การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณรากพืชในการบำบัดน้ำทิ้งด้วยผักตบชวา

Changes of Water Quality and Rhizosphere Organisms inEffluent Treatment Using Water Hyacinth

ลำใย ณีรัตนพันธุ์[1] วิยะดา มงคลธนารักษ์[2] สมศักดิ์ อินทมาต[3]*

Lamyai Neeratanaphan[1] Wiyada Mongkolthanaruk[2] Somsak Intamat[3]*

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำและกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณรากผักตบชวาที่ใช้บำบัดน้ำเสียชุมชน โดยทดลองใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียชุมชน จำนวน 3 ชุดการทดลอง และน้ำเสียปล่อยตามสภาพปกติไม่มีผักตบชวา จำนวน 1 ชุดการทดลอง ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี จำนวน 8 พารามิเตอร์ ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ ความขุ่นความเป็นกรด-ด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) รวมถึงศึกษากลุ่มของสิ่งมีชีวิตบริเวณรากผักตบชวาและผิวน้ำเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ผลการศึกษาพบว่า ผักตบชวาช่วยลดสี ความขุ่น pH และ BOD ของน้ำเสียได้ดีในระยะเวลา 2-3 สัปดาห์แรกเมื่อเทียบกับน้ำเสียที่ไม่มีผักตบชวา ส่วนค่า DO จะสูงขึ้นในแต่ละสัปดาห์ ทั้งนี้กลิ่นและอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการมีหรือไม่มีผักตบชวา กลุ่มของสิ่งมีชีวิตบริเวณรากผักตบชวาและผิวน้ำคือ แพลงก์ตอนพืช เช่น ไดอะตอม สาหร่ายสีเขียว และแพลงก์ตอนสัตว์ เช่น โปรโตซัว โรติเฟอร์ครัทเทเชี่ยน โดยบริเวณรากผักตบชวาพบจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าแพลงก์ตอนพืชส่วนบริเวณผิวน้ำจะพบแพลงก์ตอนพืชมากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนเป็นไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ การบำบัดน้ำเสีย ผักตบชวา สิ่งมีชีวิตบริเวณรากพืช

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กลุ่มวิจัยพันธุศาสตร์และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[3]นักวิชาการสาธารณสุข ปฏิบัติการ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชธาตุพนม

*E-mail: hlamya@kku.ac.th

Abstract

The study of water quality and rhizosphere organism of water hyacinth using for municipal wastewater treatment were evaluated based on 3 replications with water hyacinth (treatment) and 1 replication without water hyacinth (control). The 8 analytical parameters based on physical and chemical wastewater characteristics were color, odor, temperature, turbidity, pH, EC, DO and BOD. In addition, the types of organisms around water hyacinth rhizosphere and water surface were investigated for 5 weeks. The results showed the higher reduction since the starting of experiment up to 2-3 weeks on color, turbidity, pH and BOD in the treatment than the control. The DO concentrations were observed increasing every week. The odor and temperature were not different between the treatment and control. The types of organisms around the rhizosphere of water hyacinth and the water surface area were phytoplankton (diatom, green algae) and zooplankton (protozoa, crustacean and nauplius). The number of zooplankton was higher than phytoplankton in rhizosphere, whereas that of phytoplankton was higher than zooplankton in water surface. However, they were observed increasing in number along the experimental period of this study.

Keywords : Water Quality, Wastewater Treatment, Water Hyacinth, Rhizosphere Organisms

