

Received: Feb 5, 2024

Revised: Jun 20, 2024

Accepted: Jun 25, 2024

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุง

SUITABLE CONDITION OF WASTEWATER TREATMENT FOR MOSQUITO LOTION PROCESS

กรกฎ เพ็ชรหัสณโยธิน^{1*} ณัฐวุฒิ รัตนธรรมวัฒน์² กาญจนา มุกดา³

^{1,2}สาขาวิทยาการธุรกิจสุขภาพและความงาม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา,

³สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา,

Korakoj Pethasanayothin¹ Nattawoot Rattanathamwat² Kanchana Mukda³

^{1,2}Department of Beauty and Wellness Business Science, Faculty of Science and Information Technology,

³Department of Industrial Chemistry, Faculty of Science and Technology,

Bansomdejchaopraya Rajabhat University

E-mail: ^{1*}korakoj.pe@bsru.ac.th, ²natkmutt3@gmail.com, ³Karn_lovelove1429@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุง โดยใช้กระบวนการโคแอกกูเลชัน ศึกษาโดยใช้สารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟต (FeSO_4) และสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ใช้พอลิเมอร์ประจุลบ (Anionic Polymer) และพอลิเมอร์ประจุบวก (Cationic Polymer) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนคือ ที่ pH เท่ากับ 11 ปริมาณสารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟต (FeSO_4) เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ปริมาณพอลิเมอร์ประจุลบ (Anionic Polymer) เท่ากับ 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอน คือ 40 นาที และประสิทธิภาพในการบำบัด BOD, COD, และ ไขมันและน้ำมัน (O/G) ได้ร้อยละ 40.65, 61.20 และ 60.00 ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระบวนการโคแอกกูเลชัน, การบำบัดน้ำเสีย, สารโคแอกกูแลนต์, สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด

Abstract

This main objective of this research is to study the the suitable condition of wastewater treatment of mosquito lotion process under coagulation process. The alum and iron (II) sulfate were used as coagulants and anionic polymer and cationic polymer were used as coagulant aid. From experimental result, the suitable condition were pH of 11, amount of iron (II) sulfate of 500 mg/L and amount of anionic polymer of 1.8 mg/L. The suitable setting time was 40 minutes. The BOD, COD and O/G removal efficiencies were 40.65%, 61.20% and 60.00%, respectively.

Keywords: coagulation process, wastewater treatment, coagulant, coagulant aid

บทนำ

ยุงเป็นแมลงที่พบได้ทั่วโลกแต่พบมากในเขตร้อนและเขตอบอุ่น อาหารของยุงลายคือน้ำหวานจากดอกไม้หรือผลไม้ แต่เฉพาะยุงตัวเมียเท่านั้นที่กินเลือด เพื่อนำโปรตีนในเลือดไปพัฒนาไข่ในท้อง ยุงเป็นแมลงที่เป็นพาหะแพร่เชื้อโรคหลายชนิด อีก เช่น โรคไข้เลือดออก ไข้มาลาเรีย เป็นต้น ซึ่งโรคดังกล่าวอาจทำให้เกิดการเสียชีวิตได้ การป้องกันและการควบคุมกำจัด ยุงลายสามารถทำได้หลายวิธี เช่น กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายที่อยู่ในบ้านและบริเวณรอบๆ กำจัดลูกน้ำยุงลาย ตัดมุ้ง ลวด ฉีดยุงสารเคมีในการกำจัดยุงลาย หรือใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง (สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในท้องตลาดมีหลากหลายผลิตภัณฑ์ ทั้งในรูปของยากันยุง แผ่นซุบสารกันยุง หรือผลิตเป็นยาทา ผิวหนังในรูปของครีม สเปรย์หรือโลชั่น ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากใช้ได้สะดวกและหาซื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตามส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์กันยุงเหล่านี้ ยังคงเป็นสารเคมีที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น Rutger 612, Indalone, Dimethylphthalate และ N, N-diethyl-m-toluamide (DEET) เป็นต้น (ดร. นงนุช สนั่นกุล, นางสาวกิตติมา ทรัพย์อ่อน, ดร. น้ำอ้อย ปัญญา, นางสาวดารานัย รบเมือง และ ผศ. วลัยพร สิ้นสวัสดิ์, 2563) ซึ่งในกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุง มักจะมีของเสียตามมาก็คือน้ำเสียจากกระบวนการผลิต เมื่อปล่อยสู่แม่น้ำลำคลองก็จะทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียเป็นมลพิษแก่สิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

