

การใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดิน Use of Biomass Fly Ash for Improvement of Surface Water Quality

ชนวนาณี จิใจ^{1*} รอวียะ ซอเต็ง¹
Sunwanee Jijai^{1*} Roweeyah Sodeng¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินโดยใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล เปรียบเทียบกับสารส้มเป็นสารสร้างตะกอน ทำการทดลองโดยจาร์เทส กวนเร็ว 100 รอบต่อนาที 3 นาที กวนช้า 40 รอบต่อนาที 30 นาที และตกตะกอน 30 นาที วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการปรับปรุงทางด้านของแข็งละลายน้ำ การนำไฟฟ้า ความขุ่น อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 ppm พบว่า ทั้ง 2 ชุดการทดลอง ให้ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำสูงสุดที่ 20 ppm โดยชุดที่ใช้สารส้มมีคุณภาพน้ำหลังการทดลองทางด้านของแข็งละลายน้ำ การนำไฟฟ้า ความขุ่น อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 41.10 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร, 82.73 ± 0.12 โมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร, 6.66 ± 0.04 NTU, 30.00 ± 0.00 องศาเซลเซียส, และ 5.41 ± 0.26 ตามลำดับ ชุดที่ใช้เถ้าลอยมีค่าคุณภาพน้ำหลังการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 47.60 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร, 95.83 ± 1.53 โมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร, 9.31 ± 0.01 NTU, 30.00 ± 0.00 องศาเซลเซียส, และ 6.89 ± 0.25 ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของชุดที่ใช้สารส้มสูงกว่าชุดที่ใช้เถ้าลอย โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 63.65 และ 49.22 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เถ้าลอย โรงไฟฟ้าชีวมวล การปรับปรุงคุณภาพน้ำ น้ำผิวดิน

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

* Corresponding author e-mail: sunwanee.j@yru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the surface water quality Improvement by biomass fly ash. This study compared the coagulant between alum (industrial grade) with biomass fly ash from power plant. The study of optimum dose, coagulants type and efficiencies. The Jar test was used in a coagulation and flocculation process with 100 RPM for rapid mixing for 3 minutes, then slower to 40 RPM of slow mixing for 30 minutes and settle for 30 minutes. The analysis of characteristic of water before and after process included 5 parameters; total dissolve solids, conductivity, turbidity, temperature and pH. The 6 levels of coagulant concentration changes were 0, 10, 20, 30, 40, and 50 ppm respectively.

The results showed that the optimum dose of 2 coagulants gave highest of efficiencies were 20 ppm. The water quality after the process use alum gave a total dissolve solids, conductivity, turbidity, temperature and pH average of 41.10 ± 0.20 mg/L, 82.73 ± 0.12 μ S/cm, 6.66 ± 0.04 NTU, 30.00 ± 0.00 °C, and 5.41 ± 0.26 respectively. And water quality after the process use biomass fly ash gave a total dissolve solids, conductivity, turbidity, temperature and pH average of 47.60 ± 0.00 mg/L, 95.83 ± 1.53 μ S/cm, 9.31 ± 0.01 NTU, 30.00 ± 0.00 °C, and 6.89 ± 0.25 respectively. The efficiency of turbidity removal uses alum higher than that the biomass fly ash from power plant gave an average of 63.65% and 49.22% respectively.

Keywords: Fly ash, biomass power plant, water quality Improvement, surface water

บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ถึงจะพบมากถึง 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลก โดยส่วนใหญ่อยู่ในสภาพน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทรประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำแข็งตามขั้วโลก ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และเป็นน้ำจืดตามแม่น้ำลำคลองต่าง ๆ ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ถ้าโลกเราปราศจากน้ำสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เลย (จิระพร จิตบำรุง, 2544) ดังนั้นทรัพยากรน้ำมีความสำคัญเนื่องจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การใช้ประโยชน์จากน้ำมีการนำมาใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การนำน้ำมาใช้ในการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม บ้านเรือน นันทนาการและกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อม น้ำที่มนุษย์นำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นจะเป็นน้ำจืด แต่น้ำจืดในโลกเรามีเพียง 2.5 % เท่านั้น ความต้องการน้ำมีมากกว่าน้ำจืดที่มีอยู่ในหลายส่วนของโลก และในอีกหลายพื้นที่ในโลกกำลังจะประสบปัญหาความไม่สมดุลของอุปสงค์และอุปทานของน้ำ (จิตชล ผลารักษ์, 2551) ในปัจจุบันลักษณะคุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับลักษณะของดินและหินที่น้ำไหลผ่าน ส่วนมากจะมีคุณภาพทางกายภาพไม่ดีนัก คือ มักจะมีความขุ่น มีรส กลิ่น สีไม่ค่อยดี เนื่องจากน้ำผิวดินจะนำพาอนุภาคของสิ่งต่าง ๆ บนพื้นดินซึ่งเป็นทั้งสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ละลายเจือปนมาด้วย ตามธรรมชาติแล้วแหล่งน้ำผิวดินมักจะมีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ คุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมีการ

เปลี่ยนแปลงคุณภาพไปตามฤดูกาล เช่น ในฤดูฝน ปริมาณน้ำมาก อัตราการไหลของน้ำสูง เกิดการพัดพาเอาอนุภาคสิ่งต่าง ๆ ลงมาปนเปื้อนในแหล่งน้ำผิวดินมาก ทำให้ความขุ่นของแหล่งน้ำสูงกว่าในฤดูแล้ง จึงต้องมีกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำซึ่งมีหลายวิธี คือ กระบวนการทางกายภาพ กระบวนการทางชีวภาพ และกระบวนการทางเคมี (ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ, 2551)

จากลักษณะคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดิน สามารถกำหนดกระบวนการหรือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินได้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดความขุ่น สารแขวนลอย สี กลิ่น และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเป็นสำคัญด้วยกระบวนการทางเคมี เพราะเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่าง ๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ เมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำเสียแล้ว ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง ดังนั้นกระบวนการทางเคมีจะเลือกใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ การทำให้เกิดตะกอน อาศัยหลักการเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาทำให้เกิดกลุ่มตะกอนตกลงมา โดยทั่วไปสารแขวนลอยจะมีประจุลบ ดังนั้นสารเคมีที่เติมลงไปจึงเป็นประจุบวกเพื่อทำให้เป็นกลาง การแยกด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ก็มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ดังนั้นวิธีนี้จะเลือกใช้ก็ต่อเมื่อไม่สามารถแยกได้โดยกระบวนการทางชีวภาพหรือกายภาพ โดยส่วนมากสารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอนจะละลายน้ำ เช่น เกลือของสารประกอบต่าง ๆ เช่น เกลืออะลูมิเนียมซัลเฟต หรือสารส้ม ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) เกลือเหล็ก (FeCl_3 , FeSO_4) และเกลือของแคลเซียม ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ส่วนเกลือที่นำมาช่วยในการเกิดตะกอนได้ดียิ่งขึ้นนี้เป็นสารประกอบของ กลุ่ม Activated ของ Silica และ Polyelectrolytes โดยกระบวนการทางเคมีมีหลายวิธี โดยปกติการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำประปาที่ใช้แหล่งน้ำผิวดิน จะใช้กระบวนการสร้างรวมตะกอนทางเคมีโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดความขุ่น สารแขวนลอย สี กลิ่น และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการทางเคมี แต่ด้วยกระบวนการทางเคมีต้องเติมสารเคมีลงไปในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ดังนั้นจะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง สารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอนจะละลายน้ำ เช่น เกลือของสารประกอบต่าง ๆ เช่น เกลืออะลูมิเนียมซัลเฟต หรือสารส้ม ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) เกลือเหล็ก (FeCl_3 , FeSO_4) และเกลือของแคลเซียม ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ส่วนเกลือที่นำมาช่วยในการเกิดตะกอนได้ดียิ่งขึ้นนี้เป็นสารประกอบของ กลุ่ม Activated ของ Silica และ Polyelectrolytes โดยกระบวนการทางเคมีมีหลายวิธีด้วยกัน (พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ, 2541) และของเสียอีกประเภทหนึ่งที่เหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในพื้นที่จังหวัดยะลา คือ ขี้เถ้าที่เหลือจากการกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าชีวมวลยางพารา ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้มีโรงไฟฟ้าชีวมวลทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่เพื่อเผาไหม้ยางพาราในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องด้วยความต้องการพลังงานในประเทศมีสูงขึ้น จำนวนของโรงไฟฟ้าชีวมวลเหล่านี้ก็เพิ่มจำนวนมากขึ้นตามความต้องการใช้พลังงานของประเทศ และเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าชีวมวลไม้ยางพาราเหล่านี้คือ ขี้เถ้าที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ต้องเข้าสู่พื้นที่ฝังกลบเป็นปริมาณมากต่อวัน เช่น ของโรงไฟฟ้ากัลปสินยะลากรีน ต้องใช้วัตถุดิบไม้โดยเฉลี่ย 800 ตันต่อวัน จากกระบวนการผลิตเกิดเป็นขี้เถ้าซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมากโดยเฉลี่ย 15 ตันต่อวัน (โรงไฟฟ้ากัลปสินยะลากรีน, 2560) ดังนั้นผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงสนใจศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งที่มีเป็นจำนวนมากจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลในพื้นที่ คือ เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลมาใช้ทดแทนสารสร้างตะกอนประเภทสารส้ม เพื่อใช้ในการสร้างรวมตะกอนทางเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อสามารถนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ลดมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินโดยใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