บทนำ

พืชเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมโดยเป็นทั้งผู้ควบคุมและรักษาระบบนิเวศ บ่งบอกถึงความสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ต้องพึ่งพาอาศัยกันและกันเพื่อความอยู่รอดในรูปแบบของห่วงโซ่อาหาร การใช้ประโยชน์จากพืชเพื่อการบำบัดน้ำเสียมีการศึกษาเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการนำพืชไปใช้ในการบำบัดมลสารที่ปะปนอยู่ในน้ำซึ่งเป็นต้นเหตุก่อให้เกิดน้ำเสียหรือความเป็นพิษตกค้างในแหล่งน้ำ ชนิดของพืชและมลสารมีหลากหลายประเภทการใช้ชนิดพืชบำบัดเพื่อลดความสกปรกและความเป็นพิษในน้ำเสีย ตัวอย่างเช่น ผักตบชวาและจอก สามารถบำบัดค่าบีโอดี ของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดี ทั้งนี้มีการศึกษารูปแบบของการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ และใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสียอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังตัวอย่างการศึกษาของ Costa, et. al., (2000) Hasan, et. al., (2007) และGunnarsson and Petersen (2007) สิริสุดา หนูทิมทอง, สมพจน์ กรรณนุช และธวัชชัย ศุภดิษฐ์ (2552) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติบำบัดกรณีศึกษาศูนย์กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้องเพื่อประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติบำบัดโดยศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างของลำรางประดิษฐ์ ในพื้นที่ศูนย์กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง ได้แก่ จุดน้ำพุ 1 (บริเวณหลังห้องน้ำ) จุดน้ำพุ 2 (บริเวณหลังครัว) จุดน้ำตก จุดพืชห้าชั้น จุดอิฐยกระดับจุดแปลงธูปฤาษี จุดแปลงผักตบชวา และจุดฝายชะลอน้ำ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัดตามตัวชี้วัดได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid) แอมโมเนีย (NH_3) ไนเตรท (NO_3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) ผลการ ศึกษาพบว่าจุดน้ำพุ1 (บริเวณหลังห้องน้ำ) สามารถบำบัดไนเตรทได้ดีที่สุด จุดน้ำตกและแปลงผักตบชวาสามารถบำบัดแอมโมเนียได้ดีที่สุด จุดอิฐยกระดับสามารถบำบัดบีโอดีได้ดีที่สุดแปลงธูปฤาษีสามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยได้ดีที่สุด และฝายชะลอน้ำสามารถบำบัดฟอสฟอรัสแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มได้ดีที่สุด สรุปได้ว่าวิธีธรรมชาติบำบัดสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนได้แต่ทั้งนี้ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสียและตัวชี้วัดที่ต้องการบำบัด Chunkao, et. al., (2012) ศึกษาการใช้ผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนักพบว่าผักตบชวาสามารถดูดซับโลหะหนักและสารอาหารในน้ำได้ในปริมาณสูง

จากข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้พืชในการบำบัดน้ำเสียจะทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นและมีข้อมูลยืนยันอย่างชัดเจนว่าการที่คุณภาพน้ำดีขึ้นเนื่องมาจากพืชมีคุณสมบัติพิเศษสามารถช่วยในการบำบัดน้ำเสีย โดยการทำหน้าที่กรองน้ำที่ไหลผ่านกอผักตบชวาอย่างช้าๆ ทำให้ของแข็งแขวนลอยที่ปนอยู่ในน้ำถูกสกัดกั้นกรองออก นอกจากนั้นระบบรากของผักตบชวาที่มีจำนวนมากจะช่วยกรองสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กและจุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยเกาะอยู่ที่รากจะช่วยดูดสารอินทรีย์ไว้ด้วยอีกทางหนึ่ง รากผักตบชวาจะดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำ ทำให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียถูกกำจัดไป (Guo, et. al., 2003) ดังนั้นประเด็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่กับระบบรากพืช เช่น จุลินทรีย์โปรโตซัว เป็นสิ่งมีชีวิตที่จะช่วยกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้ลดลงได้จึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษาต่อไป การศึกษาในครั้งนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า ในระยะเวลาที่พืชบำบัดน้ำเสียสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่กับระบบรากพืชจะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ แหล่งของน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษามาจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมหาวิทยาลัยขอนแก่น และเป็นน้ำเสียบ่อสุดท้าย ซึ่งประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อปรับเสถียรของมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ผ่านมาพบว่าน้ำทิ้งหลังการบำบัดของมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีค่า pH เท่ากับ 9.14 และค่า BOD เท่ากับ 73.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (เมธา โยธาฤทธิ์, 2552) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดไว้ โดยค่า pH จะต้องอยู่ในช่วง 5.5 -9.0 และ BOD ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นการใช้พืชบำบัดเพื่อช่วยในการกรองหรือฟอกน้ำเสียให้สะอาดขึ้น จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของมหาวิทยาลัยขอนแก่น และการศึกษากลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในรากพืชที่ใช้บำบัดน้ำเสียก็จะช่วยให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่พึ่งพาอาศัยกันและก่อให้เกิดการบำบัดน้ำเสียได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณรากพืชในการบำบัดน้ำทิ้งด้วยผักตบชวา

