

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบด้วยการสร้างตะกอนร่วมและระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

Khaew Kaeb Factory Wastewater Treatment by Coagulation and Natural Treatment

วาฬิกา ภาณุพินทุ (Walika Panupintu)* คณิดา ตั้งคณานุรักษ์ (Kanita Tungkananuruk)**

ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ (Dr.Nipon Tungkananuruk)***

บทคัดย่อ

น้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบมีลักษณะขุ่น มีความเป็นกรดและมีปริมาณสารอินทรีย์สูง การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ลดความเป็นกรดและความขุ่นโดยใช้สารส้มและปูนขาว จากผลการทดลองด้วยวิธีจาร์เทสต์ พบว่าที่ pH8 และใช้สารละลายปูนขาว 30 มิลลิตรมีประสิทธิภาพในการลดสีและความขุ่นของน้ำเสียได้ร้อยละ 96.79 และ ร้อยละ 88.33 ตามลำดับ ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าสารส้ม การทดลองแบบไหลต่อเนื่องทำโดยบรรจุชั้นวัสดุปลูกเลียนแบบชั้นวัสดุปลูกของระบบหญ้ากรองน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยผ่านน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยการสร้างตะกอนร่วมลงในคอลัมน์ การทดลองพบว่าระบบหญ้ากรองน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการลดสี ความขุ่นและซีไอดี ดีกว่า นอกจากนี้ได้ทำการทดลองด้วยเทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก เช่นเดียวกับการไหลแบบต่อเนื่องและปลูกหญ้าและกกกลม พบว่าหญ้ามียุโรปมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่ากกกลม

ABSTRACT

Kaow Kab factory wastewater is turbid containing high acidity and organic content. This research aims to reduce acidity and turbidity by using coagulation with alum and lime. The results from jar test experiment revealed that at pH8 and 30 ml of lime solution had the higher color and turbidity removal efficiency (96.79% and 88.33% respectively) than alum. The continuous flow experiments was carried out by packing growing material which simulating the growing material layers of grass filtration system and constructed wetland and passing the coagulation treated wastewater through the column. The results were found that the grass filtration system showed better color, turbidity and COD removal efficiency. In addition, filtrated lysimeter technique was conducted in the same manner as continuous flow experiments and growing *Typha angustifolia* and *Cyperus Corymbosus*. The results were found that *Typha angustifolia* had higher efficiency than *Cyperus Corymbosus*.

คำสำคัญ: โรงงานข้าวแคบ การสร้างตะกอนร่วม ระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

Key Words: Khaew kaeb factory, Coagulation, Natural treatment system

* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

โรงงานข้าวแควเป็นอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนจึงยังไม่มี การบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะก่อให้เกิดผลเสียมากมายในแหล่งน้ำและบริเวณใกล้เคียง กระบวนการผลิตข้าวแควนำข้าวเจ้าข้าวเหนียวมาแช่น้ำ โขลกหรือบดให้ละเอียดผสมส่วนประกอบอื่น เช่นเกลือ น้ำตาล งา พริก ผักชีผสมให้เข้ากัน นำมาทำเป็นแผ่นบางบนผ้า นึ่งให้สุกแล้วทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (ปิยวรรณ, 2555) ทำให้เกิดน้ำเสียถูกปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

น้ำเสียที่ได้จากโรงงานผลิตข้าวแควนั้นจะมีลักษณะขุ่น มีสภาพความเป็นกรด มีค่าบีโอดี และค่าซีโอดีที่สูงเกินค่ามาตรฐาน เนื่องจากมีสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ในปริมาณสูงนั่นเอง ได้แก่ แป้งและน้ำตาล (สุรัสวดี, 2542) ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการสร้างตะกอนร่วมมากำจัดความขุ่นและความเป็นกรด ทดลองโดยใช้สารสร้างตะกอนร่วมปูนขาวเปรียบเทียบกับสารส้ม จากนั้นทำการบำบัดสารอินทรีย์โดยใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติคือ ระบบหมักกรองน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยพืชที่ใช้ในการเพาะปลูกคือ กกกลมและรูปฤๅษี (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2543)

