

การศึกษาหญ้าแฝกกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3 และ พันธุ์สุราษฎร์ธานี ในการบำบัดน้ำเสีย ด้วยวิธีการปลูกแบบลอยน้ำ

Study on Songkla-3 and Suratthani ecotypes vetiver (*Vetiveria zizanioides*) for Wastewater Treatment by hydroponics

พงศกร วงศ์พิพันธ์¹ และ อรรนุช กันธิยาใจ²

¹สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

²สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

E-mail: jopongsakorn.w@gmail.com และ Orranuch.rid@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานีในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการปลูกแบบลอยน้ำนี้ ทำการศึกษาหาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

ผลการศึกษาพบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 มีอายุการปลูกแบบลอยน้ำได้เพียง 40 วัน เริ่มมีอาการโคนเน่าและเหี่ยวเฉา ไม่สามารถอยู่รอดได้ ส่วนพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถเจริญเติบโตได้ดี จึงนำหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย โดยมีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 หญ้าแฝกตัดใบครึ่งหนึ่งของความยาวใบทั้งหมด ส่วนรากไม่ตัด

รูปแบบที่ 2 หญ้าแฝกตัดรากครึ่งหนึ่งของความยาวรากทั้งหมด ส่วนใบไม่ตัด

รูปแบบที่ 3 หญ้าแฝกไม่มีการตัดใบและไม่มีการตัดราก

จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 7.4 - 7.6 ออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ในการลดค่าบีโอดี มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 83.6-94.2, 90.7-97.2 และ 92.8-93.9 ตามลำดับ ลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้อยู่ในช่วงร้อยละ 72.1-86.2, 80.2-86.2 และ 83.7-84.7 ตามลำดับ และลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้อยู่ในช่วงร้อยละ 84.1-84.3, 78.2-81.7 และ 81.3-87.7 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าหญ้าแฝกรูปแบบที่ 3 มีแนวโน้มในการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูง

คำสำคัญ (Keywords) : ไฮโดรโปนิก / หญ้าแฝก / การบำบัด / น้ำเสียชุมชน / คุณภาพน้ำ

Abstract

The experiment were conducted to investigate the ability of two vetiver grass ecotypes (Songkla-3 and Suratthani) to survive under hydroponics and comparing the efficiency of the municipal wastewater treatment of hydroponic vetiver grass systems in the different treatments.

The result shows that vetiver grass Songkla-3 ecotype started to wither and stem rot infection after 40 days in hydroponics as vetiver grass Suratthani ecotype was growing well. So that vetiver grass Suratthani ecotype was selected to study the efficiency in wastewater treatment. This experiment was divided into 3 treatments as follows:

- Treatment 1; half-trimmed the vetiver's leaves. (not trimmed the vetiver's roots)
- Treatment 2; half-trimmed the vetiver's roots. (not trimmed the vetiver's leaves)
- Treatment 3; neither the vetiver's leaves nor the vetiver's roots were trimmed.

It was found that the pH value of the treated water are in the range of 7.4-7.6 and the dissolved oxygen was also found increasing. It show promise on the removal efficiency of BOD₅ are in the range of 83.6-94.2 %, 90.7-97.2 % and 92.8-93.9 % in Treatment 1, 2 and 3, respectively. The removal efficiency of total Nitrogen are in the range of 72.1-86.2 %, 80.2-86.2 % and 83.7-84.7 % in Treatment 1, 2 and 3, respectively. And the removal efficiency of total phosphorus are in the range of 84.1-84.3 %, 78.2-81.7 % and 81.3-87.7 % in Treatment 1, 2 and 3, respectively. In conclusion, the vetiver grass Suratthani ecotype which didn't trim in Treatment 3 was trend to better treat wastewater than other experiments.

