

ปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำเสียจากกิจกรรมการแปรรูปมะพร้าวขาว ในจังหวัดสมุทรสงคราม

Quantity and Quality of Wastewaters from Coconut Meat Peeling Process in Samut Songkhram Province

นฤชล ภัทราปัญญาวงศ์*

สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Naruechon Pattarapanyawong*

Andaman Coastal Research Station for Development, Faculty of Fisheries,

Kasetsart University, Bangkok 10900

Received 14 February 2023; Received in revised 29 March 2024; Accepted 20 May 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำเสียจากกิจกรรมการแปรรูปเนื้อมะพร้าวขาวในจังหวัดสมุทรสงคราม ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากสถานประกอบการจำนวน 234 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอ 18 ตำบล ในเดือนกันยายน 2561-เดือนธันวาคม 2562 และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากสถานประกอบการจำนวน 20 แห่ง ในเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2563 ผลการศึกษาสามารถจัดขนาดสถานประกอบการออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก (ร้อยละ 56.5) มีกำลังการผลิตไม่เกินวันละ 1.2 ตัน มีปริมาณน้ำเสีย 1.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน, ขนาดกลาง (ร้อยละ 42.6) มีกำลังการผลิต 0.1-3.0 ตัน/วัน มีปริมาณน้ำเสีย 0.3-3.0 ลูกบาศก์เมตร/วัน และขนาดใหญ่ (ร้อยละ 0.9) มีกำลังการผลิตมากกว่าวันละ 5.0 ตัน ปริมาณน้ำเสียมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตร/วัน น้ำเสียมีที่มาจากการแช่และล้างเนื้อมะพร้าว โดยมีค่า SS, BOD₅, COD และ Oil and Grease อยู่ระหว่าง 72.70- 825.00, 145.50-5,326.00, 287.50-8,742.00 และ 84.00-1,016.00 mg/L ตามลำดับ คุณภาพน้ำเสียหลังไหลผ่านระบบบำบัด มี pH ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่า BOD₅, COD และ Oil and Grease ของน้ำเสียหลังไหลผ่านระบบบำบัดมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 93.6±4.1, 93.8±7.6 และ 94.5±7.5 ตามลำดับ แต่ยังคงมีความเข้มข้นของ SS, BOD₅, COD และ Oil and Grease สูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทั้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560 และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2564

คำสำคัญ: น้ำเสีย; การแปรรูปมะพร้าวขาว; น้ำมันและไขมัน; บีโอดี

Abstract

A study was conducted to determine the quantity and quality of wastewater produced from white coconut meat processing activities in Samut Songkhram Province. The study was performed between September 2018 and December 2019 and covered 234 factories across three districts and 18 sub-districts. In April and May 2020, influent and effluent water samples were collected from 20 sites. Based on the results, the factories were categorized into three groups: small-scale (56.5%) with a production of not exceeding 1.2 tons per day and a wastewater volume of 1.5 cubic meters per day; medium-scale (42.6%) with a production of 0.1-3.0 tons per day and a wastewater volume of 0.3-3.0 cubic meters per day; and large-scale (0.9%) with a production of more than 5.0 tons per day and a wastewater volume of more than 5.0 cubic meters per day. The study found that the wastewater produced from soaking and washing coconut meat had Suspended solids, BOD₅, COD, and Oil and Grease ranging from 72.70-825.00, 145.50-5,326.00, 287.50-8,742.00, and 84.00-1,016.00 mg/L, respectively. Although the effluent water, after flowing through the treatment system, showed a decrease in BOD₅, COD, and oil & grease concentrations by an average of 93.6±4.1%, 93.8±7.6%, and 94.5±7.5%, respectively, it still had suspended solids, BOD₅, COD, and oil & grease concentrations that exceeded the factory sewerage benchmark, according to the Notification of Ministry of Industry regarding Industrial Effluent Standards B.E. 2560 and Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment B.E. 2021.

Keywords: Wastewater; Coconut meat peeling process; Oil and grease; BOD₅

1. บทนำ

จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นเมืองปากแม่น้ำ มีแม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายหลักเชื่อมต่อกับคูคลอง แพรก ลำราง และลำประโดงซึ่งมีจำนวนมากเกิดเป็นโครงข่ายลำน้ำขนาดใหญ่ ทำให้จังหวัดสมุทรสงครามมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรธรรมชาติ เป็นที่อยู่อาศัยของปลากะเบนราหูหรือปลากะเบนน้ำจืดยักษ์ *Urogymnus Polylepis* (Bleeker, 1852) ซึ่งมีสถานะใกล้สูญพันธุ์ มีชายฝั่งทะเลติดอ่าวไทย [1] บริเวณดินดอนปากแม่น้ำเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหอยหลอด (*Solen regularis* Dunker, 1862) ซึ่งเป็นเอกลักษณ์สำคัญของพื้นที่ ด้วยลักษณะภูมิประเทศส่งผลให้ประชากรส่วนใหญ่มีการประกอบอาชีพในภาคการเกษตรและประมง พื้นที่เพาะปลูกมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม มีลักษณะเป็นสวนแบบยกร่อง เชื่อมต่อคลองสาขาและแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งทำให้น้ำจากลำประโดง หรือคลองไหลเวียนเข้าไปถึงพื้นที่สวนตามอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งทำให้เกิดการหมุนเวียนแร่ธาตุและสารอาหาร [2]