ผู้วิจัยจึงคาดหวังว่าการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแควโดยการลดความขุ่นและความเป็นกรดด้วยวิธีการใช้สารสร้างตะกอนร่วมก่อนแล้วจึงปล่อยผ่านระบบหมักกรองน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม เป็นวิธีที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแควที่บุคคลทั่วไปสามารถนำไปใช้ได้จริง เป็นวิธีที่ง่ายและต้นทุนที่ใช้ในการบำบัดต่ำ อีกทั้งปูนขาวและสารส้มมีอยู่มากในประเทศไทยสามารถหาซื้อได้ง่าย วิธีการ

บำบัดน้ำเสียดังกล่าวจึงเหมาะที่จะนำมาบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานข้าวแคว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดความขุ่นและความเป็นกรดของน้ำเสียจากโรงงานข้าวแควด้วยวิธีสร้างตะกอนร่วม
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแควด้วยวิธีสร้างตะกอนร่วม ร่วมกับระบบหมักกรองน้ำเสีย และระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

วิธีการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคว

พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) สี (color) ความขุ่น (turbidity) ความเค็ม (salinity) สภาพการนำไฟฟ้า (conductivity) ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids, TDS) อุณหภูมิ (temperature) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) และ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดสภาพกรด และความขุ่นด้วยการสร้างตะกอนร่วม

ทดลองโดยวิธีจาร์เทสต์ (Jar test) สารสร้างตะกอนร่วมที่ทำการศึกษาคือ สารส้ม และปูนขาว ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณสารละลายสารส้ม (10 mg/mL) 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิลิตร และปูนขาว (10 mg/mL) 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 มิลลิลิตร และค่า pH (8, 9 และ 10) โดยใช้ระยะเวลาการกวนเร็ว 30-90 วินาที (Kawamura, 1976) ส่วนการกวนช้า ๆ ใช้เวลาประมาณ 30-60 นาที (APHA, AWWA and WEF, 1992)

3. ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

ระบบบำบัดแบบธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการเลียนแบบระบบบำบัดแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ

เทียมและแหล่งกรองน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ตอนที่ 1 การทดลองแบบการไหลต่อเนื่อง และตอนที่ 2 การทดลองด้วยเทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก (filtrated lysimeter techniques)

3.1 การทดลองแบบไหลต่อเนื่อง

3.1.1 บรรจุวัสดุปลูกโดยการจำลองเลียนแบบวัสดุปลูกลงในคอลัมน์ โดยใช้ กรวด 4.45 เซนติเมตร ทราบหยาบ 1.9 เซนติเมตร ทราบละเอียด 1.27 เซนติเมตร และดินสูง 16.5 เซนติเมตร

3.1.2 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ทำการทดลองโดยเติมน้ำเสียที่ผ่านการสร้างตะกอนร่วม (ข้อ 2) 200 มิลลิลิตร ชั่งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง และปล่อยน้ำผ่านคอลัมน์นำมาหาประสิทธิภาพในการบำบัดชีโอดี ความขุ่น และสี ทำการทดลองซ้ำจนกระทั่งคุณภาพน้ำมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

3.1.3 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบแหล่งกรองน้ำเสีย ทำการทดลองโดยเติมน้ำเสียที่ผ่านการสร้างตะกอนร่วม (ข้อ 2) 200 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ 5 วัน เก็บน้ำที่ไหลผ่านออกจากคอลัมน์ในวันที่ 5 และปล่อยแห้ง 2 วัน นำน้ำมาหาประสิทธิภาพในการบำบัดชีโอดี ความขุ่น และสี ทำการทดลองซ้ำจนกระทั่งคุณภาพน้ำมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