Keywords : hydroponic / vetiver / treatment / municipal wastewater / water quality

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันน้ำเสียเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญของประเทศ เนื่องจากการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและการสังคมอย่างกว้างขวาง น้ำเสียที่เกิดจากชุมชนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณภาพน้ำในทางน้ำชลประทานมีสภาพที่เสื่อมโทรม ซึ่งจะมีผลกระทบต่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ของประชาชน ดังนั้นจึงอาจมีความจำเป็นต้องมีการช่วยเหลือธรรมชาติในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อให้สามารถบำบัดได้รวดเร็วขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพืชจึงถูกนำมาพิจารณาเนื่องจากเป็นระบบที่มีการเลียนแบบธรรมชาติโดยการดูดซึมมวลสารต่างๆ เข้าสู่ลำต้น โดยเลือกใช้หญ้าแฝกเพราะเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพความเหมาะสมที่กว้างขวาง ในงานวิจัยนี้เลือกใช้หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ทำการบำบัดน้ำเสียด้วยการปลูกลงในน้ำโดยตรง (hydroponics) หญ้าแฝกทั้ง 2 พันธุ์นี้เป็นหญ้าแนะนำซึ่งหาได้ง่าย หญ้าแฝกลุ่มสามารถ

เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ลุ่มที่มีความชื้นสูง หรือน้ำขัง นอกจากนี้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถแตกกอได้มากกว่าหญ้าแฝกลุ่มอื่น 2 พันธุ์ มีความยาวรากแฝกลุ่ม 2 ใน 4 พันธุ์ที่กรมพัฒนาที่ดินที่มากกว่า และอาจเป็นผลให้มีการดูดซึมมวลสารที่มากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อหาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี

2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

3. ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความสามารถของ หล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ที่ปลูกลงในน้ำโดยตรง (hydroponics) ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากชุมชน โดยทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (lab-scale) ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการหาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี โดยสังเกตว่ายังมีอาการเจริญเติบโตต่อไปได้หรือไม่ ส่วนการทดลองในส่วนที่ 2 เป็นการหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหล้าแฝกที่มีการตัดแต่งหล้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนในทางน้ำที่เชื่อมต่อกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน

4.2 เผยแพร่ผลงานวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้และในการศึกษาต่อยอดผลงานวิจัยต่อไป

4.3 เพื่อสุขภาพอนามัยที่ดีของผู้ใช้น้ำจากทางน้ำชลประทาน

5. งานวิจัยที่ผ่านมา

มนต์ชัย (2548) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียระหว่างหล้าแฝก 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี ที่ปลูกด้วยเทคนิคแทนลอยน้ำเพื่อใช้บำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของบีโอดี, เจตาท์ลไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 55.88, 40.297 และ 6.022 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

ภายหลัง 8 สัปดาห์ พบว่า หล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพการในการกำจัดบีโอดีและฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงเป็น 2 ลำดับแรก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 80.07-81.06 และ 16.38-16.81 ตามลำดับ รวมทั้งมีการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหาร (ไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมด) สูง

ในขณะที่ เกษฎาพงศ์ และคณะ (2555) ใช้หล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่มีความยาวรากประมาณ 10 เซนติเมตร และตัดส่วนของลำต้นให้มีความสูง 20 เซนติเมตร จากนั้นนำไปปลูกบนแทนลอยน้ำที่ทำการติดตั้งในบ่อทดลองไว้ก่อนแล้ว แล้วจึงเติมน้ำเสียชุมชนที่มีค่าบีโอดีเริ่มต้น 198.00 มิลลิกรัม/ลิตร เจตาท์ลไนโตรเจน 72.00 มิลลิกรัม/ลิตร และฟอสฟอรัสทั้งหมด 25.80 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้เวลาเก็บกักน้ำ 21 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี เจตาท์ลไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 79.29, 94.44 และ 96.82 ตามลำดับ

ส่วน เอกรัตน์ และธวัชชัย (2560) ได้ทำการทดลองหาความสามารถในการทนความเค็มในน้ำทะเลสังเคราะห์ของหล้าแฝก พบว่า หล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 มีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุด (ร้อยละ 46.4) เมื่อเทียบกับหล้าแฝกพันธุ์กำแพงเพชร 1 กำแพงเพชร 2 และนครสวรรค์ ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 43.2, 42.7 และ 42.7 ตามลำดับ อีกทั้ง หล้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ยังมีอัตราความสูงที่มากที่สุดอีกด้วย

นอกจากนี้ ทศนีย์ และคณะ (2556) ได้ทำการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยหล้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และประจวบคีรีขันธ์ด้วยวิธีการปลูกบนแพลอยน้ำ พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น หล้าแฝกจะบำบัดน้ำเสียได้ดีขึ้น ซึ่งการทดลองนี้ใช้เวลา 6 เดือน จะได้ประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ที่เคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมดของหล้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเท่ากับ

