การบำบัดน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูลด้วยสารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพ

กนกวรรณ ฤทธิ์อ่องรัก[1], จิราภา ฤกษ์เจ็ดณี[1], ทิพภารา แซ่จั่น[1], โกวิท สุวรรณหงษ์[1],ทัดดาว พาหาทรัพย์อนันต์[1], ภารดี อาษา[1] ทิษฎยา เสมาเงิน[2] และรจฤดี โชติกาวินทร์[1]*

[1]ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี
[2]ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี
*rotruedee@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำทิ้งปฏิกูลในปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธี การตกตะกอนด้วยสารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพเป็นวิธีที่ปลอดภัยและราคาถูกกว่าการใช้สารเคมี การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสม ปริมาณของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่เหมาะสม และระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดความขุ่นในน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่สกัดด้วยสารละลายอะซิโตน โดยเก็บตัวอย่างจากน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูลที่ผ่านจากลานกรองทรายของเทศบาลเมืองแสนสุข จังหวัดชลบุรี วิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถบำบัดความขุ่นได้ดีที่สุด ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 8 คิดเป็น ร้อยละ 62.15±31.22 ซึ่งสามารถสังเกตเห็นลักษณะของตะกอนที่บำบัดได้ชัดเจน และถ้าพีเอชน้อยกว่า 8 จะไม่พบการรวมตัวของตะกอนที่เกิดขึ้น ปริมาณของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับ12 มิลลิลิตรต่อลิตร (v/v) สามารถบำบัดความขุ่นได้ ร้อยละ 67.50±4.25 และเมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดลงในตัวอย่างน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูล ร้อยละการบำบัดความขุ่นมีแนวโน้มลดลง สำหรับระยะเวลาสัมผัส พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นได้ดีที่สุดที่เวลา 60 นาที คิดเป็นร้อยละ 95.45$\pm$6.23 และเมื่อเพิ่มระยะเวลาสัมผัสประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นมีแนวโน้มใกล้เคียงกับที่ระยะเวลาสัมผัส 60 นาที

คำสำคัญ: น้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูล สารสกัดจากเปลือกมังคุด สารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพ การตกตะกอน

Sewage water from excreta treatment with biocoagulant

Kanokwan Rit-Ongrak[1], Jirapa Rerkjednee[1], Thippara Chaechan[1], Paradee Asa[1],
Tistaya Semangoen[2], Taddao Pahasupanan[1] and Roturedee Chotigawin[1*]

[1]Department of environmental health, Faculty of public health, Buraชa University, Chonburi
[2]Department of medical technology, Faculty of Allied health sciences, Buraพีเอชa University, Chonburi
*rotruedee@go.buu.ac.th

Abstract

Currently, there are many method of sewage water treatment. The coagulation with natural coagulant is safer and cheaper than chemical coagulant. This study is the experimental research design which aims to determine the appropriate pH value, the appropriate concentration of mangosteen peel extracts and the appropriate contact time for the effectiveness of sewage treatment with acetone mangosteen peel extracts. The samples were collected from sewage water which passed through sand filter process of Saen Suk Municipality, Chonburi. The data were analyzed using descriptive statistics. The results found that mangosteen peel extract at pH 8 has the highest efficiency to treat turbid water as 62.15±31.22 percent and showed flocculation, apparently. A lower pH would inhibit flocculation. The appropriate amount of mangosteen peel extracts was 12 ml per liter (v/v) as 67.50±4.25 percent. A higher concentration, the removal efficiency of turbidity tends to decrease. The contact time at 60 minutes found that the turbidity removal efficiency of sewage water gradually increased as 95.45±6.23 percent. When increased contact time, the removal efficiency is closely with at 60 minutes.

