

การวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของเปลือกหอยแมลงภู่อ่าวไทยด้วยเทคนิค เอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมทรี

นวรรตน์ จารุชา^{1,2}, ยศกิต เรืองทวีป^{1,2} และปิยะชาติ มีจิตรไพศาล^{1,2*}

¹หลักสูตรฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

²ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ โปรแกรมวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*hyok-2010@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของเปลือกหอยแมลงภู่อ่าวไทย โดยเก็บตัวอย่างจากจังหวัดสมุทรปราการ ประเทศไทย ตัวอย่างเปลือกหอยถูกนำไปเผาที่อุณหภูมิ 0, 600, 800 และ 1000 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์พบว่า แคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นองค์ประกอบหลักในเปลือกหอย โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิจาก 96.196% ที่ 0 องศาเซลเซียส เป็น 98.597% ที่ 1000 องศาเซลเซียส ในขณะที่องค์ประกอบรอง ได้แก่ ซิลเวอร์ออกไซด์ (Ag_2O), ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และสตรอนเชียมออกไซด์ (SrO) มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับพบว่าค่าของ CaO อยู่ในช่วงปกติถึงค่อนข้างสูง SO_3 มีค่าลดลงตามอุณหภูมิเนื่องจากการสลายตัวของซัลเฟตภายในโครงสร้างเปลือก ส่วน Ag_2O และ SrO อยู่ในระดับที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของเปลือกหอยจากแหล่งน้ำสะอาด โดยเฉพาะ Ag_2O ซึ่งพบในระดับมากกว่า 1% อาจหมายถึงการปนเปื้อนของโลหะหนักจากสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้เปลือกหอยแมลงภู่อ่าวไทยเป็นตัวชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินมลพิษหรือเปรียบเทียบกับตัวอย่างจากพื้นที่อื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: เปลือกหอยแมลงภู่อ่าวไทย เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์ การเผาด้วยการไล่อุณหภูมิ

Elemental analysis of green mussel shells from the Gulf of Thailand using X-ray fluorescence spectrometry

Nawarut Jarucha^{1,2}, Yotsakit Ruangtaweep^{1,2} and Piyachat Meejitpaisan^{1,2*}

¹Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

²Center of Excellence in Glass Technology and Materials Science (CEGM),

Nakhon Pathom Rajabhat University

*hyok-2010@hotmail.co.th

Abstract

This study aimed to investigate the elemental composition of green mussel shells collected from the Gulf of Thailand, with sampling conducted in Samut Prakan Province, Thailand. The shell samples were subjected to calcination at four different temperatures 0 °C, 600 °C, 800 °C, and 1000 °C. Elemental analysis revealed that calcium oxide (CaO) was the dominant constituent, with its concentration increasing progressively from 96.196% at 0 °C to 98.597% at 1000 °C. Conversely, the concentrations of secondary oxides, namely silver oxide (Ag₂O), sulfur trioxide (SO₃), and strontium oxide (SrO), showed a marked decrease with rising temperature. When compared, the CaO content observed in this study ranged from typical to moderately elevated levels. The reduction in SO₃ is attributed to the thermal decomposition of sulfate compounds within the shell matrix. Significantly, the concentrations of Ag₂O and SrO exceeded average baseline levels, with Ag₂O in particular exceeding 1% a concentration that may indicate anthropogenic contamination by heavy metals in the coastal zone. These results suggest that green mussel shells possess potential as bioindicators for assessing marine environmental quality. Moreover, the data generated from this study can serve as a scientific baseline for future environmental monitoring, pollution assessment, and comparative studies involving shell-based geochemical proxies in other coastal regions.

