

การใช้กระบวนการลดการปนเปื้อนในหอยสองฝาเพื่อลดปริมาณไมโครพลาสติกในหอยแครง (*Anadara granosa* L.)

ศิรษา กฤษณะพันธุ์ จิรายุ สรประสิทธิ์ และปฏิณญา ชูสุวรรณ

สาขาวิชาทรัพยากรประมงและชายฝั่ง โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

E-mail: kanutr@hotmail.com

รับบทความ: 5 กรกฎาคม 2564 แก้ไขบทความ: 2 พฤศจิกายน 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 10 พฤศจิกายน 2564

บทคัดย่อ

กระบวนการลดการปนเปื้อนในหอยสองฝาเพื่อลดปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครง (*Anadara granosa*) จากอำเภอกาบัง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการพักหอยแครงในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดที่มีอัตราการไหลของน้ำ 17 ลิตรต่อนาทีเป็นเวลา 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองเนื้อหอยแครงมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 10.40 ± 0.44 ชิ้นต่อกรัม หรือ 18.28 ± 7.42 ชิ้นต่อตัว ภายหลังจากกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง พบว่าเนื้อหอยแครงมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 8.07 ± 0.32 6.05 ± 0.35 4.07 ± 0.30 และ 3.54 ± 0.25 ชิ้นต่อกรัม ตามลำดับ โดยปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครงลดลงร้อยละ 32.28 50.88 68.49 และ 74.84 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อหอยแครงมีไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 63) รองลงมาคือแบบไม่แน่นอน (ร้อยละ 18) แบบแท่ง (ร้อยละ 16) แบบวงรี (ร้อยละ 2) และแบบกลม (ร้อยละ 1) และมีไมโครพลาสติกแบบไม่มีสีมากที่สุด (ร้อยละ 34.72) รองลงมาคือสีน้ำเงิน (ร้อยละ 24.96) สีแดง (ร้อยละ 20.88) สีดำ (ร้อยละ 11.6) สีเขียว (ร้อยละ 5.36) และสีน้ำตาลพบน้อยที่สุด (ร้อยละ 2.44) ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครงลดลงเมื่อระยะเวลาของกระบวนการลดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: หอยแครง ไมโครพลาสติก กระบวนการลดการปนเปื้อน

Use of Depuration Process for Decreasing of Microplastics in Blood Cockles (*Anadara granosa* L.)

Sirusa Kritsanapuntu*, Jirayu Sonprasit and Patinya Choosuwan

Department of Fishery and Coastal Resources, Faculty of Innovative Agriculture and Fishery Establishment
Project, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, Surat Thani 84000, Thailand

*E-mail: kanutr@hotmail.com

Received: 5 July 2021 Revised: 2 November 2021 Accepted: 10 November 2021

Abstract

The use of depuration process in bivalves for decreasing amount of microplastics in blood cockle (*Anadara granosa*) from Tha Chang district, Surat Thani Province was determined. Blood cockle were placed in close recirculation depuration system with a flow rate of 17 L min⁻¹ for a period of 0, 12, 24, 36 and 48 hours. Results showed that the initial amount of microplastics before the depuration process was 10.40±0.44 particles g⁻¹ or 18.28±7.42 particles per individuals. After the depuration process, the average amount of microplastics were 8.07±0.32, 6.05±0.35, 4.07±0.30 and 3.54±0.25 particles g⁻¹ at 12, 24, 36, and 48-hour depuration, respectively. The amount of microplastics in blood cockle decreased after depuration time was 32.28, 50.88, 68.49 and 74.48 %, respectively. At the end of the experiment, the most abundant shape of microplastic was fibre (63%), followed by irregular shape (18%), rod (16%), sphere shape (2%) and pellet (1%). In addition, the most frequent microplastic color was colorless (34.72%), followed by blue (24.96%), red (20.88%), black (11.6%), green (5.36%) and brown (2.44%). The present study indicated that decreasing amount of microplastic in blood cockles showed direct relationship with increasing depuration periods.