Keywords: sewage water, mangosteen extraction, bio-coagulant, coagulation

1. บทนำ

ในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุข ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้มีการจัดการสิ่งปฏิกูลอย่างยั่งยืน ตามแนวคิดการสุขาภิบาลที่ยั่งยืน (Sustainable sanitation) และสนับสนุนให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดสิ่งปฏิกูล โดยถือหลักการว่าอุจจาระและปัสสาวะไม่ใช่ของเสียแต่เป็นทรัพยากร จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ต้องดำเนินการอย่างถูกสุขลักษณะ ไม่ให้เกิดการแพร่ระบาดของโรค ซึ่งในปัจจุบันระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลที่นิยมใช้ของประเทศไทยเป็นระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic digestion) ทั้งนี้ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลในรูปแบบของบ่อหมักแบบ 28 วัน แม้สิ่งปฏิกูลที่ผ่านการบำบัดจากบ่อหมัก 28 วันมาแล้ว สิ่งปฏิกูลเหล่านี้ยังไม่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ เนื่องจากมีค่าบีโอดี ซีโอดี และสารแขวนลอยสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสิ่งปฏิกูลให้มีคุณภาพที่เหมาะสมก่อนปล่อยทิ้งลงในแหล่งน้ำสาธารณะ วิธีการ

บำบัดสิ่งปฏิกูลมีด้วยกันหลายวิธี เช่น ระบบบำบัดบ่อผึ่ง ระบบบำบัดแบบใช้พื้น ซึ่งบางวิธีมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดค่อนข้างสูงและมีความซับซ้อน วิธีหนึ่งที่ใช้ในการบำบัดสิ่งปฏิกูลที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาแล้วที่ง่าย ไม่ซับซ้อนและได้ประสิทธิภาพดี ได้แก่ กระบวนการโคแอกกูเลชัน (coagulation) ซึ่งเป็นวิธีการใช้สารเคมีช่วยในการรวมตะกอน แต่เนื่องจากการใช้สารเคมีเป็นสารรวมตะกอน มีค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี และทำให้เกิดตะกอนของสารเคมี รวมถึงมีรายงานการวิจัยพบว่าการใช้สารส้มมีผลกระทบต่อสุขภาพ เป็นสาเหตุหนึ่งของโรคสมองเสื่อม (Alzhemer's disease) [1] นอกจากนี้พบว่าสารโคแอกกูแลนต์อะคริลาไมด์ (acrylamide) มีความเป็นพิษต่อระบบประสาทและเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์และมนุษย์ อีกด้วย [2-3]

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีการศึกษาและทดสอบการใช้สารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพจำนวนมากในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและน้ำเสีย ได้แก่ เปลือกกล้วย เม็ดขนุน ผลสะเดา เม็ดมะขาม เปลือกมังคุด ฯลฯ โดยอรณัฐ และคณะ [4] ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียจากสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุด ผลจากการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดสามารถบำบัดได้ดี เนื่องจากในเปลือกมังคุด มีสารแทนนินและแซนโทนช่วยในการตกตะกอนมากที่สุด [5] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่เป็นด่าง ที่โครงสร้างโมเลกุลของสารแทนนินที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ดีกับสารละลายมีขั้วและสามารถละลายได้ดีในน้ำทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดี

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูลด้วยการใช้สารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่สกัดด้วยอะซิโตน ทำการทดลองเปรียบเทียบร้อยละการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่สภาวะพีเอช ต่าง ๆ กัน ศึกษาปริมาณของสารสกัด และระยะเวลาสัมผัสที่เหมาะสม โดยผลจากการทดลองในครั้งนี้ สามารถนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี อีกทั้งสารสกัดจากชีวภาพยังสามารถสลายตัวได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของขยะเหลือทิ้งอีกด้วย

2. วิธีการดำเนินการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาการบำบัดสิ่งปฏิกูลด้วยสารโคแอกกูแลนต์ชีวภาพครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสม ปริมาณของสารสกัดจากเปลือกมังคุดและระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ โดยใช้ตัวอย่างสิ่งปฏิกูลที่ผ่านจากลานกรองทรายของเทศบาลเมืองแสนสุข จังหวัดชลบุรี วิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