3.2 การทดลองด้วยเทคนิคการ

กรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก

3.2.1 บรรจุวัสดุปลูกลงในกระบะโดยใช้ กรวด 7 เซนติเมตร ทราบหยาบ 3 เซนติเมตร ทราบละเอียด 2 เซนติเมตร และดินสูง 30 เซนติเมตร ลงในกระบะขนาด 51 x 51 x 54 เซนติเมตร

3.2.2 ปลูกกกกล่มและธูปฤาษี

ในคนละกระบะอนุบาลจนพืชแข็งแรง

3.2.3 การบำบัดแบบแหล่งกรองน้ำเสีย โดยทำการทดลองเหมือนวิธีการวิจัยในข้อ 3.1.3

ผลการวิจัย

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบด้วยกระบวนการสร้างตะกอนร่วมกับระบบแหล่งกรองน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ส่วนที่หนึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบก่อนได้รับการบำบัด ส่วนที่สองเป็นการทดสอบสภาพความเป็นกรดและความขุ่นด้วยการสร้างตะกอนร่วมด้วยวิธีจาร์เรสต์ โดยใช้สารสร้างตะกอนร่วมได้แก่ สารส้ม และปูนขาว และส่วนที่สามเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยการทดลองแบบไหลต่อเนื่องและระบบแหล่งกรองน้ำเสีย

1. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานข้าวแคบ

เมื่อนำน้ำเสียของโรงงานข้าวแคบมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง บีโอดี และซีโอดี มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม (ฝ่ายตรวจและบังคับการกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2535) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียโรงงานข้าวแคว
กับมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม
และนิคมอุตสาหกรรม

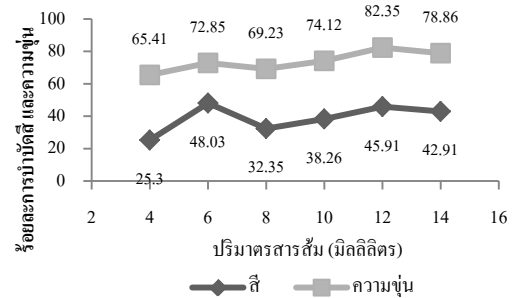
พารามิเตอร์	คุณภาพน้ำ โรงงานข้าวแคว	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง โรงงานอุตสาหกรรมและ นิคมอุตสาหกรรม
พีเอช	3.3	5.5 – 9.0
สี (Pt-Co Unit)	0.66	ไม่เป็นที่พึงปรารถนา
EC ($\mu\text{S}/\text{cm.}$)	309	-
TDS (mg/L)	198	ไม่เกิน 3,000
ความเค็ม (mg/L)	0.0	2,000
ความขุ่น (NTU)	149	-
ซีโอดี (mg/L)	1260	ไม่เกิน 120
บีโอดี (mg/L)	262	ไม่เกิน 20
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	28.8	ไม่เกิน 40

2. ผลการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการลด
สภาพความเป็นกรด และความขุ่นด้วยการสร้างตะกอน
ร่วม โดยวิธีจาร์เทสต์ (Jar test)