ในปัจจุบันมีวิธีการที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทางเคมี กระบวนการทางฟิสิกส์ กระบวนการทางชีววิทยา (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) โดยน้ำเสียที่มาจากอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล เช่น เครื่องสำอาง โลชั่น ครีม จะมีสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก การบำบัดทางชีววิทยาจึงเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ค่อนข้างยาก (Esplugas et al., 2007) เนื่องจากในน้ำเสียมียูนิทรีย์ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือย่อยสลายได้ช้าในอัตราส่วนที่สูง ทางเลือกหนึ่งที่น่าจะใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเครื่องสำอางและยา คือ กระบวนการทางเคมี (El-Gohary et al., 2010) (Aloui et al., 2009) (Naumczyk et al., 2014) (Boroski et al., 2009) ในงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาความเป็นไปได้และสถานะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน ซึ่งกระบวนการนี้เป็นที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีสารเคมีเจือปนหรือน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ในปริมาณสูง (อิสวดี แสงมณี และคณะ, 2552)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน
2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุง
3. เพื่อศึกษาหาสถานะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน เช่น พีเอช ชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูเลชัน) ที่เหมาะสม ชนิดและปริมาณสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) ที่เหมาะสม เป็นต้น
4. เพื่อศึกษาคุณลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงหลังผ่านการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน
5. เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงด้วยสถานะที่เหมาะสมของกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงสถานะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน
2. ทราบถึงประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน
3. ทราบถึงค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงก่อนการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงก่อนการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการวิเคราะห์ คือ pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Oil and Grease (O/G), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Total Iron (Fe) และ Phosphate (PO_4^{3-})

2. ศึกษาหาสถานะที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูง โดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

นำตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตโลชั่นทากันยูง มาทำการศึกษาหาสถานะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันด้วยวิธีจาร์เทสต์ (Jartest) โดยใช้สารละลายปูนขาวเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตรต่อลิตร เป็นสารปรับพีเอช ใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) และสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอน (โคแอกกูแลนต์) ใช้พอลิเมอร์ชนิดประจุบวกและพอลิเมอร์ ชนิดประจุลบเป็นสารช่วยสร้างตะกอน (โคแอกกูแลนต์เอด) และวัดความขุ่นหลังกระบวนการโคแอกกูเลชันโดยเครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) เนื่องจากความขุ่นสามารถบ่งบอกถึงการมีอยู่ของสารปนเปื้อนหรือมลพิษ

2.1 การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

2.1.1 ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) แต่ละชนิดลงไป ปริมาณที่ทำให้เกิดตะกอนมากที่สุด บันทึกปริมาณสารที่เติมลงไป

2.1.2 ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์จำนวน 6 ใบ วัดค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสีย แล้วปรับพีเอชให้เป็น 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ ในกรณีที่ใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) และปรับพีเอชเป็น 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ ในกรณีที่ใช้สารละลายไอออน (II) ซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) การปรับค่าพีเอชให้อยู่ในช่วงนี้ เนื่องมาจากการทดลองศึกษาในเบื้องต้น จากหัวข้อ 2.1.1 และเติมสารโคแอกกูแลนต์เข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร ลงไป ปริมาณที่ทำให้เริ่มเห็นตะกอนที่ได้จากการทดลองในข้อ 2.1.1 จากนั้นทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์ ด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที กวนช้าด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาทีเป็นเวลา 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีให้ตกตะกอน ดูดตัวอย่างน้ำใสใต้ผิวขึ้นมา 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อวัดความขุ่น และวัดค่าพีเอชของน้ำใสหลังตกตะกอน บันทึกผลการทดลอง และเลือกค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.2 การศึกษาหาชนิดและปริมาณของสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์จำนวน 6 ใบ ปรับพีเอชให้ตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์ให้เท่ากับค่าพีเอชที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.1 ปรับปริมาณของสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ทั้ง 6 บีกเกอร์ให้มีปริมาณต่าง ๆ กัน ในกรณีใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโค

แอกกูแลนท์) ปรับปริมาณความเข้มข้นเป็น 400, 500, 600, 700, 800 และ 900 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในกรณีที่ใช้สารละลายไอออน (II) ซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์) ปรับปริมาณความเข้มข้นเป็น 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องจาร์เทสท์ด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาทีเป็นเวลา 1 นาที กวนช้าด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาทีเป็นเวลา 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีให้ตกตะกอน ดูดตัวอย่างน้ำใสได้ผิวน้ำมาจำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อวัดความขุ่นและวัดค่าพีเอชของน้ำใสหลังตกตะกอน บันทึกผลการทดลอง และเลือกชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์) ที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.3 การศึกษาหาชนิดและปริมาณของสารช่วยตกตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการตกตะกอน โดยกระบวนการโคแอกกูแลชั่น

ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ปรับพีเอช ชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์) ที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 และเติมสารช่วยตกตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) คือ โพลีเมอร์ประจุบวก และโพลีเมอร์ประจุลบ แต่ละชนิดลงไปเป็นปริมาณที่ทำให้เกิดตะกอนมากที่สุด เลือกชนิดสารละลายโพลีเมอร์ที่เหมาะสม เพื่อทำการทดลองหาปริมาณที่เหมาะสม