1. น้ำผิวดิน

น้ำผิวดินที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำจากแม่น้ำปัตตานีโดยเก็บเป็นแหล่งน้ำดิบก่อนที่จะเข้าสู่โรงผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา

2. เถ้าลอย

เถ้าลอยที่ใช้ในการศึกษาเก็บตัวอย่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวลไม้ยางพารา บริษัท กัลฟ์ ยะลา กรีน จำกัด ตำบลพร่อน อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

3. สารส้มอุตสาหกรรม

ALUMINIUM SULFATE ($Al_2(SO_4)_3$) ชนิดผง ของบริษัท เซาท์เทิร์น เคมีคอลส์ จำกัด ใช้ตัวอย่างสารส้มที่ใช้จริงในระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา

4. การดำเนินการทดลอง

1) ทำการล้างเถ้าลอยที่ได้จากกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าชีวมวล และร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาดให้มีขนาดที่เท่ากันโดยใช้ตะแกรงขนาด 160 ไมครอน

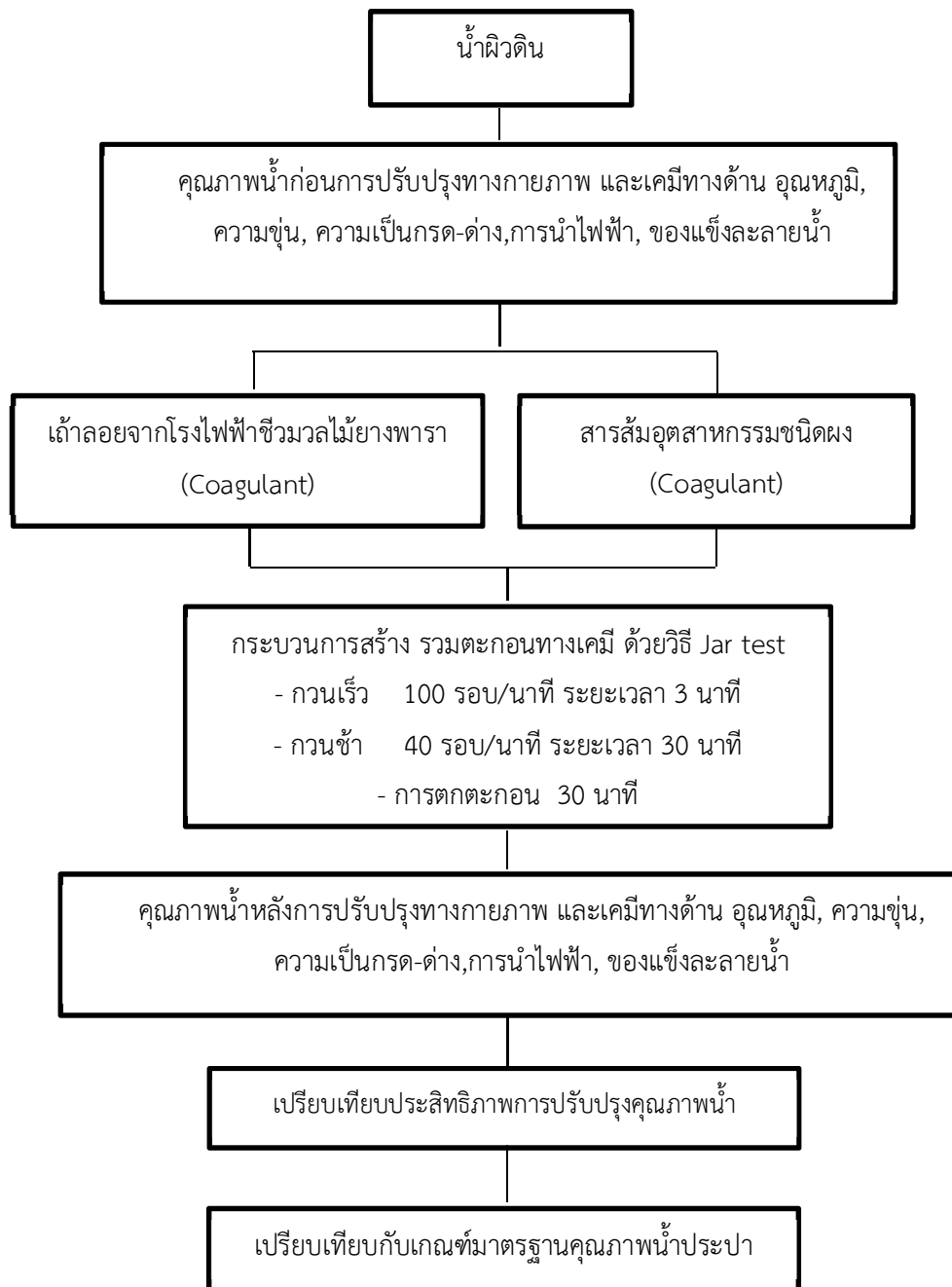
2) เตรียมสารส้มชนิดผงคำนวณปริมาณความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลอง โดยทำการทดลองความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm

3) เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินซึ่งเป็นน้ำดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา โดยทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางด้านกายภาพและเคมีก่อนการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำทางด้าน อุณหภูมิ, ความขุ่น, ความเป็นกรด-ด่าง, การนำไฟฟ้า และของแข็งละลายน้ำ