วิธีการศึกษา

1. ขอบเขตการศึกษา

เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น (บ่อสุดท้าย) ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและนำตัวอย่างน้ำเสียมาศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ

2. การบำบัดน้ำเสีย

ทำการทดลองใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียชุมชน (บ่อสุดท้าย) จำนวน 3 ชุดการทดลอง และปล่อยตามสภาพปกติ จำนวน 1 ชุดการทดลอง (ไม่ใช้ผักตบชวา) เก็บตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ระยะเวลา 5 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้สถิติพรรณา ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีปัจจัยควบคุมดังนี้

1) ปริมาณของน้ำที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 15 ลิตร

2) ปริมาณพืช น้ำหนักประมาณ 100 กรัม

3) เป็นระบบเปิด ไม่มีการเติมอากาศ

3. วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพเคมี และชีวภาพ ดังนี้

1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ และความขุ่น

2) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ pH, EC, DO และ BOD

3) คุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตบริเวณรากผักตบชวาและผิวน้ำ

4. วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1) สี; HTML-RGB chart

2) กลิ่น; Threshold Odor Number (TON)

3) อุณหภูมิ; Thermometer

4) ความขุ่น; Turbidity meter

5) ความเป็นกรดด่าง; pH meter

6) การนำไฟฟ้า; EC meter

7) ออกซิเจนละลาย; DO meter

8) BOD; Direct method

9) สิ่งมีชีวิต; กล้องจุลทรรศน์และคู่มือจำแนกชนิดจุลินทรีย์ (นันทพรจารุพันธุ์, 2547)

ผลการศึกษา

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ดังตารางที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 สี (Color)

สีของน้ำสามารถใช้ระบุคุณภาพน้ำได้เพราะบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมและสารแขวนลอยที่มีอยู่ในแหล่งน้ำทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต สีของน้ำจากการใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ ผลการทดลองพบว่า น้ำเสียมีสีเขียวอ่อน เมื่อทดลองผ่านไปในสัปดาห์ที่ 2-3 สีของน้ำที่ใช้ผักตบชวาจะใสกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ แต่เมื่อทดลองต่อไปในสัปดาห์ที่ 4-5 สีของน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติจะใสกว่าน้ำที่ใช้ผักตบชวา

1.2 กลิ่น (Odor)

จากการทดลองตลอดระยะเวลา 5 สัปดาห์พบว่า ทั้งน้ำเสียที่ใช้ผักตบ

ชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ ไม่มีกลิ่น

1.3 อุณหภูมิ (Temperature) ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ มีค่าอยู่ในช่วง 26.60-32.10 องศาเซลเซียส และมีลักษณะขึ้นและลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่สูงกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1

1.4 ความขุ่น (Turbidity) ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติในสัปดาห์ที่ 1 มีค่าสูงมากโดยมีค่าเท่ากับ 50.57±0.06 และ 50.10±0.24 NTU ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 2ความขุ่นของน้ำเสียลดลงมาก มีค่าเท่ากับ 4.50±0.10 และ 5.10±0.34NTU ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะมีค่าต่ำกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ คิดเป็นประสิทธิภาพในการลดความขุ่นถึงร้อยละ 91.10 และ 89.82 ตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 5 ค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะมีค่าสูงกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.07±0.06 และ 4.80 NTU คิดเป็นประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นร้อยละ 89.98 และ 90.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีเมื่อใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ ระยะเวลา 5 สัปดาห์