เนื้อมะพร้าวและน้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตกะทิพาสเจอร์ไรส์, ผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม, มะพร้าวแปรรูป, น้ำมันมะพร้าว, และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยเนื้อมะพร้าวมีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนในน้ำมะพร้าวอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต, กรดอะมิโน, แคลเซียม แมกนีเซียม, โพแทสเซียม และวิตามิน สารอาหารเหล่านี้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ แต่ยังจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและแปลงกักตุนพืชในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะสมของสารพิษเป็นสาเหตุของภาวะยูโทรฟิเคชันทำให้แหล่งน้ำเกิดการขาดออกซิเจนได้ อีกทั้งน้ำมะพร้าวยังมีสารประกอบที่เป็นฮอร์โมนพืช (Phytohormones) ได้แก่ Auxin, 1,3-Diphenylurea และ Cytokinin ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช [3] จึงมีการนำเอาน้ำมะพร้าวอ่อนใส่ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช [4] หรือนำน้ำมะพร้าวไปเป็นส่วนผสมทำน้ำหมักชีวภาพนำไปเป็นอาหารเสริมในการเพาะปลูกพืช

คุณสมบัติของน้ำมะพร้าวยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์ และกรดแอซิติก (Acetic acid) หรือกรดน้ำส้มน้ำส้มสายชู [5]

ด้วยเหตุที่มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจและทำเลที่ตั้งใกล้แหล่งรับซื้อทำให้จังหวัดสมุทรสงครามมีการดำเนินงานแปรรูปมะพร้าวจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตมะพร้าวขาว (เนื้อมะพร้าวซึ่งผ่านกระบวนการลอกเปลือก กะเทาะกะลา และชุดผิวตาออก เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับกะทิ) สถานประกอบการแปรรูปมะพร้าวมีชื่อเรียกท้องถิ่นว่า “ล้างมะพร้าว” อย่างไรก็ตาม ล้างมะพร้าวถูกร้องเรียนว่าก่อให้เกิดมลภาวะต่อแหล่งน้ำส่งกลิ่นเหม็นสร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่คนในพื้นที่ ปรากฏตามแหล่งข่าวออนไลน์ต่าง ๆ แต่ยังไม่พบรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียจากกิจกรรมการแปรรูปมะพร้าวขาวในจังหวัดสมุทรสงคราม ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำเสีย และคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ลดโอกาสอันอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตสัตว์น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

2. วิธีการศึกษา

2.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไปและปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว

การศึกษาข้อมูลทั่วไปและปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามในระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวบรวมข้อมูลสถานที่ตั้ง, กระบวนการผลิตมะพร้าวขาว, ปริมาณการผลิต และปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ตลอดจนวิธีการจัดการสิ่งของเหลือทิ้งและน้ำเสีย ด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยกำหนดขนาดตัวอย่าง (sample size) ตามสูตร Yamane [6] กำหนดพื้นที่

ศึกษาและขนาดตัวอย่างในเขตอำเภออัมพวา จำนวน 160 แห่ง ในพื้นที่ตำบลวัดประดู่ (57 แห่ง) ตำบลแพรกหนามแดง (52 แห่ง) ตำบลปลายโพรงพาง (24 แห่ง) ตำบลบางแค (15 แห่ง) ตำบลท่าคา (8 แห่ง) ตำบลบางช้าง (4 แห่ง) พื้นที่ศึกษาในเขตอำเภอบางคนที จำนวน 44 แห่ง ในพื้นที่ตำบลบางคนที (13 แห่ง) ตำบลกระดังงา (13 แห่ง) ตำบลบางสะแก (5 แห่ง) ตำบลดอนมะโนรา (5 แห่ง) ตำบลบางนกแขวก (4 แห่ง) ตำบลโรงหีบ (2 แห่ง) ตำบลจอมปลวก (2 แห่ง) และเขตอำเภอเมือง

สมุทรสงคราม จำนวน 30 แห่ง ได้แก่ ตำบลนางตะเคียน (8 แห่ง) ตำบลบางชันแตก (7 แห่ง) ตำบลคลองเขิน (6 แห่ง) ตำบลลาดใหญ่ (5 แห่ง) ตำบลท้ายหาด (4 แห่ง) รวมทั้งสิ้น 234 แห่ง ดัง Figure 1 นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยพิจารณาจัดกลุ่มขนาดสถานประกอบการตามกำลังการผลิตและปริมาณน้ำเสีย ด้วยวิธี K-Means clustering ด้วยโปรแกรม R [7] โดยกำหนดจำนวนกลุ่ม (K) เท่ากับ 3