4) เตรียมเครื่องจลน์เพื่อใช้ในการดำเนินการทดลอง โดยทำการทดลองที่กวนเร็วความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ระยะเวลา 3 นาที กวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ระยะเวลา 30 นาที และระยะเวลาการตกตะกอน 30 นาที โดยแต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ตัวอย่างในการดำเนินการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างก่อน และหลังการทดลองพารามิเตอร์ ทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ อุณหภูมิ, ความขุ่น, ความเป็นกรด-ด่าง, การนำไฟฟ้า และของแข็งละลายน้ำ ตามมาตรฐานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียโดย standard methods for examination of water and wastewater (APHA, 1999) รายละเอียดวิธีการดำเนินการทดลองดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา ได้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารส้มและเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 6 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 10, 20, 30 , 40, 50 ppm ซึ่งมีรายละเอียดผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1-2 ดังนี้

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของน้ำก่อนและหลังการปรับปรุงของสารสร้างตะกอนประเภทสารส้ม

ความเข้มข้น (ppm)	ความเป็น กรด-ด่าง	พารามิเตอร์			
		ของแข็ง ละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ความขุ่น (NTU)	อุณหภูมิ (°C)
0	6.75 ± 0.11	32.87 ±	65.60 ± 0.50	18.33 ±	29.00 ±
10	6.79 ± 0.04	0.05	68.83 ± 0.15	0.12	0.00
20	5.41 ± 0.26	34.47 ±	82.73 ± 0.12	9.92 ± 0.06	30.33 ±
30	4.65 ± 0.10	0.06	97.80 ± 0.53	6.66 ± 0.04	0.58
40	4.37 ± 0.07	41.10 ±	131.27 ± 0.06	8.89 ± 0.07	30.00 ±
50	4.47 ± 0.02	0.20	138.23 ± 0.25	8.95 ± 0.05	0.00
		49.37 ±		11.80 ± 0.10	30.00 ±
		0.25			0.00
		65.53 ±			29.00 ±
		0.12			0.00
		69.10 ±			31.00 ±
		0.00			0.00