การทดลอง/ พารามิเตอร์	ระยะกักพัก	สี	กลิ่น	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่น (NTU)	pH	EC (mS/cm)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
น้ำเสีย +ผักตบชวา	สัปดาห์ 1	เขียวอ่อน	ไม่มี	32.10 ±0.46	50.57±0.06	10.67±0.01	19.847 ±0.05	7.32±0.18	7.04±0.18
	สัปดาห์ 2	เหลืองอ่อน	ไม่มี	27.13±0.15	4.50±0.10	7.64±0.11	19.067±0.17	3.63±0.32	1.98±0.50
	สัปดาห์ 3	ใส	ไม่มี	28.47±0.12	5.13±0.06	7.45±0.11	0.213±0.01	3.18±0.17	1.30±0.10
	สัปดาห์ 4								
	ใส-เหลืองอ่อน	ไม่มี	26.79±0.03	4.47±0.06	7.77±0.09	0.253±0.01	3.81±0.45	1.41±0.46	
	สัปดาห์ 5	เหลืองอ่อน	ไม่มี	28.51±0.03	5.07±0.06	7.10±0.01	0.301±0.02	4.91±1.15	1.48±0.85
น้ำเสียปล่อยตามสภาพปกติ (Control)	สัปดาห์ 1	เขียวอ่อน	ไม่มี	32.00±0.20	50.10±0.24	10.66±0.32	18.79±0.12	6.97±0.13	6.75±0.08
	สัปดาห์ 2	เหลืองอ่อน	ไม่มี	27.00±0.32	5.10±0.34	7.91±0.04	18.39±0.13	4.18±0.2	3.77±0.01
	สัปดาห์ 3	ใส	ไม่มี	28.10±0.21	5.60±0.10	8.00±0.08	0.19±0.01	4.37±0.13	2.34±0.12
	สัปดาห์ 4	ใส	ไม่มี	26.60±0.43	4.10±0.09	8.81±0.03	0.22±0.01	4.85±0.01	1.53±0.02
	สัปดาห์ 5	ใส	ไม่มี	28.20±0.31	4.80±0.16	7.11±0.20	0.25±0.01	6.97±0.01	1.19±0.05

1.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ย pH ของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติมีค่าอยู่ในช่วง 7.10-10.67 โดยมีค่าเฉลี่ย pH สูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 คือ 10.67±0.01และ 10.66±0.32 ตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 2-5 ค่าเฉลี่ย pH มีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าเฉลี่ย pH ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 5 คือ 7.10±0.01และ 7.11±0.20ตามลำดับ ทั้งนี้ในภาพรวมน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะมีค่าเฉลี่ย pH ต่ำกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ

1.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ย EC ของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ สัปดาห์ที่ 1 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.84±0.05 และ 18.79±0.12มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย EC ลดลงอย่างมาก มีค่าเท่ากับ 0.21±0.01 และ 0.19±0.01มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แต่สัปดาห์ที่ 4-5 ค่าเฉลี่ย EC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะมีค่าเฉลี่ย EC สูงกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ

1.7 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)

จากการทดลองพบว่า สัปดาห์ที่ 1 น้ำเสียที่ใช้ผักตบชวามีค่าเฉลี่ย DO สูงกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ มีค่าเท่ากับ 7.32±0.18, 6.97±0.13 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ย DO ของน้ำเสียทั้งสองจะลดลงอย่างมาก เมื่อทดลองผ่านไปในสัปดาห์ที่ 3-5 ค่าเฉลี่ย DO จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน สรุปในภาพรวมช่วงสัปดาห์ที่ 2-5 น้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติจะมีค่า DO สูงกว่าน้ำเสียที่ใส่ผักตบชวา โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 5 มีค่าเฉลี่ย DO สูงถึง 6.97±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับค่าเฉลี่ย DO ในสัปดาห์ที่ 1 ในขณะที่น้ำเสียที่ใช้ผักตบชวามีค่าเฉลี่ย DO เพียง 4.91±1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร

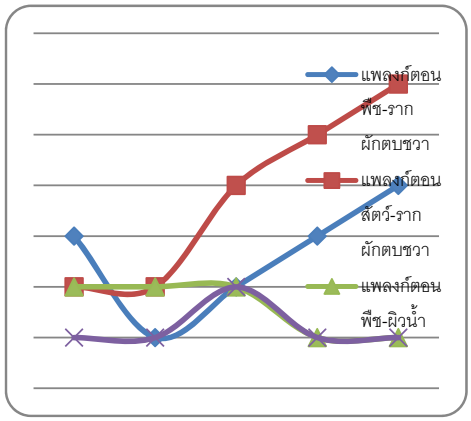
1.8 ค่าบีโอดี (BOD)