หลังจากได้ชนิดสารละลายโพลีเมอร์ที่เหมาะสมแล้วให้ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์จำนวน 6 ใบ ปรับพีเอช ชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์) ให้ตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์เท่ากับค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องจาร์เทสท์ ด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาทีเป็นเวลา 1 นาที กวนช้าด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาทีเป็นเวลา 15 นาที พร้อมกับเติมสารละลายโพลีเมอร์ในปริมาณความเข้มข้นที่แตกต่างกันลงไปในขณะที่เริ่มกวนช้า โดยปรับปริมาณความเข้มข้นเป็น 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แล้วตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีให้ตกตะกอน ดูดตัวอย่างน้ำใสได้ผิวน้ำมาจำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อวัดความขุ่น และวัดค่าพีเอชของน้ำใสหลังตกตะกอน บันทึกผลการทดลอง และเลือกปริมาณโพลีเมอร์ที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.4 การศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูแลชั่น

ตวงตัวอย่างน้ำเสียมา 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์จำนวน 6 ใบ ปรับพีเอช ชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์) ชนิดและปริมาณสารช่วยตกตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) ให้ตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์เท่ากับค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 ทำการกวนเร็วโดยใช้เครื่องจาร์เทสท์ด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาทีเป็นเวลา 1 นาที กวนช้าด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาทีเป็นเวลา 15 นาที พร้อมกับเติมสารละลายโพลีเมอร์ ซึ่งเป็นสารช่วยตกตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) ในปริมาณที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.3 ลงไปในขณะที่เริ่มกวนช้า แล้วตั้งทิ้งไว้ที่เวลาต่างๆกัน คือ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ดูดตัวอย่างน้ำใสได้ผิวน้ำมาจำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อวัดความขุ่น และวัดค่าพีเอชของน้ำใสหลังตกตะกอน บันทึกผลการทดลอง และเลือกเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.5 ศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทาแก้มหลังผ่านการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูแลชั่น

ศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทาแก้มหลังผ่านการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูแลชั่น โดยพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการวิเคราะห์ คือ pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Oil and Grease (O/G), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Total Iron (Fe) และ Phosphate (PO_4^{3-})

2.6 การศึกษาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

นำผลการทดลองทั้งหมดมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการโคแอกกูแลชั่น

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงก่อนการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

การศึกษาคูณสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตโลชั่นทากันยูง พบว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตโลชั่นทากันยูงมีปริมาตร 15 คิวต่อวัน และมีคุณลักษณะของน้ำเสียแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงก่อนและหลังผ่านบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

พารามิเตอร์	ก่อนตกตะกอน	หลังตกตะกอน	% การบำบัด	มาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2567)
ความขุ่น	348	1.37	-	-
pH	7.09	8.34	-	5.50 – 9.00
BOD (mg/L)	898	365	40.65	< 60
COD (mg/L)	3,838	2,349	61.20	< 120
TKN (mg/L)	68.60	61.60	89.80	< 100
O/G (mg/L)	200	120	60.00	< 5.00
Fe (mg/L)	< 0.05	0.80	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	3.96	1.89	47.73	-

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงก่อนบำบัด ดังแสดงในตารางที่ 1.1 พบว่า น้ำเสียมีค่าบีโอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมัน สูงกว่ามาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม โดยมีอัตราส่วนของบีโอดี(BOD) : ซีโอดี (COD) เท่ากับ 0.234 ซึ่งต่ำกว่าปกติ (น้ำเสียโดยปกติจะมีค่าอัตราส่วนบีโอดี (BOD) : ซีโอดี (COD) ประมาณ 0.4 – 0.8) (ณรงค์ฤทธิ์ กิ่งไทยสงค์, 2541) แสดงว่าในตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงมีสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือย่อยสลายได้ช้าในอัตราส่วนที่สูง จึงเหมาะแก่การบำบัดด้วยกระบวนการทางเคมี

2. ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูง โดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

การทดลองการหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยูงตามรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1 โดยน้ำเสียก่อนทำการทดลองมีค่าพีเอช 7.09 และมีค่าความขุ่น 348 NTU

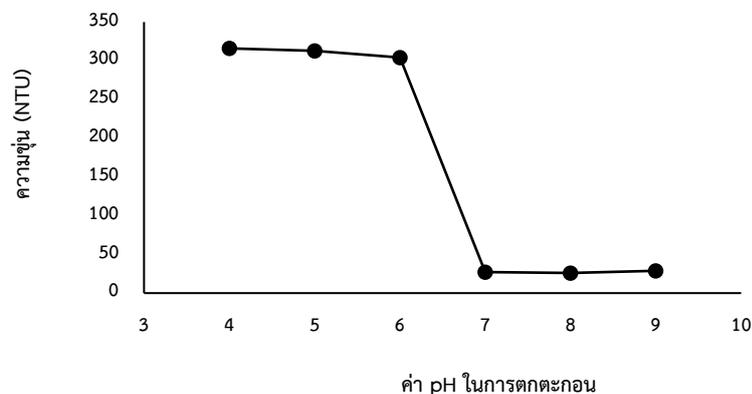
2.1 การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

2.1.1 ผลการศึกษาหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์)

จากการทดลองหาปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) เบื้องต้น พบว่าสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ปริมาณความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่ทำให้เกิดตะกอนมากที่สุด จึงทำการปรับค่าพีเอชในน้ำเสีย ทั้ง 6 บีกเกอร์ให้มีพีเอชเป็น 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ และใช้ปริมาณสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เท่ากับ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์)

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4 - 7 จะทำให้ความขุ่นมีค่าลดลงจาก 316, 313, 304, 27.25 NTU ตามลำดับ จนกระทั่งถึงพีเอช 8 จะมีค่าความขุ่นเหลือน้อยที่สุดคือ 26.00 NTU หลังจากนั้นค่าความขุ่นจะเพิ่มมากขึ้น เป็น 8.60 NTU ตามพีเอชที่สูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 1

พีเอชหลังตกตะกอนน้ำเสียพบว่ามีค่าพีเอชลดลงเป็น 3.86, 4.06, 5.26, 6.50, 7.84 และ 8.60 ตามลำดับ ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนบำบัดด้วยสารละลายปูนขาวให้มีพีเอชเท่ากับ 8 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอน เพื่อทดลองหาปริมาณสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสมต่อไป



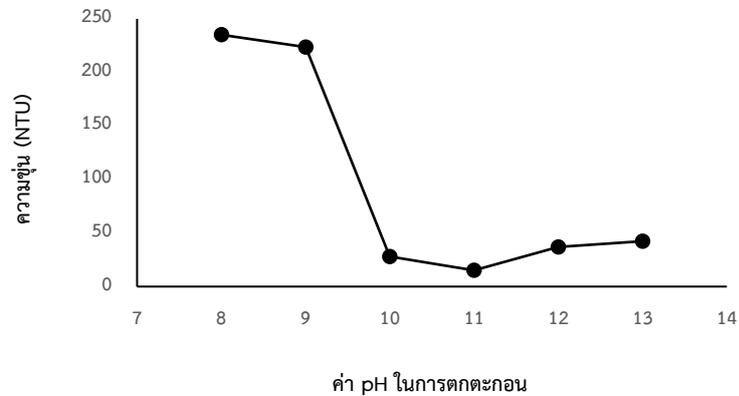
ภาพที่ 1 ผลการหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลนต์โดยใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอน

2.1.2 ผลการศึกษาหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยใช้สารละลายไอออน (II) ซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์)

จากการทดลองหาปริมาณสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) เบื้องต้น พบว่าสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต ความเข้มข้นปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่ทำให้เกิดตะกอนมากที่สุด จึงทำการปรับค่าพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์ให้มีพีเอชเป็น 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ ใช้ปริมาณสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 8 - 10 จะทำให้ความขุ่นมีค่าลดลงจนกระทั่งถึงพีเอช 11 จะมีค่าความขุ่นเหลือน้อยที่สุด คือ 15.15 NTU เนื่องจากคอลลอยด์ถูกทำลายเสถียรภาพได้ดีที่สุด หลังจากนั้นค่าความขุ่นจะเพิ่มมากขึ้นตามพีเอชที่สูงขึ้น เนื่องจากอนุภาคคอลลอยด์มีเสถียรภาพกลับคืนมาใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 2

พีเอชหลังตกตะกอนน้ำเสียพบว่ามีค่าลดลงเป็น 7.66, 8.96, 10.18, 11.17, 11.56 และ 12.38 ตามลำดับ ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะปรับพีเอชก่อนบำบัดด้วยสารละลายปูนขาวให้มีพีเอชเท่ากับ 11 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอน เพื่อทดลองหาปริมาณสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตที่เหมาะสมต่อไป

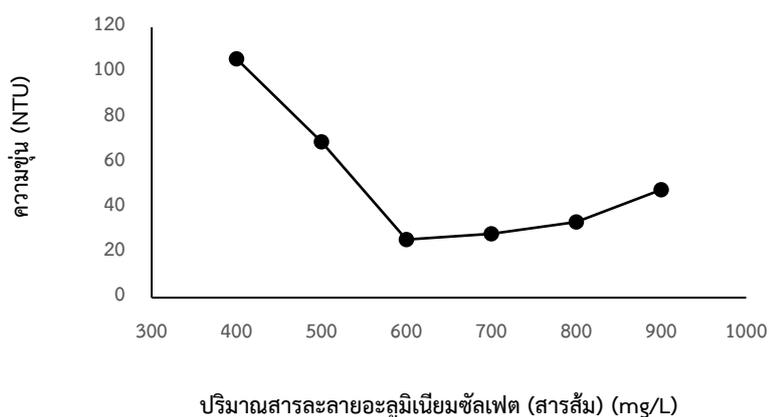


ภาพที่ 2 ผลการหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการโคแอกกูเลชันโดยใช้สารละลายไอออน (II) ซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอน

2.2 ผลการศึกษาหาชนิดและปริมาณของสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ที่เหมาะสมในการตกตะกอน โดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

