

ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร ภัทรพร ชุตติชัยรัตนภูมิ มาลินี ลีกระจ่าง คณิงนุช แก้วทรัพย์ศักดิ์ แสงเดือน ดวงดาว และธีรารกร กองแก้ว
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การใช้พืชบำบัดน้ำเสียชุมชน: วิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดธาตุอาหาร

(Utilization of Plants for Community Wastewater Treatment: An Analysis of Nutrient Removal Efficiency)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชน้ำ 4 ชนิด ได้แก่ ต้นกกกลังกา (*Cyperus involucratus* Rottb) ต้นกกอียิปต์ (*Cyperus papyrus*) ต้นพุทธรักษา (*Canna indica* L.) และต้นปักษาสวรรค์ (*Heliconia* spp.) ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนจากคลองห้า จังหวัดปทุมธานี ผ่านระบบบึงประดิษฐ์แบบถาดลอยเป็นระยะเวลา 15 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัด ได้แก่ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TDS) ไนเตรต ฟอสเฟต โพแทสเซียม สังกะสี และเหล็ก ผลการศึกษาพบว่าพืชทั้ง 4 ชนิด สามารถลดค่า BOD, TSS และ TDS ได้ โดยพุทธรักษามีประสิทธิภาพสูงสุดในการลด BOD (ร้อยละ 63) ปักษาสวรรค์ลด TSS ได้ดีที่สุด (ร้อยละ 41) และต้นกกลด TDS ได้ดีที่สุด (ร้อยละ 17) สำหรับการกำจัดธาตุอาหาร ต้นปักษาสวรรค์ดูดซับฟอสเฟตได้สูงสุด (ร้อยละ 53) รองลงมาคือต้นพุทธรักษา (ร้อยละ 43) และต้นกกกลังกา (ร้อยละ 30) ต้นกกกลังกาดูดซับโพแทสเซียม (ร้อยละ 26) และสังกะสี (ร้อยละ 35) ได้ดี ขณะที่ต้นกกอียิปต์แสดงความสามารถในการดูดซับไนเตรต ฟอสเฟต และสังกะสีในระดับปานกลาง (ร้อยละ 5, 22, 22 ตามลำดับ) พืชทุกชนิดมีประสิทธิภาพต่ำในการกำจัดเหล็ก การศึกษาชี้ให้เห็นว่าการปลูกพืชหลายชนิดร่วมกันในระบบบึงประดิษฐ์อาจเสริมประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: บึงประดิษฐ์ การบำบัดน้ำเสีย พืช การกำจัดธาตุอาหาร

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียชุมชนเป็นประเด็นสิ่งแวดล้อมสำคัญในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีฐานธรรมชาติ (Nature-based solutions) เช่น ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetlands) ได้รับความสนใจในฐานะทางเลือกที่ยั่งยืนและคุ้มค่า

ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetlands) เป็นการจำลองกระบวนการของบึงธรรมชาติ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของพืช น้ำ ดิน และจุลินทรีย์เพื่อบำบัดสารมลพิษในน้ำเสีย พืชมีบทบาทสำคัญในการดูดซับธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส) และโลหะหนักบางชนิด ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของการบำบัดขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ใช้ องค์ประกอบของน้ำเสีย และลักษณะของระบบ (กรมควบคุมมลพิษ 2558)

พืชหลายชนิดที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารและโลหะหนักได้ดี เช่น ผักตบชวา ต้นพุทธรักษา ต้นกก และสาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น โดยพืชเหล่านี้เป็นที่ยู่ออาศัยของจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลายมลพิษอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนและกึ่งร้อน ระบบบึงประดิษฐ์จึงมีศักยภาพสูงในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ สนับสนุนความหลากหลายทางชีวภาพ และสามารถเชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของชุมชน เช่น การผลิตปุ๋ยหมักหรือพลังงานชีวภาพจากชีวมวลของพืช (มูลนิธิชัยพัฒนา 2568)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ต้นกกกลังกา (*Cyperus involucratus* Rottb) สามารถกำจัดไนโตรเจนได้สูงถึงร้อยละ 99 ใน 56 วัน (Pincam, Brix and Jameetong 2020)