ผลการทดลองพบว่า สัปดาห์ที่ 1 น้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติมีค่าเฉลี่ย BOD สูงสุดเท่ากับ 7.04±0.18และ 6.75±0.08 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 3 น้ำเสียที่ใช้ผักตบชวามีค่าเฉลี่ย BOD ต่ำสุด เท่ากับ 1.30±0.10 มิลลิกรัมต่อลิตรคิดเป็นประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ได้ร้อยละ 81.49 ในขณะที่น้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ มีค่าเฉลี่ย BOD ต่ำสุด ในสัปดาห์ที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.19±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ได้ร้อยละ 82.37

2. ชนิดของสิ่งมีชีวิตบริเวณรากและผิวน้ำหลังการบำบัดด้วยผักตบชวา

ผลการประเมินกลุ่มสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่พบบริเวณรากผักตบชวาและผิวน้ำรวม

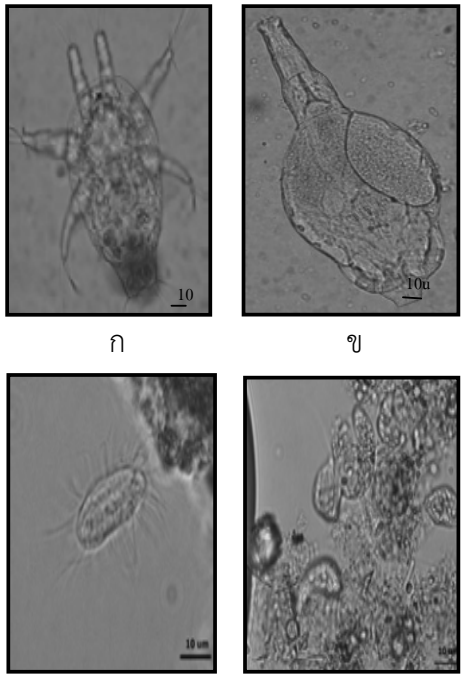
ถึงปริมาณของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแต่ละบริเวณ ดังรูปที่ 1 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ 2 กลุ่ม คือ 1) แพลงก์ตอนพืช เช่น ไดอะตอม สาหร่ายสีเขียว และ 2) แพลงก์ตอนสัตว์ เช่น โปรโตซัว โรติเฟอร์ครัสเทเชี่ยน ดังรูปที่ 2-3



ภาพที่ 1 ปริมาณกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบบริเวณระบบรากและผิวน้ำในแต่ละสัปดาห์

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มมากขึ้น จำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณรากผักตบชวาในสัปดาห์ที่ 1 มีค่าคะแนนเท่ากับ 1+ เมื่อทดลองต่อไปก็จะพบจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ และมีค่าคะแนนสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 คือ 5+ ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชบริเวณรากผักตบชวาจะพบมากในสัปดาห์ที่ 1 และไม่พบในสัปดาห์ที่ 2 แต่ในสัปดาห์ที่ 3-5 พบจำนวนมากขึ้น แต่จำนวนแพลงก์ตอนพืชไม่มากเท่าแพลงก์ตอนสัตว์ ค่าคะแนนแพลงก์ตอนพืชสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 คือ 3+ นั่นคือ แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตเป็นแหล่งอาหารให้กับแพลงก์ตอนสัตว์ ส่วนบริเวณผิวน้ำจะพบแพลงก์ตอนพืชในสัปดาห์ที่ 1-3 และไม่พบในสัปดาห์ที่ 4-5 ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์ไม่พบในสัปดาห์ที่ 1-2 และ 4-5 พบเฉพาะในสัปดาห์ที่ 3 เท่านั้น และมีจำนวนน้อยมาก แสดงถึงสิ่งมีชีวิตในระบบที่มีพืชบำบัด ใช้พืชเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

ภาพที่ 2 แพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณรากผักตบชวา (ก-ข=ไดอะตอม, ค-ง = สาหร่ายสีเขียว)