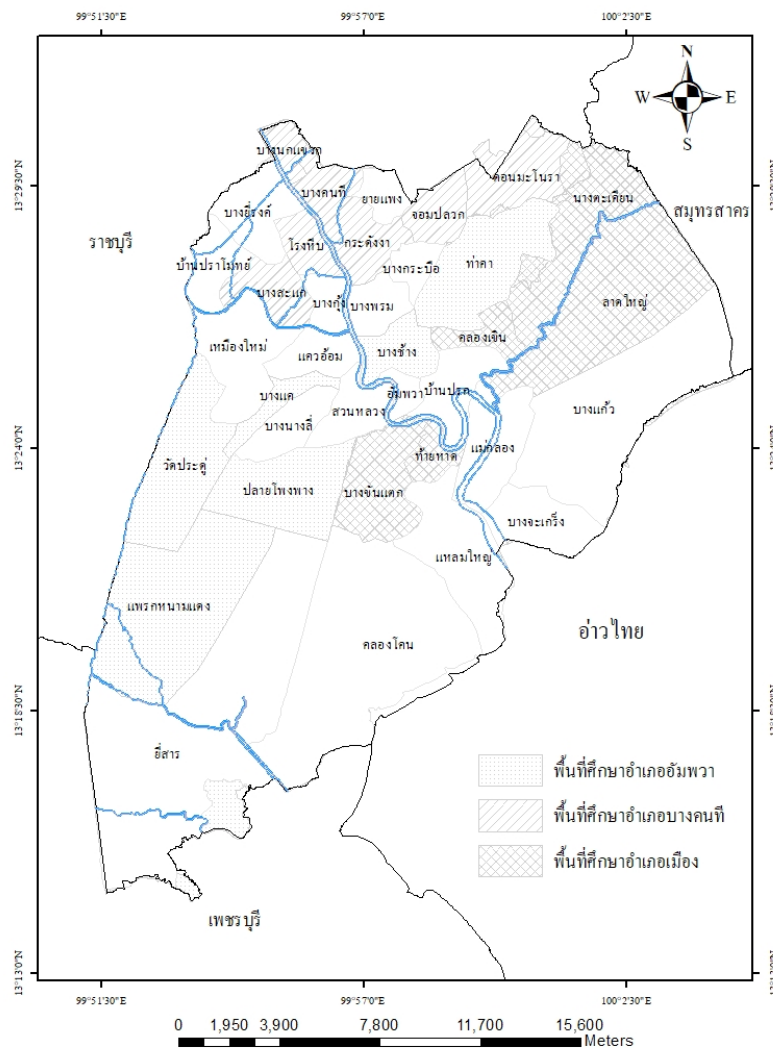


Figure 1 Location map of the study area.

2.2 การศึกษาคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว

การศึกษาคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ใช้วิธีการสุ่มเลือกสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 20 แห่ง (ร้อยละ 10 ของขนาดตัวอย่าง) ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ขนาด และระบบการบำบัดน้ำที่แตกต่างกัน โดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability sampling) ด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi stage sampling) การเก็บตัวอย่างน้ำเสียดำเนินการในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 เป็นตัวแทนช่วงที่มีน้ำเสียปริมาณสูงสุด ดำเนินการตรวจวัดพีเอช (pH) และอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำ YSI รุ่น pro 1020 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วนำกลับไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ BOD₅ (5-day Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), SS (Suspended solids) และ Oil and Grease ตามวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย [8] นำข้อมูลปริมาณน้ำเสีย และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมาทดสอบทางสถิติด้วยวิธี paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม R [7]

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

จากข้อมูลการขึ้นทะเบียนสถานประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวโดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบการจัดแจ้งขึ้นทะเบียนร่วมกับข้อมูลภาคสนามที่ดำเนินการระหว่างเดือนกันยายน 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 พบว่า สถานประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม มีจำนวน 574 แห่ง โดยลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.5 จากปี 2561 (จำนวน 715 แห่ง)

เขตอำเภออัมพวา มีสถานประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวหนาแน่นที่สุด มีจำนวน 384 แห่ง (คิดเป็นร้อยละ 68.9 ของจำนวนทั้งหมด) รองลงมาคือ เขตอำเภอบางคนที มีจำนวน 102 แห่ง (คิดเป็นร้อยละ 18.3 ของจำนวนทั้งหมด) และอำเภอเมืองสมุทรสงคราม จำนวน 71 แห่ง (คิดเป็นร้อยละ 12.8) สถานประกอบกิจการอยู่ในเกณฑ์ต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากการแช่ล้างเนื้อมะพร้าว มีประมาณร้อยละ 70 ของจำนวนทั้งหมด การแปรรูปมะพร้าวมี 2 รูปแบบ คือ การแปรรูปเนื้อมะพร้าวขาว หรือมะพร้าวกะทิ (คิดเป็นร้อยละ 72.2 ของจำนวนทั้งหมด) และมะพร้าวดำ (คิดเป็นร้อยละ 27.8 ของจำนวนทั้งหมด) ผลมะพร้าวที่นำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปมะพร้าวส่วนใหญ่เป็นผลผลิตจากสวนมะพร้าวภายในจังหวัดสมุทรสงคราม บางส่วนสั่งซื้อมาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดชุมพร หรือนำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซีย จึงทำให้มีวัตถุดิบแปรรูปได้ตลอดปี แต่ปริมาณการผลิตจะถูกควบคุมโดยความต้องการของตลาด หรือปริมาณการสั่งซื้อของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งในจังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดนครปฐม สถานประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวที่สั่งซื้อผลมะพร้าวจากแหล่งปลูกอื่นทั้งในประเทศและต่างประเทศจะมีปริมาณการผลิตค่อนข้างคงที่ตลอดปี สำหรับสถานประกอบกิจการแปรรูปมะพร้าวที่ใช้วัตถุดิบจากผลผลิตมะพร้าวในจังหวัด จะมีปริมาณการผลิตสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งส่วนในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม จะมีปริมาณการผลิตต่ำสุด เนื่องจากอุณหภูมิอากาศจะส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อมะพร้าวขาวหลังแปรรูป

3.2 ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว

น้ำเสียจากกระบวนการล้างและแช่เนื้อมะพร้าว มีปริมาณตั้งแต่ 0.3-10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อแห่ง โดยขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต (ตั้งแต่ 40-5,000 กิโลกรัมต่อแห่งต่อวัน) ปริมาณน้ำแช่เนื้อมะพร้าวอยู่ที่ประมาณ