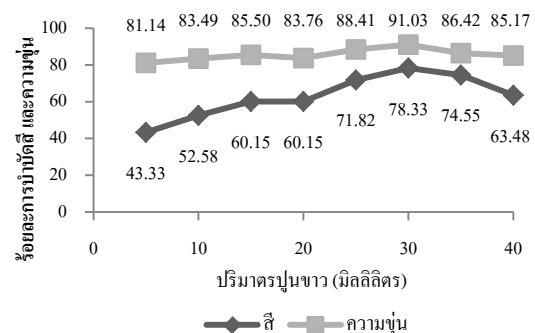
2.1 ปริมาณสารส้มและปูนขาว

เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานข้าวแควมีสี
ขาวขุ่น และมีสภาพเป็นกรด โดยค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ
3.3 ในการศึกษาปริมาณสารละลายสารส้มและ
สารละลายปูนขาว โดยการนำน้ำเสีย 1 ลิตร มาปรับ pH
ให้มีค่าเท่ากับ 7 แล้วเติมสารละลายสารส้มเข้มข้น 10
 mg/mL ปริมาณ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 มิลลิลิตร ในแต่ละ
บีกเกอร์ พบว่าสารละลายสารส้ม 12 มิลลิลิตร
สามารถบำบัดได้ร้อยละ 45.91 บำบัดความขุ่นได้ร้อยละ
82.35 ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีประสิทธิภาพใน
การบำบัดได้ดีที่สุดของสารละลายสารส้ม และเมื่อทดลอง
กับสารละลายปูนขาวเข้มข้น 10 mg/mL ปริมาณต่าง ๆ
กันดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 มิลลิลิตร ใน
แต่ละบีกเกอร์ พบว่าสารละลายปูนขาว 30 มิลลิลิตร
สามารถบำบัดได้ร้อยละ 78.33 บำบัดความขุ่นได้ร้อยละ

ละ 91.03 ดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีประสิทธิภาพใน
การบำบัดได้ดีที่สุดของปูนขาว



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มกับ
ร้อยละการบำบัดสีและความขุ่น

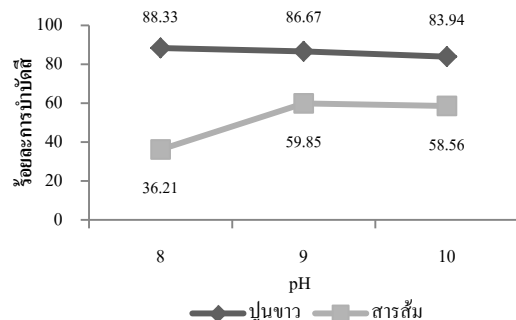


รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนขาวกับ
ร้อยละการบำบัดสี และความขุ่น

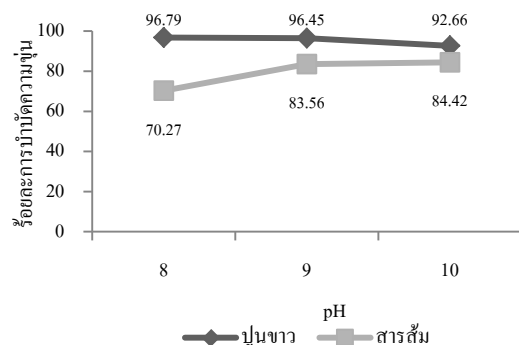
2.2 pH ที่เหมาะสมในการสร้างตะกอน
ร่วม

การหา pH ที่เหมาะสมในการสร้าง
ตะกอนร่วม โดยปรับน้ำเสียให้มีค่า pH ที่ 8, 9 และ 10
เติมสารส้ม หรือปูนขาวในปริมาณที่มีประสิทธิภาพใน
การบำบัดได้ดีที่สุด ซึ่งได้แก่สารส้ม 12 มิลลิลิตรและ
ปูนขาว 30 มิลลิลิตร พบว่าน้ำเสียที่ใช้ปูนขาว 30
มิลลิลิตร เมื่อพีเอชสูงขึ้นส่งผลให้ค่าสีและความขุ่นมี
ร้อยละในการบำบัดลดลง และน้ำเสียที่ใช้สารส้ม 12
มิลลิลิตร ที่พีเอชเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีและความขุ่นให้
ร้อยละการบำบัดเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าร้อยละการบำบัดของ
การใช้ปูนขาว และสารส้มมาเปรียบเทียบกัน พบว่าปูน

ขามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าสารส้ม ดังนั้นปูนขาว 30 มิลลิลิตร ที่พีเอช 8 สามารถบำบัดได้ ร้อยละ 96.79 ดังรูปที่ 3 และ บำบัดความขุ่นได้ร้อยละ 88.33 ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีประสิทธิภาพในการ บำบัดดีที่สุด ดังนั้นจึงนำปูนขาว 30 มิลลิลิตร พีเอช 8 ไปใช้ในการทดลองต่อไป