วิธีการดำเนินงาน

2.1 ตัวอย่างสิ่งปฏิกูล

ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองแสนสุข เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย การดำเนินโครงการ รวมทั้งขอความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง โดยตัวอย่างสิ่งปฏิกูลที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ เป็นน้ำทิ้งจากระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลระบบ บ่อหมัก 28 วัน ที่ผ่านชั้นทรายกรองแล้ว ของ เทศบาลเมืองชลบุรี อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

2.2 การเตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุด

1) นำเปลือกมังคุดสีม่วงอมแดงมาหั่นขั้วทิ้ง ล้างทำความสะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ตากแดดจนเปลือกมังคุดแห้งแล้วบดให้ละเอียด นำไปเก็บไว้ในเดซิคเคเตอร์ (Desiccator) ก่อนนำมาใช้งาน

2) การเตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการศึกษานี้ประยุกต์มาจากงานวิจัยของอรณัฐ และคณะ [4] และ รจฤดี และคณะ [6] ดังนี้ นำผงเปลือกมังคุดที่ผ่านการบด 5 กรัม ใส่ในขวดฝาเกลียว เติมตัวทำละลายอะซิโตน 100 มิลลิลิตร ทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 18 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายมาระเหยตัวทำ

ละลายอะซิโตนออกด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 65 °C นาน 1-2 ชั่วโมง เก็บสารสกัดที่ได้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสไม่เกิน 3 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดสอบเติมน้ำกลั่นลงไป 100 มิลลิลิตร แสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การเตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุดโดยใช้เครื่อง rotary evaporator

2.3 การศึกษาค่า พีเอช ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด

2.3.1 เตรียมน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลใส่ในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 4 ใบ โดยชุดที่ 1 กำหนดให้เป็นชุดควบคุม และชุดที่ 2 เป็นชุดทดลอง ในแต่ละชุดปรับ พีเอช ให้มีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 ตามลำดับ [8] จากนั้นนำชุดทดสอบทั้งสองชุดเข้าเครื่อง Jar test ทำการกวนเร็ว ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วินาที

2.3.2 เติมสารสกัดจากเปลือกมังคุด 2.0 มิลลิลิตร ลงในสิ่งปฏิกูล 250 มิลลิลิตร [4] โดยทำการกวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ปิดเครื่อง และตั้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น บันทึกผลลักษณะตะกอน เก็บตัวอย่างน้ำใสส่วนบนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น และวัดพีเอชหลังการทดลอง ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ

2.4 การศึกษาปริมาณของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูล

เตรียมน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลใส่บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ชุด ๆ ละ จำนวน 5 ใบ แบ่งออกเป็นชุดควบคุมและชุดทดลอง ทำการปรับพีเอช ให้เหมาะสมตามผลการทดลองที่ได้จากข้อ 3.3 ทุกบีกเกอร์ และนำทั้งสองชุดเข้าเครื่อง Jar test โดยกวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วินาที เติมสารสกัดจากเปลือกมังคุดลงในชุดทดสอบปริมาณ 0.5, 1, 2, 3, และ 4 มิลลิลิตร [4] ตามลำดับ ทำการกวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ปิดเครื่อง และตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอย่างน้อย 30 นาที สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น บันทึกผลลักษณะตะกอน เก็บตัวอย่างน้ำใสส่วนบนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น และวัดพีเอชหลังการทดลอง

2.5 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูล

เตรียมน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลใส่บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 7 ใบ แบ่งออกเป็นชุดควบคุม และชุดทดลอง ทำการปรับ พีเอช ให้เหมาะสมตามผลการทดลองที่ได้จากข้อ 3.3 และนำทั้งสองชุดเข้าเครื่อง Jar test โดยกวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วินาที เติมสารสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4 ลงในชุดทดลอง ทำการกวนเร็วที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้าที่ความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5, 10, 15, 20, 30, 45 และ 60 นาที [4] ปิดเครื่อง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอย่างน้อย 30 นาที และสังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น บันทึกผลลักษณะตะกอน เก็บตัวอย่างน้ำใสส่วนบนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น และวัดพีเอช หลังการทดลอง

