

การลดความขุ่นในน้ำโดยใช้ผงกระดองปูดำ (*Scylla olivacea*) เป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม

Removal of Water Turbidity by using *Scylla olivacea* Shell Powder Coagulation Aid With Alum

รพีพรรณ ยงยอด (Rapeepan Yongyod)* วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ (Warangkana Sungsitthisawad)**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research) โดยใช้ผงกระดองปูดำ เป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม เพื่อลดความขุ่นในน้ำและทำการทดสอบด้วยวิธีจาร์เทสต์ (Jar test) การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกหาความเข้มข้นที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพผงกระดองปูดำร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมในการลดความขุ่นในน้ำสังเคราะห์ 50, 100 และ 150 NTU น้ำผิวดินความขุ่นสูง และความขุ่นต่ำ โดยใช้ความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมในการทดลองขั้นตอนแรก ผลการศึกษาพบว่า ผงกระดองปูดำ 4 ก./ล. ร่วมกับสารส้ม 200 มก./ล. เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการลดความขุ่นในน้ำสังเคราะห์ 50 NTU ลดความขุ่นได้ร้อยละ 97.14 ในน้ำสังเคราะห์ความขุ่น 100 NTU และ 150 NTU พบว่า ผงกระดองปูดำ 2 ก./ล. ลดความขุ่นได้ร้อยละ 97.00 และ 98.00 ตามลำดับ ในน้ำผิวดินความขุ่น 60 NTU ร่วมกับสารส้ม 100 มก./ล. ใช้ผงกระดองปูดำ 2 ก./ล. ลดความขุ่นได้ร้อยละ 93.33 และความขุ่น 388 NTU ใช้ผงกระดองปู 6 ก./ล. ลดความขุ่นได้ร้อยละ 97.97 ตามลำดับ

ABSTRACT

This experimental research was conducted to determine the appropriate amount and efficiency of using the *Scylla olivacea* shell powder as a coagulation aid with alum for water turbidity removal by jar test method. Test were divided into step. The first step was optimum dose with alum. The second step, The efficiency of *Scylla olivacea* shell powder with alum at optimum amount for water turbidity remove was determine. The result showed that *Scylla olivacea* shell powder at 4 g/l with optimum alum dose at 200 mg/l with 50 NTU the synthetic water of the remove turbidity up to 97.14 %. For the 100 NTU and 150 NTU The result show that *Scylla olivacea*

คำสำคัญ : สารช่วยสร้างตะกอน ผงกระดองปูดำ ไคติน

Key Words : Coagulation aid, *Scylla olivacea* shell powder, Chitin

* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

shell powder at 2 g/l optimum alum dose 200 mg/l could remove at 97.00 % and 98.00 % respectively. The using *Scylla olivacea* shell powder as coagulation aid with alum for removing in surface water indicated that the optimum amounts of *Scylla olivacea* shell powder at 2 g/l together turbidity in turbidity with 100 mg/l of alum could to remove the turbidity at 60 NTU up to 93.33% the optimum amount of *Scylla olivacea* shell powder at 6 g/l with alum at 100 mg/l could remove the turbidity at 388 NTU up to 97.97%