0.5-2.0 เท่าของปริมาณเนื้อมะพร้าวขาว ซึ่งสอดคล้องปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปเนื้อมะพร้าวแห้งในประเทศอินเดีย [9] ส่วนการแปรรูปมะพร้าวดำไม่มีกระบวนการแช่เนื้อมะพร้าวจึงไม่มีน้ำเสีย การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ข้อมูลกำลังการผลิตและปริมาณน้ำเสียเป็นเกณฑ์พิจารณา สามารถจัดขนาดสถานประกอบการออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก, ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ (Figure 2)

โดยสถานประกอบการที่มีกำลังการผลิตมะพร้าวขาวไม่เกินวันละ 1.2 ตัน มีปริมาณน้ำเสียไม่เกิน 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จัดเป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก, สถานประกอบการที่มีกำลังการผลิตต่อวันตั้งแต่ 0.1-3.0 ตัน มีปริมาณน้ำเสียตั้งแต่ 0.3-3.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จัดเป็นสถานประกอบการขนาดกลาง และสถานประกอบการที่มีกำลังการผลิตมากกว่าวันละ 5.0 ตัน มีปริมาณน้ำเสียมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จัดเป็นสถานประกอบการขนาดใหญ่ จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างสถานประกอบการจำนวน 234 แห่ง พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก รองลงมาคือสถานประกอบการขนาดกลาง และสถานประกอบการขนาดใหญ่

มีจำนวนร้อยละ 56.5, 42.6 และ 0.9 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ

และเมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาประกอบกับฐานข้อมูลการขึ้นทะเบียนสถานประกอบการกิจการแปรรูปมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีสถานประกอบการที่มีการแช่ล้างเนื้อมะพร้าว ประมาณร้อยละ 70.5 ของจำนวนสถานประกอบการทั้งหมด จึงคาดการณ์ได้ว่าจังหวัดสมุทรสงครามจะมีปริมาณผลผลิตเนื้อมะพร้าวขาวรวมประมาณ 134,534.8 กิโลกรัมต่อวัน มีปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปประมาณ 264.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

การจัดการคุณภาพน้ำเสีย นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ โดยน้ำเสียจะไหลผ่านตะแกรงดักเศษขยะ แล้วไหลต่อไปยังบ่อดักไขมัน และบ่อเกรอะบ่อซึม ตามลำดับ บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เมตร เรียงต่อกันแนวตั้ง ความสูงของแต่ละบ่อ 1.5 เมตร จำนวน 3 บ่อ เชื่อมต่อกันด้วยท่อพีวีซี สามารถรองรับน้ำเสียประมาณ 5.0 ลูกบาศก์เมตร ภายในบ่อจะใส่ถ่าน ทราบาย และหินกรวดช่วยในการกรอง น้ำเสียที่ไหลผ่านวัสดุกรองจะซึมลงดิน บางส่วนจะไหลลงถังรองส้วนหรือแหล่งน้ำ ระบบ

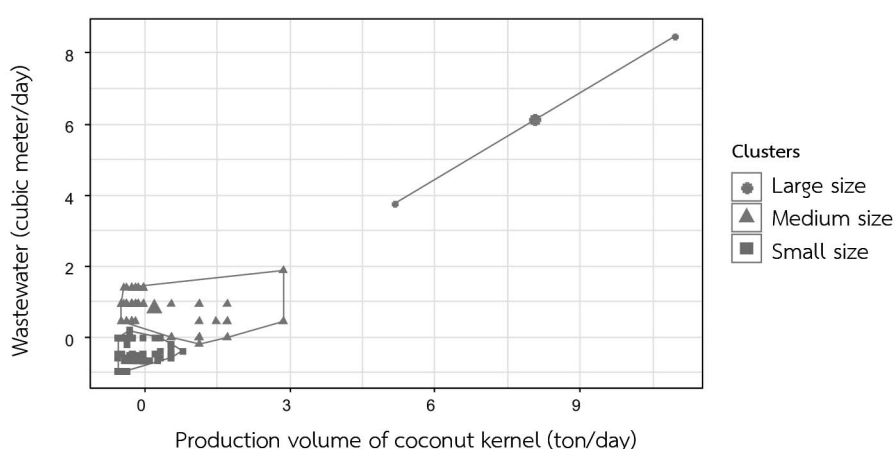


Figure 2 The k-means clustering (small, medium, and large sizes) and data distribution on daily volume of coconut meat production and wastewater.

บำบัดน้ำเสียอีกรูปแบบหนึ่งประกอบด้วยบ่อซีเมนต์ หรือ ถังสำเร็จรูป ขนาดความจุตั้งแต่ 3.0-10.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 5-10 บ่อ ทำหน้าที่เป็นบ่อรองรับน้ำเสีย, บ่อดักไขมัน, ถังหมักไร้อากาศ, บ่อเติมอากาศ และบ่อดกตะกอน น้ำที่ล้นออกจากถังหมักไร้อากาศในสุดท้ายจะไหลลงบ่อเติมอากาศและบ่อดกตะกอน ก่อนจะไหลออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

3.3 คุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสีย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำก่อนไหลผ่านระบบบำบัด (Influent) จากสถานประกอบการแปรรูปมะพร้าวขาวขนาดเล็กจำนวน 10 แห่ง, สถานประกอบการขนาดกลางจำนวน 9 แห่ง และสถานประกอบการขนาดใหญ่จำนวน 1 แห่ง รวมจำนวน 20 แห่ง พบว่า น้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.42-6.76 โดยระดับ pH ในน้ำเสียจากสถานประกอบการขนาดเล็ก และขนาดกลางมีค่าระหว่าง 4.30-6.76 และ 3.60-5.80 ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียจากสถานประกอบการขนาดใหญ่ มีค่า pH