ร้อยละ 65.33 ± 1 , 61.36 ± 1 และ 65.23 ± 1 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์มีค่ารองลงมา และยังพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

6. ขั้นตอนการดำเนินการ

6.1 ศึกษาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี

6.1.1 ใช้หญ้าแฝกแบบรากเปลือยความยาวต้นเฉลี่ย 30 เซนติเมตร รากยาวเฉลี่ย 1.5 เซนติเมตร สายพันธุ์สงขลา 3 รับมาจากสถานีพัฒนาที่ดิน นครศรีธรรมราช สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 กรมพัฒนาที่ดิน และพันธุ์สุราษฎร์ธานี รับจากสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 8 (นครศรีธรรมราช) ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

6.1.2 นำกล้าหญ้าแฝกในข้อ 6.1.1 ปลูกแบบลอยน้ำดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 แล้วเติมน้ำ 15 ลิตร/กะละมัง



รูปที่ 1 กล้าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่นำมาปลูกแบบลอยน้ำ



รูปที่ 2 กล้าหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่นำมาปลูกแบบลอยน้ำ

สังเกตการเจริญเติบโต ดูความสมบูรณ์ของใบ ความแข็งแรงของลำต้น ความยาวของราก และการแตกกอ สามารถเลือกพันธุ์หญ้าแฝกที่ทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำได้

6.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

6.2.1 เตรียมภาชนะทดลองดังรูปที่ 3 และบรรจุน้ำเสียไว้ที่ระดับความลึก 50.0 เซนติเมตร ของบ่อ (คิดเป็นปริมาตรเริ่มต้นเท่ากับ 82.5 ลิตร)



รูปที่ 3 ภาชนะหรือบ่อหินอ่อนที่ใช้ในการทดลอง

6.2.2 ประกอบแพลอยน้ำกับตะกร้าดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แพลอยน้ำที่ใช้ในการทดลอง

6.2.3 เตรียมหญ้าแฝกที่คัดเลือกสายพันธุ์ได้จากข้อ 6.1.2 แล้วทำการคัดเลือกต้นหรือกอหญ้าแฝกที่เจริญเติบโตได้ดี มีใบสมบูรณ์ ลำต้นมีความแข็งแรง ความยาวรากใกล้เคียงกัน ความสูงของใบใกล้เคียงกัน นำไปปลูกในแต่ละแพที่เตรียมไว้ในข้อ 6.2.2 โดยแต่ละแพจะมีจำนวนหญ้าแฝกเท่ากัน และจัดแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ตัดแต่งหญ้าแฝกโดย ตัดใบครึ่งหนึ่งของความยาวใบทั้งหมด รากไม่ตัด

รูปแบบที่ 2 ตัดแต่งหญ้าแฝกโดยใบไม่ตัด ตัดรากครึ่งหนึ่งของความยาวรากทั้งหมด

รูปแบบที่ 3 ไม่มีการตัดใบและราก ปล่อยแบบธรรมชาติ

6.2.4 นำแพที่เตรียมในข้อ 6.2.3 ไปลอยในบ่อที่เตรียมไว้ในข้อ 6.2.1

6.2.5 ระยะเวลาทำการทดลอง 56 วัน โดยดำเนินการทดลองเป็น 2 ช่วง แต่ละช่วง 28 วัน หลังจากนั้น เปลี่ยนน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกเดิม

6.2.6 การวัดผลการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วทุกๆ 28 วัน นำมาวิเคราะห์ค่าพี

เอช (pH), ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen, DO), บีโอดี (biological oxygen demand, BOD), แอมโมเนียไนโตรเจน (ammonia nitrogen, $\text{NH}_3\text{-N}$), เจดาห์ลไนโตรเจน (total kjeldahl nitrogen, TKN), ไนไตรท์ไนโตรเจน (nitrite nitrogen, NO_2^-), ไนเตรทไนโตรเจน (nitrate nitrogen, NO_3^- -N), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus, TP) ตาม Standard Methods (APHA, AWWA, WPCF, 1992) และบันทึกอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกโดยวัดความสูงของลำต้นจนถึงส่วนของใบและความยาวรากที่เพิ่มขึ้นทุก 28 วัน โดยก่อนและหลังการทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักเปียกรวมทั้งต้น

6.2.7 เปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติโดยใช้วิธี Student t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6.2.8 สรุปผลและจัดทำรายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์

7. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

7.1 ศึกษาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 5 หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 นำมาปลูกแบบลอยน้ำ 40 วัน



รูปที่ 6 หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีนำมาปลูกแบบลอยน้ำ 92 วัน

จากรูปที่ 5 แสดงกล้ารากเปลือยของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อนำมาปลูกแบบลอยน้ำในที่โล่งแจ้งอีก 40 วัน พบว่า ต้นหญ้าแฝกส่วนใหญ่เริ่มเหี่ยวเฉาลง ดังนั้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทดลอง

ส่วนหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่ใช้ในการทดลองนี้เมื่อนำมาปลูกแบบลอยน้ำเป็นระยะเวลา 92 วัน พบว่า มีการเจริญเติบโตได้ดี (รูปที่ 6) และปลูกต่อเนื่องไปอีก 144 วัน (รวมเป็น 236 วัน ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง) พบว่า ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยในช่วงของการปลูกแบบลอยน้ำนี้บางต้นเกิดการเหี่ยวเฉาลงอาจเป็นเพราะมีการโตอย่างเต็มที่ หรือสภาวะในการปลูกบางประการไม่เหมาะสม แต่ก็ยังสามารถแตกกอเป็นต้นใหม่เกิดขึ้นได้ ดังนั้น หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีจึงมีความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำได้ จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียต่อไป นั่นคือ ผลการศึกษาได้ว่าหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำได้ดีกว่าพันธุ์สงขลา 3 ดังนั้น จึงนำหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

7.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

ในการศึกษาได้ทำการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 หญ้าแฝกตัดใบครึ่งหนึ่งของความยาวใบทั้งหมด ส่วนรากไม่ตัด

รูปแบบที่ 2 หญ้าแฝกตัดรากครึ่งหนึ่งของความยาวรากทั้งหมด ส่วนใบไม่ตัด

รูปแบบที่ 3 หญ้าแฝกไม่มีการตัดใบและไม่มี การตัดราก

จากหัวข้อ 7.1 ได้ทำน้ำแม่กุ่มน้ำสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีความสามารถในการทนต่อการปลูกแบบลอยน้ำนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตั้งแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำก่อนการบำบัดและหลังบำบัดด้วยวิธีการปลูกหญ้าแม่กุ่มลอยน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ช่วงวันที่	คุณภาพน้ำ						มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน
			ก่อนบำบัด	หลังบำบัด			บ่อควบคุม		
				รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3			
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	6/6/2561 – 4/7/2561	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	8.5	6.5 - 8.5
		4/7/2561 – 1/8/2561	7.2	7.4	7.4	7.4	7.4	8.9	
2. ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	6/6/2561 – 4/7/2561	0.69	3.01	1.53	2.47	2.07	ไม่น้อยกว่า 2	
		4/7/2561 – 1/8/2561	1.47	2.37	1.57	3.10	4.65		
3. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	6/6/2561 – 4/7/2561	17.64	1.02	0.50	1.27	2.62	ไม่เกิน 20	
		4/7/2561 – 1/8/2561	8.04	1.32	0.75	0.49	0.84		
4. ทีเคเอ็น (TKN)	มก./ล.	6/6/2561 – 4/7/2561	12.41	0.80	0.41	0.74	1.13	ไม่เกิน 35	
		4/7/2561 – 1/8/2561	6.11	1.36	0.94	0.39	0.80		
5. ไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ	มก./ล.	6/6/2561 – 4/7/2561	13.1	1.8	1.8	2.0	2.9	ไม่ได้กำหนด	
		4/7/2561 – 1/8/2561	8.6	2.4	1.7	1.4	1.6		
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำ	มก./ล.	6/6/2561 – 4/7/2561	4.54	0.72	0.83	0.85	1.04	ไม่ได้กำหนด	
		4/7/2561 – 1/8/2561	3.57	0.56	0.78	0.44	1.24		

7.2.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดและด่างในน้ำ

จากตารางที่ 1 พบว่าหญ้าแฝกไม่ได้ทำค่า pH ของน้ำเสียเปลี่ยนแปลง และเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมพบว่าหญ้าแฝกช่วยควบคุมค่า pH ไม่ให้เป็นต่างมากขึ้น (ค่า pH ในบ่อควบคุมมีค่า 8.5 และ 8.9 ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน)