จากตารางที่ 1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสร้างรวมตะกอนของสารส้ม ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 ppm ตามลำดับ พบว่าค่าความขุ่นเฉลี่ยที่ดีที่สุดของน้ำที่ผ่านการปรับปรุง คือ 6.66 NTU ที่ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 20 ppm เพราะเป็นปริมาณที่เหมาะสมของการปรับปรุงน้ำผิวดินที่ใช้ทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ที่มีอยู่ในน้ำผิวดิน ซึ่งสารส้มเกิดเป็นไอออนบวกที่สามารถทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ในน้ำได้ดี และปริมาณสารสร้างรวมตะกอนที่พอดีทำให้ความขุ่นของน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา คือมีความขุ่นไม่เกิน 10 NTU (กรมอนามัย, 2543) ส่วนค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดประจุที่ละลายในน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยสารส้มใช้สารเคมี ดังนั้นเมื่อผสมน้ำเกิดประจุไอออนของซัลเฟต และอะลูมิเนียมแตกตัวจึงทำให้ค่าหลังการทดลองหรือหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยสารเคมีสร้างตะกอนจึงมีค่าสูงกว่าน้ำดิบก่อนการทดลอง หรือที่ความเข้มข้น 0 ppm เช่นเดียวกันกับของแข็งละลายน้ำ ซึ่งการวัดของแข็งละลายน้ำ (TDS) ด้วยเครื่องเป็นการวัดผลรวมของประจุบวก และลบที่อยู่ในน้ำ ดังนั้นค่าของแข็งละลายน้ำจึงขึ้นอยู่กับค่าการนำไฟฟ้า แต่ทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา คือไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมอนามัย, 2543) สำหรับความเป็นกรด-ด่าง พบว่าสารส้มสามารถปรับปรุงน้ำผิวดินได้ดีที่พีเอชเป็นด่าง โดยที่ จารุวรรณ พันธุ์ชมภู (2559) กล่าวว่าเนื่องจากสารส้มเมื่อละลายน้ำแล้วจะแตกตัวให้ Al^{3+} และที่สภาพเป็นด่างทำให้หมู่ฟังก์ชันของน้ำผิวดินยังคงมีสภาพประจุเป็นลบจึงเกิดตะกอนกับสารส้มได้ดี และค่าความเป็นกรด-ด่างที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา คืออยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 (กรมอนามัย, 2543) สำหรับการทดลองนี้พบว่าพีเอชหลังการทดลองมีค่าลดลงเนื่องจากการใช้สารส้ม

เมื่อละลายน้ำแล้วทำให้ซัลเฟตแตกตัวและเมื่อรวมตัวกับน้ำจึงทำให้มีค่าพีเอชลดต่ำลง ดังนั้นยิ่งใส่สารส้มในความเข้มข้นที่สูงพีเอชหลังการทดลองยิ่งมีค่าต่ำ การนำไปใช้งานในระบบการผลิตน้ำประปาจึงจำเป็นต้องปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้มีค่าเป็นกลาง ดังนั้นจึงต้องเติมปูนขาวในกระบวนการผลิตควบคู่กับการเติมปริมาณสารส้มสำหรับพารามิเตอร์ทางด้านอุณหภูมิจะเห็นได้ว่าการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน เพราะการทดลองทำการทดลองที่สภาวะอุณหภูมิห้องปกติ

