้แก่ สารอินทรีย์ที่เป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งจากการผลิตน้ำตาล โรงงานผลิตสุรา โรงฆ่าสัตว์ โรงงานอาหารกระป๋อง ของเสียจากบ้านเรือน ซึ่งของเสียที่ปล่อยออกมาจะมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน สารซักฟอก ไฮโดรคาร์บอน และขยะปะปนอยู่ [9] ทั้งนี้ได้มีการรณรงค์ให้ปลูกป่าชายเลนตามโครงการการจัดการป่าชายเลน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยอย่างยั่งยืน ในพื้นที่อำเภอไชยาและท่าฉาง [10] เพื่อนำความอุดมสมบูรณ์ของท้องทะเลกลับคืนสู่ธรรมชาติ

ความอุดมสมบูรณ์ของดินตะกอนขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ในดินตะกอน [7] ทั้งนี้อินทรีย์วัตถุในดินหมายถึงองค์ประกอบที่เป็นอินทรีย์สารในดินรวมทั้งเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อยผลผลิตบางส่วนที่ผ่านการเน่าเปื่อยแล้ว รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากการแปรสภาพแล้ว ดังนั้นอินทรีย์วัตถุจึงประกอบด้วยวัตถุอินทรีย์ที่มีโมเลกุลสูง เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน สารที่มีสูตรโครงสร้างอย่างง่าย เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ อื่น ๆ รวมถึงสารชีวโมเลกุลหลายชนิด (องค์ประกอบที่ไม่สามารถบอกรูปร่างพื้นฐานได้ชัดเจน) [11] ซึ่ง

อินทรีย์วัตถุในดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยเป็นแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ และมีความสำคัญในแง่ของการควบคุมสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ [12] ช่วยเสริมโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ช่วยให้ดินจับตัวเป็นก้อน ช่วยเพิ่มอากาศและกักเก็บความชื้น และเพิ่มประจุความสามารถของดินในการแลกเปลี่ยนเกลือแร่ธาตุ และกาปรับสมดุลกรด-ด่าง [13] ซึ่งประเทศที่อยู่ในเขตร้อนมักจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างต่ำทั้งนี้สาเหตุสำคัญที่ทำให้อินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็ว คือ สภาพดินฟ้าอากาศ สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนและมรสุมนับว่ามีสภาพที่เหมาะสมกับการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินจึงได้ลดลงอย่างรวดเร็ว การทำการเกษตรกรรมและประมงที่ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน การใช้พื้นที่ติดต่อกันมาโดยไม่มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงในดินก็เป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวเร็วขึ้น

ดังนั้นปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินจึงอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตะกอนได้ [14] โดยสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในดินตะกอนจะส่งผลต่อกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นตัวช่วย หากมีปริมาณของสารอินทรีย์สูงย่อมส่งผลให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียได้ [15] ซึ่งสัตว์หน้าดินมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดิน โดยจะทำหน้าที่ในการกวนตะกอนดิน ช่วยให้ออกซิเจนสามารถแพร่ลงสู่ตะกอนดินได้ลึกขึ้น ช่วยลดการเน่าเสียของตะกอนดินได้ [7] ส่วนคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของแหล่งน้ำ [16] และเป็นสารอาหารที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการสร้างพลังงานหลัก เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณ (signaling) และมีส่วนในการทำหน้าที่เป็นเครื่องหมาย

บนผิวเซลล์ (surface marker) มีความสัมพันธ์ในระบบนิเวศแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานของพืชและสิ่งมีชีวิตเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต โดยรูปแบบการรับคาร์โบไฮเดรตของสิ่งมีชีวิตเริ่มจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งจุลินทรีย์ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายได้ออกมาเป็นสารอาหารต่าง ๆ หมุนเวียนในระบบ เพื่อใช้สำหรับการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตต่อไป ซึ่งรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้หอยแครงสามารถรับสารอาหารในรูปของสารอินทรีย์โมเลกุลขนาดเล็ก เนื่องจากมีระบบการกินอาหารแบบกรองกินดิน ตะกอนและซากสิ่งมีชีวิตต่างๆบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ [17] ดังนั้นการสะสมของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นความลึกของดินตะกอนประเภทต่าง ๆ น่าจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหอยแครง คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนบริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยแครงเพื่อดูว่าความแตกต่างของชั้นดิน ฤดูกาล และพื้นที่เลี้ยงหอยแครงทางฝั่งตะวันออกและทางฝั่งตะวันตกซึ่งมีลักษณะดินตะกอนต่างกัน จะมีผลต่อปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนเป็นอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานอันนำไปสู่การเปรียบเทียบข้อมูลอธิบายและหาความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องระหว่างปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินกับผลผลิตของหอยแครงในอนาคตได้ ทั้งนี้เนื่องจากหอยแครงเป็นสัตว์ที่มีการอาศัยการฝังตัวในดินตะกอน และมีการกินอาหารโดยวิธีการกรองกินอาหารจากในน้ำและดินตะกอน