7.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่า นอกจากออกซิเจนในอากาศแทรกซึมเข้าสู่แล้ว หญ้าแฝกยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับน้ำได้ ส่วนในบ่อควบคุมมีค่า DO สูงขึ้นเช่นกันเนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถแทรกซึมเข้าสู่ได้อย่างอิสระเพราะมีพื้นที่ผิวน้ำกว้างกว่าการทดลองอื่น และมีโอกาสในการเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายชั้นต่ำได้มากกว่าการทดลองอื่น ซึ่งหนึ่งในผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการนี้ก็คือออกซิเจน

7.2.3 ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี

จากผลวิเคราะห์ค่าบีโอดีซึ่งเป็นค่าความสกปรกของน้ำในตารางที่ 1 พบว่ามีค่าลดลง โดยหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีได้อยู่ในช่วง 83.6-94.2 %, 90.7-97.2 % และ 92.8-93.9 % ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมพบว่าส่วนใหญ่หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียได้ดี

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า % ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีต่ำสุดในรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และบ่อควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่รูปแบบ

ที่ 3 มีแนวโน้มในการบำบัดน้ำเสียได้ดี โดยมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีได้ไม่น้อยกว่า 92.8 %

7.2.4 ประสิทธิภาพในการลดค่าทีเคเอ็น

จากผลวิเคราะห์ค่าทีเคเอ็นในตารางที่ 1 พบว่ามีค่าลดลง นั่นแสดงว่าหญ้าแฝกสามารถช่วยลดค่าทีเคเอ็นให้กับน้ำเสียได้ โดยหญ้าแฝกรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าทีเคเอ็นได้อยู่ในช่วง 77.7 - 93.6 %, 84.7 - 96.7 % และ 93.6 - 94.0 % ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมพบว่าหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 3 สามารถบำบัดค่าทีเคเอ็นได้ดีกว่า

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า % ประสิทธิภาพในการลดค่าทีเคเอ็นต่ำสุดของหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 1 และบ่อควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ไม่มีความแตกต่างจากบ่อควบคุม โดยรูปแบบที่ 3 นี้มีแนวโน้มในการบำบัดน้ำเสียได้ดี สามารถลดค่าทีเคเอ็นได้ไม่น้อยกว่า 93.6 %

7.2.5 ประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ

จากผลวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนทั้งหมดซึ่งเป็นธาตุอาหารของพืกรสาหร่าย ถ้ามีมากจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดสาหร่ายบลูมในแหล่งน้ำได้ ทำให้คุณภาพน้ำต่ำ ในตารางที่ 1 พบว่า มีค่าลดลง นั่นแสดงว่าหญ้าแฝกสามารถช่วยลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียได้ โดยหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ในช่วง 72.1 - 86.2 %, 80.2 - 86.2 % และ 83.7 - 84.7 % ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมพบว่าหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 3 สามารถบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ดีกว่า

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า % ประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำได้ต่ำสุดของหญ้าแฝกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในทั้ง 3 รูปแบบ แต่พบว่ารูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ดีกว่ารูปแบบอื่น

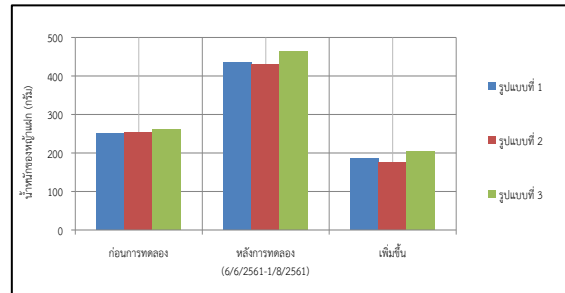
7.2.6 ประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากผลวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพน้ำหลังบำบัด ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลง แสดงว่าหญ้าแฝกสามารถช่วยลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียได้ โดยหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ในช่วง 84.1 - 84.3 %, 78.2 - 81.7 % และ 81.3-87.7 % ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุม พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของหญ้าแฝกสูงกว่าบ่อควบคุม

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า % ประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 มีความแตกต่างจากบ่อควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่รูปแบบที่ 2 ไม่มีความแตกต่าง โดยพบว่ารูปแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสได้ดีกว่ารูปแบบอื่นๆ