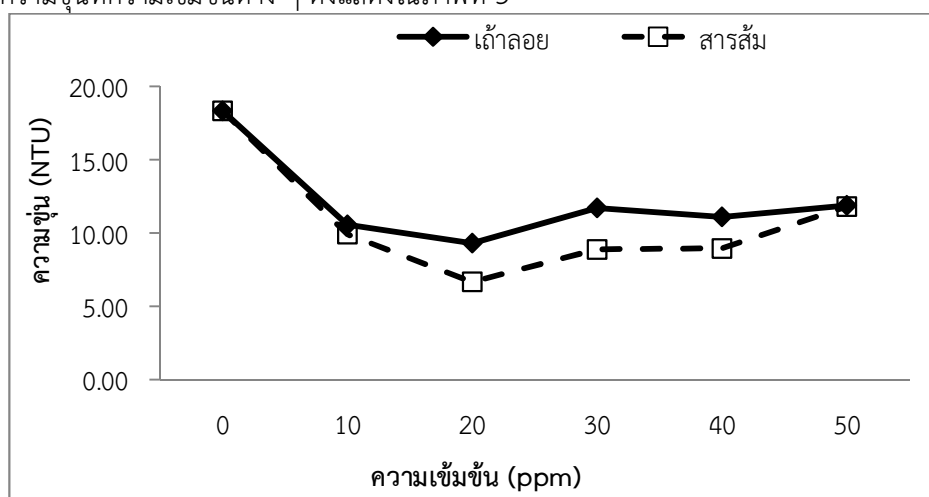
ตารางที่ 2 คุณลักษณะของน้ำก่อนและหลังการปรับปรุงของสารสร้างตะกอนประเภทเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลไม้ยาง

ความเข้มข้น (ppm)	พารามิเตอร์				
	ความเป็น กรด-ด่าง	ของแข็ง ละลายน้ำ (mg/l)	การนำไฟฟ้า (us/cm)	ความขุ่น (NTU)	อุณหภูมิ (°C)
0	6.75 ± 0.11	32.87 ±	65.60 ± 0.50	18.33 ±	29.00 ±
10	7.00 ± 0.29	0.05	70.90 ± 0.00	0.12	0.00
20	6.89 ± 0.25	35.40 ±	95.83 ± 1.53	10.56 ±	30.00 ±
30	6.82 ± 0.10	0.00	86.77 ± 0.06	0.03	0.00
40	6.84 ± 2.01	47.60 ±	103.77 ± 0.06	9.31 ± 0.01	30.00 ±
50	7.12 ± 0.06	0.00	109.33 ± 0.06	11.71 ±	0.00
		43.37 ±		0.25	30.00 ±
		0.06		11.09 ±	0.00
		51.90 ±		0.57	29.00 ±
		0.00		11.88 ±	0.00
		54.57 ±		0.01	30.33 ±
		0.23			0.58

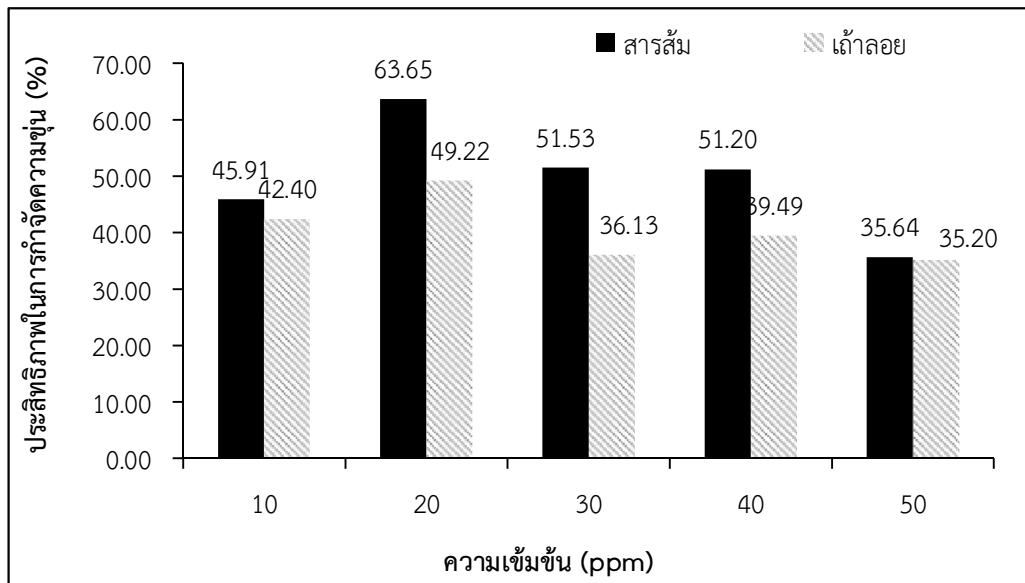
จากตารางที่ 2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลนครยะลา โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสร้างรวมตะกอนของเถ้าลอย ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 ppm ตามลำดับ พบว่าเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถปรับปรุงน้ำผิวดินได้ดีในระดับหนึ่ง ซึ่งกมลชนก กองกุลท (2560) กล่าวว่า เนื่องจากเถ้าลอยมีองค์ประกอบของสารออกไซด์ จึงสามารถทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียรวมตัวกันเป็นฟล็อกและตกตะกอนลงสู่ถังได้ และมีลักษณะทางกายภาพที่มีพรุนเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก และมีพื้นที่ผิวสูง ทำให้สารอินทรีย์ยึดเกาะติดผิวของเถ้าลอยก่อนตกตะกอนลงสู่ด้านล่าง ทำให้สามารถบำบัดสารอินทรีย์ได้ดี ซึ่งพบว่า ชุดการทดลองที่ความเข้มข้น 20 ppm มีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้ดีที่สุด โดยมีค่าความขุ่นหลังการทดลองโดยเฉลี่ย 9.31 ± 0.01 NTU และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาไม่เกิน 10 NTU (กรมอนามัย, 2543) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินโดยเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลมีค่าพีเอชที่ไม่ลดต่ำลงมาก โดย