บทนำ

น้ำอุปโภคบริโภค เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิต ปัจจุบันแม้ว่ามีประปาหมู่บ้านครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ แต่ปัญหาหนึ่งซึ่งเป็นปัญหาพื้นฐานที่พยายามแก้ไขมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คือ แหล่งน้ำผิวดินมีคุณภาพเสื่อมโทรม จังหวัดขอนแก่นพบปัญหานี้เช่นกัน คุณภาพน้ำดิบที่ใช้ผลิตประปาในฤดูแล้งและฤดูฝน มีเหล็ก แมงกานีส และความขุ่นสูง ถึงจะผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ก็ตาม ปริมาณการใช้สารส้มต่อเดือนของระบบผลิตประปาขนาดเล็กในการดูแลของการประปาส่วนภูมิภาค ขนาดกำลังผลิตไม่เกิน 50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ใช้สารส้มเฉลี่ย 646.39 กิโลกรัมต่อเดือน ส่วนระบบประปาหมู่บ้าน ผิวดิน ตามแบบกรมอนามัย ใช้สารส้มเฉลี่ย 781.82 กิโลกรัมต่อเดือน และบางครั้งการผลิตน้ำยังจำเป็นต้องใช้สารเคมีพิเศษ เช่น ด่างทับทิม ผงถ่านกัมมันต์ สารโพliosุมิเนียมคลอไรด์ หรือ โพลีเมอร์ต่างๆ เป็นต้น เพื่อกำจัดสารแขวนลอยเหล่านี้ ทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำประปาสูงขึ้นมาก โดยเฉลี่ยทั่วประเทศเป็น 13.98 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ.2547 (การประปาส่วนภูมิภาค, 2548) ส่วนต้นทุนในการผลิตน้ำประปาของสำนักงานประปาในเขตจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2548 เฉลี่ยลูกบาศก์เมตรละ 11.57 บาท (สำนักงานประปาเขต 6, 2547) ขณะที่อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำจำหน่ายที่ 7.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (นฤมล และวรางคณา, 2549) ระบบประปาต้องประสบปัญหาขาดงบประมาณสำหรับเดินระบบ

ระบบประปาหมู่บ้านส่วนใหญ่ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่มีหน่วยงานเอกชนใดสนใจทำกิจการนี้ เนื่องจากการลงทุนทำระบบประปาในพื้นที่ห่างไกลเขตเมือง ไม่สามารถทำกำไรจากคนจนและผู้คนที่อาศัยในเขตชนบทได้

การเติมสารส้มในปริมาณที่ไม่เหมาะสม ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีและเหลือสารส้มที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาตกค้างในน้ำประปา เกิดเป็นอะลูมิเนียมอิสระตกค้าง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการสะสมอะลูมิเนียมในเนื้อเยื่อสมองของผู้บริโภค และอาจก่อให้เกิดโรคอัลไซเมอร์ได้

นอกจากนั้นสารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในการตกตะกอนมีราคาค่อนข้างแพง ส่วนใหญ่ไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาคัดค้นสารช่วยสร้างตะกอนที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ (Natural Polyelectrolyte) เช่น จากพืช โดยการศึกษาของ (Jahn Samia and AL Azharia, 1998) ใช้เมล็ดมะรุลดความขุ่นในน้ำได้ร้อยละ 94 (Jingdong Zhang, 2005) เมล็ดแคคตัสลดความขุ่นในน้ำได้ร้อยละ 90 และ (Schulz CR and Okum DA, 1984) สารโคโตซานจากสัตว์น้ำ เช่น ปู กุ้ง เป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม ซึ่งสามารถประหยัดการใช้สารส้มได้มาก จึงได้มีการนำมาใช้มากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้ใช้วัสดุธรรมชาติ คือ กระตองปูด้าซึ่งมีส่วนประกอบของไค มีคุณสมบัติเป็นสารสร้างตะกอนรวมอนุภาคความขุ่นให้เป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่และตกตะกอนได้ดี เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัดการใช้สารส้ม ลดงบประมาณสำหรับระบบประปาได้

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรศึกษา คือ น้ำสังเคราะห์ ความขุ่นที่มีความขุ่นแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยกำหนด ที่ 50, 100 และ 150 NTU และแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านหนองบัวเย็น ตำบลนาข่า อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามาจาก 2 ส่วนคือ น้ำสังเคราะห์ความขุ่น และน้ำผิวดิน

1.2.1 น้ำสังเคราะห์ความขุ่น

1.2.1.1 หาความเข้มข้น สารส้มที่เหมาะสมในการลดความขุ่น 50, 100 และ 150

(54 หน่วยการทดลอง)

1.2.1.2 หาปริมาณผงกระตอง ปูดำร่วมกับสารส้มที่เหมาะสม

(54 หน่วยการทดลอง)

1.2.2 น้ำผิวดินความขุ่นต่ำและความขุ่นสูง

1.2.2.1 หาความเข้มข้น สารส้มที่เหมาะสมในการลดความขุ่น

(36 หน่วยการทดลอง)