7.2.8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรากของหญ้าแฝก

จากการทดลอง พบว่า หญ้าแฝกมีน้ำหนักรากเพิ่มขึ้นทุกการทดลอง แสดงได้ดังรูปที่ 7

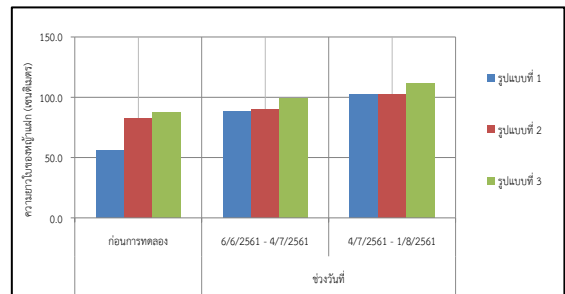


รูปที่ 7 น้ำหนักรากของหญ้าแฝกตลอดการทดลอง

จากรูปที่ 7 พบว่า ความสามารถในการเพิ่มน้ำหนักรากของหญ้าแฝกของทุกรูปแบบมีค่าอยู่ในช่วง 58-83 % โดยรูปแบบที่ 3 ให้ค่าสูงสุด รองลงมาคือรูปแบบที่ 2 ส่วนในรูปแบบที่ 1 มีค่าต่ำสุดแสดงว่าหญ้าแฝกดูดซึมธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสียไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี ผลก็คือ ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นดังแสดงผลในตารางที่ 1

7.2.9 การเปลี่ยนแปลงความยาวใบของหญ้าแฝก

ความยาวของใบในช่วงเวลาต่างๆ ของแต่ละการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 8



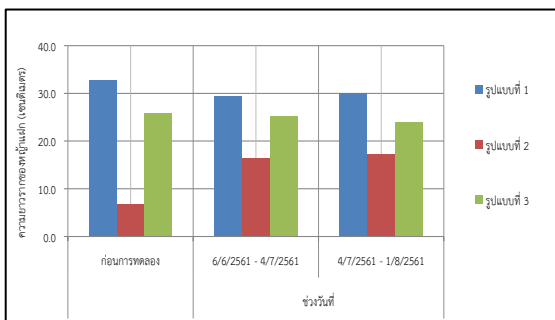
รูปที่ 8 ความยาวใบของหญ้าแฝกในช่วงเวลาต่างๆของแต่ละการทดลอง

จากรูปที่ 8 พบว่า การตัดแต่งใบในรูปแบบที่ 1 สามารถเพิ่มความยาวของใบใหม่ได้มากกว่าการทดลองอื่น โดยการตัดใบเป็นการไปเร่งให้มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างหรือแตกกอของหญ้าแฝก ทำให้ใบใหม่แตกออกมาและยาวขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบความยาวใบของหญ้าแฝกก่อนการทดลองกับหลังการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ความยาวใบเพิ่มขึ้น แสดงว่าหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้นได้ดังแสดงผลในตารางที่ 1

7.2.10 การเปลี่ยนแปลงความยาวรากของหญ้าแฝก

ความยาวรากของหญ้าแฝกที่ได้จากการทดลองแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ความยาวรากของหญ้าแฝกในระยะเวลาต่างๆ ของแต่ละการทดลอง

จากรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าความยาวของรากในรูปแบบที่ 1 และ 3 ไม่มีความเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่มีค่าเพิ่มขึ้นในรูปแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งรากหญ้าแฝกในรูปแบบที่ 2 ช่วยเร่งการงอกของรากใหม่ให้ยาวขึ้น อาจเป็นเพราะเมื่อมีการตัดรากเกิดขึ้น พืชจะปรับตัวเพื่อความอยู่รอดโดยเร่งการงอกของรากให้ยาวขึ้นเพื่อใช้ในการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ เข้าสู่ต้นพืชให้ได้ปริมาณเท่ากับที่เคยดูดซึมได้ก่อนตัดแต่งราก แสดงว่าหญ้าแฝกสามารถเติบโตได้ในน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้นได้ดังแสดงผลในตารางที่ 1

8. สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการปลูกแบบลอยน้ำ โดยทำการศึกษาหาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการเตรียมกล้ารากเปลือยแบบต่างๆ และที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ มีผลการศึกษาศาสามารถสรุปได้มีดังนี้