Keywords: Green mussel shells X-ray fluorescence spectrometry Calcination

1. บทนำ

หอยแมลงภู่มักจัดเป็นสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงและจับตามธรรมชาติที่สำคัญ เปลือกของหอยแมลงภู่มักประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักร่วมกับธาตุปริมาณ ซึ่งสามารถแทรกตัวหรือสะสมอยู่ในโครงสร้างของเปลือกในระหว่างกระบวนการสร้างเปลือก การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบธาตุในเปลือกหอยจึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม สำหรับการติดตามสภาพแวดล้อมทางทะเลและการปนเปื้อนของโลหะหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา การปนเปื้อนของโลหะหนักและสารมลพิษในแหล่งน้ำชายฝั่งของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจาก

กิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และชุมชนเมือง ส่งผลให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบนิเวศและความปลอดภัยด้านอาหาร การศึกษาธาตุองค์ประกอบในเปลือกหอยแมลงภู่สามารถช่วยให้เข้าใจกลไกการสะสมของธาตุเหล่านี้ และประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมในระดับพื้นที่ เทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรเมทรี (X-ray Fluorescence Spectrometry: XRF) เป็นเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบธาตุที่มีความแม่นยำสูงและสามารถวิเคราะห์ธาตุได้ในช่วงกว้างตั้งแต่ธาตุหลักจนถึงธาตุปริมาณน้อย การใช้เทคนิค XRF ในการวิเคราะห์เปลือกหอยจึงได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในงานวิจัยทางสิ่งแวดล้อมและธรณีเคมีของวัสดุชีวภาพจากทะเล งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาธาตุองค์ประกอบของเปลือกหอยแมลงภู่ที่เก็บจากจังหวัดสมุทรปราการ อ่าวไทยโดยใช้เทคนิค XRF เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบธาตุ [1 - 5] เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นต่อไป

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

2.1.1 เปลือกหอยแมลงภู่จากอ่าวไทย โดยเก็บตัวอย่างจากจังหวัดสมุทรปราการ ประเทศไทย

2.1.2 เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์แบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-ray Fluorescence: EDXRF) รุ่น MiniPal-4 (PANalytical) ซึ่งใช้หลอดกำเนิดรังสี Rhodium (Rh) ที่สามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 30 กิโลโวลต์ และกระแสสูงสุด 1 มิลลิแอมแปร์ เครื่องตรวจจับสนับสนุนเป็นชนิดซิลิคอนพินไดโอด (Si-PIN diode) ที่มีความละเอียดเชิงพลังงานน้อยกว่า 200 eV ที่พลังงาน 5.9 keV การสอบเทียบใช้วัสดุมาตรฐานรับรอง (Certified Reference Materials: CRMs) โดยมีขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) อยู่ในช่วง 1-50 ppm

2.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

2.2.1 การเตรียมตัวอย่างเปลือกหอยแมลงภู่

2.2.1.1 นำตัวอย่างเปลือกหอยแมลงภู่ไปล้างน้ำยา เพื่อทำการขัดสนิมหรือคาบสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกก่อน

2.2.1.2 นำตัวอย่างเปลือกหอยแมลงภู่ไปบดเป็นผง

2.2.1.3 นำตัวอย่างเปลือกหอยแมลงภู่ไปเผาที่อุณหภูมิ 0, 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

2.2.2 ขั้นตอนการหาองค์ประกอบของธาตุของเปลือกหอยแมลงภู่โดยใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์

2.2.2.1 นำเปลือกหอยแมลงภู่ที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาด บดและเผา ใส่ลงในชุดอุปกรณ์ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

2.2.2.2 ทำการเปิดเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ เพื่อตรวจสอบความพร้อม

2.2.2.3 เปิดฝาเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ ใส่ชุดอุปกรณ์ภาชนะบรรจุเปลือกหอยแมลงภู่ลงไป

2.2.2.4 ปิดฝาเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ เพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ผล โดยแต่ละชิ้นใช้เวลาวัดประมาณ 15 นาที แสดงดังภาพที่ 1