1.2.2.2 หาปริมาณผงกระตอง ปูดำร่วมกับสารส้มที่เหมาะสม ในความขุ่น 2 ระดับ

(36 หน่วยการทดลอง)

รวม หน่วย การ ท ด ล อ ง ทั้ง ล ั น
(54+54+36+36 = 180 หน่วยการทดลอง)

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนการ

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมผงกระตองปูดำ

1.1 นำกระตองปูมาล้างทำความสะอาดแล้วนำไปผึ่งแดดจนแห้ง 1 วัน

1.2 นำกระตองปูอบ ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

1.3 บดกระตองปูด้วยเครื่องบดไฟฟ้าจนเป็นผงละเอียด

1.4 ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh
ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมน้ำสังเคราะห์

2.1 นำดินคาโอลินอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

2.2 หาปริมาณดินคาโอลินที่เหมาะสม ผสมกับน้ำฝนที่เก็บกักไว้ประมาณ 5 เดือน เพื่อให้ได้ความขุ่น 50, 100 และ 150 NTU

2.2 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 หาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในน้ำสังเคราะห์ และน้ำผิวดิน

1.1 นำน้ำตัวอย่าง ทำการตวงปริมาตร 1 ลิตร ใส่ใน ปีกเกอร์แก้วทรงสูง ชุดละ 6 ปีกเกอร์

1.2 ตกตะกอนด้วยสารส้ม ด้วยความเข้มข้นของสารส้มระดับต่างๆจนได้ปริมาณที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการกวนเร็วด้วยความเร็วรอบของใบพัด 100 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 1 นาที จากนั้นจึงกวนช้าด้วยความเร็วรอบของใบพัด 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที และปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

1.3 ดูดน้ำใสในแต่ละปีกเกอร์ไว้ใช้กลั่นน้ำ ไปวัดค่าความขุ่น

ขั้นตอนที่ 2 หาปริมาณผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม ในน้ำสังเคราะห์ และน้ำผิวดิน

2.1 นำน้ำตัวอย่างตวงปริมาตร 1 ลิตร ใส่ใน ปีกเกอร์แก้วทรงสูง ชุดละ 6 ปีกเกอร์

2.2 ตกตะกอนด้วยผงกระตองปูดำร่วมกับสารส้ม หาปริมาณที่เหมาะสม ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้เวลาในการกวนเร็วด้วยความเร็วรอบของใบพัด 100 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 1 นาที จากนั้นจึงกวนช้าด้วยความเร็วรอบของใบพัด 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที และปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

2.3 ดูดน้ำใสในแต่ละบีกเกอร์วิธี
กาลักน้ำ ไปวัดค่าความขุ่นตกค้าง

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

การศึกษาประสิทธิภาพการลดความขุ่นของ
น้ำ โดยใช้ผงกระตองปูด้าเป็นสารช่วยสร้างตะกอน
ร่วมกับสารส้ม ในน้ำสังเคราะห์ความขุ่น ที่ความขุ่น
แตกต่างกัน 3 ระดับ และน้ำผิวดินที่ใช้สำหรับ
ผลิตประปาหมู่บ้านที่มีความขุ่นต่ำและความขุ่นสูง มี
ผลการศึกษา ดังนี้

1. ความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมใน การลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์

น้ำสังเคราะห์ที่ศึกษา มีความขุ่นแตกต่างกัน
3 ระดับคือ 50, 100 และ 150 NTU ใส่สารส้มที่
ความเข้มข้นแตกต่างกัน เพื่อหาปริมาณสารส้มที่
เหมาะสมในการตกตะกอน มีผลการศึกษาดังนี้