Keywords: Blood cockle, *Anadara granosa*, Microplastics, Depuration process

บทนำ

ไมโครพลาสติก (microplastic) เป็นชิ้นพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่มหาสมุทรโดยทางอ้อมจากการย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเข้าสู่

มหาสมุทรโดยตรงจากการทิ้งโดยไม่ตั้งใจของอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก (Wright *et al.*, 2013) ไมโครพลาสติกมีสมบัติที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถดูดซับสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสารพิษที่สามารถสะสมทางชีวภาพและสารพิษอื่น ๆ

เช่น สารมลพิษตกค้างยาวนาน (persistent organic pollutants: POP) โลหะหนัก (Mato *et al.*, 2001; Fossi *et al.*, 2014; Barboza and Gimenez, 2015) และสารแต่งเติมหรือสารเคมีที่สามารถดูดซับได้จากน้ำทะเล (Lusher *et al.*, 2017) ส่วนไมโครพลาสติกที่ไม่ละลายน้ำจะเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์โดยจะก่อตัวเป็น biofilm (กลุ่มของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่รวมกัน) ทำให้ไมโครพลาสติกหนักและจมตัวลงรวมเข้ากับตะกอน (Zettler *et al.*, 2013) จึงสามารถพบไมโครพลาสติกได้ในเขตทะเลลึก น้ำ ตะกอน และสิ่งมีชีวิต (Taylor *et al.*, 2016) นอกจากนี้ไมโครพลาสติกยังสามารถลำเลียงเชื้อโรคและจุลินทรีย์ที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ (Kirstein *et al.*, 2016; Vandermeersch *et al.*, 2015) เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและมีลักษณะคล้ายแพลงก์ตอนจึงเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตผ่านการกรองกินในกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ (Wright *et al.*, 2013) สัตว์เหล่านี้จึงรับไมโครพลาสติกเข้าไปโดยไม่ตั้งใจ (Auta *et al.*, 2017) โดยไมโครพลาสติกอาจอยู่ในทางเดินอาหารซึ่งถูกกำจัดออกมาเป็นมูลหรือไปอยู่ในเนื้อเยื่ออื่น ๆ ของร่างกาย (Brennecke *et al.*, 2015; Browne *et al.*, 2008) ดังนั้นสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะสะสมไมโครพลาสติกภายในร่างกาย ส่งผลให้เกิดความเสียหายจากการอุดตันและรอยถลอกภายในเนื้อเยื่อ รวมทั้งไมโครพลาสติกยังเป็นตัวกลางสะสมสารพิษที่อาจรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อและก่อให้เกิดความผิดปกติของเซลล์ได้ (Wright *et al.*, 2013) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมที่สำคัญ เช่น การหายใจ การกินอาหาร การสืบพันธุ์ กระบวนการเผาผลาญโมเลกุลและการเผาผลาญไขมัน (Avio *et al.*, 2015; Taylor *et al.*, 2016)

จากรายงานการศึกษาพบไมโครพลาสติกในอาหารประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอาหารทะเล (Karami *et al.*, 2017; Wright and Kelly, 2017; Yang *et al.*, 2015) เช่น หอยแมลงภู่และสัตว์ในกลุ่มกุ้งและปู พบว่ามีไมโครพลาสติกสะสมในทางเดินอาหารมากที่สุด (Lusher *et al.*, 2017) ซึ่งไมโครพลาสติกเหล่านี้ยังไม่ถูกกำจัดออกก่อนถึงผู้บริโภค ดังนั้นไมโครพลาสติกสามารถผ่านเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ผ่านทางอาหารและอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของอาหารและสุขภาพของผู้บริโภคได้ (Vandermeersch *et al.*, 2015)

หอยเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศจึงได้รับความสนใจในการนำมาใช้ในการศึกษาทางด้านการสะสมสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมรวมถึงไมโครพลาสติก เนื่องจากพฤติกรรมการกรองกินอาหาร (filter feeding) ของหอยสองฝาโดยเฉพาะหอยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเช่น หอยนางรม หอยแมลงภู่ และหอยเชลล์ (GESAMP, 2016) นอกจากนี้ยังมีหอยแครง (*Anadara granosa*) ซึ่งเป็นหอยทะเลเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยและต่างประเทศ พบอาศัยอยู่ตามหาดโคลนหรือเลนอ่อนบริเวณชายฝั่งทะเลติดกับบริเวณปากแม่น้ำและป่าชายเลนที่มีปริมาณสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง จึงทำให้หอยแครงอาจปนเปื้อนสิ่งสกปรกจากปัญหาด้านมลพิษทางน้ำที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนากระบวนการลดปริมาณแบคทีเรียและสิ่งปนเปื้อนในหอยสองฝาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภคหลายวิธี เช่น การนำหอยจากแหล่งเลี้ยงที่ได้รับการปนเปื้อนไปสู่แหล่งเลี้ยงที่น้ำมีความสะอาดไม่ได้รับการปนเปื้อนเพื่อให้หอยทำความสะอาดตัวเอง (self-purification) โดยกระ-