2.2.2.5 จัดบันทึกผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์

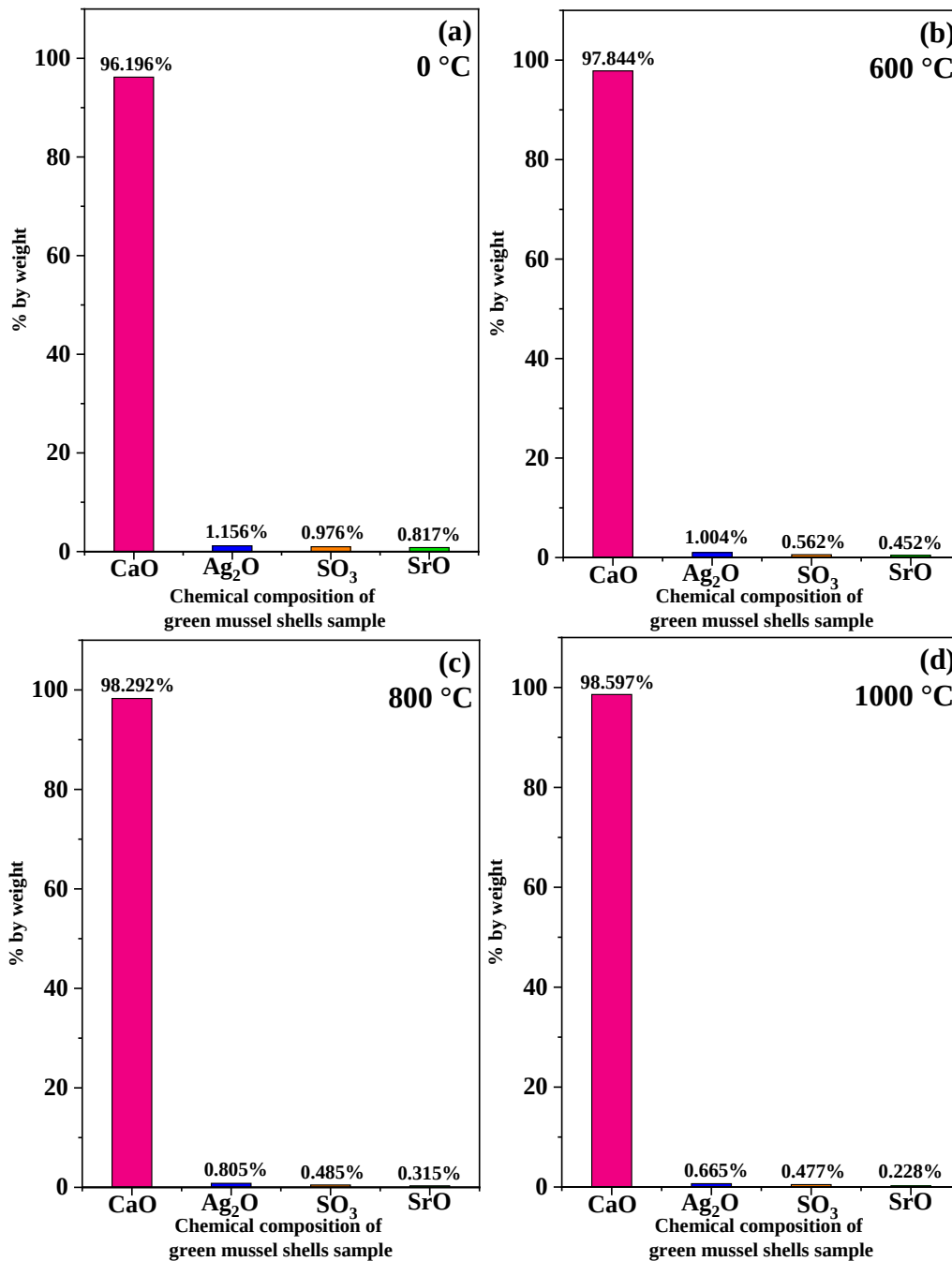


ภาพที่ 1 เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของเปลือกหอยแมลงภู่น้ำด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหอยแมลงภู่น้ำด้วยเทคนิค XRF ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน (0, 600, 800 และ 1000 องศาเซลเซียส) พบว่าองค์ประกอบหลักคือ CaO มีสัดส่วนสูงมากในทุกสภาวะ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ขณะที่องค์ประกอบรอง ได้แก่ Ag_2O , SO_3 และ SrO มีค่าลดลงอย่างชัดเจนเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังรูปภาพที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า CaO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการสลายของสารอินทรีย์หรือองค์ประกอบรองระหว่างการเผา ค่าที่สูงถึง 98.597% ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส จัดว่าอยู่ในช่วงปกติถึงค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่าอ้างอิง (~95-97%) ซึ่งอาจหมายถึงความบริสุทธิ์ของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย Ag_2O พบในระดับสูงผิดปกติ (มากกว่า 1% ที่ 0 องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับแหล่งอื่นที่โดยทั่วไปไม่พบ Ag หรือพบในระดับต่ำมาก (<0.1%) ค่าที่พบอาจหมายถึง การปนเปื้อนของโลหะหนักจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรให้ความสำคัญในการประเมินคุณภาพน้ำ หรือผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์บริเวณชายฝั่ง SO_3 มีค่าลดลงตามอุณหภูมิ ซึ่งอาจเนื่องจากการสลายตัวของซัลเฟตหรือสารอินทรีย์ภายในโครงสร้างเปลือก ค่าที่พบ (<1%) จัดอยู่ในช่วงปกติของเปลือกหอยทะเลทั่วไป และ SrO มีค่าสูงในช่วงอุณหภูมิต่ำ (0.817% ที่ 0 องศาเซลเซียส) และลดลงตามลำดับเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สอดคล้องกับแนวโน้มของ Sr ที่มักพบแทนที่ Ca ในโครงสร้างของเปลือกหอยบางส่วน ค่า SrO ในเปลือกหอยอยู่ในช่วงประมาณ 0.1-0.5% ซึ่งหมายความว่าค่าที่พบในงานวิจัยนี้อาจสูงกว่าปกติในบางช่วง อันอาจบ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะของแหล่งน้ำที่หอยอาศัยอยู่ [1-2]