ก ข

ค ง

ภาพที่ 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบริเวณรากผักตบชวา (ก-ข=ครัทเทเชี่ยน (ตัวอ่อนนอเพลียส), ค-ง =โปรโตซัว)

สรุปและและอภิปรายผล

1. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดด้วยผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ ระยะเวลา 5 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน พบว่าเป็นไปตามมาตรฐานทุกพารามิเตอร์โดยในช่วงเริ่มต้นการทดลองสีของน้ำเสียจะมีสีเขียวอ่อน เพราะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชมากเนื่องจากมีสารอินทรีย์ในน้ำที่เป็นอาหาร เมื่อระยะเวลาผ่านไปในสัปดาห์ที่ 2-3 สีของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาจะดีกว่าน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ เพราะผักตบชวามีการเจริญเติบโตมีการแตกแขนงของรากฝอยเพิ่มขึ้น โดยรากผักตบชวาจะช่วยดูดสารอินทรีย์ในน้ำเสียทำให้สีของน้ำดีขึ้น และตลอด 5 สัปดาห์พบว่า น้ำไม่มีกลิ่น ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำเสียที่ใช้ผักตบชวาและน้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติ มีค่าอยู่ในช่วง 26.60-32.10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีลักษณะขึ้นและลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ผักตบชวาจะช่วยลดความขุ่นของน้ำเสียได้ดีในระยะเวลาเพียง 2-3 สัปดาห์เมื่อเทียบกับการปล่อยให้น้ำเสียอยู่ตามสภาพปกติ เมื่อทดลองต่อไปโดยไม่มีการกำจัดเศษชิ้นส่วนที่เน่าเปื่อยจะทำให้ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าการปล่อยให้น้ำอยู่ตามสภาพปกติ นอกจากนี้ผักตบชวายังมีประสิทธิภาพช่วยให้ค่า pH ของน้ำเสียคงอยู่ในระดับที่มีความเป็นกลาง (pH 6-7) ได้เร็วกว่าการปล่อยให้น้ำอยู่ตามสภาพปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของกิตติ เอกอำพล และสำอาง หอมชื่น (2530) พบว่าผักตบชวา และกก มีคุณสมบัติในการรักษาระดับความเป็นกรดความเป็นด่างของน้ำเสียให้มีค่าคงที่ อยู่ที่ระดับ pH ใกล้เคียง 7 ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองแต่มีผลให้ค่า EC ของน้ำเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับการปล่อยให้น้ำอยู่ตามสภาพปกติ ผักตบชวามีส่วนช่วยบำบัดให้น้ำเสียมีออกซิเจนละลาย

ในน้ำสูงขึ้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินคืออยู่ในช่วง 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตรแต่ไม่มีประสิทธิภาพมากเพียงพอเมื่อเทียบกับน้ำที่ปล่อยตามสภาพปกติ ที่เกิดการฟอกและบำบัดตัวเองของน้ำโดยธรรมชาติ เนื่องจากผักตบชวามีการสังเคราะห์แสง การหายใจ และการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่คงเหลืออยู่หรือมีเพิ่มจากการเน่าเปื่อยของผักตบชวาบางส่วน ค่าเฉลี่ย BOD มีค่าสูงในสัปดาห์เริ่มต้นของการทดลอง และมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องแสดงให้เห็นว่าผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสารอินทรีย์ได้ดีในสัปดาห์ที่ 3 แต่เมื่อทดลองต่อไปจนถึงสัปดาห์ที่ 5 น้ำเสียที่ปล่อยตามสภาพปกติจะสามารถลดค่า BODได้ดีกว่า เพราะเกิดการฟอกตัวเองของน้ำตามสภาพธรรมชาติและไม่มีการเพิ่มของสารอินทรีย์ที่มาจากการเน่าเปื่อยของผักตบชวาจึงสรุปได้ว่าหากใช้ผักตบชวาช่วยในการบำบัดน้ำเสียชุมชน จะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าปล่อยตามธรรมชาติ ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น