1. การศึกษาหาความสามารถในการทนทานต่อการปลูกแบบลอยน้ำของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีผลสรุปได้ว่า หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความทนทานกว่าและอยู่รอดได้

2. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกที่มีการตัดแต่งหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ มีผลสรุปได้ว่า หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่นำมาบำบัดน้ำเสียโดยการปลูกแบบลอยน้ำนั้นซึ่งไม่ได้ทำการตัดแต่งใบและรากจะมีความเหมาะสมในการนำไปใช้บำบัดน้ำเสีย เพราะมีแนวโน้มในการกำจัดบีโอดี 5 วัน ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีกว่า โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดเท่ากับ 92.8 - 93.9 %, 83.7 - 84.7 % และ 81.3-87.7 % ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการศึกษา สรุปได้ว่า สามารถนำหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการปลูกแบบลอยน้ำในทางน้ำชลประทานได้เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมค่าพีเอช ลดค่าบีโอดีที่เคเอ็น และเพิ่มออกซิเจนละลายทำให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทานได้ รวมทั้งลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งเป็นธาตุอาหารของพืกรักษาเหยื่อ ถ้ามีมากจะเป็น

สาเหตุทำให้เกิดสาหร่ายบลูมในแหล่งน้ำได้ทำให้คุณภาพน้ำต่ำ

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณคุณธนา สุวิทย์ วัฒน ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนา คุณชวลี เหมอกิจ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและพัฒนา คุณสมบุญ มั่น ความดี และคุณวิมลมาศ สตาร์ตัน อดีตผู้อำนวยการ ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คุณอำพร คล้ายแก้ว ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการจัดทำ เล่มวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณอุตมเกียรติ เกิดสม หัวหน้า สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 8 (สขป. 15) และ คุณสุวิมล บุญชูช่วย กรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้การสนับสนุน กล้าให้กล้าแผลกแบบกล้าราคาเปลือย รวมทั้งคุณวัชชัย คุณประสงค์ ห้วยหน้าฝ้ายวิชาการและมาตรฐานงาน ทดสอบวัสดุวิศวกรรม คุณนฤพล สีตบุตร วิศวกรโยธา ฝ้ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการบริหารจัดการน้ำ เจ้าหน้าที่ฝ่ายเคมี ฝ้ายวัชพืช ของสำนักวิจัยและพัฒนา เจ้าหน้าที่ส่วนยานพาหนะและขนส่ง สำนักเครื่องจักรกล ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีแก่ คณะผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

สุดท้ายนี้คุณประโยชน์อันใดที่ได้รับจาก งานวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งปวงแต่บิดา มารดา ญาติพี่น้อง เพื่อนๆ ผู้มีพระคุณและคณาจารย์ ทุกท่าน ที่สนับสนุนช่วยเหลือ และประสาทวิชาความรู้ แก่คณะผู้ศึกษาวิจัย

10. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดิน และ น้ำ [ซีดี – รอม]. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มงานเคมี ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร การจัดการดิน น้ำ วัชพืชและสิ่งแวดล้อม เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ (ออนไลน์).แหล่งที่มา: <http://kmcenter.rid.go.th/kmc17/data/Knowledge%2017/Studies%20and%20research/Manual/040756-02.pdf> (29 พฤศจิกายน 2561)

เจษฎาพงศ์ สีพรหม เฉลิมวูฒิ เพ็ชรนิคม และ อมรา ทีม พวงทอง . 2555. การศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกสายพันธุ์สงขลา 3 ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยเทคนิคแทนลอยน้ำ. สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี ราชชมงคลพระนคร.

ทัศนีย์ วิสาขะ, สุนันทา เลาว์ณศิริ และสร้อยดาว วินิจ นันท์รัตน์. 2556. การบำบัดน้ำเสียชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคามโดยใช้ระบบพืชปลูกบนแพลอยน้ำ. ใน: การประชุมวิชาการมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 10 วันที่ 11-12 กันยายน พ.ศ. 2557. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มนต์ชัย จันทร์ศิริ. 2548. ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกที่ปลูกด้วยเทคนิคแทนลอยน้ำในการบำบัดน้ำ

เสี่ยชุมชน. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกรัตน์ ปัญญาเอก และ ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2560.
ความสามารถทนเค็มน้ำทะเลของสายพันธุ์
หญ้าแฝก. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1/2560.