น้ำสังเคราะห์ความขุ่น 50 NTU มีพีเอช 6.5
ตวงน้ำปริมาตร 1 ลิตร ใส่สารส้มความเข้มข้นต่าง
กัน 6 ระดับคือ ไม่ใส่สารส้ม และใส่สารส้ม 100,
200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร ในแต่ละ
ชุดทดลอง แล้วทำการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า
ความเข้มข้นของสารส้ม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของน้ำ
สังเคราะห์ 50 NTU มีประสิทธิภาพการลดความขุ่น
ร้อยละ 90.0 โดยผลึกของสารส้มจับตัวกับ
คอลลอยด์ที่กระจายอยู่ในน้ำ ทำให้อนุภาค
คอลลอยด์ไม่มีเสถียรภาพ เกิดการรวมตัวกัน และยัง
เหลือที่ว่างพอที่จะจับกันระหว่างอนุภาค เกิดเป็น
ฟlocsขนาดใหญ่ แยกตัวออกจากน้ำ และตกตะกอน
ซึ่งเป็นไปตามรายงานของ มั่นสิน (2538) น้ำ
สังเคราะห์ความขุ่น 100 NTU มีพีเอช 8.2 ผลการ
ศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของสารส้ม 200 มิลลิกรัม
ต่อลิตร เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความ
ขุ่นของน้ำสังเคราะห์ 100 NTU มีประสิทธิภาพการ
ลดความขุ่น ร้อยละ 92.0 ซึ่งสอดคล้องกับการ
ศึกษาของ Amirtharajah and Mill (1982) พบว่า
สารส้มทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์โดยใช้กลไก
แบบกวาด (Sweep coagulation) ได้ดีที่สุด ในช่วง
พีเอช 6.8-8.2 นี้ และน้ำสังเคราะห์ความขุ่น 150
NTU มีพีเอช 8.0 ความเข้มข้นของสารส้ม 200
มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด
ในการลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์ 150 NTU
โดยมีประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 96.67
(ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการลดความขุ่นของสารส้ม ในน้ำสังเคราะห์ความขุ่น 50, 100 และ 150 NTU

ความเข้มข้น สารส้ม (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ความขุ่น 50 NTU		ความขุ่น 100 NTU		ความขุ่น 150 NTU	
	ความขุ่น ตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่น ตกค้าง (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น
0	19	62.00	60	40.00	53	64.67
100	23	54.00	29	71.00	39	74.00
200	5	90.00	8	92.00	5	96.67
300	16	68.00	5	95.00	9	94.00
400	17	66.00	20	80.00	10	93.33
500	14	72.00	17	83.00	12	92.00

2. ปริมาณผงกระตองปูดาร่วมกับสารส้มที่เหมาะสม ในการลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์

น้ำสังเคราะห์ที่ศึกษา มีความขุ่นแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 50, 100 และ 150 NTU ใช้ผงกระตองปูดาร่วมกับสารส้มในการตกตะกอน ซึ่งการใส่ผงกระตองปูดาลงในตัวอย่างน้ำ ทำให้ความขุ่นและพีเอชของน้ำสูงขึ้น แต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการตกตะกอนแล้วน้ำมีความขุ่นตกค้างลดลง พีเอชไม่เปลี่ยนแปลงยังคงเท่ากับน้ำสังเคราะห์ตั้งต้น รายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

เมื่อใช้ผงกระตองปูด้าเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารส้ม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใส่ผงกระตองปูด้าปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทำให้ความขุ่นและพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นในตอนแรก ผงกระตองปูด้าเพิ่มปริมาณสารแขวนลอยและเป็นปัสสาวะให้กับน้ำ ความขุ่นจึงเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงกระตองปูด้าที่ใส่ลงไป และพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน อาจเนื่องจากสารคาร์บอนเนตที่สะสมในกระตองปูด้า

การใช้ผงกระตองปูด้าร่วมกับสารส้มในการลดความขุ่น พบว่า ผงกระตองปูด้าที่เหมาะสมคือ 4 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์ที่ 50 NTU ผงกระตองปูด้าที่เหมาะสม 2 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์ที่มีความขุ่น 100 NTU และ 150 NTU โดยมีประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 97.14, 97.0 และ 98.0 ตามลำดับ ซึ่งผงกระตองปูด้าเป็นโพลีอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งมีน้ำหนักเมื่อเกาะติดบนผิวอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้อนุภาคคอลลอยด์สูญเสียเสถียรภาพ และโพลีอิเล็กโตรไลต์ยังเป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างอนุภาคอื่นๆ เข้าด้วยกัน เกิดเป็นฟล็อกที่มีขนาดใหญ่ ตกตะกอนแยกออกจากน้ำได้มาก และเมื่อใส่ปริมาณผงกระตองปูด้าที่มากกว่านี้ พบว่า ประสิทธิภาพการลดความขุ่นลดลงตามปริมาณของผงกระตองปูด้าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hansen and Cleasby (1990) พบว่า ปัจจัยที่ทำให้กระบวนการสร้างตะกอนและรวมตะกอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอยู่กับขนาด น้ำหนักของสารสร้างตะกอน และการกระจายตัวของสารสร้างตะกอน (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการลดความขุ่น เมื่อใช้ผงกระตองปูด้าเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระดับความขุ่น 50, 100 และ 150 NTU