2. กลุ่มของสิ่งมีชีวิตบริเวณรากและผิวน้ำหลังการบำบัดด้วยผักตบชวา

แนวโน้มการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแพลงก์ตอนสัตว์และแพลงก์ตอนพืชจะพบบริเวณรากผักตบชวามากกว่าบริเวณผิวน้ำ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มักจะอาศัยอยู่บริเวณรอบรากของพืชแบบพึ่งพาอาศัยกันโดยพืชจะใช้แหล่งสารอาหาร (ฟอสฟอรัสและไนโตรเจน) ที่ได้จากสารอินทรีย์ในน้ำและจากการย่อยสลายของแบคทีเรียผลิตสารจำพวกน้ำตาล วิตามินและกรดอินทรีย์ปล่อยออกมาทางราก ซึ่งสารเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์ รวมถึงแพลงก์ตอนด้วย จึงทำให้จุลินทรีย์มาอยู่รวมกันบริเวณรากและสร้างสารเมือกที่เรียกว่า Biofilm มาจับเซลล์ให้เป็นกลุ่มและยึดติดกับรากพืชทำให้พบกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บริเวณรากผักตบชวามากกว่าบริเวณผิวน้ำส่วนสาเหตุที่พบแพลงก์ตอนพืชมากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในสัปดาห์ที่ 1 แต่ในการทดลองสัปดาห์ที่ 2-5 กลับพบการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าแพลงก์ตอนพืชนั้น เนื่องมาจากในช่วงเริ่มแรกของการบำบัดมีสารอินทรีย์ที่เป็นอาหารของแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืช (ฟอสฟอรัสและไนโตรเจน) ปนเปื้อนในน้ำมาก ทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามปริมาณอาหารที่เพิ่มและแพลงก์ตอนสัตว์ เช่น โปรโตซัวและโรติเฟอร์ ซึ่งเป็นผู้บริโภคแพลงก์ตอนพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วตามไปด้วย โดยจะกินกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีชีวิตและตายแล้วเป็นอาหาร ช่วยทำให้น้ำมีความขุ่นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ที่ค่าความขุ่นลดลงอย่างมาก ร้อยละ 91.10 ในสัปดาห์ที่ 2 ประกอบกับสารอินทรีย์ที่ลด

น้อยลง น้ำมีคุณภาพดีขึ้น มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมทำให้พบโรติเฟอร์และคลัสเตเชียน ซึ่งมักจะอาศัยในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพค่อนข้างดีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยพันธุศาสตร์และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

กิตติ เอกอำพล และสำอาง หอมชื่น. (2530). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษโดยใช้กกกลม *(Scirpus muronatus)* และผักตบชวา *(Eichhornia Crassipes). วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 9*(1), 14-31.

เมธา โยธาฤทธิ์. (2552). *ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียระบบบ่อปรับเสถียร กรณีศึกษาโรงบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. จันทบุรี: วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี.

นันทพร จารุพันธุ์. (2547). *โพรโทซัวและจุลชีพสัตว์ในน้ำจืด*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริสุดา หนูทิมทอง, สมพจน์ กรรณนุชและธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2552).ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติบำบัดกรณีศึกษา ศูนย์กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, 5*(2), 74-88.

Chunkao, K., Nimpee, C. & Duangmal, K. (2012). The King's initiatives using water hyacinth to remove heavy netals and plant nutrients from waste water though Bueng Makkasan in Bangkok, Thailand. *Ecological Engineering*, 39, 40-52.

Costa, R. H. R., Bavaresco, A. S. L., Medri, W. &Philipp, L. S. (2000). Tertiary treatment of piggery wastes in water hyacinth ponds. Water Science and Technology, 42(11), 211–214.

Gunnarsson, C. C. & Petersen. C. M. (2007). Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: A literature review. *Waste Management, 27*(1), 117–129.

Guo, B. H., Tang, H. C., Song, Z. W. & Xi, J. X. (2003). Theory of wastewater treatment by constructed wetlands and removal of nitrogen and phosphorus. *Pollution Control Technology, 16*(4), 119–121.

Hasan, S. H., Talat, M. & Rai, S. (2007). Sorption of cadmium and zinc from aqueous solutions by water-hyacinth. *Bioresource Technology*, 98, 918-928.