เท่ากับ 3.42, ระดับ SS ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 72.70-825.00 mg/l โดยน้ำเสียจากสถานประกอบการขนาดเล็ก และขนาดกลางมีค่า SS ระหว่าง 72.70-825.00 และ 105.00-554.00 mg/l ตามลำดับ น้ำเสียจากสถานประกอบการขนาดใหญ่ มีค่า SS เท่ากับ 324.00 mg/l เมื่อพิจารณาค่า BOD₅ ของน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว พบว่า มีค่าระหว่าง 145.50-5,326.00 mg/l โดยสถานประกอบการขนาดเล็ก และขนาดกลางมีค่า BOD₅ ระหว่าง 175.00-3,182.00 และ 145.50-5,326.00 mg/l ตามลำดับ น้ำเสียจากสถานประกอบการขนาดใหญ่ มีค่า BOD₅ เท่ากับ 1,285.00 mg/l, COD มีค่าระหว่าง 287.50-8,742.00 mg/l น้ำเสียจากสถานประกอบการแต่ละขนาดมีค่า COD เท่ากับ 287.50-8,170.00, 510.00-8,742.00 และ 2,805.00 mg/l ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Oil and Grease ของน้ำเสีย พบว่า มีค่าระหว่าง 84.00-1,016.00 mg/l โดย Oil and Grease ของสถานประกอบการแต่ละขนาด มีค่าระหว่าง 84.00-2,492.00, 118.00-1,016.00 และ 477.33 mg/l ตามลำดับ (Table 1) และพบว่า มีสถานประกอบการเพียง 5 แห่ง (สถานประกอบ

Table 1 Characteristics of influent water (mg/L) and effluent quality standard.

Parameters	Small scale	Medium scale	Large scale	Std. Value*	Std. Value**
pH	4.30-6.76	4.30-6.76	3.42	5.5-9.0	5.5-9.0
SS (mg/L)	72.70-825.00	105.00-554.00	324.00	≤ 50	≤ 50
BOD ₅ (mg/L)	175.00-3,182.00	145.50-5,326.00	1,285.00	≤ 20	≤ 60
COD (mg/L)	287.50-8,170.00	510.00-8,742.00	2,805.00	≤ 120	-
O&G (mg/L)	84.00-2,492.00	118.00-1,016.00	477.33	≤ 5	≤ 20

Sources: * Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment regarding standards for controlling wastewater drainage from small establishments that produce certain types of goods or provide services, B.E. 2021

** Notification of Ministry of Industry regarding Industrial Effluent Standards B.E. 2560

การขนาดเล็กจำนวน 3 แห่ง และสถานประกอบการขนาดกลาง จำนวน 2 แห่ง) ที่ค่า pH ของน้ำเสียอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560 [10] และมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการ บางประเภท พ.ศ. 2564 (กลุ่มที่ 2) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [11] ค่าความสกปรกของน้ำเสียในพารามิเตอร์อื่น ได้แก่ SS, BOD₅, COD และ Oil and Grease พบว่า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ดัชนีการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biological Index, BI) โดยคำนวณอัตราส่วนของ BOD₅ ต่อ COD เพื่อประเมินความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ [12] พบว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวมีค่า BI ระหว่าง 0.26-0.67 แสดงให้เห็นว่าน้ำเสียมีลักษณะที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ (BI อยู่ในช่วง 0.2-0.3) และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีมาก (BI มากกว่า 0.45) สอดคล้องกับค่า BI ของน้ำเสียจากโรงงานสุรากลั่น (0.23-0.31) [13] และเมื่อพิจารณาสัดส่วนของ COD : BOD₅ พบว่ามีค่าระหว่าง 1.50-3.94 (เฉลี่ย 2.74) โดยจัดอยู่ในเกณฑ์ Easy biodegradable (<2.0) ถึง slowly biodegradable (2.5-5.0) [14] โดยน้ำเสียจากแต่ละแห่งมีความสามารถในการย่อยสลายตามธรรมชาติได้ในระดับที่ต่างกัน

3.4 คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียหลังไหลผ่านระบบบำบัด พบว่า pH มีค่าระหว่าง 5.90-7.80 (ค่าเฉลี่ย 6.79 ± 0.39), SS มีค่าระหว่าง 4-186 mg/L (ค่าเฉลี่ย 26.45 ± 39.34 mg/L), BOD₅ มีค่าระหว่าง 5-164 mg/L (ค่าเฉลี่ย 56.60 ± 53.03 mg/L), COD มีค่าระหว่าง 21-919 mg/L (ค่าเฉลี่ย 116.25 ± 201.27 mg/L) และ Oil and Grease มีค่าระหว่าง 0.15-38.50 mg/L (ค่าเฉลี่ย 10.21 ± 10.23 mg/L) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำทิ้งจากสถานประกอบการแต่ละขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก, ขนาด

กลาง และขนาดใหญ่ มีค่า pH ระหว่าง 5.90-7.20, 6.40-7.80 และ 6.90 ตามลำดับ SS มีค่าระหว่าง 4.00-186.00, 9.00-44.00 และ 43.00 mg/L ตามลำดับ ค่าความสกปรกในรูป BOD₅ มีค่าระหว่าง 5.00-164.00, 7.00-116.00 และ 152.00 mg/L ตามลำดับ COD มีค่าระหว่าง 21.00-919.00, 27.00-120.00 และ 331.00 mg/L ตามลำดับ Oil and Grease มีค่าระหว่าง 0.15-28.50, 2.00-21.00 และ 5.00 mg/L ตามลำดับ

จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวของสถานประกอบการจำนวน 20 แห่ง พบว่า น้ำทิ้งของสถานประกอบการทุกแห่ง มีค่า pH ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560 และมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการ บางประเภท พ.ศ. 2564 (กลุ่มที่ 2) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถานประกอบการจำนวน 19 แห่ง มีค่า SS ไม่เกิน 50 mg/L จัดว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 95.0 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

สถานประกอบการจำนวน 7 แห่ง มีความเข้มข้นของ BOD₅ ไม่เกิน 20 mg/L ซึ่งจัดว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง (คิดเป็นร้อยละ 35.0 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด) โดยเป็นสถานประกอบการขนาดเล็กจำนวน 2 แห่ง และสถานประกอบการขนาดกลางจำนวน 5 แห่ง ที่มีการเพิ่มพื้นที่บ่อรองรับน้ำเสียให้สามารถกักเก็บน้ำเสีย ประมาณ 2-4 เท่าของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน, ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศร่วมกับการเติมจุลินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

คุณภาพน้ำทิ้งของสถานประกอบการ จำนวน 17 แห่ง ประกอบด้วยสถานประกอบการขนาดเล็กจำนวน 8 แห่ง และขนาดกลาง จำนวน 9 แห่ง มีค่า COD ไม่เกิน 120 mg/L และมีสถานประกอบการขนาดเล็กจำนวน 5 แห่ง และขนาดกลางจำนวน 5 แห่ง รวมจำนวน 10 แห่ง มีค่า

Oil and Grease ของน้ำเสีย ไม่เกิน 5 mg/L จัดว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 85.0 และ 55.0 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำก่อนไหลผ่านระบบบำบัด (Influent) และหลังไหลผ่านระบบบำบัด (Effluent) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัด พบว่า ค่าความสกปรก BOD₅, COD และ Oil and Grease ของน้ำเสียหลังไหลผ่านระบบบำบัดมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 93.6±4.1, 93.8±7.6 และ 94.5±7.5 ตามลำดับ แต่คุณภาพน้ำเสียยังคงมีระดับความเข้มข้นของ BOD₅ และ Oil and Grease สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้งฯ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปเนื้อมะพร้าวในประเทศอินเดีย [9] และคุณภาพน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปเนื้อมะพร้าวในจังหวัดนครปฐม [15]

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของคุณภาพน้ำแต่ละฟาร์มเตอร โดยเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนไหลผ่านระบบบำบัด และหลังไหลผ่านระบบบำบัด โดยการ

ทดสอบด้วยวิธี paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า คุณภาพน้ำก่อนและหลังไหลผ่านระบบบำบัดทุกฟาร์มเตอรมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตและปริมาณน้ำเสีย พบว่า ปริมาณการผลิตมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณน้ำเสียแต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติต่อคุณภาพน้ำเสียในทุกฟาร์มเตอร ($p > 0.05$) ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากคุณภาพของวัตถุดิบมะพร้าวที่แตกต่างกัน ปริมาณน้ำที่ใช้ในการแช่ล้างมีผลต่อความเข้มข้นของไขมันและสารอินทรีย์ในน้ำเสีย, ขนาดและรูปแบบของระบบบำบัด ตลอดจนระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของน้ำและประสิทธิภาพการกำจัดของเสียในน้ำ

การแปรรูปมะพร้าวขาว เป็นกิจกรรมที่ปริมาณการผลิตและคุณภาพผลผลิตไม่แน่นอน ทำให้ยากแก่การวางแผนการผลิต [16] ในแต่ละวันน้ำเสียมีปริมาณไม่คงที่เพราะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตที่ผันแปรตามความต้องการของตลาด ทำให้อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดไม่คงที่ ค่า pH ของน้ำ และอุณหภูมิของน้ำจึงเกิด

Table 2 Characteristics of effluent water and effluent quality standard.

Parameters	Small scale	Medium scale	Large scale	Std. Value*	Std. Value**
pH	5.90-7.20	6.40-7.70	6.90	5.5-9.0	5.5-9.0
SS (mg/L)	4.00-186.00	9.00-44.00	43.00	≤ 50	≤ 50
BOD ₅ (mg/L)	5.00-164.00	7.00-116.00	152.00	≤ 20	≤ 60
COD (mg/L)	21.00-919.00	27.00-120.00	331.00	≤ 120	-
O&G (mg/L)	0.15-38.50	2.00-21.00	5.00	≤ 5	≤ 20

Sources: * Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment regarding standards for controlling wastewater drainage from small establishments that produce certain types of goods or provide services, B.E. 2021

** Notification of Ministry of Industry regarding Industrial Effluent Standards B.E. 2560

Table 3 Influent and effluent quality parameter range (average $\pm$ standard deviation), removal efficiency during the period of data collection and t-test analysis results.