2. วิธีการศึกษา

2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลในเบื้องต้นแล้ว จึงได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเหมาะสมของสภาพต่าง ๆ กัน เก็บดินตะกอนในพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแครงในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระบุสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือระบุตำแหน่งบนพื้นที่ผิวโลก [global positioning system (GPS) รุ่น GARMIN LEGEND Cx] ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 สถานี โดยสถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำตาปีในอำเภอกาญจนดิษฐ์ ส่วนสถานีที่ 4 สถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำตาปีในอำเภอไชยา มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ดัง Table 1

Table 1 Geographical location of sampling sites by GPS at Bandon Bay, Surat Thani Province

Station	Latitude	Longitude
1	09°14.445	099°24.418
2	09°13.457	099°29.587
3	09°15.469	099°27.316
4	09°20.327	099°16.371
5	09°21.174	099°16.441
6	09°21.945	099°16.142

ดำเนินการเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝนและเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 เป็นตัวแทนของฤดูร้อน (เนื่องจากบริเวณอ่าวบ้านดอนมีฤดูฝนยาวนานถึง 8 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม และฤดูร้อน 4 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน เพราะฉะนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างในฤดูฝน 2 ครั้ง และฤดูร้อน 1 ครั้ง ส่วนเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนมกราคมไม่

สามารถเข้าพื้นที่ได้เนื่องจากมีลมมรสุมพัดผ่านพื้นที่ทำให้มีฝนตกหนัก) (Figure 1 & 2)



Figure 1 Location of Bandon Bay, Surat Thani Province which was located in the Gulf of Thailand (Source: <http://alw-pansa.blogspot.com/2011/>)

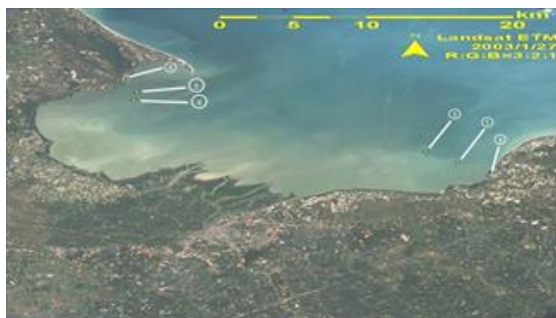


Figure 2 Sampling sites around Bandon Bay, Surat Thani Province (Source: RIHN-AC project, component 3)

2.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยแครงในอ่าวบ้านดอน โดยใช้ท่อเก็บดิน (hand corer) ซึ่งเป็นท่อพลาสติกใส ทางฝั่งลงไปดินตะกอนให้มีความลึก 15 เซนติเมตร นำดินตะกอนที่เก็บได้ตัดเป็นชั้น ๆ ละ 5 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 2 ชั้น พื้นที่ละ 3 ซ้ำ นำดินตะกอนแต่ละชั้นใส่ในถุงพลาสติก โดยไล่อากาศออกให้หมดก่อนปิดถุงแล้วนำไปแช่เย็นแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาดินไม่ให้เสียสภาพก่อนนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะดินตะกอน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตะกอนดินดำเนินการตามวิธีของ Bradford [18] โดยการชั่งดินหนัก 1 กรัม (น้ำหนักเปียก) ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นแบ่งน้ำสกัดดินมา 0.1 มิลลิลิตร เติม Bradford reagent 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำสารละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร (ใช้เครื่อง UV-spectrophotometer mini-1240 ยี่ห้อ Shimadzu) เทียบค่ากับกราฟมาตรฐานโดยใช้ bovine serum albumin เป็นโปรตีนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในตะกอนดิน ดำเนินการตามวิธีของงานวิจัยที่ผ่านมา [19] โดยการชั่งดินหนัก 1 กรัม (น้ำหนักเปียก) ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นแบ่งน้ำสกัดดินมา 1 มิลลิลิตร เติม 5 % phenol 0.5 มิลลิลิตร เติม 18 N H_2SO_4 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร (ใช้เครื่อง UV-spectrophotometer mini-1240 ยี่ห้อ Shimadzu) เทียบค่ากับกราฟมาตรฐานโดยใช้ starch เป็นคาร์โบไฮเดรตมาตรฐาน