ด้วยคุณสมบัติของไส้ที่มีคุณสมบัติเป็นต่างจึงทำให้พีเอชหลังการทดลองของชุดที่ให้ประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้ดีที่สุดคือ 20 ppm มีค่าพีเอชหลังการทดลองโดยเฉลี่ย 6.89 ± 0.25 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาคืออยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 (กรมอนามัย, 2543) ดังนั้นไม่จำเป็นต้องเติมสารเคมีเพื่อปรับพีเอชให้กับระบบ จารุวรรณ พันธุ์มณี (2559) ได้รายงานว่าการนำเถ้าลอยมาใช้เป็นสารโคแอกกูแลนต์มีสภาวะที่เหมาะสมโดยไม่ต้องเติมสารเพื่อปรับค่าเป็นกรดต่างให้กับระบบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง พบว่าเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ดี โดยที่พีเอชหลังการปรับปรุงมีค่าไม่ลดลง สำหรับค่าการนำไฟฟ้า และของแข็งละลายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดประจุที่ละลายในน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล คุณลักษณะของเถ้ามีองค์ประกอบของออกไซด์โลหะ ซึ่งเป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายน้ำแล้วให้อิออน เช่น กรดอินทรีย์ ต่าง และเกลือ ถ้ามีสารละลายปะปนอยู่ในปริมาณมากก็จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นด้วย สอดคล้องผลของการทดลองของกมลชนก กองกุลท (2560) คุณภาพน้ำทางด้านการนำไฟฟ้าหลังการทดลองจึงมีค่าสูงกว่าน้ำดิบก่อนการทดลอง เช่นเดียวกันกับของแข็งละลายน้ำ ซึ่งการวัดของแข็งละลายน้ำ (TDS) ด้วยเครื่องเป็นการวัดผลรวมของประจุบวก และลบที่อยู่ในน้ำ ดังนั้นค่าของแข็งละลายน้ำจึงขึ้นอยู่กับค่าการนำไฟฟ้า แต่ทุกตัวอย่างมีค่าซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมอนามัย, 2543) สำหรับอุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการทดลองที่อุณหภูมิห้องโดยทั้งหมด

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารสร้างรวมตะกอนที่เหมาะสมระหว่างสารส้มกับเถ้าลอยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พบว่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของสารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นได้ดีที่สุดที่ปริมาณความเข้มข้นของสารเท่ากับ 20 ppm โดยมีค่าความขุ่นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.66 ± 0.04 NTU และ 9.31 ± 0.01 NTU สำหรับสารสร้างตะกอนประเภทสารส้ม และเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยคุณภาพน้ำก่อนการปรับปรุงน้ำดิบมีค่าของความขุ่นโดยเฉลี่ย 23.43 ± 0.32 NTU โดยประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ความขุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารส้มกับเถ้าลอย