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับร้อยละการ บำบัดสีของปูนขาว 30 มิลลิลิตร และสารส้ม 12 มิลลิลิตร



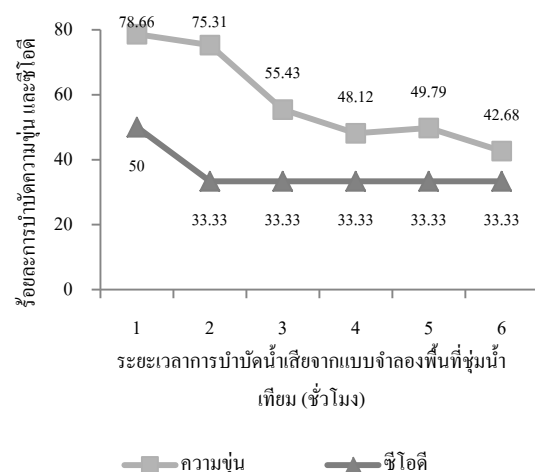
รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับร้อยละการ บำบัดความขุ่นของปูนขาว 30 มิลลิลิตร และ สารส้ม 12 มิลลิลิตร

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด สารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

3.1 ผลการศึกษาการทดลองแบบไหล ต่อเนื่องเป็นการจำลองหรือเป็นการเลียนแบบลักษณะ การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของระบบนิเวศพื้นที่ลุ่ม

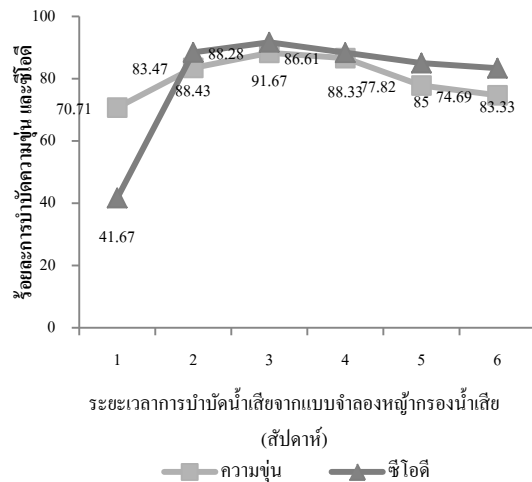
และที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นหน่วยบำบัดน้ำเสียทาง ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยตัวกลางที่สำคัญในการบำบัดน้ำ เสียได้แก่ ดิน พืช และจุลินทรีย์ทำหน้าที่ในการบำบัด ร่วมกัน (สุรัสวดี, 2542) ซึ่งในระบบจะมีการทำงาน ร่วมกันอย่างมีความสมดุล โดยมีการสะสม การเปลี่ยน รูปและการหมุนเวียนธาตุอาหารและสารต่างๆอย่าง สมดุล ซึ่งเกิดจากกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการ ไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน การแลกเปลี่ยน ไอออน การดูดซับ การตกตะกอน การกรอง การดูดซึม ธาตุอาหาร เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะทำให้เกิด การเปลี่ยนรูป หรือบำบัดสารพิษและสารปนเปื้อนที่มี อยู่ในน้ำเสีย ให้ลดลงหรืออยู่ในรูปที่ปลอดภัยต่อแหล่ง น้ำ (William and Patrick, 1994)

3.1.1 ผลจากการจำลองการบำบัดน้ำ เสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมโดยใช้ปูนขาว 30 มิลลิลิตร พีเอช 8 (จากการทดลองที่ 2) พบว่าในช่วง 1 ชั่วโมง สามารถบำบัดความขุ่น และซีโอดีได้ดีที่สุด ซึ่งมี ประสิทธิภาพในการบำบัดร้อยละ 78.66 และ ร้อยละ 50 ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 2-6 พบว่าประสิทธิภาพใน การบำบัดซีโอดีได้ร้อยละ 33.33 และ ประสิทธิภาพใน การบำบัดความขุ่นต่ำลงเรื่อยๆ ตามลำดับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการ บำบัดน้ำเสียจากแบบจำลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม กับร้อยละการบำบัดความขุ่น และซีโอดี