บวนการทางชีวภาพ หรือ การลดการปนเปื้อนในตัวอย่างด้วยกระบวนการลดการปนเปื้อน (depu-ration) ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องในการทำให้หอยขับสิ่งปนเปื้อนออกด้วยตัวเองโดยการพักหอยในน้ำสะอาด ในที่นี้ไม่ได้หมายความว่า จะสามารถลดการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ทั้งหมด แต่หอยที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนยังคงมีชีวิต สะอาด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Richards, 1988)

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้กระบวนการลดการปนเปื้อนของหอยสองฝาในการลดปริมาณไมโครพลาสติกในหอยแครง (*A. granosa*) เพื่อเป็นแนวทางการลดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจให้อยู่ในระดับความปลอดภัยทางอาหาร (food safety) ของผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างหอยแครง (*Anadara granosa*) จำนวน 300 ตัว ที่ระดับความลึก 3 เมตรขณะน้ำขึ้น จากฟาร์มเลี้ยงหอยแครง อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ประกอบด้วยความเค็ม อุณหภูมิ น้ำทะเล pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) การดำเนินงานลดการปนเปื้อนรวมทั้งวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของไมโครพลาสติกในหอยแครง ณ ห้องปฏิบัติการของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

กระบวนการลดการปนเปื้อน

เตรียมตู้กระจกที่บรรจุน้ำทะเลจากแหล่ง-

น้ำธรรมชาติจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแครง ปริมาตร 250 ลิตร ความเค็ม 16 psu กรองผ่านผ้ากรองขนาด 5 ไมครอน ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 20 – 23 องศาเซลเซียส ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด (closed recirculating system) โดยน้ำที่ใช้ในกระบวนการลดการปนเปื้อนผ่านการกรองด้วยหินภูเขาไฟและผ้ากรองขนาด 5 ไมครอนและเติมอากาศก่อนไหลวนกลับในอัตราการไหลของน้ำที่ 17 ลิตรต่อนาที (ดัดแปลงจากวิธีการของ Supichayangure *et al.*, 1997)

นำหอยแครงมาทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งมีชีวิตและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนเปลือกหอย และล้างน้ำหนักและวัดความยาวเปลือกจำนวน 100 ตัวแบบรายตัว หลังจากนั้นจึงนำหอยแครงลงพักในตู้กระจกที่เตรียมไว้ ให้อากาศผ่านหัวทรายตลอดเวลาขณะทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างหอยแครงครั้งละ 50 ตัวก่อนเริ่มกระบวนการลดการปนเปื้อน และที่เวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติก

การวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติก

แกะเปลือกหอยแครงและล้างน้ำหนักเนื้อสดแบบรายตัวก่อนนำไปย่อยตามวิธีการของ Cole *et al.* (2014) โดยเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ให้ท่วมตัวอย่างให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 1.2 ไมโครเมตร (GF/C) และนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ผ่านการอบมาจำแนกไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (compound light microscope: Olympus CX-31) ถ่ายรูปพร้อมบันทึกปริมาณ รูปร่าง ขนาดและสีของไมโครพลาสติกที่พบตามวิธีการของ Lusher *et al.* (2017)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครงที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนที่ระยะเวลาต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

คุณภาพน้ำทะเล

ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทะเลบริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแครงพบว่า ความเค็ม อุณหภูมิ น้ำทะเล pH และ DO มีค่าเฉลี่ย 16±0.8 psu 22±1 องศาเซลเซียส 7.9±0.04 และ 4.3±0.7 mg/L ตามลำดับ

ขนาดและน้ำหนักของหอยแครง

ตัวอย่างหอยแครงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความยาวเปลือกเฉลี่ย 2.59±0.41 เซนติเมตร (2.30–3.10 เซนติเมตร, n = 100) น้ำหนัก (รวมเปลือก) เฉลี่ย 5.87±1.29 กรัมต่อตัว (4.12–10.07 กรัม, n = 100) และน้ำหนักเนื้อเฉลี่ย 1.76±0.44 กรัมต่อตัว เมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง หอยแครงมี