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในแต่ละชั้นดินตะกอน ตามสถานีที่เก็บตัวอย่างใน 2 ฤดูกาล โดยวางแผนการทดลองแบบ randomize completely block design (RBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.1 การศึกษาปริมาณโปรตีนในดินตะกอนบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแครง อ่าวบ้านดอน

ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนที่สะสมในดินตะกอนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแครงในอ่าวบ้านดอน ช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนและสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557) พบว่าปริมาณโปรตีนสะสมในดินตะกอนทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในช่วง 0.0030 ± 0.0002 ถึง 0.0125 ± 0.0002 , 0.0028 ± 0.0001 ถึง 0.0162 ± 0.0001 และ 0.0026 ± 0.0001 ถึง 0.0073 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ (Table 2, Figure 3) โดยพบว่าช่วงฤดูฝนปริมาณโปรตีนมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมในสถานีที่ 1 (0.0162 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม) ที่ระดับความลึก 0-5 ซม. และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม ในสถานีที่ 5 (0.0028 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม) ที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม. ส่วนในฤดูร้อนปริมาณโปรตีนมีค่าสูงที่สุดในสถานีที่ 3 (0.0073 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม) ที่ระดับความลึก 5-10 ซม. และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.0026 ± 0.0001 มิลลิกรัม/กรัม ในสถานีที่ 5 ที่ระดับความลึก 0-5 ซม.

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาลพบว่าปริมาณโปรตีนสะสมในดินตะกอนในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Table 2, Figure 3) และเมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความลึกพบว่าช่วงฤดูร้อนปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในดินตะกอนใน

ระดับความลึก 5-10 ซม. มีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 0-5 ซม. ส่วนช่วงฤดูฝนปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในดินตะกอนในระดับความลึก 5-10 ซม. มีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 0-5 ซม. นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการสะสมโปรตีนในดินตะกอนของสถานีที่อยู่ใกล้ชายฝั่งและอยู่ห่างฝั่งออกไป พบว่าบริเวณที่ใกล้ฝั่งมีปริมาณโปรตีนสะสมในชั้นดินมากกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้ฝั่งออกไป และไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นของการแพร่กระจายของปริมาณโปรตีนกับระดับความลึกของชั้นดินตะกอน

การศึกษาพบว่าปริมาณโปรตีนมีการแพร่กระจายในระดับความลึกต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่าในสถานีที่ 1 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสถานีอื่น อาจเนื่องมาจากสถานีที่ 1 เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับฟาร์มซึ่งเปิดเป็นรีสอร์ทในทะเล มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรม และบริเวณใกล้เคียงมีการเพาะเลี้ยงหอยแครง จึงอาจมีการปล่อยน้ำทิ้งซึ่งมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์อยู่มากลงสู่อ่าว เมื่อเปรียบเทียบการสะสมปริมาณโปรตีนในลักษณะของพื้นที่ พบว่าพื้นที่ในฝั่งตะวันออกมีการสะสมมากกว่าทางฝั่งตะวันตกของอ่าวบ้านดอน เนื่องจากฝั่งตะวันออกมีลักษณะดินเป็นโคลนปนทรายจึงส่งผลให้มีการสะสมสารอินทรีย์มากกว่าทางฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นดินทราย และจากการศึกษาของ Phodfueang และคณะ [20] พบว่าพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอ่าวบ้านดอนมีลักษณะดินเป็นดินทรายและฝั่งตะวันออกดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวร่วนหรือดินร่วนปนทราย ซึ่งองค์ประกอบที่แตกต่างกันของดินตะกอนมีผลกับสัดส่วนของขนาดอนุภาคดิน ธาตุอาหาร รวมถึงปริมาณการสะสมของสารอินทรีย์สอดคล้องกับ [7] ที่รายงานว่าสารอินทรีย์ที่พบในตะกอนแต่ละบริเวณมักจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ ลักษณะของดินทราย มักจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินชนิดอื่น