ผงกระตองปูด้า (กรัมต่อลิตร)	ความขุ่น 50 NTU		ความขุ่น 100 NTU		ความขุ่น 150 NTU	
	ความขุ่น ตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่น ตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่น ตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพ การลดความขุ่น (ร้อยละ)
0	35	30.00	43	57.00	39.50	73.67
2	3.62	92.76	3	97.00	2.99	98.00
4	1.43	97.14	5.70	94.30	5.50	96.33
6	2.73	94.54	4.04	95.96	4.30	97.13
8	6.13	87.74	6.30	93.70	6.50	95.67
10	12	76.00	4.72	95.28	5.39	96.41

3. ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม ในการลดความขุ่นของน้ำผิวดินที่ใช้สำหรับผลิตประปาหมู่บ้านที่มีความขุ่นต่ำ และสูง

น้ำผิวดินความขุ่น 60 NTU มีพีเอช 7.8 ตวงน้ำปริมาตร 1 ลิตร ใส่สารส้มความเข้มข้นแตกต่างกัน 6 ระดับคือ ไม่ใส่สารส้ม และใส่สารส้ม 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร ในแต่ละชุดทดลอง แล้วทำการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของสารส้ม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของ

น้ำความขุ่น 60 NTU มีประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 97.1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suleyman A. Muyibi and Lilian M. Evison (1995) พบว่า สารสร้างตะกอนจะมีประสิทธิภาพการลดความขุ่นได้สูงในน้ำที่มีความขุ่นสูง และน้ำผิวดินความขุ่นสูง 388 NTU ความเข้มข้นสารส้ม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของน้ำสังเคราะห์ 388 NTU มีประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 99.3 (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการลดความขุ่นโดยใช้สารส้มเป็นสารสร้างตะกอนที่ระดับความขุ่น 60 NTU และ 388 NTU

ความเข้มข้น สารส้ม (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความขุ่น 60 NTU		ความขุ่น 388 NTU	
	ความขุ่นตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพการลด ความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพการลด ความขุ่น (ร้อยละ)
0	20.00	66.66	388	0
100	1.70	97.16	2.71	99.30
200	5.50	90.83	5.50	98.58
300	2.60	95.67	13.00	96.64
400	3.50	94.17	4.95	98.72
500	7.50	87.50	3.24	99.16

4. ปริมาณผงกระตองปูดำร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม ในการลดความขุ่นของน้ำผิวดินที่ใช้สำหรับผลิตประปาหมู่บ้านที่มีความขุ่นต่ำ และสูง

น้ำผิวดินที่ความขุ่น 60 NTU และ 388 NTU ใช้ผงกระตองปูดำร่วมกับสารส้มในการตกตะกอน ซึ่งการใส่กระตองปูดำลงในน้ำตัวอย่าง ทำให้ความขุ่นและพีเอชของน้ำสูงขึ้น แต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการตกตะกอนแล้วน้ำมีความขุ่นตกค้างลดลง พีเอชไม่เปลี่ยนแปลงยังคงเท่ากับน้ำตัวอย่าง ดังนั้น รายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