น้ำหนักเนื้อเฉลี่ย 1.53±0.32 1.48±0.35 1.41±0.30 และ 1.29±0.25 กรัม ตามลำดับ หรือหอยแครงมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 13.07 15.91 19.88 และ 26.14 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 48 ชั่วโมง หอยแครงมีอัตราการร้อยละ 100

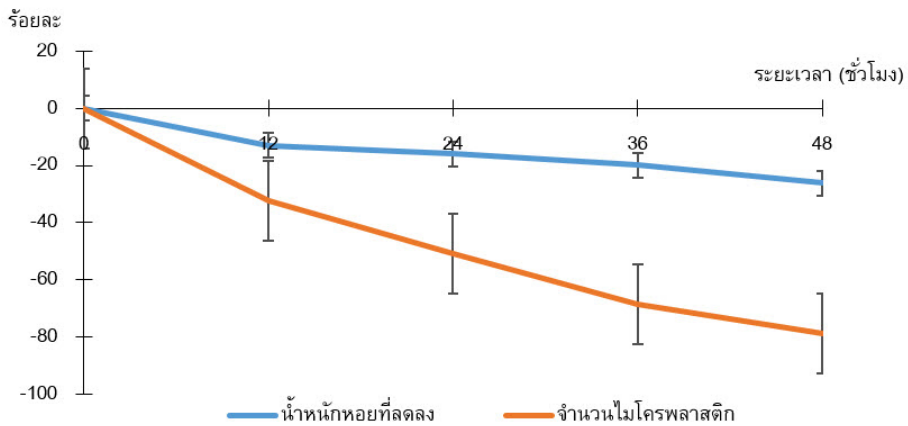
จำนวนของไมโครพลาสติก

จำนวนไมโครพลาสติกทั้งจำนวนชิ้นต่อตัว จำนวนชิ้นต่อน้ำหนักเนื้อหอย และร้อยละของการลดลงในแต่ละระยะเวลาของกระบวนการลดการปนเปื้อนมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) (ตาราง 1 และภาพที่ 1) เมื่อเริ่มการทดลองพบจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ย 18.28±7.42 ชิ้นต่อตัว หรือ 10.40±0.44 ชิ้นต่อกรัม เมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง พบจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยมีค่าลดลง (12.38±3.86 8.98±2.69 5.76±1.48 และ 4.6±1.77 ชิ้นต่อตัว หรือ 8.07±0.32 6.05±0.35 4.07±0.30 และ 3.54±0.25 ชิ้นต่อกรัม ตาม ลำดับ) โดยหอยแครงที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง มีร้อยละของไมโครพลาสติกลดลง 32.28 50.88 68.49 และ 74.84 ตามลำดับ

ตาราง 1 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยที่พบในเนื้อหอยแครงเมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนที่เวลาต่างกัน

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	จำนวน (ชิ้น/ตัว)*	จำนวน (ชิ้น/กรัม)*	การลดลง (ร้อยละ)*
0 (เริ่มต้น)	18.28 ^a ±7.42 (4–40)	10.40 ^a ±0.44 (0.98–3.0)	–
12	12.38 ^b ±3.86 (4–22)	8.07 ^b ±0.32(1.08–2.30)	32.28 ^d
24	8.98 ^c ±2.69 (4–15)	6.05 ^b ±0.35 (1.05–2.81)	50.88 ^c
36	5.76 ^d ±1.48 (3–9)	4.07 ^c ±0.30 (0.93–1.93)	68.49 ^b
48	4.6 ^d ±1.77 (1–10)	3.54 ^c ±0.25 (0.92–1.89)	74.84 ^a

*อักษรภาษาอังกฤษเหนือค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 ร้อยละของน้ำหนักเนื้อหอยแครงและจำนวนไมโครพลาสติกเมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง

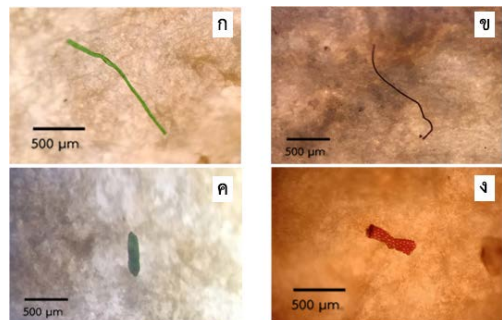
รูปร่างของไมโครพลาสติก

เมื่อเริ่มการทดลองไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อหอยแครงมีรูปร่าง 5 แบบ (ภาพที่ 2) โดยพบแบบเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 38) รองลงมาคือแบบไม่แน่นอน (ร้อยละ 25) แบบแท่ง (ร้อยละ 22) แบบกลม (ร้อยละ 12) และแบบวงรี (ร้อยละ 3) เมื่อตัวอย่างหอยแครงผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง พบไมโครพลาสติกแบบเส้นใย แบบไม่แน่นอน แบบแท่ง แบบกลมและแบบวงรีในปริมาณที่ต่างต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 63) รองลงมาคือ แบบไม่แน่นอน (ร้อยละ 18) แบบแท่ง (ร้อยละ 16) แบบกลม (ร้อยละ 1) และแบบวงรี (ร้อยละ 2) ดังในภาพที่ 3

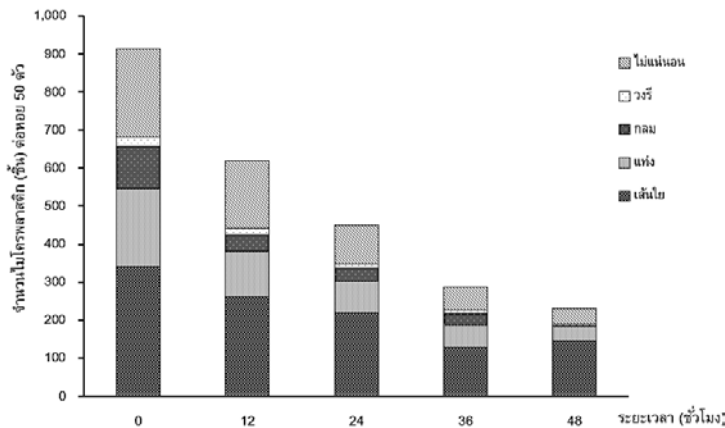
ขนาดของไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกที่พบแบบเส้นใยในเนื้อหอยแครงเมื่อเริ่มการทดลองมีความยาวเฉลี่ย 0.87 ± 0.85 มิลลิเมตร เมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง มีความ

ยาวเฉลี่ย 0.89 ± 0.79 0.81 ± 0.76 0.78 ± 0.88 และ 1.01 ± 0.86 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกแบบเส้นใย แบบไม่แน่นอน แบบแท่ง แบบกลมและแบบวงรีในเนื้อหอยแครงที่ผ่านการกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมงมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) (ตาราง 2)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อหอยแครงของการศึกษาในครั้งนี้ (ก) และ (ข) แบบเส้นใย (ค) แบบแท่ง และ (ง) แบบไม่แน่นอน



ภาพที่ 3 ปริมาณไมโครพลาสติก (จำแนกตามรูปร่าง) ในเนื้อหอยแครงเมื่อผ่านการกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ในเนื้อหอยแครงที่ผ่านการกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง

รูปร่าง	ระยะเวลาการกระบวนการลดการปนเปื้อน (ชั่วโมง)*				
	0	12	24	36	48
แบบเส้นใย	0.87 ^b ±0.85	0.89 ^b ±0.79	0.81 ^b ±0.76	0.78 ^b ±0.88	1.01 ^a ±0.86
แบบแห้ง	0.15 ^b ±0.31	0.16 ^b ±0.22	0.17 ^b ±0.25	0.12 ^b ±0.11	0.21 ^a ±0.36
แบบกลม	0.06 ±0.05	0.07 ±0.04	0.05 ±0.03	0.06 ±0.04	0.04 ±0.01
แบบวงรี	0.11 ^a ±0.08	0.12 ^a ±0.09	0.06 ^b ±0.02	0.09 ^b ±0.02	0.14 ^a ±0.09
แบบไม่นั่นอน	0.26 ±0.45	0.22 ±0.36	0.29 ±0.55	0.38 ±0.52	0.25 ±0.31

*อักษรภาษาอังกฤษเหนือค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สีของไมโครพลาสติก

สีของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อหอยแครงตลอดระยะเวลาการศึกษา พบทั้งหมด 6 สี ประกอบด้วยแบบไม่มีสีมากที่สุด (ร้อยละ 34.72) รองลงมาคือสีน้ำเงิน (ร้อยละ 24.96) สีแดง (ร้อยละ 20.88) สีดำ (ร้อยละ 11.6) สีเขียว (ร้อยละ 5.36) และสีน้ำตาลพบน้อยที่สุด (ร้อยละ 2.44)