2.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ปริมาณความขุ่น และประสิทธิภาพในการการบำบัดน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูล ใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ผลการศึกษา

ค่า พีเอช ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด

การศึกษา พีเอช ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด แบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด คือ ชุดควบคุม และชุดการทดลอง โดยทั้งสองชุดปรับค่า พีเอช เท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 วาลิกา และคณะ [8] ผลการทดลองพบว่า ค่าพีเอชของชุดควบคุมและชุดทดลอง ก่อนและหลังการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อสังเกตลักษณะของตะกอนที่เกิดขึ้น พบว่า ชุดควบคุมทุกค่า พีเอช ไม่พบตะกอนเกิดขึ้นและในชุดทดลองที่ พีเอช 2, 4 และ 6 ไม่พบตะกอนเกิดขึ้นเช่นกัน แต่พบตะกอนที่พีเอช 8 โดยลักษณะตะกอนเป็นสีขาวขุ่น รวมตัวเป็นกลุ่ม ดังนั้นที่พีเอช 8 สารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถบำบัดความขุ่นได้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.15±31.22 (คำนวณจากปริมาณความขุ่นเริ่มต้นลบปริมาณความขุ่นสิ้นสุดหารด้วยปริมาณความขุ่นเริ่มต้น คูณด้วย 100) และเมื่อทำการทดลองที่ค่าพีเอชมากกว่า 8 การบำบัดความขุ่นจะมีค่าใกล้เคียงกับที่พีเอช 8 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ที่พีเอชเท่ากับ 8 เนื่องจากเป็นค่าพีเอชที่ใกล้เคียงกับน้ำตัวอย่างสิ่งปฏิกูลและลดการใช้สารเคมีในการปรับค่าพีเอชลงได้

ปริมาณของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูล

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลจากสารสกัดเปลือกมังคุด นำชุดควบคุมและชุดทดลองมาปรับค่าพีเอชที่เหมาะสม คือ พีเอช 8 เติมสารสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณ 0.5, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร หรือเทียบเท่ากับ 2, 4, 8, 12 และ 16 มิลลิลิตรต่อลิตร (v/v) ผลการศึกษาลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นพบว่าชุดควบคุมไม่พบตะกอนเกิดขึ้น ส่วนชุดทดลองทุกบีกเกอร์ที่ใส่สารสกัดจากเปลือกมังคุด พบการรวมตัวของตะกอน โดยลักษณะของตะกอนเป็นสีขาว ปริมาณของสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร บำบัดความขุ่นในน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.00±8.34 ที่ปริมาณสารสกัด 1 และ 2 มิลลิลิตร มีร้อยละการบำบัดความขุ่นรองลงมาใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 48.80±7.01 และ 47.48±2.57 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณสารสกัด 3 มิลลิลิตร มีร้อยละในการบำบัดความขุ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67.50±4.25 และเมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดลงในตัวอย่างน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูล 4 มิลลิลิตร พบว่าร้อยละการบำบัดความขุ่นกลับมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นปริมาณสารสกัดเปลือกมังคุดที่เหมาะสมในการบำบัดความขุ่น คือ 3 มิลลิลิตร ต่อน้ำตัวอย่าง 250 มิลลิลิตร หรือ 12 มิลลิลิตรต่อลิตร

ตารางที่ 1 ร้อยละการบำบัดความขุ่นด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุด มิลลิลิตร ในสิ่งปฏิกูล 250 มิลิตร	ร้อยละการบำบัดความขุ่น
0.0 (ควบคุม)	0.00
0.5 v/v	36.00±8.34
1 v/v	48.80±7.01
2 v/v	47.40±2.57
3 v/v	67.50±4.25
4 v/v	61.00±5.23