3.1.2 ผลจากการจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบหมุนเวียนน้ำเสียโดยใช้ปูนขาว 30 มิลลิตร พีเอช 8 (จากการทดลองที่ 2) พบว่าในสัปดาห์ที่ 3 มีความสามารถในการบำบัดความขุ่นได้ร้อยละ 88.28 และบำบัดซีโอดีได้ร้อยละ 91.67 ดังรูปที่ 6 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด



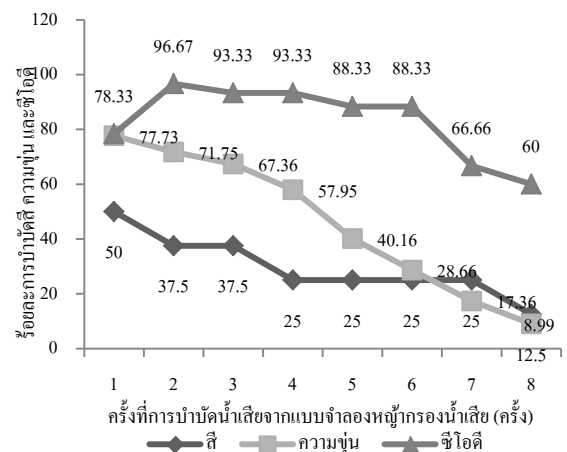
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบำบัดน้ำเสียจากแบบจำลองระบบหมุนเวียนน้ำเสียกับร้อยละการบำบัดความขุ่น และซีโอดี

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่น และซีโอดี ของแบบจำลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมกับแบบจำลองหมุนเวียนน้ำเสีย พบว่าแบบจำลองหมุนเวียนน้ำเสียให้ประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่น และซีโอดีได้ดีกว่าแบบจำลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม เนื่องจากมีระยะเวลาการสัมผัสถึง 5 วัน ในขณะที่ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีระยะเวลาการสัมผัสเพียง 1 ชั่วโมง ดังนั้นจึงทำให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียมีโอกาสดังกล่าวจะถูกกรองด้วยตัวดูดซับได้นาน นอกจากนี้ยังทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ได้ ดังนั้นระบบหมุนเวียนน้ำเสียจึงมีความเหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียของโรงงานข้าวแคบ ดังนั้นจึงนำแบบจำลองหมุนเวียนน้ำเสียมาใช้ในการทดลองต่อไป

3.2 ผลการศึกษาการทดลองด้วยเทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก ด้วยระบบหมุนเวียนน้ำเสีย

3.2.1 รูปถ่าย

ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 8 ประสิทธิภาพการบำบัดสี และความขุ่นลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดสีได้สูงสุดที่ร้อยละ 50 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความขุ่นได้สูงสุดที่ร้อยละ 77.73 ส่วนประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีพบว่าการบำบัดในครั้งที่ 2 สามารถบำบัดซีโอดีได้ร้อยละ 96.67 ซึ่งเป็นครั้งที่มีความสามารถในการบำบัดสูงสุด และตั้งแต่ครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 8 พบว่าร้อยละการบำบัดซีโอดีลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 7

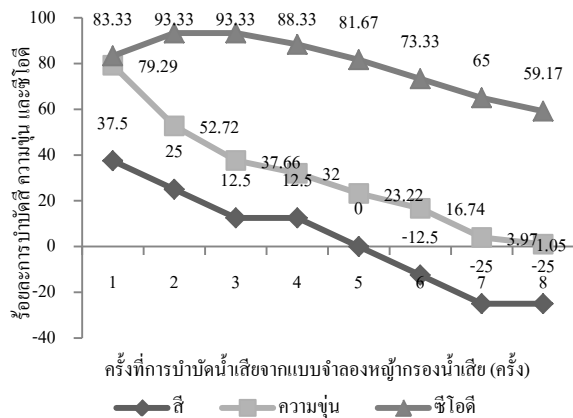


รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดสี ความขุ่น และซีโอดี กับครั้งที่การบำบัดน้ำเสียแบบหมุนเวียนน้ำเสียด้วยรูปถ่าย