ขณะที่ต้นกกอียิปต์ (*Cyperus papyrus*) มีประสิทธิภาพดีในการลดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มรวมและของแข็งแขวนลอย (Dagne *et al.* 2024) สำหรับต้นพุทธรักษา (*Canna indica* L.) สามารถกำจัดมลพิษอินทรีย์ได้ดี โดยลดค่า BOD และ COD ได้ประมาณร้อยละ 80 (Angmo, Kharayat and Shah 2024) ต้นปักษาสวรรค์ (*Strelitzia reginae*) สามารถลดค่า COD ได้มากถึงร้อยละ 80.1 และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้มากถึงร้อยละ 86.3 (Nani *et al.* 2024) อย่างไรก็ตาม การเปรียบ-

เทียบประสิทธิภาพของพืชเหล่านี้ในระบบเดียวกันและภายใต้สภาวะน้ำเสียจริงยังมีจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดและการกำจัดธาตุอาหารในพืช โดยพืชที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ต้นกกกลาง ต้นกกอียิปต์ ต้นพุทธรักษา และต้นปักษาสวรรค์ ด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบถาดลอย เพื่อสนับสนุนแนวทางการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสมในระดับชุมชนอย่างยั่งยืน

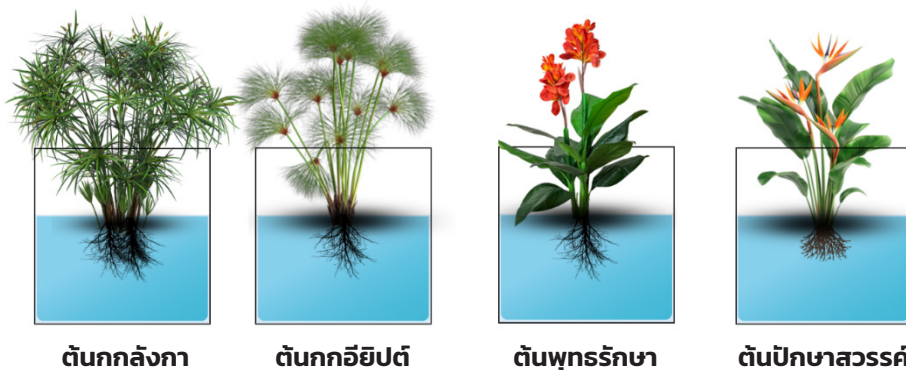
วิธีการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียถูกเก็บจากบริเวณคลองห้า ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2567 ซึ่งเป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมอุปโภคและบริโภคในชุมชน อาทิ การซักล้างและการอุปโภค บริโภคทั่วไป

2. การปลูกพืชในระบบบึงประดิษฐ์จำลอง

พืช 4 ชนิด ได้แก่ ต้นกกกลาง ต้นกกอียิปต์ ต้นพุทธรักษา และต้นปักษาสวรรค์ ถูกแยกปลูกแยกชนิดกันในถาดพลาสติกแบบถาดลอยน้ำ โดยให้รากพืชแช่อยู่ในน้ำเสียโดยตรง ระบบปลูกตั้งอยู่ในถังปูนซีเมนต์ขนาด 70 ลิตร เป็นเวลานาน 15 วัน ภาพจำลองการปลูกพืช ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำก่อนและหลังการทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



รูปที่ 1. แบบจำลองการปลูกพืชบ่อประดิษฐ์ แบบถาดลอย

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณสมบัติค่า BOD (Biological oxygen demand) ค่า TSS (Total suspended solids) และค่า TDS (Total dissolved solid) ในน้ำเสียใช้ตามมาตรฐาน APHA:4500-O(C)5210B, APHA:2540C และ APHA:2540D ตามลำดับ

ค่าความเข้มข้นของสารอาหารหลักในน้ำเสีย ได้แก่ ไนเตรต ฟอสเฟต และโพแทสเซียม ถูกวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการบำบัดด้วยพืชน้ำ โดยปริมาณไนเตรตในน้ำเสียวิเคราะห์ตามมาตรฐาน APHA:4500-NO₃(D) และปริมาณโพแทสเซียมในน้ำเสียวิเคราะห์ตามวิธีการย่อยด้วยกรด

Ascorbic นอกจากนี้ ปริมาณโพแทสเซียม สังกะสี และเหล็กวิเคราะห์ตามมาตรฐาน APHA:3120B

โดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ก่อนเริ่มทดลอง (ค่าเริ่มต้น) และหลังสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง จากนั้นจึงคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดสารอาหาร (Removal Efficiency; RE) โดยใช้สมการ:

$$RE (\%) = \left(\frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \times 100$$

เมื่อ C_i คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ C_f คือ ความเข้มข้นหลังการทดลองสิ้นสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของน้ำเสียชุมชน ก่อนและหลังการบำบัดด้วยพืช

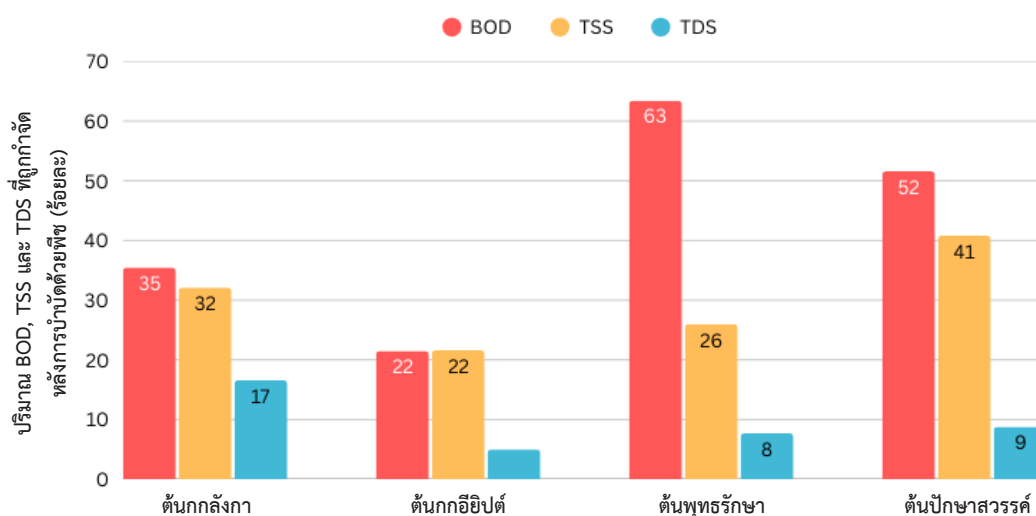
จากผลการทดสอบคุณสมบัติของน้ำเสียชุมชนบริเวณคลองห้า อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2567 ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า น้ำเสียมีค่า BOD เท่ากับ 9.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งหมายถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ในน้ำ โดยค่านี้อยู่ในระดับปานกลาง และยังไม่เกินค่ามาตรฐาน ตามเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ในขณะที่ ค่า TSS หรือของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย มี

ค่าที่วัดได้เท่ากับ 11.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถืออยู่ในระดับที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่า น้ำเสียจากชุมชนนี้มีปริมาณของแข็งแขวนลอยน้อย ขณะที่ค่า TDS หรือของแข็งละลายน้ำได้ มีค่าเท่ากับ 362 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสารที่อยู่ในกลุ่ม TDS ได้แก่ เกลือ และสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่สามารถละลายน้ำได้

เมื่อได้ทำการปลูกพืช 4 ชนิด ได้แก่ ต้นกกกลิ้งกา ต้นกกอีเป็ด ต้นพุทธรักษา และต้นปักษาสวรรค์ แยกกันในบ่อที่บรรจุน้ำเสียจากชุมชน และทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 15 วัน หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำอีกครั้ง โดยผลการวิเคราะห์ค่า BOD TSS และ TDS ของน้ำเสียหลังผ่านการปลูกพืช ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. คุณภาพของน้ำเสียชุมชนบริเวณคลองห้า อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ก่อนและหลังการบำบัดด้วยพืช

คุณสมบัติ	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัดด้วยพืชนาน 15 วัน			
		ต้นกกกลิ้งกา	ต้นกกอีเป็ด	ต้นพุทธรักษา	ต้นปักษาสวรรค์
BOD 5 วัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.3	6	7.3	3.4	4.5
TSS (มิลลิกรัมต่อลิตร)	11.48	7.8	9	8.5	6.8
TDS (มิลลิกรัมต่อลิตร)	362	302	344	334	330



รูปที่ 2. ความสามารถในการกำจัด BOD, TSS และ TDS ในน้ำเสียชุมชน ที่มีการปลูกพืชนาน 15 วัน