อภิปรายผล

การใช้กระบวนการลดการปนเปื้อนในหอยสองฝาเพื่อลดปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อ

หอยแครง (*Anadara granosa*) จากอำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานีในครั้งนี้ พบว่า เนื้อหอยแครงมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 8.07 ± 0.32 6.05 ± 0.35 4.07 ± 0.30 และ 3.54 ± 0.25 ชิ้นต่อกรัม หรือปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครงลดลงเฉลี่ยร้อยละ 32.28 50.88 68.49 และ 74.84 ภายหลังผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนไมโครพลาสติกในเนื้อหอยแครงลดลงเมื่อระยะเวลาของกระบวนการลดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการ

ศึกษานี้พบการลดลงของน้ำหนักหอยแครงภายหลังผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนที่ระยะเวลาต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าอาจเกิดจากหอยแครงได้คายดินโคลนที่สะสมภายในเปลือกออกสู่ภายนอก ทำให้น้ำหนักของหอยที่ลดลงแปรผันตามปริมาณดินโคลนที่สะสมภายในเปลือกและระยะเวลาที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อน

ถึงจะมีรายงานการพบไมโครพลาสติกในหอยสองฝาหลากหลายชนิดแต่ส่วนมากเป็นการรายงานในหอยแมลงภู่ ในการตรวจสอบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยแครงครั้งนี้มีค่าเฉลี่ย 10 ชิ้นต่อตัว (1–40 ชิ้นต่อตัว) โดยพบไมโครพลาสติกในหอยแครงในทุกช่วงเวลาการศึกษา (ร้อยละ 100) ทั้งนี้ Chongcharoen and Bunko (2019) ตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาของจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า หอยแครงจากอำเภอท่าฉาง มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน 3.13 ± 2.25 ชิ้นต่อกรัม น้อยกว่าการศึกษาในครั้งนี้ที่พบไมโครพลาสติกในหอยแครงก่อนเริ่มกระบวนการลดการปนเปื้อน เฉลี่ย 10.40 ± 0.44 ชิ้นต่อกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Fitri and Patria (2019) ที่พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยแครง (*A. granosa*) บริเวณป่าชายเลนทางทิศตะวันออกของสุมาตราตอนกลางในประเทศอินโดนีเซีย เฉลี่ย 10.00 ± 0.98 ชิ้นต่อกรัม โดย Ward and Kach (2009) ให้เหตุผลว่าความแตกต่างของฤดูกาลมีผลต่อปริมาณการฟุ้งของตะกอนไมโครพลาสติกและทำให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ตามพื้นท้องน้ำมีโอกาสได้รับไมโครพลาสติกต่างกัน

การรายงานการศึกษาผลของกระบวนการลดการปนเปื้อนต่อปริมาณไมโครพลาสติกในหอยมีค่อนข้างน้อย (Birnstiel *et al.*, 2019)

แต่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ดังในการศึกษานี้ที่แสดงให้เห็นว่าหอยแครงที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง มีอัตราการร้อยละ 100 จำนวนไมโครพลาสติกลดลงคิดเป็นร้อยละ 32.28 50.88 69.49 และ 74.84 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Woods *et al.* (2018) ที่ทำการลดการปนเปื้อนของหอยแมลงภู่สีน้ำเงิน (*Mytilus edulis*) จากบริเวณอ่าวเมน ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าปริมาณของไมโครพลาสติกลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยหลังจากผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 6 ชั่วโมงพบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 63 ± 20 van Cauwenberghe and Janssen (2014) รายงานว่าในหอยแมลงภู่ชนิดเดียวกันจากฟาร์มในเขตทะเลเหนือ (North Sea) และหอยตะโกรม (*Cras-sostrea gigas*) จากมหาสมุทรแอตแลนติก เมื่อผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าหอยแมลงภู่และหอยตะโกรมมีปริมาณไมโครพลาสติกคิดเป็นร้อยละ 33 และร้อยละ 25 ตามลำดับ

กระบวนการลดการปนเปื้อนช่วยลดปริมาณไมโครพลาสติกได้ในหอยหลายชนิด แต่ยังคงพบไมโครพลาสติกหลงเหลืออยู่ในตัวหอยแม้จะผ่านไปนานถึง 48 วัน เช่น Browne *et al.* (2008) ที่ติดตามการเคลื่อนที่และการคงอยู่ของไมโครพลาสติกในตัวหอยแมลงภู่สีน้ำเงิน (*M. edulis*) จากคอร์นวอลล์ สหราชอาณาจักรเมื่อนำมาพักไว้ในน้ำสะอาดหลังจากการแช่หอยเป็นเวลา 3 ชั่วโมงในน้ำที่มีการใส่ไมโครพลาสติกรูปทรงกลมลงไป พบไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารและท้องน้อย (gut cavity and digestive tubules) ภาย-