2.2.1 ผลการศึกษาหาปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

จากการทดลองหาค่าพีเอชที่เหมาะสมโดยใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) พบว่าค่าพีเอช 8.0 เป็นพีเอชที่เหมาะสม ดังนั้นจึงปรับพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์ ให้มีพีเอชเท่ากับ 8 และทดลองหาปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสม โดยปรับสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ให้มีปริมาณความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 400, 500, 600, 700, 800 และ 900 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ผลการหาปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสมในการตกตะกอน

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เพิ่มขึ้นจาก 400 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ความขุ่นมีค่าลดลง จนกระทั่งถึงจุดที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตเท่ากับ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีค่าความขุ่นเหลือน้อยที่สุด คือ 25.80 NTU หลังจากนั้นค่า

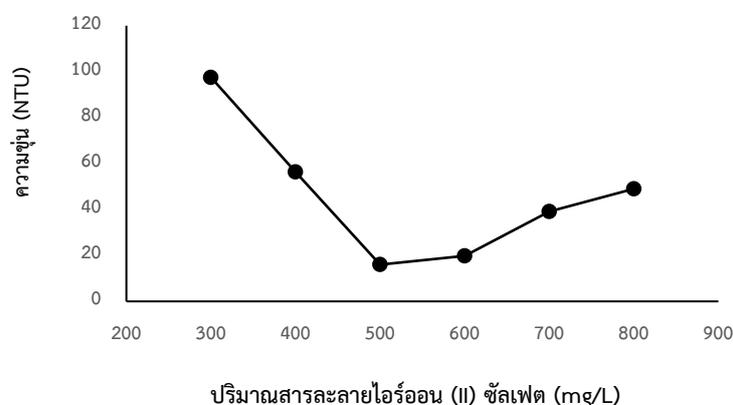
ความขุ่นจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 เนื่องจากไอออนคอมเพล็กซ์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลของอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้ความขุ่นมีค่าลดลงและเมื่อปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่มีปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสม จะทำให้คอลลอยด์สูญเสียเสถียรภาพ ทำให้มีค่าความขุ่นน้อยที่สุดและหลังจากที่จุดนี้เป็นต้นไป เมื่อเพิ่มปริมาณสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ลงไปก็จะทำให้มีไอออนซึ่งมีประจุตรงกันข้ามกับประจุของคอลลอยด์ คอลลอยด์จะแสดงประจุตรงกันข้ามกับของเดิม ทำให้ความขุ่นมีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคอลลอยด์ได้เสถียรภาพกลับคืนมาใหม่นั้นเอง

พีเอชหลังตกตะกอนน้ำเสียพบว่ามีค่าพีเอชลดลงเป็น 7.70, 7.45, 7.28, 7.07, 6.81 และ 6.55 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าพีเอชหลังการตกตะกอนจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) สามารถแตกตัวแล้วให้ H^+ ซึ่งทำให้พีเอชมีค่าลดลง ดังนั้นการทดลองต่อไปจะเลือกใช้ปริมาณสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เท่ากับ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นปริมาณของสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.2.2 ผลการศึกษาหาปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูแลชัน

จากการทดลองหาค่าพีเอชที่เหมาะสมโดยใช้สารละลายไอออน (II) ซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) พบว่าค่าพีเอช 11 เป็นพีเอชที่เหมาะสม ดังนั้นจึงปรับพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 บีกเกอร์ ให้มีพีเอชเท่ากับ 11 และทดลองหาปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตที่เหมาะสม โดยปรับปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตให้มีปริมาณความเข้มข้นต่างๆกัน คือ 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อเติมสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตลงไปในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความขุ่นมีค่าลดลงจนกระทั่งถึงจุดที่มีปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีค่าความขุ่นเหลือน้อยที่สุด คือ 16.00 NTU หลังจากนั้นค่าความขุ่นจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต ที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4 จุดที่มีปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตที่เหมาะสม คอลลอยด์จะสูญเสียเสถียรภาพทำให้มีค่าความขุ่นน้อยที่สุด และหลังจากที่จุดนี้เป็นต้นไป เมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตลงไป ก็จะทำให้คอลลอยด์ได้เสถียรภาพกลับคืนมาใหม่



ภาพที่ 4 ผลการศึกษาหาปริมาณของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟตที่เหมาะสมในการตกตะกอน

พีเอชหลังตกตะกอนน้ำเสียพบว่าค่าพีเอชลดลงเป็น 10.85, 10.84, 10.81, 10.76, 10.66 และ 10.58 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าพีเอชหลังการตกตะกอนจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ดังนั้นการทดลองต่อไปจะเลือกใช้ปริมาณสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณของสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.2.3 ผลการศึกษาหาชนิดสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูแลชัน

จากผลการทดลองในหัวข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 แสดงให้เห็นว่าค่าความขุ่นของน้ำหลังตกตะกอนโดยใช้สารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตมีค่าเท่ากับ 16.00 NTU ซึ่งมีค่าความขุ่นน้อยกว่าการใช้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) ที่มีค่าความขุ่น 26.30 NTU ดังนั้นจึงเลือกสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟต เป็นสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลชัน

2.3 ผลการศึกษาหาชนิดและปริมาณของสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูแลชัน

2.3.1 ผลการศึกษาหาชนิดของสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูแลชัน

จากผลการเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำเสียหลังการโคแอกกูแลชันของสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ทั้ง 2 ชนิด พบว่าสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟต เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) ที่เหมาะสม จึงนำมาทำการทดลองหาชนิดของสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลชัน ดังนั้นจึงปรับพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 ปีกเกอร์ ให้มีพีเอชเท่ากับ 11 และ ปริมาณสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) และพอลิเมอร์ชนิดประจุบวก (C-0320) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) จำนวน 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ซึ่งเป็นสารละลายพอลิเมอร์ชนิดและปริมาณที่ได้จากการทำการทดลองเบื้องต้น)

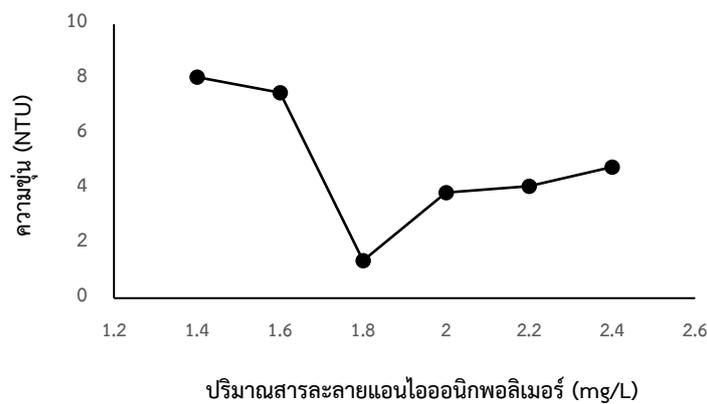
จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน น้ำเสียมีค่าความขุ่นหลังโคแอกกูแลชันเท่ากับ 3.37 NTU ส่วนสารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุบวก (C-0320) มีค่าความขุ่นหลังโคแอกกูแลชันเท่ากับ 4.85 NTU ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) จะมีค่าความขุ่นน้อยกว่าสารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุบวก (C-0320) นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่เกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนที่ดีกว่า ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะเลือกใช้สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลชัน

2.3.2 ผลการศึกษาหาปริมาณของสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลชัน

จากผลการศึกษาหาชนิดของสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการโคแอกกูแลชัน โดยใช้สารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตเป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) และใช้สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงปรับพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 ปีกเกอร์ ให้มีพีเอชเท่ากับ 11 ปริมาณของสารละลายไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟตเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรับปริมาณความเข้มข้นของสารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็น 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.2 และ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์ เพิ่มขึ้นจาก 1.40 ถึง 1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ความขุ่นมีค่าลดลง จนกระทั่งถึงจุดที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์ เท่ากับ 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีค่าความขุ่นเหลือน้อยที่สุด คือ 1.37 NTU หลังจากนั้นค่าความขุ่นจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5 เนื่องจากสารพอลิเมอร์สามารถเกาะติดบนอนุภาคคอลลอยด์ได้หลายตำแหน่ง อนุภาคที่มีพอลิเมอร์เกาะติดอยู่โดยมีปลายอิสระสำหรับเกาะบนอนุภาคอื่นถือได้ว่าเป็น

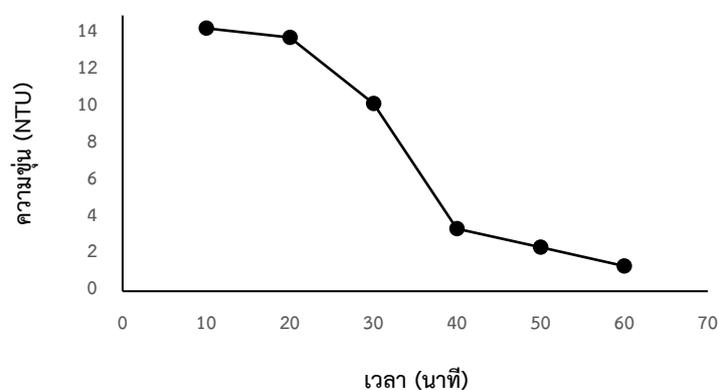
อนุภาคที่สูญเสียเสถียรภาพแล้ว อนุภาคนี้อาจจับตัวกับอนุภาคอื่นๆโดยมีพอลิเมอร์เป็นสะพานเชื่อม การต่อเชื่อมด้วยพอลิเมอร์จะเกิดขึ้นได้ทราบเท่าที่มีพอลิเมอร์และ ตำแหน่งว่างบนผิวอนุภาค ถ้าปลายอิสระของพอลิเมอร์ไม่มีที่จะเกาะจับบนอนุภาคอื่นปลายอิสระก็จะเกาะจับบนอนุภาคเดิม ทำให้อนุภาคได้เสถียรภาพกลับคืนมาใหม่ การใช้พอลิเมอร์มากเกินไปทำให้พอลิเมอร์หลายโมเลกุลจะไปเกาะอยู่บนอนุภาคคอลลอยด์ จนกระทั่งไม่มีที่ว่างบนอนุภาคสำหรับเป็นที่จับของปลายอิสระของพอลิเมอร์ที่อยู่บนอนุภาคอื่นอนุภาคคอลลอยด์ที่เกิดขึ้นจึงเป็นแบบที่มีเสถียรภาพ ดังนั้นการในทดลองต่อไปจะเลือกใช้ปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์เท่ากับ 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์เหมาะสมในการตกตะกอนที่เหมาะสม