การใช้ผงกระตองปูดำเป็นสารส้มในการลดความขุ่น พบว่า ผงกระตองปูดำที่เหมาะสม คือ 2 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขุ่นของน้ำผิวดิน 60 NTU โดยประสิทธิภาพการลดความขุ่นเท่ากับ ร้อยละ 93.33 และน้ำผิวดินที่ความขุ่น 388 NTU ใช้ผงกระตองปูดำเป็นสารส้มในการลดความขุ่น พบว่า ผงกระตองปูดำที่เหมาะสม คือ 6 กรัม ประสิทธิภาพการลดความขุ่นเท่ากับ ร้อยละ 97.9 (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการลดความขุ่น เมื่อใช้ผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่ เหมาะสม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระดับความขุ่น 60 NTU และ 388 NTU

ปริมาณผง กระตองปู (กรัมต่อลิตร)	ความขุ่น 60 NTU		ความขุ่น 388 NTU	
	ความขุ่นตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพการลด ความขุ่น (ร้อยละ)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)	ประสิทธิภาพการลด ความขุ่น (ร้อยละ)
0	6	90.00	32.90	91.52
2	4	93.33	13.82	96.44
4	7.30	87.83	12.90	96.68
6	11.40	81.00	7.77	97.99
8	16	73.00	13.26	96.58
10	14	76.66	16.63	96.74

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม ซึ่งน้ำที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็นน้ำสังเคราะห์ความขุ่นแตกต่างกัน 3 ระดับ และแหล่งน้ำดิบระดับความขุ่นต่ำ 60 NTU น้ำดิบระดับความขุ่นสูง 388 NTU แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 หาความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสม และขั้นตอนที่ 2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมผงกระตองปูดำร่วมกับสารส้ม สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. น้ำสังเคราะห์ความขุ่น 3 ระดับ 50, 100 และ 150 NTU

1.1 หาความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนความขุ่นของน้ำสังเคราะห์ความขุ่น 3 ระดับ

1.1.1 ระดับความขุ่น 50 NTU พบว่าความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการลดปริมาณความขุ่นร้อยละ 90.00

1.1.2 ระดับความขุ่น 100 NTU พบว่าความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการลดความขุ่น ร้อยละ 92.00

1.1.3 ระดับความขุ่น 150 NTU พบว่าความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการลดความขุ่น ร้อยละ 96.67

2.1 หาประสิทธิภาพผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม พบว่า

2.1.1 ระดับความขุ่น 50 NTU ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับผงกระตองปูดำ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการลดความขุ่น ร้อยละ 97.14 ปริมาณผงกระตองปูดำ เหมาะสม 4 กรัม

2.1.2 ระดับความขุ่น 100 NTU ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับผงกระตองปูดำ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 97.00 ปริมาณผงกระตองปูดำ เหมาะสม 2 กรัม

2.1.3 ระดับความขุ่น 150 NTU ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับผงกระตองปูดำ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 98.00 ปริมาณผงกระตองปูดำ

เหมาะสม 2 กรัม

2. แหล่งน้ำดิบความขุ่น 60 NTU

2.1 การทดลองหาความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนความขุ่นของน้ำที่ระดับความขุ่น 60 NTU พบว่า ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 97.16

2.2 การทดลองหาประสิทธิภาพผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 60 NTU พบว่า ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับผงกระตองปูดำ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการลดความขุ่นร้อยละ 93.33 ปริมาณผงกระตองปูดำที่เหมาะสม 2 กรัม

3. แหล่งน้ำดิบความขุ่น 388 NTU

3.1 หาความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนความขุ่นของน้ำที่ระดับความขุ่น 388 NTU พบว่า ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสมเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการลดปริมาณความขุ่นร้อยละ 99.30

3.2 การทดลองหาประสิทธิภาพผงกระตองปูดำเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 388 NTU พบว่า ความเข้มข้นสารส้มที่เหมาะสม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับผงกระตองปูดำ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการลดปริมาณความขุ่นร้อยละ 97.97 ปริมาณผงกระตองปูดำที่เหมาะสมเท่ากับ 2 กรัม

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. เนื่องจากผงกระตองปู เป็นโพลีอิเล็กโตรไลต์ที่ได้จากธรรมชาติ จะต้องมีการเก็บรักษาในที่ไม่มีความชื้น จึงจะสามารถใช้งานได้