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด

นำชุดควบคุมและชุดทดลองมาปรับค่า พีเอช เท่ากับ 8 และเติมปริมาณสารสกัด 3 มิลลิลิตรลงในชุดทดลอง ทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสม โดยทำการกวนช้าความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5, 10, 15, 20, 30, 45 และ 60 นาที ผลการศึกษา พบว่าที่ระยะเวลาการสัมผัส 5, 10, และ 15 นาที สามารถบำบัดความขุ่นจากสิ่งปฏิกูลได้ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 60.22-64.20 ที่ระยะเวลามากกว่า 20 นาที สารสกัดสามารถบำบัดความขุ่นในสิ่งปฏิกูลได้มากกว่าร้อยละ 70 โดยสามารถบำบัดความขุ่นได้มากที่สุดที่เวลา 60 นาที ทั้งนี้เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นสารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถบำบัดความขุ่นได้มากขึ้น แต่เมื่อระยะเวลามากกว่า 60 นาที ประสิทธิภาพการบำบัดจะใกล้เคียงกับที่ 60 นาที ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกเวลาที่น้อยที่สุดที่สามารถบำบัดความขุ่นได้มากที่สุด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละการบำบัดความขุ่นในน้ำทิ้งสิ่งปฏิกูลด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (นาที)	ร้อยละการบำบัดความขุ่น
5	60.22±5.02
10	63.33±5.34
15	64.20±3.82
20	70.99±0.24
30	75.65±2.01
45	86.01±4.57
60	95.45±6.23

4. อภิปรายผลการศึกษา

1. จากการทดลองพบว่าค่าพีเอชที่มีความเหมาะสมของการบำบัดความขุ่นของสิ่งปฏิกูลมีค่าพีเอชเป็นด่างที่พีเอชเท่ากับ 8 ในขณะที่พีเอชเป็นกรดไม่สามารถบำบัดความขุ่นได้ เพราะสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีสารแทนนินและแซนโทนในสภาวะด่างจะมีการสร้างตะกอนและการรวมตัวของตะกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างโมเลกุลของสารแทนนินที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ดีกับสารละลายมีขั้วและสามารถละลายได้ดีในน้ำ เช่นเดียวกันกับสารโพลีอลูมินัมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride) [7] และสอดคล้องกับงานวิจัยของวาลิกา และคณะ [8] ที่ทำการศึกษาการบำบัดความขุ่นในน้ำเสีย พบว่า สารส้มที่ พีเอช มากกว่า 8 สามารถบำบัดความขุ่นในน้ำเสียได้ โดยที่พีเอช 8 สามารถบำบัดความขุ่นในน้ำเสียได้ร้อยละ 88.33 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด และงานวิจัยของ J. Sánchez-Martín และคณะ [9] ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารแทนนินในการบำบัดความขุ่นจากน้ำเสียชุมชน พบว่า สามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 50-70% ที่พีเอชมากกว่า 7 และยังพบว่าค่าพีเอชในชุดการทดลองก่อนและหลังการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่าสารสกัดไม่ส่งผลกระทบต่อพีเอชในสิ่งปฏิกูล

2. จากการทดลองพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการบำบัดความขุ่นเท่ากับ 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 250 มิลลิลิตร เพราะที่ 3 มิลลิลิตรทำปฏิกิริยาได้ดีกับสิ่งปฏิกูลในทางตรงกันข้ามที่ปริมาณ 4 มิลลิลิตรมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารสกัดมีคงเหลือในสิ่งปฏิกูลมากเกินไปและไม่เกิดการรวมตัวกับตะกอนสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรณัฐ และสุจีรา [4] ที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่ง

ต่าง ๆ ของสารสกัดหยาบจาก เปลือกกล้วย เปลือกมังคุด และ เปลือกเงาะ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วย เปลือกมังคุด และเปลือกเงาะ 0.8 มิลลิลิตร ต่อปริมาณน้ำ ตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร สารสกัดมีประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียได้ดี

3. จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองทุกปริมาณสารสกัดทำให้ตัวอย่างในสิ่งปฏิกูลเกิดการรวมตัวกัน โดยมีลักษณะเป็นตะกอนที่มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นเพราะเป็นผลมาจากสารแทนนินและแซนโทนในผงเปลือกมังคุด ซึ่งสารแทนนินและแซนโทนมีคุณสมบัติเป็นโคแอกกูแลนต์ชีวภาพทำหน้าที่รวมสารแขวนลอยและทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดี เพราะฉะนั้นการตกตะกอนทำให้สามารถลดค่าความขุ่นของสิ่งปฏิกูล [9]

4. จากการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดความขุ่นของสิ่งปฏิกูลที่ระยะเวลายิ่งเพิ่มมากขึ้นประสิทธิภาพของการบำบัดความขุ่นของสิ่งปฏิกูลยิ่งมีประสิทธิภาพดีมากยิ่งขึ้น เพราะเกิดจากการที่สารสกัดทำปฏิกิริยากับตัวอย่างนานก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดความขุ่นเพิ่มมาก ในการศึกษาครั้งนี้ระยะเวลาที่เหมาะสมเท่ากับ 60 นาที

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในการให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือตลอดการทดลอง และขอขอบพระคุณเทศบาลเมืองแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งจากสิ่งปฏิกูลในการทำการศึกษาในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Ndabigengesere, A., Narasiah, K.S., Talbot, B.G. (1995). Active agent and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera. **Water Res**, *29* (2), 703–710.

[2] ขนิษฐา เจริญลาภ และ ปทุมทิพย์ ปราบพาล. (2556). **รายงานวิจัยเรื่อง การกำจัดสีในน้ำเสียสิ่งทออย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยสารโคแอกกูแลนต์จากธรรมชาติ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[3] Mallevialle, J., Brichet, A., and Fiessinger, F. (1984). How safe are organic polymers in water treatment. **J. Am. Wat. Wks. Assoc**, 76, 87-93.

[4] อรณัฐ ใยบัณฑิตและสุจีรา นามนัย. (2560**). รายงานการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียของสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วย เปลือกมังคุด และเปลือกเงาะ.** กรุงเทพฯ: สตรีวิทยา.

[5] ประเสริฐ คงแก้ว, พนม อินทฤทธิ์, พิทยา อำพนพนารัตน์, ศุภเวทย์ สงคงและ เสริมศักดิ์ เกิดวัน. (2551). **รายงานวิจัยเรื่อง การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำและดูดซับความชื้นและกลิ่น** . นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.

[6] รจฤดี โชติกาวินทร์, ฐิติวรรณ รื่นจิตต์, กัญญาภัค ชื่นชม, อรชา พันธ์เมืองและสมฤทัย ลูกจันทร์. (2561). ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อ *E.coli* ในสิ่งปฏิกูลโดยใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุด. **ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มศว. วิจัย ครั้งที่ 11 เมื่อวันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2561** (หน้า 725-734). กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร.

[7] สมบุญ สหสิทธิวัฒน์ (2549). น้ำใสไร้ตะกอนด้วย PAC. **MTEC**, เดือนกรกฎาคม – กันยายน, 70-72.

[8] วาลิกา ภาณุพินทุ, คณิตา ตังคณานุรักษ์ และ นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. (2557). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบด้วยการสร้างตะกอนร่วมและระบบบำบัดแบบธรรมชาติ. ใน **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่**

15 : The 15th Graduate Research Conferences วันที่ 28 มีนาคม 2557.(หน้า 358-365). ขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[9] J. Sanchez-Martin, J. Beltran-Heredia 1, C. Solera-Hernandez. (2010). Surface water and wastewater treatment using a new tannin-based coagulant. Pilot plant trials. **Journal of Environmental Management**, 91(10), 2051-2058.