ภาพที่ 5 ผลการศึกษาปริมาณของสารละลายแอนไอออนิกพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการตกตะกอน

2.5 ผลการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

จากผลการศึกษาหาปริมาณสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนท์เอ็ด) ที่เหมาะสมในการโคแอกกูเลชัน พบว่า สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) ปริมาณ 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นปริมาณของสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสม ดังนั้นจึงปรับพีเอชในน้ำเสียทั้ง 6 ปีกเกอร์ ให้มีพีเอชเท่ากับ 11 ปริมาตรของสารละลายไอออน (II) ซัลเฟต 500 มิลลิกรัมต่อลิตร สารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) เป็น 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรับเวลาในการตกตะกอนเป็น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 6 การหาเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอน

จากผลการทดลองพบว่า ความขุ่นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 30 นาทีแรก และเมื่อเวลาในการตกตะกอนนานขึ้น ความขุ่นจะค่อยๆคงที่ ดังแสดงในภาพที่ 6 ในการทดลองนี้จึงเลือกเวลาในการตกตะกอน 40 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอน เพื่อประหยัดเวลาในการบำบัด

2.6 ผลการศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงหลังผ่านการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียหลังการตกตะกอนด้วยสภาวะที่เหมาะสมแล้ว แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า พีเอช (pH) หลังตกตะกอนมีค่าเท่ากับ 8.34 และจะเห็นได้ว่าที่เคเอ็นไนโตรเจน (TKN) , ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และเหล็ก (Fe) เมื่อผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าค่าเหล่านี้ผ่านมาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม แต่บีโอดี(BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมันยังไม่ผ่านมาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงควรนำหลังผ่านกระบวนการบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชันไป การบำบัดทางชีววิทยาต่อไป

2.7 ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

จากผลการคำนวณค่าสารเคมีทั้งหมดในการตกตะกอนในสภาวะที่เหมาะสม (ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 2.8 กรัมต่อ ปริมาณสารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟต เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) ปริมาณ 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) พบว่าค่าใช้จ่ายสารเคมี ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์, ไอร์ออน (II) ซัลเฟต, แอนไอออนิกพอลิเมอร์ มีค่าเท่ากับ 0.01316, 0.0235 และ 0.00025 บาทต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้นค่าสารเคมีทั้งหมดที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุงโดยกระบวนการโคแอกกูเลชันมีค่าเท่ากับ 36.91 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (ราคาสารเคมี แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 18 บาท/kg , ไอร์ออน (II) ซัลเฟต 47 บาท/kg, แอนไอออนิกพอลิเมอร์ 139 บาท/kg)

อภิปรายและสรุปผล

จากผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการโคแอกกูเลชันน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโลชั่นทากันยุง มีค่าบีโอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมัน (O/G) ที่เคเอ็น(TKN) ฟอสเฟต(PO_4^{3-}) และเหล็ก(Fe) ก่อนตกตะกอนเท่ากับ 898, 3,838, 200, 68.6, 3.96, และ 0.05 ตามลำดับ พบว่าค่าบีโอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมัน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม จึงได้บำบัดด้วยกระบวนการทางเคมี คือกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยใช้สารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟตและสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) เป็นสารสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์) และใช้สารละลายพอลิเมอร์ประจุลบ (Anionic Polymer) และสารละลายพอลิเมอร์ประจุบวก (cationic Polymer) เป็นสารช่วยสร้างตะกอน (สารโคแอกกูแลนต์เอ็ด) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอน คือ พีเอช 11 ปริมาณสารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟต เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารละลายพอลิเมอร์ชนิดประจุลบ (D-2050) ปริมาณ 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลาในการตกตะกอน 40 นาที หลังจากการตกตะกอนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตด้วยสภาวะที่เหมาะสม พบว่าคุณลักษณะน้ำเสียหลังการตกตะกอนมีค่าบีโอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมัน ที่เคเอ็น(TKN) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และเหล็ก(Fe) เท่ากับ 365 , 2,349, 120, 61.6, 1.89 และ 0.80 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมัน ที่เคเอ็น(TKN) ฟอสเฟต(PO_4^{3-}) และเหล็ก(Fe) ได้ร้อยละ 40.65, 61.20, 60, 89.80, และ 47.73 ตามลำดับ