ในเวลา 12 ชั่วโมงและพบในระบบเลือดในเวลา 3 วัน ทั้งนี้ปริมาณไมโครพลาสติกตกลงต่ำที่สุดหลังจากพักหอยในน้ำสะอาดเป็นเวลา 12 วัน แต่ยังคงพบไมโครพลาสติกในเลือดของหอยแมลงภู่ที่พักไว้นานถึง 48 วัน Xu *et al.* (2017) พบว่าการหอยสองฝาชนิด *Atactodea striata* ที่พบบริเวณหาดทรายของฮ่องกงมาพักในน้ำทะเลสะอาดเป็นเวลา 7 วันยังคงพบไมโครพลาสติกตกค้างในตัวหอยแม้ว่าปริมาณไมโครพลาสติกจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญแล้วก็ตาม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้หอยแครงที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 48 ชั่วโมงยังคงพบไมโครพลาสติกตกค้างอยู่ Birnstiel *et al.*, 2019 ให้ความเห็นว่าการลดการปนเปื้อนในหอยแมลงภู่สีน้ำตาล (*Perna perna*) เป็นการช่วยลดปริมาณไมโครพลาสติกที่อยู่ในทางเดินอาหาร แต่การที่ยังพบไมโครพลาสติกหลงเหลือในหอยที่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนเป็นเวลา 96 ชั่วโมงแสดงให้เห็นว่ายังใช้เวลานานพอที่จะกำจัดไมโครพลาสติกให้หมดอย่างสมบูรณ์หรืออาจเป็นเพราะไมโครพลาสติกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่นของตัวหอย ทั้งนี้ไมโครพลาสติกสามารถสะสมตามอวัยวะต่าง ๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องได้รับผ่านการกินเท่านั้น ไมโครพลาสติกอาจเกาะติดกับพื้นผิวของเนื้อเยื่ออื่น ๆ รวมถึงระบบหมุนเวียนเลือดด้วย (Browne *et al.*, 2008) แสดงให้เห็นว่า ไมโครพลาสติกอาจส่งผ่านไปยังผู้บริโภคลำดับถัดไปได้ Ribeiro *et al.* (2017) โดย Browne *et al.* (2008) รายงานว่าพบไมโครพลาสติกในนกและปลา แต่ยังไม่สามารถสรุปชี้ชัดได้ถึงกระบวนการถ่ายทอดไมโครพลาสติกที่เชื่อมโยงผ่านห่วงโซ่อาหาร แม้ว่ากระบวนการลดการปนเปื้อนจะช่วยลดจำนวนไมโครพลาสติกในหอยได้ แต่ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ยังคง

อยู่ในตัวหอย ทั้งนี้ข้อมูลที่แสดงถึงความสามารถในการกำจัดไมโครพลาสติกออกจากร่างกายของสัตว์น้ำยังมีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป (Ward *et al.*, 2019) เพื่อกำหนดผลกระทบของกระบวนการลดการปนเปื้อนที่มีต่อการกำจัดไมโครพลาสติกในหอยสองฝาให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการที่หอยจะคายไมโครพลาสติกออกมาให้หมดหรือมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ประจำปีการศึกษา 2562

เอกสารอ้างอิง

- Arao, T., Ishikawa, S., Murakami, M., Abe, K., Maejima, Y., and Makino, T. (2010). Heavy metal contamination of agricultural soil and countermeasures in Japan. **Paddy and Water Environment** 8(3): 247–257.
- Auta, H., Emenike, C., and Fauziah, S. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. **Environmental International** 102: 165–176.
- Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., Errico, G., Pauletto, M., Bargelloni, L., and Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. **Environmental Pollution** 198: 211–222.