Parameters	Influent	Effluent	% Efficiencies
pH	3.42-6.76 (5.13 $\pm$ 0.75) ^a	5.90-7.80 (6.8 $\pm$ 0.39) ^b	-
SS	72.70-825.00 (271.0 $\pm$ 188.4) ^a	4.00-186.00 (26.5 $\pm$ 39.3) ^b	87.5 $\pm$ 13.0
BOD ₅	145.50-5326.00 (1,071.9 $\pm$ 1,208.8) ^a	5.00-164.00 (56.6 $\pm$ 53.0) ^b	93.6 $\pm$ 4.1
COD	287.50-8742.00 (2,444.4 $\pm$ 2,202.5) ^a	21.00-919.00 (116.3 $\pm$ 201.3) ^b	93.8 $\pm$ 7.6
O&G	84.00-2492.00 (333.3 $\pm$ 548.4) ^a	0.15-38.50 (10.2 $\pm$ 10.2) ^b	94.5 $\pm$ 7.5

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Pair t-test ($p < 0.01$)

ความผันผวน เป็นการรบกวนการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ

น้ำที่มีค่า BOD₅ สูง แสดงว่ามีปริมาณสารอินทรีย์สูง (มีความสกปรกมาก) จากการศึกษาจึงแสดงให้เห็นว่าน้ำเสียจากการแปรรูปมะพร้าวมีปริมาณสารอินทรีย์มาก อีกทั้งยังมีความเข้มข้นของไขมันและน้ำมันสูงด้วย การบำบัดน้ำเสียสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ได้ตั้งแต่ในกระบวนการทางกายภาพ คือ การดักกรองเพื่อแยกของแข็งขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสีย การดักจับกำจัดไขมันที่ลอยตัวผิวน้ำ และการตกตะกอน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันที่ละลายในน้ำด้วยการเติมคลอรีนความเข้มข้น 2-10 ppm ร่วมกับการเติมอากาศ และการเติมสารเคมี เช่น สารละลายเพอร์ริกคลอไรต์, สารละลายสารส้มเพื่อช่วยในการรวมตะกอน

การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพจะอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในการกำจัดสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำ จึงสามารถ

ช่วยลดค่า BOD₅ และ COD ได้ แต่จะทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ส่งผลทำให้น้ำมีความเป็นกรด [17] จำเป็นต้องปรับ pH ของน้ำให้มีความเป็นกลาง โดยเติมปูนขาว ระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ 6.5-8.5 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเสียควรมีค่าไม่น้อยกว่า 2 mg/l น้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแล้ว อาจยังคงมีสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic-Nitrogen) เหลืออยู่โดยสารอินทรีย์ไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมไอออน (NH₄⁺) และแอมโมเนียอิสระ (NH₃) ในน้ำ โดยจุลินทรีย์ในกระบวนการ แอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) แอมโมเนียไนโตรเจนสามารถถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียชนิดไนตริฟายเออร์ (Nitrifier bacteria) หรือไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) ให้เป็นไนไตรท์ (NO₂⁻) และไนเตรต (NO₃⁻) และก๊าซไนโตรเจน โดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) และกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification)

สัดส่วนของ NH_3 และ NH_4^+ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเค็ม และ pH ของน้ำ NH_4^+ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอาจก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ได้ ส่วน NH_3 จะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ NH_3 ความเข้มข้นเพียง 0.025 mg/L สามารถส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ รวมทั้งมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ และหากมีความเข้มข้นสูงจะทำให้สัตว์น้ำตายได้ ในตัวอย่างน้ำเสียที่มีระดับไขมันเข้มข้นมาก คราบไขมันจะเกาะเป็นแผ่นกระจายเต็มผิวน้ำและบุตเน่าส่งกลิ่นเหม็น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำแขวนลอยไขมันในโหลแก้วที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 30.9 ± 1.4 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเติมอากาศ พบว่า เกิดคราบหรือแผ่นไขมันและน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวน้ำและจะคงตัวอยู่ประมาณ 2-3 วัน จากนั้นไขมันจึงเริ่มจมตัวลงช้า ๆ รวมตัวกันเป็นก้อนที่ก้นภาชนะ และเปลี่ยนสภาพเป็นวุ้นภายหลัง 30-45 วัน ก้อนวุ้นซึ่งมีลักษณะขุ่นจะเปลี่ยนเป็นก้อนวุ้นใสหรือมีสีชมพูอ่อน และมีขนาดเล็กลง

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำเสียจากกิจกรรมการแปรรูปมะพร้าวขาว พบว่า ตัวอย่างน้ำก่อนไหลผ่านระบบบำบัด (Influent) จากสถานประกอบการแปรรูปมะพร้าวขาวขนาดเล็กจำนวน 10 แห่ง, สถานประกอบการขนาดกลางจำนวน 9 แห่ง และสถานประกอบการขนาดใหญ่จำนวน 1 แห่ง รวมจำนวน 20 แห่ง คุณภาพน้ำมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.42-6.76, SS มีค่าระหว่าง 72.70- 825.00 mg/L ค่า BOD5 มีค่าระหว่าง 145.50-5,326.00 mg/L COD มีค่าระหว่าง 287.50-8,742.00 mg/L และ Oil and Grease มีค่าระหว่าง 84.00-1,016.00 mg/L ค่าความสกปรกของน้ำได้แก่ SS, BOD5, COD และ Oil and Grease พบว่า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานฯ คุณภาพน้ำเสียหลังไหลผ่านระบบบำบัด มีค่า pH ระหว่าง 5.90-7.80, SS มีค่าระหว่าง 4.00-186.00 mg/L, BOD₅ มีค่าระหว่าง 5.00-