หลังจากนั้นนำสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายสารเคมีในการบำบัด พบว่าค่าใช้จ่ายสารเคมีในการบำบัดด้วยสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเท่ากับ 6.32 บาทต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งหลังการบำบัดแล้ว พบว่ามีค่าบี

โอดี (BOD) , ซีโอดี (COD) ปริมาณไขมันและน้ำมันยังไม่ผ่านมาตรฐานน้ำเสียอุตสาหกรรม จึงควรมีการส่งบำบัดทางชีววิทยาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2545). *น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2567). *คุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน*. สืบค้นจาก <https://www.diw.go.th>.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). *ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ*. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.
- ณรงค์ฤทธิ์ กิ่งไทยสงค์. (2541). *การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยกระบวนการทางเคมี*. [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤภัสส์ คุ่มกลาง, กิตา ทรัพย์อ่อน, น้าอ้อย ปัญญา, ดารานัย รมเมือง และ วลัยพร สิ้นสวัสดิ์. (2563). *การศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์กันยุงจากสารสกัดธรรมชาติ 5 ชนิด*. โครงการวิจัยจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- วิริยะอาหารสัตว์. (2567/มกราคม/1). *แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ราคา*./ Facebook. <https://www.facebook.com/p/วิริยะอาหารสัตว์>.
- สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *คู่มือวิชาการโรคติดต่อเขื้อแดงกึ่งและโรคไข้เลือดออกแดงกึ่งด้านการแพทย์และสาธารณสุข*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟิกแอนดดีไซน์.
- สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *โรคไข้เลือดออกสำหรับประชาชนและเครือข่ายภาคประชาสังคม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อิสวัต แสงมณี, กรกฎ เพ็ชรหัสสนะโยธิน และ สุธน เสถียรยานนท์. (2552). *สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนผลิตอะไหล่รถยนต์*. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 9(1), 143-151.
- Aloui, F. , Kchaou, S. , & Sayadi, S. (2009.) Physicochemical treatments of anionic surfactants wastewater: Effect on aerobic biodegradability. *Journal of Hazardous Materials*, 164, 353–359.
- Boroski, M. , Rodrigues, A. C. , Garcia, J. C. , Sampaio, L. C. , Nozaki, J. , & Hioka, N. (2009). Combined electrocoagulation and TiO₂ photoassisted treatment applied to wastewater effluents from pharmaceutical and cosmetic industries. *Journal of Hazardous Materials*, 162, 448–454.
- Chemrich. (2567/มกราคม/1). *ไอรีออน (II) ซัลเฟต ราคา*./ <https://www.lazada.co.th/shop/chemrich>.
- El-Gohary, F. , Tawfik, A. , & Mahmoud, U. (2010). Comparative study between chemical coagulation/ Precipitation (C/P) versus coagulation/dissolved air flotation (C/DAF) for pre-treatment of personal care products (PCPs) wastewater. *Desalination*, 252, 106–112.
- Esplugas, S. , Bila, D. M. , Krause, L. G. , & Dezotti, M. (2007). Ozonation and advanced oxidation technologies to remove disrupting chemicals (EDCs) and pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in water effluents. *Journal of Hazardous Materials*, 149, 631-642.
- Namsaithai. (2567/มกราคม/1). *แอนไอออนิกพอลิเมอร์ ราคา*./ <https://www.namsaithai.com/shop/category>

Naumczyk, J. , Bogacki, J. , Marcinowski, P. , & Kowalik, P. (2014). Cosmetic wastewater treatment by coagulation and advanced oxidation processes. *Environmental Technology*, 35(5), 541-548.

Translated Thai References

Pollution Control Department (2002). *Domestic Wastewater and Wastewater System*. Bangkok: Pollution Control Department.

Department Of Industrial Works. (2024). *Characteristics of Wastewater Discharged from Factories*. Retrieved from <https://www.diw.go.th>.

Department Of Industrial Works. (2006). *Instructions for Wastewater Treatment System*. Bangkok: Department Of Industrial Works.

Koomklang, N. , Subanek, K. , Panya, N. , Robmuang, D. , & Sinsawas, W. (2020). *A Study of the Performance Testing of Mosquito Repellent Products from Five Natural Extracts*. (Research Report). Bangkok: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.

Wiriya pet food. (2024). Calcium hydroxide. Retrieved from <https://www.facebook.com/p/วิธีชะอาหารสัตว์>.

Division of Vector-bourn Diseases Department of Diseases Controls. (2015). *Academic Manual for Dengue Infection and Dengue Fever in Medicine and Public Health*. Bangkok: Graphic Font and Design Publishing House.

Division of Vector-bourn Diseases Department of Diseases Controls. (2015). *Dengue Fever for Citizens and Civil Society Networks*. Bangkok: Agricultural Cooperative Assembly of Thailand Printing Co., Ltd.

Saengmanee, I. , Pethasanayothin, K. , & Sathianyanon, S. (2009). Suitable Conditions for Treating Wastewater from Automobile Parts Factories. *Advanced Science Journal*, 9(1), 143-151.