ภาพที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างเปลือกหอยแมลงภู่มุ่แต่ละอุณหภูมิ

4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาองค์ประกอบของธาตุที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์ โดยทำการเก็บเปลือกหอยแมลงภู่มุ่จังหวัดสมุทรปราการ อ่าวไทยมาศึกษาซึ่งได้นำมาเผาที่อุณหภูมิที่ 0, 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส จากนั้นทดลองวัดค่าด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์ผลที่ได้สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบ CaO มีลักษณะสอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐานของเปลือกหอยแมลงภู่มุ่ SO₃ มีค่าลดลงตามอุณหภูมิเนื่องจากการสลายตัวของซัลเฟตหรือสารอินทรีย์ภายในโครงสร้างเปลือก ขณะที่ Ag₂O และ SrO ที่พบในระดับสูงกว่าปกติอาจบ่งชี้ถึง



ผลกระทบจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนหรือมีแร่ธาตุเฉพาะตัว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นตัวชี้ทางสิ่งแวดล้อมในการติดตามคุณภาพน้ำชายฝั่งได้ต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] A. Prihanto et al., (2022) Utilization of green mussel shell waste for calcium carbonate synthesis through the carbonation method with temperature variation [cited 2025 April 1]. from doi:10.1088/1755-1315/1098/1/012022
- [2] M.A. Irfa'i et al., (2022) Precipitated calcium carbonate derived from green mussel shells extracted from magnesium chloride containing solution [cited 2025 April 1] from doi:10.1088/1755-1315/1098/1/012021
- [3] M.D. Isnaini et al., (2025) Waste-derived CaO from green mussel shells as a highly stabilized and superior sorbent for cyclic CO₂ capture [cited 2025 April 1] from doi:10.1016/j.clet.2025.100956
- [4] W. Srichanachaichok et al., (2023) Micro/Nano Structural Investigation and Characterization of Mussel Shell Waste in Thailand as a Feasible Bioresource of CaO [cited 2025 April 1] from doi:10.3390/ma16020805
- [5] S. Rowchai et al., (2007) Contamination of heavy metals and bacteria in cockle and green-lipped mussel cultured in coastal area of Changwat Samut Prakarn [cited 2025 July 23].