Table 2 Protein contents in the sediment collected from the blood cockle farm at Bandon Bay in June, August 2013 and March 2014

Station	Sediment layer (cm)					
	June 2013		August 2013		March 2014	
	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10
1	0.0125±0.0002 ^{ab}	0.0117±0.0001 ^{ab}	0.0162±0.0001 ^a	0.0132±0.0002 ^{ab}	0.0057±0.0003 ^{bc}	0.0053±0.0002 ^{bc}
2	0.0082±0.0001 ^b	0.0091±0.0001 ^b	0.0130±0.0004 ^{ab}	0.0132±0.0004 ^{ab}	0.0040±0.0001 ^c	0.0052±0.0001 ^{bc}
3	0.0046±0.0001 ^{bc}	0.0091±0.0001 ^b	0.0120±0.0001 ^{ab}	0.0141±0.0003 ^a	0.0061±0.0002 ^b	0.0073±0.0001 ^b
4	0.0042±0.0003 ^c	0.0036±0.0001 ^c	0.0035±0.0003 ^{cd}	0.0042±0.0001 ^c	0.0061±0.0001 ^b	0.0049±0.0004 ^{bc}
5	0.0057±0.0002 ^{bc}	0.0040±0.0001 ^c	0.0028±0.0001 ^d	0.0028±0.0001 ^d	0.0026±0.0001 ^d	0.0030±0.0001 ^d
6	0.0030±0.0002 ^d	0.0042±0.0001 ^c	0.0031±0.0001 ^d	0.0034±0.0001 ^{cd}	0.0027±0.0001 ^d	0.0029±0.0001 ^d

Note: Differences of superscript showed significant difference at $p < 0.05$

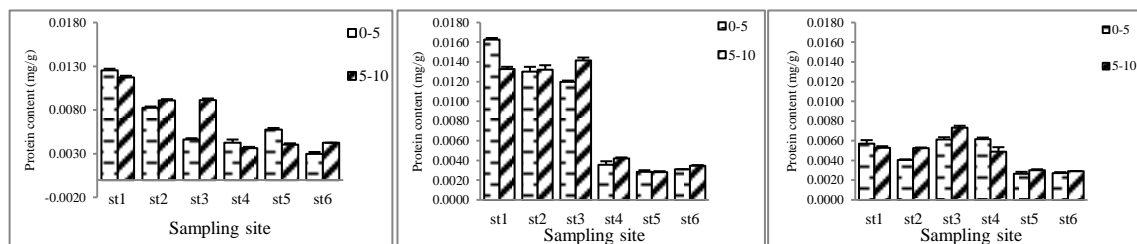


Figure 3 Protein content in sediment layers in June 2013 (a) August 2013(b) and March 2014 (c)

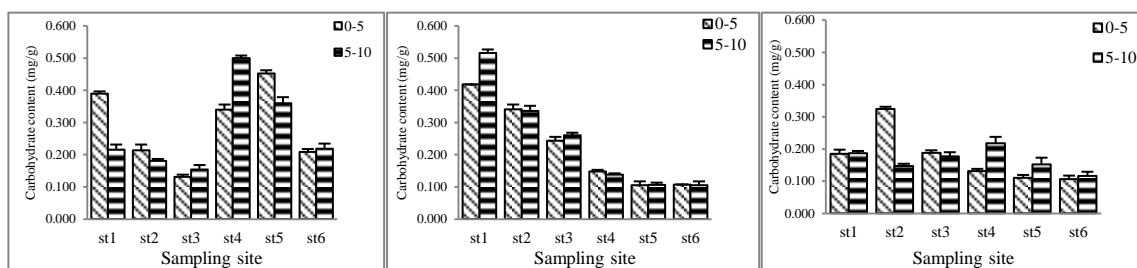


Figure 4 Carbohydrate content in sediment layers in June 2013 (a) August 2013 (b) and March 2014 (c)