จากผลการศึกษา พบว่า พืชทั้ง 4 ชนิด สามารถช่วยลดค่าต่างๆ ได้แก่ BOD, TSS และ TDS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการลดค่า BOD, TSS และ TDS ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2

โดยต้นพุทธรักษาและต้นปักษาสวรรค์มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ได้ในระดับที่สูง คิดเป็นร้อยละ 63 และ 52 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มพืชชนิดอื่นอย่างชัดเจน เนื่องจากลักษณะต้นพุทธรักษาและต้นปักษาสวรรค์มีลักษณะทางกายภาพที่มีใบ ลำต้น และรากขนาดใหญ่ ทำให้สามารถส่งผ่านออกซิเจนจากใบไปยังบริเวณรากได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ รากของต้นพุทธรักษามีขนาดใหญ่และพื้นที่ผิวมาก

ซึ่งเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์ยึดเกาะเพื่อย่อยสลายอินทรีย์สารได้ (Konnerup, Kootatep and Brix 2009) โดยจุลินทรีย์ที่มักพบได้ในบริเวณรากของต้นพุทธรักษา เช่น *H. angusta* (Saumya et al. 2015) เนื่องจากต้นพุทธรักษามีขนาดใหญ่กว่าต้นปักษาสวรรค์ จึงสามารถลดค่า BOD ได้มากที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย

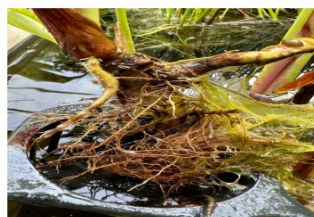
ในส่วนของการลดค่า TSS ในน้ำเสีย พบว่า พืชทั้ง 4 ชนิดสามารถลดของแข็งแขวนลอยได้ในช่วงร้อยละ 22 - 41 โดยเกิดจากรากพืชที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาว สามารถดักจับตะกอนและอนุภาคขนาดเล็กในน้ำได้ดี ซึ่งลักษณะรากของพืชแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 3



ต้นกกลังกา



ต้นกกอีเป็ด



ต้นพุทธรักษา



ต้นปักษาสวรรค์

รูปที่ 3. ลักษณะรากของพืชที่ปลูกในน้ำเสียชุมชน

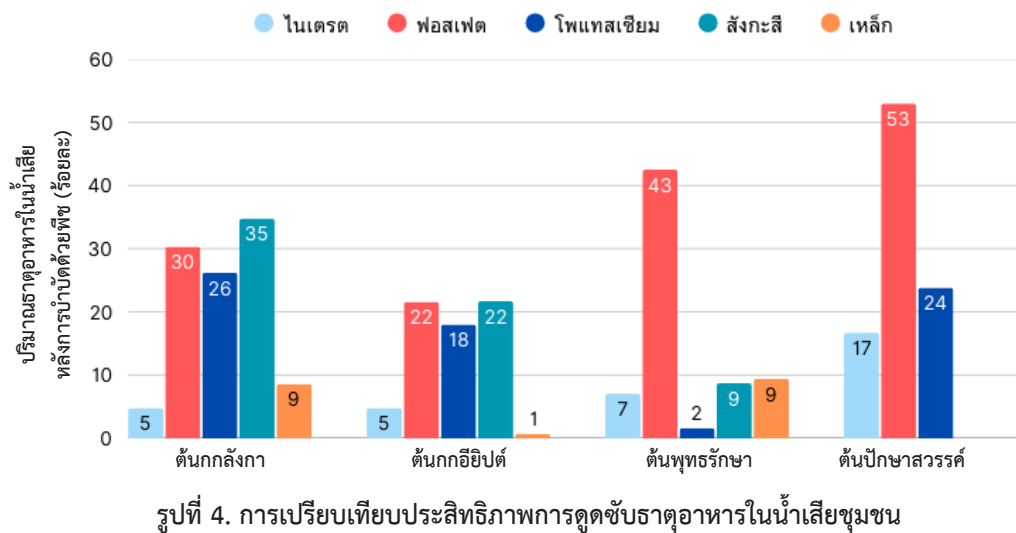
เมื่อพิจารณาปริมาณ TDS ในน้ำเสียหลังการปลูกพืช พบว่า ค่า TDS ลดลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีหลายชนิดที่พืชไม่สามารถดูดได้ เช่น โซเดียม (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) สารอินทรีย์บางชนิด และโลหะหนักจำพวกแคดเมียม (Cd) และปรอท (Pb) เป็นต้น โดยต้นกกลังกา มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่า TDS คิดเป็นร้อยละ 17 เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น เนื่องจากมีรากฝอยจำนวนมากและแผ่ขยายได้กว้าง จึงช่วยเพิ่มพื้นที่ให้จุลินทรีย์เกาะอาศัย และสามารถดูดซับไอออน หรือแร่ธาตุที่ละลายน้ำได้ดีมากกว่าพืชชนิดอื่น

2. ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารในน้ำเสียชุมชนของพืชน้ำ

เมื่อประเมินความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารจากน้ำเสียชุมชนด้วยพืช โดยธาตุอาหารที่วิเคราะห์ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทสเซียม สังกะสี และเหล็ก โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียม ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเติบโตของพืชและสามารถละลายน้ำได้ และกลุ่มธาตุอาหารรอง ได้แก่ สังกะสี และเหล็ก ซึ่งพืชต้องการในปริมาณน้อย แต่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และไม่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 4

ตารางที่ 2. ปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียชุมชนบริเวณคลองห้า อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ก่อนและหลังการบำบัดด้วยพืช

คุณสมบัติ	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัดด้วยพืชนาน 15 วัน			
		ต้นกกลังกา	ต้นกกอีลิปต์	ต้นพุทธรักษา	ต้นปักษาสวรรค์
ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.84	0.8	0.8	0.78	0.7
ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.57	0.4	0.45	0.33	0.27
โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	12.2	9	10	12	9.3
สังกะสี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.023	0.015	0.018	0.021	0.023
เหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.139	0.127	0.138	0.126	0.139



รูปที่ 4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารในน้ำเสียชุมชน

จากผลการศึกษา พบว่า ต้นกกลังกามีประสิทธิภาพในการดูดซับสังกะสีได้สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35 รองลงมา คือ ฟอสเฟต (ร้อยละ 30) และโพแทสเซียม (ร้อยละ 26) โดยสารเหล่านี้เป็นสารเกลืออินทรีย์และโลหะหนักที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการลดลงของค่า TDS ในน้ำเสียมากที่สุด แต่ ต้นกกลังกามีประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็กได้มากกว่าต้นกกอีลิปต์ และต้นปักษาสวรรค์ โดยเหล็กเป็นของแข็งที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งสามารถส่งให้ค่า TSS ในน้ำเสียที่มีการปลูกต้นกกลังกาลดลงได้มาก ดังนั้น ต้นกกลังกาจึงเหมาะสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของฟอสเฟต โพแทสเซียม สังกะสี และเหล็กเป็นหลัก โดยสามารถที่จะลดค่า BOD, TSS และ TDS ในระดับปานกลาง

สำหรับต้นกกอีลิปต์มีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟต โพแทสเซียม และสังกะสีได้ในระดับที่ใกล้เคียงกันประมาณร้อยละ 18 -22 แต่ต้นกกอีลิปต์มีความสามารถในการ

ลดปริมาณ TDS น้อยประมาณร้อยละ 5 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำเสียอาจมีของแข็งที่ละลายน้ำได้ชนิดอื่นๆ เช่น Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} และ SO_4^{2-} เป็นต้น และสารอินทรีย์ละลายน้ำได้ ซึ่งพืชไม่สามารถดูดได้น้อยมาก อย่างไรก็ตาม ต้นกกอีลิปต์มีความสามารถในการดูดซับไนเตรตและเหล็กที่จำกัด (ต่ำกว่าร้อยละ 5) ดังนั้น ต้นกกอีลิปต์จึงเหมาะสมสำหรับการลดธาตุอาหารในน้ำเสียโดยรวม

นอกจากนี้ต้นพุทธรักษามีประสิทธิภาพในการดูดซับฟอสเฟตในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43 แต่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอื่น เช่น ไนเตรต โพแทสเซียม สังกะสี และเหล็ก อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งค่า TDS ของน้ำเสียลดลงเพียงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะน้ำเสียอาจมีของแข็งละลายน้ำจำพวกเกลือและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ชนิดอื่นๆ ที่ต้นพุทธรักษาไม่สามารถดูดได้ ดังนั้น ต้นพุทธรักษาจึงเหมาะสำหรับใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณฟอสเฟตสูง

สำหรับต้นปักษาสวรรค์มีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตที่มากกว่าต้นพุทธรักษาประมาณร้อยละ 10 และสามารถดูดซับโพแทสเซียมได้ร้อยละ 24 และไนเตรต คิดเป็นร้อยละ 17 แต่ไม่มีความสามารถในการดูดซับ สังกะสี และเหล็ก ดังนั้น ต้นปักษาสวรรค์จึงเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีฟอสเฟตและโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก

สรุปผลการทดลอง

พืชน้ำทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ต้นกกกลางกา ต้นกกอียิปต์ ต้นพุทธรักษา และต้นปักษาสวรรค์ สามารถลดค่า BOD, TSS และ TDS ในน้ำเสียชุมชนได้ ต้นพุทธรักษามีความโดดเด่น

ในการลด BOD ต้นปักษาสวรรค์ลด TSS และต้นกกกลางกาลด TDS ได้ดีที่สุด ในด้านการดูดซับธาตุอาหาร ต้นปักษาสวรรค์มีประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดซับฟอสเฟต ตามด้วยต้นพุทธรักษาและต้นกกกลางกา ต้นกกกลางกามีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับโพแทสเซียมและสังกะสี ขณะที่ต้นกกอียิปต์มีความสามารถในการดูดซับไนเตรต ฟอสเฟต และสังกะสีในระดับปานกลาง พืชทุกชนิดมีประสิทธิภาพต่ำในการกำจัดเหล็ก เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการบำบัดพารามิเตอร์ต่างๆ และดูดซับธาตุอาหารแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน การประยุกต์ใช้ในระดับชุมชนจึงควรพิจารณาปลูกพืชหลายชนิดร่วมกันเพื่อเสริมประสิทธิภาพโดยรวมในการบำบัดน้ำเสียอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2558. คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น และการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://epo06.pcd.go.th/attachment/lu/download.php?WP=qUlcNkt4pQlgZKqCGWOghJstqTgcWatmpQOgZKplGQEG2rDqYyc4Uux>, [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2568]
- มูลนิธิชัยพัฒนา. 2568. หลักการทั่วไปของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.chaipat.or.th/chaipattana-water-turbie/2013-05-30-03-21-01/2013-05-30-02-15-44.html>, [เข้าถึงเมื่อ 9 พฤษภาคม 2568]
- Angmo, S., Kharayat, Y. and Shah, S., 2024. Efficiency of *Canna indica*, *Phragmites australis* and *Eichhornia crassipes* in remediation of leachate through a vertical flow constructed wetland. *Current World Environment*, **19**, pp. 592.
- Dagne, A., Lakew, A., Tadesse, S. and Hailemichael, F., 2024. Comparative nutrient removal efficiency of three *Cyperus* species in vertical flow type of constructed wetlands, Sebeta, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, **9**, pp. 73-82.
- Konnerup, D., Koottatep, T. and Brix, H., 2009. Treatment of domestic wastewater in tropical subsurface flow constructed wetlands planted with canna and Heliconia. *Ecological Engineering*, **35**, pp. 248-257.
- Nani, G., Sandoval-Herazo, M., Martinez-Resendiz, G., Marin-Pena, O., Zurita, F. and Herazo, L.C.S., 2024. Influence of Bed depth on the development of Tropical Ornamental Plants in Subsurface flow treatment wetlands for municipal wastewater treatment: A pilot-scale case. *Plants*, **13**(14), pp. 1-13.
- Pincam, T., Brix, H. and Jampeetong, A., 2020. Growth performance of tropical wetland species (*Cyperus involucratus* Rottb. and *Thalia geniculata* L.) in anaerobic digester effluent and their water treatment efficiency. *Ecological Engineering*, **143**, p. 105667.
- Saumya, S., Akansha, S., Rinaldo, J., Jayasri, M.A. and Suthindhian, K., 2015. Construction and evaluation of prototype subsurface flow wetland planted with *Heliconia angusta* for the treatment of synthetic greywater. *Journal of Cleaner Production*, **91**, pp. 235-240.