- Barboza, L. G. A., and Gimenez, B. C. G. (2015). Microplastics in the marine environment: Current trends and future perspectives. **Marine Pollution Bulletin** 97: 5–12.
- Birnstiel, S., Soares–Gomes, A., da Gama, B. A. P. (2019). Depuration reduces microplastic content in wild and farmed mussels. **Marine Pollution Bulletin** 140: 241–247.
- Brennecke, D., Ferreira, E. C., Costa, T. M., Appel, D., da Gama, B. A. P., and Lenz, M. (2015). Ingested microplastics (>100 µm) are translocated to organs of the tropical fiddler crab *Uca rapax*. **Marine Pollution Bulletin** 96: 491–495.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., and Thompson, C. R. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). **Environmental Science & Technology** 42: 5026–5031.
- Chongcharoen, C., and Bunko, N. (2019) **Microplastics in Bivalve at Suratthani Province**. Student project, Bachelor of Science Program in Fishery Resources. Prince of Songkla University, Suratthani campus. (in Thai)
- Cole, M., Webb, H., Lindeque, P. K., Fileman, E. S., Halsband, C., and Galloway, T. S. (2014). Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. **Scientific Reports** 4: 4528.
- Fitri, S., and Patria, M. P. (2019). Microplastic contamination on *Anadara granosa* Linnaeus 1758 in Pangkal Babu mangrove forest area, Tanjung Jabung Barat district, Jambi. **Journal of Physics: Conference Series** 1282: 1–5.
- Fossi, M. C., Coppola, D., Bains, M., Giannetti, M., Guerranti, C., Marsili, L., Panti, C., de Sabata, E., and Clo, S. (2014). Large filter feeding marine organisms as indicators of microplastic in the pelagic environment: the case studies of the Mediterranean basking shark (*Cetorhinus maximus*) and fin whale (*Balaenoptera physalus*). **Marine Environmental Research** 100: 17–24.
- GESAMP. (2016). **Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment**. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status>, March 26, 2020.
- Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Galloway, T. S., and Salamatinia, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. **Scientific Reports** 7: 46173.
- Kirstein, V., Kirmizi, S., Wichels, A., Garin–Fernandez, A., Eler, R., Loder, M., and Gerdt, G. (2016). Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles. **Marine Environmental Research** 120: 1–8.
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., and Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. **Analytical Methods**. 9: 1346–1360.

- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., and Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. **Environmental Science & Technology** 35: 318–324.
- Ribeiro, F., Garcia, A. R., Pereira, B. P., Fonseca, M., Mestre, N. C., Fonseca, T. G., Ilharco, L. M., and Belianno, M.J. (2017). Microplastics effects in *Scrobicularia plana*. **Marine Pollution Bulletin** 122: 379–391.
- Supichayangure, S., Virulhakul, P., and Wongchinda, N. (1997). Depuration process development in live cockle. **Technical Paper** No. 5/1997. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)
- van Cauwenberghe, L., and Janssen, C. R. (2014). Microplastics in mussels cultured for human consumption. **Environmental Pollution** 193: 65–70.
- Vandermeersch, G., Cauwenberghe, V. L., Janssen, C. R., Marques, A., Granby, K., Fate, G., Kotterman, M. J. J., Diogene, J., Bekaert, K., Robbens, J., and Devriese, L. (2015). A critical review on microplastic quantification in aquatic organisms. **Environmental Research** 143: 46–55.
- Ward, J. E., and Kach, D. J. (2009). Marine aggregates facilitate ingestion of nanoparticles by suspension-feeding bivalves. **Marine Environmental Research** 68(3): 137–142.
- Ward, J. E., Rosa, M., and Shumway, S. E. (2019). Capture, ingestion, and egestion of microplastics by suspension-feeding bivalves: a 40-year history. **Anthropocene Coasts** 2: 29–39.
- Woods, M. N., Stack, M. E., Fields, D. M., Shaw, S. D., and Matrai, P. A. (2018). Microplastic fiber uptake, ingestion, and egestion rates in the blue mussel (*Mytilus edulis*). **Marine Pollution Bulletin** 137: 638–642.
- Wright, S. L., and Kelly, F. K. (2017). Plastic and human health: A micro issue? **Environmental Science & Technology** 51: 6634–6647.
- Wright, S. L. Thompson, R. C., and Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution** 178: 483–492.
- Xu, X.-Y., Lee, W. T., Chan, A. K. Y., Lo, H. S., Shin, P. K. S., and Cheung, S. G. (2017). Microplastic ingestion reduces energy intake in the clam *Atractodea striata*. **Marine Pollution Bulletin** 124: 798–802.
- Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K., and Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic pollution in table salts from China. **Environmental Science & Technology** 49: 13622–13627.
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., and Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the Plastisphere: Microbial communities on plastic marine debris. **Environmental Science & Technology** 47(13): 7137–7146.