มีรายงานว่าในดินตะกอน สามารถพบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้สูงถึง 10 % ของปริมาณ อินทรีย์วัตถุ [24] จากการศึกษาของ [25] พบปริมาณ คาร์โบไฮเดรตในชั้นดินตะกอนทะเลสาบในช่วง 5.92- 8.32 มิลลิกรัม/กรัม ที่บริเวณ Lake Suwa ประเทศ

ญี่ปุ่น และจากการทดลองของ [26] ที่ศึกษาปริมาณ คาร์โบไฮเดรตในชั้นดินตะกอนบริเวณทะเลเมดิเตอร์ เรเนียน ประเทศอียิปต์ โดยแบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่าง ออกเป็น 3 ส่วน พบว่าพื้นที่ a (off the Nile delta) พื้นที่ b (off Alexandria) และพื้นที่ c (west of

Alexandria) มีคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่ในชั้นดินตะกอน มีค่าอยู่ในช่วง 2.60-13.47, 10.84-197.15 และ 62.10-222.61 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ส่วน [27] ศึกษาการแพร่กระจายของคาร์โบไฮเดรตและกรดยูโรนิก บริเวณทางตอนเหนือของทะเลจีนตะวันออก ช่วงเดือนมิถุนายนและพฤศจิกายนในปี ค.ศ. 2006 พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตและกรดยูโรนิกในเดือนมิถุนายนมีค่าสูงบริเวณผิวน้ำและมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกิดจากความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอนและปริมาณจุลินทรีย์ และในเดือนพฤศจิกายนปริมาณคาร์โบไฮเดรตและกรดยูโรนิกในทุกระดับความลึกมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างทางกายภาพ แพลงก์ตอนและปริมาณ จุลินทรีย์มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตและกรดยูโรนิก และจากการศึกษาของ [28] พบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสละลายน้ำจากแม่น้ำตาปิจจะถูกพัดพาลงสู่อ่าวบ้านดอนและอ่าวไทยในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน ซึ่งในอ่าวบ้านดอนมีการใช้สารอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนในฤดูร้อนจะมีการใช้สารอินทรีย์มากกว่าการผลิต ตรงกันข้ามกับฤดูฝนซึ่งจะมีการผลิตปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าการใช้สารอินทรีย์ และในฤดูร้อนจะมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์ดีกว่าในฤดูฝน เนื่องจากการไหลของน้ำที่ช้ากว่า

4. สรุป

การศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแครงทางฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของอ่าวบ้านดอน สรุปได้ว่าดินตะกอนทางฝั่งตะวันออกซึ่งมีลักษณะเป็นดินโคลนปนทรายมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสะสมในดินตะกอนช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนค่อนข้างแปรผันทุกสถานี ส่วนพื้นที่ทางฝั่งตะวันตกซึ่งมีลักษณะส่วนใหญ่เป็นดินทราย มีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในดินตะกอนที่พบใน

ฤดูฝนมีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูร้อน และมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสะสมในดินตะกอนน้อยกว่าทางฝั่งตะวันออก โดยลักษณะของเนื้อดินที่ต่างกันอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอยแครง อย่างไรก็ตาม ผู้สนใจสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงหอยแครงเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Kyoto, Japan ภายใต้โครงการวิจัย Coastal Area Capability Enhancement in Southeast Asia ได้รับทุนประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2558 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับสถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัย

6. รายการอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550, การวางแผนการจัดการอ่าวบ้านดอนและเกาะนอกชายฝั่ง : การวิเคราะห์และวินิจฉัยระบบชายฝั่ง, รายงานฉบับสมบูรณ์, โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.
- [2] กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ, อำนวย อุ่นฤกษ์, สุภาพร ทศพร้อม และจินตนา โสภาคกุล, 2542, คุณภาพน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะไกรมอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง พ.ศ. 2537-2539, เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2542, ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กอง

- เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- [3] กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติประมง, 2557, สถิติการเลี้ยงหอยทะเล พ.ศ. 2555, เอกสารฉบับที่ 5/2557, ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- [4] กรมประมง, 2533, คู่มือการเลี้ยงหอยแครง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- [5] อรัญ หันพงศ์กิตติกุล, 2550, เทคโนโลยีเอนไซม์, พิมพ์ครั้งที่ 1, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, กรุงเทพฯ.
- [6] Snelgrove, P.V.R., Blackburn, T.H., Hutchings, P., Alongi, D.M., Grassle, J.F., Hummel, H., King, G., Koike, I., Lambshead, P.J.D., Ramsing, N.B., Solis-Weiss, V., 1997, The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem process, *Ambio* 26: 578-583.
- [7] จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548, ดินตะกอน, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [8] ประเดิม อุทธยานมณี, ศิริพร ประดิษฐ์ และสมหมาย เขียววาริสังจะ, 2554, การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเชิงพื้นที่ของปริมาณสารอาหารบริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี, การประมง 64: 538-544.
- [9] ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548, ระบบนิเวศน้ำกร่อยแม่น้ำบางปะกง, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.
- [10] จุฑามาศ อ่อนวงศ์, 2554, ความรู้ ความตระหนัก และการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ป่าชายเลน กรณีศึกษา : บ้านธารน้ำร้อน ตำบลเขาถ่าน อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี, วิทยาลัยนวัตปัญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- [11] Pierce, R.H. and Felbeck, G.T., 1972, A Composition of Three Method of Extracting organic Matter from Soil and Marine Sediment, In Poroledo, D. and Golterman, H.L. (Eds.), *Humic Substance, Their Structure and Function in the Biosphere*, Center for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen, 32 p.
- [12] อรรถ สมร่าง, ยุทธชัย อนุรักษดิพันธ์, พงศ์ธร เพียรพิทักษ์ และบุศรินทร์ แสงลาภ, 2548, ดินเพื่อประชาชน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- [13] วีรานุช หลาง, 2554, จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [14] Koehler, H.L., 1952, Differentiation of carbohydrates by anthrone reaction rate and color intensity, *Anal. Chem.* 24: 1577-1579.
- [15] ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2547, การควบคุมน้ำโสโครก, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ.
- [16] Skoog, A. and Benner, R., 1998, Aldoses in various size fractions of marine organic matter: Implications for carbon cycling, *Limnol. Oceanogr.* 42: 1803-1813.
- [17] คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2544, การเพาะเลี้ยงหอย, ไร่เขียว, กรุงเทพฯ.
- [18] Bradford, M.M., 1976, A Rapid and Sensitive method for the quantitation of

- microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- [19] Saha, A. and Curtis, F.B., 1994, Determination of the concentrations of oligosaccharides, complex type carbohydrate and glycoproteins using the phenol-sulfuric acid method, *Carbohydr. Res.* 17: 157-167.
- [20] Phodfueang, J., Plongon, B. and Salaenoi, J., 2015, Environmental condition of cockle farm in Bandon Bay, Gulf of Thailand, International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES-2015) January 1-2, 2015, Kuala Lumpur.
- [21] เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, พิธิษฐุ์ ตุลยกุล และจาร์ มาศ เมฆสัมพันธ์, 2546, การแพร่กระจายของธาตุอาหารในบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด : การประเมินการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและอัตราการไหลลงทะเล, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [22] Abbott, R.T., 1991, *Seashell of Southeast-Asia*, Tynron Press, Cotland.
- [23] Sukudom, C. and Salaenoi, J., 2015, Organic carbon in the sediment of cockle culture area at Bandon Bay, Thailand, pp. 101-103, International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES-2015) January 1-2, 2015, Kuala Lumpur.
- [24] Artem'yev, V.Ye., 1969, Carbohydrates in bottom sediments of the Kuril-Kamchatka Trench, *Oceanology* 9: 203-207.
- [25] Nobuhiko, H. and Keisuke, M., 1973, Carbohydrate from lake sediment, *Water Research Laboratory, Faculty of Science, Nagoya University, Nagoya.*
- [26] Doaa, H.Y., Ghada, F.E. and Aida, H.S., 2012, Distribution of total carbohydrates in surface sediment of the Egyptian Mediterranean coast in relation to some inorganic factors, *Arab. J. Chem.* 7: 823-832.
- [27] Hung, C.C., Gong, G.C., Chiang, K.P., Chen, H.Y. and Kevin, M.Y., 2009, Particulate carbohydrate and uronic acids in the northern East China Sea, *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 84: 562-572.
- [28] Wattayakorn, G., Prapong, P. and Noichareon, D., 2001, Biogeochemical Budgets and Processes in Bandon Bay, Suratthani, Thailand, *J. Sea Res.* 46: 133-142.