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดิน โดยใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล เปรียบเทียบกับสารส้มอุตสาหกรรมชนิดผงเป็นสารสร้างตะกอน โดยทำการทดลองด้วยจาร์เทสที่ อัตราการกวนเร็วความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ระยะเวลา 3 นาที กวนช้าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ระยะเวลา 30 นาที และระยะเวลาการตกตะกอน 30 นาที ความเข้มข้นของสารสร้าง ตะกอนที่แตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 ppm พบว่า สารส้ม และเถ้าลอย จากโรงไฟฟ้าชีวมวลไม่เพียงพอสามารถลดความขุ่นของน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้ง 2 ชุดให้ ประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 20 ppm โดยที่สารส้มมีประสิทธิภาพสูง กว่าเถ้าลอยเล็กน้อย โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 63.65 และร้อยละ 49.22 สำหรับสารส้มและเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ตามลำดับ โดยที่ทั้ง 2 ชุดการทดลองมี ค่าความขุ่นหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.66 ± 0.04 NTU และ 9.31 ± 0.01 NTU สำหรับสารสร้างตะกอนประเภทสารส้ม และเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ตามลำดับ ซึ่งผ่าน เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปាកำหนดไว้ไม่เกิน 10 NTU กรณีของพีเอชหลังการทดลองการใช้ เถ้าลอยไม่ต้องสิ้นเปลืองสารเคมีในการปรับค่าพีเอชหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เนื่องจาก คุณสมบัติของเถ้ามีคุณสมบัติเป็นด่างดังนั้นไม่ทำให้พีเอชหลังการทดลองมีค่าลดลง การใช้สารส้ม ในการปรับปรุงจะทำให้พีเอชหลังการทดลองมีค่าลดลงยิ่งปริมาณสารส้มที่เพิ่มขึ้นน้ำที่ผ่านการ ปรับปรุงจะมีค่าความเป็นกรด หรือพีเอชลดลง ดังนั้นเถ้าลอยชีวมวลจากโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถ นำไปใช้ในการสร้างตะกอนได้โดยมีข้อดีกว่าสารส้มคือไม่เปลืองสารเคมีในการปรับค่าพีเอชของน้ำ สำหรับการปรับปรุงคุณภาพ โดยค่าพีเอชหลังการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง ทำให้ไม่ สิ้นเปลืองสารเคมีลดค่าใช้จ่าย เป็นการใช้อย่างมีประสิทธิภาพของเสียที่มีอยู่ในท้องถิ่น ช่วยลดมลพิษที่ ออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการพัฒนายั่งยืนได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาโดยเปลี่ยนแปลงสารสร้างตะกอนชนิดอื่น ๆ และเพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงผลิตและปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา การประปาเทศบาลนครยะลา โรงไฟฟ้ากัลป์ยะลากรีน จังหวัดยะลา สำหรับการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก กองกุล, นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และคนตา ตั้งคณานุรักษ์. (2560). ความสามารถของเถ้าลอยลิกไนต์ต่อการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยกระบวนการสร้างตะกอน และเปรียบเทียบกับสารส้ม. *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 6(2), 129-139
- จารุวรรณ พันธุ์ชมภู, คนตา ตั้งคณานุรักษ์. (2559). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าโดยใช้เถ้าลอยลิกไนต์เป็นสารสร้างตะกอน. *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 7(14), 12-22
- จิระพร จิตบำรุง. (2544). *ความสำคัญของน้ำ*. ค้นเมื่อ 22 กันยายน 2561, จาก <http://www.nimt.or.th>.
- จิตชล ผลารักษ์. (2551). *ทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ทรัพยากร* ภาควิชาชีววิทยา และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: ประการกรมอนามัย. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา* คณะกรรมการการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร
- ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ. (2551). *การปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดิน*. จุลสารสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพออนไลน์ มุมวิชาการ ด้านอาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม. ค้นเมื่อ 27 กันยายน 2561 จาก <https://www.stou.ac.th>
- พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ. (2541). *การใช้ลิกไนต์ตะกอนในการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบบำบัดตะกอนโรงงานผลิตน้ำประปามหาสวัสดิ์*. (วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- โรงไฟฟ้ากัลป์ยะลากรีน. (2560). รายงานประจำปี, โรงไฟฟ้ากัลป์ยะลากรีน, ยะลา
- APHA, A., WEF (Ed.). (1999). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater* (20 ed.). Washington D.C.: American Public Health Association.