3.2.2 ทดลอง

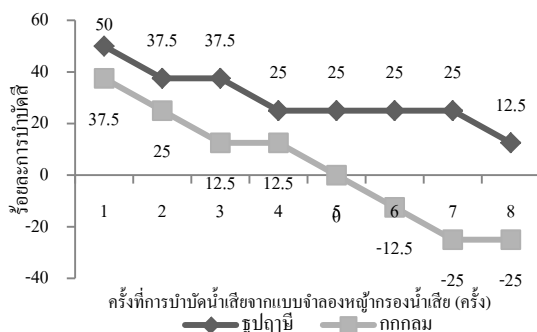
ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 8 ประสิทธิภาพการบำบัดสี และความขุ่นลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดสีได้สูงสุดที่ร้อยละ 37.5 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความขุ่นได้สูงสุดที่ร้อยละ 79.29 ส่วน

ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีพบว่าการบำบัดในครั้งที่ 2 สามารถบำบัดซีโอดีได้ร้อยละ 93.33 ซึ่งเป็นครั้งที่มียประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด และตั้งแต่ครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 8 พบว่าร้อยละการบำบัดซีโอดีลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 8

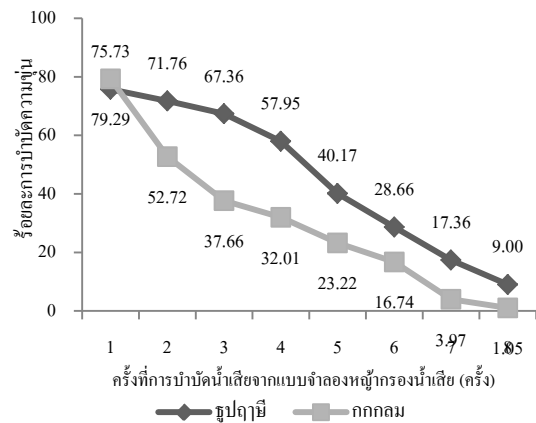


รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดซีโอดี ความขุ่น และซีโอดี กับครั้งที่การบำบัดน้ำเสียแบบหญ้ากรองน้ำเสียด้วยกกกลม

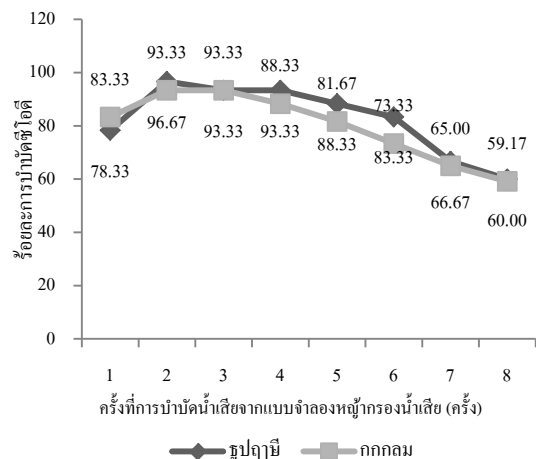
เมื่อทำการเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียแบบจำลองหญ้ากรองน้ำเสียระหว่างการปลูกชูปฤยาญีและกกกลม พบว่าการจำลองหญ้ากรองน้ำเสียที่ปลูกร่วมกับชูปฤยาญีมียประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี ความขุ่น และซีโอดีได้ดีกว่าการบำบัดน้ำเสียแบบจำลองหญ้ากรองน้ำเสียที่ปลูกร่วมกับกกกลม ดังรูปที่ 9, 10 และ 11 ตามลำดับ



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าซี กับครั้งที่การบำบัดน้ำเสียจากแบบจำลองหญ้ากรองน้ำเสียระหว่างการปลูกชูปฤยาญีและกกกลม



รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น กับครั้งที่การบำบัดน้ำเสียจากแบบจำลองหญ้ากรองน้ำเสียระหว่างการปลูกชูปฤยาญีและกกกลม



รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าซีโอดีกับครั้งที่การบำบัดน้ำเสียจากแบบจำลองหญ้ากรองน้ำเสียระหว่างการปลูกชูปฤยาญีและกกกลม

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

น้ำเสียจากโรงงานข้าวแควมมีลักษณะสีขาวขุ่น และค่าพีเอช ซีโอดีที่เกินเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม เมื่อนำน้ำเสียมาลดกรดและความขุ่น ด้วยกระบวนการสร้างตะกอนร่วมโดยวิธีจาร์เทสต์ (Jar Test) ด้วยสารส้ม และปูนขาว พบว่าปูนขาว 30 มิลลิตร ที่พีเอช 8 สามารถบำบัดซีโอดีได้ร้อยละ 88.33

และบำบัดความขุ่นได้ร้อยละ 96.79 จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ โดยผลการศึกษาการทดลองแบบไหลต่อเนื่องระหว่างการจัดวางการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียบกับแบบระบบหมุนกรองน้ำเสียพบว่าระบบหมุนกรองน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นและซีโอไซด์ได้ดีกว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยระบบหมุนกรองน้ำเสียในสัปดาห์ที่ 3 นั้นมีประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นและซีโอไซด์ได้ดีที่สุดซึ่งสามารถบำบัดได้ร้อยละ 88.28 และ 91.67 ตามลำดับ และจากการศึกษาด้วยเทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก จัดวางระบบหมุนกรองน้ำเสียร่วมกับการปลูกธูปฤาษีและกกกลม พบว่าธูปฤาษีสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพในครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 5 สามารถบำบัดซีโอไซด์ได้ถึง 28.8, 57.6, 57.6 และ 100.8 mg/L ตามลำดับ ส่วนในครั้งที่ 6 ถึงครั้งที่ 8 สามารถบำบัดซีโอไซด์ลดลงได้เพียง 144, 288 และ 345.6 mg/L ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอไซด์ลดลงจนค่าซีโอไซด์ที่วัดได้เกินมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม และกกกลมสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพในครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 4 สามารถบำบัดซีโอไซด์ได้ถึง 57.6, 57.6 และ 100.8 mg/L ตามลำดับ ส่วนในครั้งที่ 5 ถึงครั้งที่ 8 สามารถบำบัดซีโอไซด์ลดลงได้เพียง 158.4, 230.4, 302.4 และ 352.8 mg/L ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอไซด์ลดลงจนค่าซีโอไซด์ที่วัดได้เกินมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ดังนั้นธูปฤาษีจึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่ากกกลม

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและคำสั่งสอนแก่ผู้วิจัย เพื่อนำความรู้ต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต และขอขอบพระคุณคณะสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์สารเคมี อุปกรณ์ ตลอดจนสถานที่ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ปิยวรรณ ปาลาศ. 2555. การพัฒนาระบบการผลิต

ข้าวแควอ่าวเกลือแล จังหวัดอุดรดิตถ์เพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญา. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 (2): 82- 99.

ฝ่ายตรวจและบังคับการกรมควบคุมมลพิษกระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กฎ ประกาศและระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิชัยพัฒนา. 2543. คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำ

เสียตามแนวพระราชดำริ. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรัสวดี บุบผะเรณู. 2542. การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีและซีโอไซด์ ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยวิธีหมุนกรองน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA, AWWA and WEF. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 18th ed. American Public Health Association.

Kawamura, S. 1976. Consideration on Improving Flocculation. J. Amer. Water Works Associ. 65 (6): 417-423.

William, M., and W.M. Patrick, Jr. 1994. From waste land to Wetland. J. Environ. Qual, 23 : 292-296.