2. จากการศึกษาพบว่า พีเอชที่อยู่ในช่วง 6.8-8.2 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนซึ่งจะสามารถประหยัดสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน

3. ผลการศึกษาการใช้ผงกระตองปูเป็นสารช่วยสร้างตะกอนร่วมกับสารส้ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน ในการลดความขุ่นของน้ำเหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนา ส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- การประปาส่วนภูมิภาค. ทุนตันการผลิตน้ำประปา. ขอนแก่น: 2548.
- กรมอนามัย.มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย. กรุงเทพฯ: 2543.
- จิราภรณ์ สมนาวรรณ. การคัดเลือกวัสดุธรรมชาติเป็นสารโคแอกกูแลนต์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2533.
- พิมพ์พิกุลกลั่นมาลี. การใช้โคโคซานกำจัดสังกะสีในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาทรานสุขศาสตร์มหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2544.
- นฤมล ประภาสมุทร และวรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. ระบบผลิตและคุณภาพน้ำประปา ของระบบประปาหมู่บ้านแบบผิวดิน ในเขตจังหวัดขอนแก่น [วิทยานิพนธ์ ปริญญาสาทรานสุขศาสตร์มหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2549.
- มันสิน ดันทุลเวศน์. วิศวกรรมประปา เล่ม 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2538.
- มันสิน ดันทุลเวศน์. วิศวกรรมประปา เล่ม 2. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย; 2538.

- วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี. ขอนแก่น ; 2542.
สำนักงานประปาเขต 6. ต้นทุนการผลิตน้ำประปา. ขอนแก่น ; 2547.
- Adin, A., Baumann E,R. and Cleasby, JI. The Application of Filtration Theory to Pilot-Plant Design. J. AWWA 1979 ;1:17-27.
- Amirtharajah, A., Mill, KM., Rapid Mix Design for Machanisms of Alum Coagulation. J. AWWA 1985; 74: 210-216.
- APHP. AWWA. WPCE. Standard Methods for The Examination of Water and wastewater. 19 th ed. Washington DC: America Public Health Ass ;1995.
- Bulusu, KR., Thergaonkar, VP., Pathak, BK., Kulkarni, DN., Coagulant, Aid-7. IN. Pat. 117025. July13, 1968
- Caceres, A., Freire, V., Giron, LM., Aviles, O., and Pacheco, G. MoringOleifera (Moringaceae) Ethnobotanical Studies in Guatemala. Economic Botany; 1991.
- Chen, YC., and Xiao, J., Researches and application of natural acromolecularfloculants. Environ Sci. p 8-83.
- Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ). GmbH, Eschborn. fed.rep. germang, 1981.
- Diaz, A., Rincon, N., Escorihuele, A., Fernandez, N., Chacin, E., and Forster, CF. A preliminary evaluation of turbidity removal by natural coagulants indigenous to Venezuela. Birmingham University.UK; 1999.
- Folkard, GK. Natural Coagulant for Small Scall Water Treatment-Pottential Application. International Symposium on Development of small Scale Water Resources in Rural Areas. 1990.
- Hanson, AT., Cleasby, JL., 1990. The effect of temperature induced changes in the carbonate buffer system on adsorption/destabilization Flocculation of kaolinite with alum or iron. Fluid/Part. Sep. J. 3(2), 110-114.
- Jahn, S.A.A. The Traditional water Purification in Tropcal Developing Countries -Existing Method and Potential Application.
- Jill Ruhsing Pan, Chihpin Huang, Shuchuan Chen and Ying-Chien Chung. Evaluation of a modified chitosan biopolymer for coagulation of colloidal particles. Chiao Tung University. Taiwan; 1999.
- Schulz, CR., Okum, BA. Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries, New York : John Wiley and Sons, 1984.
- Semia, Jahn., Azharia, AL., Using Moringe Seed as Coagulant in Developing Countries. 1988.80:43-50.
- Sulayman, A., Muyibi and Lilian, M., Evison. Moringa oleifera soeds for softening hardwater. University of Newcastle. England, 1995.
- Zhang, Jingdong., A preliminary study on cactus as coagulant in water treatment. China. Wuhan University ; 2005.