164.00 mg/L, COD มีค่าระหว่าง 21.00-919.00 mg/L และ Oil and Grease มีค่าระหว่าง 0.15-38.50 mg/L มีสถานประกอบการเพียงร้อยละ 35.0 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ที่มีค่า BOD₅ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทั้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ค่า BOD₅ มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ จึงแสดงให้เห็นว่าน้ำเสียจากกระบวนการแช่ล้างเนื้อมะพร้าวมีแนวโน้มที่จะสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยได้ การปนเปื้อนน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงจำเป็นต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง เนื่องจากหากน้ำเสียไหลลงแหล่งน้ำจะทำให้มีระดับแอมโมเนียเข้มข้น เกิดความต้องการใช้ออกซิเจนในปริมาณมาก จนอาจทำให้แหล่งน้ำเกิดภาวะขาดออกซิเจน ทำให้สัตว์น้ำเกิดการตายหรืออพยพ สร้างผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ การขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำ อัตราการเกิดของสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมถึงผลผลิตทางการประมงของเกษตรกร อีกทั้ง น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เข้มข้นมักมีกลิ่นเหม็น และเกิดกลิ่นเหม็นของแผ่นไขมันและน้ำมันมะพร้าวส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อผู้อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

จังหวัดสมุทรสงครามเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ มักได้รับผลกระทบจากการท่วมถึงของระดับน้ำทะเล จึงอาจทำให้น้ำซึมหรือไหลเข้าบ่อรองรับน้ำเสียของสถานประกอบการที่ดำเนินการก่อสร้างแบบฝังดิน หรือใช้พื้นที่ร่องสวนเป็นบ่อรับน้ำเสีย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้ง และเกิดการพัดพาน้ำเสียปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ ด้วยลักษณะภูมิประเทศและสภาพสังคมทำให้พื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามเป็นแหล่งรองรับมลภาวะที่มีแหล่งกำเนิดทั้งจากภาคการเกษตร ปศุสัตว์ ประมง การท่องเที่ยว คริวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม ทุกภาคส่วนจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมและบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพเหมาะสมก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ดำเนินงานโดยได้รับการสนับสนุนจาก
ทุนสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าวิจัย คณะประมง
ปี พ.ศ. 2561

6. References

- [1] Jeenjaitrong, C. and Haocharoen, K., 2020, Cultural Landscape of Traditional Community in Samut Songkhram Province, Journal of the Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 31:17-33.
- [2] Meksumpun, J., 2022, Mae Klong and the conservative development, Kasetsart University, Bangkok (Thailand). Faculty of Fisheries, Department of Fishery Biology.
- [3] Ascharyaphotha, W., Rittimontri, K., Chuankuntod, K. and Kasetkitchakan, T., 2022, The Effects of Coconut Water on the Growth of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) in Hydroponics, Journal of Research and Innovation in Science and Technology, 3(3), 57-65.
- [4] Selakorn, O., Sutaphan, S., Phasinam, K., and Kassinuk, T., 2020, The Optimal Concentration of Coconut Water on Multiple Shoot Induction of *Musa* (AAA group) 'Kluai Nak' *In Vitro*, YRU Journal of Science and Technology, Vol.5, no.1, pp. 28-33.
- [5] Papun, B. and Chomsri N., 2021, Growth Characteristics of Acetic Bacteria in Coconut and Pineapple Juices, Journal of Innovative Technology Research, 5(1), 2-11.
- [6] Yamane, T., 1973, Statistics: An Introductory Analysis (3rd Edition), Harper and Row, New York.
- [7] R Development Core Team., 2020, R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing, ISBN: 3-900051-07-0.
- [8] APHA, AWWA, WEF., 2012, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22nd Ed., American Public Health Association, Washington, DC, 1360 p.
- [9] Chanakya, H. N., Khuntia, H. K., Mukherjee, N., Aniruddha, R., Murakami, J. R., and Thimmaraju, P., 2015, The physico-chemical characteristics and anaerobic degradability of desiccated coconut industry wastewater, Environmental monitoring and assessment, 187(12), 772.
- [10] Ministry of Natural Resources and Environment, 2022, February 26, Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment regarding standards for controlling wastewater drainage from small establishments that produce certain types of goods or provide services, B.E. 2021. Royal Thai Government Gazette, 139 (48), 29-32. (in Thai)
- [11] Minister of Industry, 2017, June 7, Notification of Ministry of Industry regarding Industrial Effluent Standards B.E. 2560. Royal Thai Government Gazette, 134 (153), 11-15. (in Thai)

- [12] Abdalla, K.Z. & Hammam, G., 2014, Correlation between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plants in Egypt to Obtain the Biodegradability Indices, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 13 (1), 42.
- [13] Chukeaw, T. and Thawornchaisit, U., 2018, Biodegradability Enhancement and Decolorization of Molasses-based Wastewater from Distilleries by Electrocoagulation, *Journal of Science Ladkrabang*, 27(2), 65-79. (in Thai)
- [14] Płuciennik-Koropczuk, E. and Myszograj, S., 2019, New Approach in COD Fractionation Methods, *Water*, 11 (7), 1484 p.
- [15] Lertsriwong, S., Comwien, J., Chulalaksananukul, W., and Glinwong, C., 2017, Isolation and identification of anaerobic bacteria from coconut wastewater factory for ethanol, butanol and 2, 3 butanediol production. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 119, 461-466.
- [16] Niyomrath, R., Korbouakaew, K. and Sirithongthaworn, S., 2021, Process Improvement of White Coconut Meat Production in Samut Songkhram Province, *The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, 9 (2), 59-66. (in Thai)
- [17] Srivichai, P. and Rodsrida, C., 2021, Wastewater Treatment with Activated Sludge Process, *Advanced Science Journal*, 21 (2), 16-29. (in Thai)