วิทยานิพนธ์

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

USING VETIVER (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) FOR CHICKEN FARM WASTEWATER TREATMENT AT KASETSART UNIVERSITY

นางสาววราพร เกียรติศิริอนันต์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) for Chicken Farm Wastewater Treatment at Kasetsart University

นามผู้วิจัย นางสาววราพร เกียรติศิริอนันต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ, กส.บ.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บงกชรัตน์ ปิติยนต์, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) for Chicken Farm Wastewater Treatment at Kasetsart University

โดย

นางสาววราพร เกียรติศิริอนันต์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2550

วราพร เกียรติศิริอนันต์ 2550: การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D. 108 หน้า

หญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่โดยปลูกลักษณะแพลอยน้ำ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนโตรเจนทั้งหมด บีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่เสีย พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 42.65 และ 49.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าบีโอดี และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 58.58 และ 24.96 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำ ความนำไฟฟ้า ความขุ่น และไนเทรต มีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเท่ากับ 28.07, 29.36, 44.89 และ 42.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าของแข็งแขวนลอย ไนไทรต์ เหล็ก และคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 51.79, 38.71, 67.27 และ 47.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 ในขณะที่สัปดาห์ที่ 16 มีการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูงสุด พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดทั้งในต้น และในราก (278.99 และ 157.44 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) และมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดทั้งในต้นและในราก (69.63 และ 44.22 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) ส่วนการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก พบว่า สัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าความสูง (123.00 เซนติเมตร) ความยาวราก (10.20 เซนติเมตร) น้ำหนักต้น (23.33 กรัมต่อกอ) น้ำหนักราก (14.27 กรัมต่อกอ) และน้ำหนักมวลชีวภาพ (37.60 กรัมต่อกอ) สูงสุด ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุด (11.20 หน่อต่อกอ) การศึกษานี้ พบว่าน้ำทิ้งที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง อย่างเช่นน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ควรเลือกใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียในการบำบัด เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด

_____ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Waraporn Kiatsirianan 2007: Using Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) for Chicken Farm Wastewater Treatment at Kasetsart University. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Associate Professor Sombun Techapinyawat, Ph.D. 108 pages.

Four vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) ecotypes, i.e., Srilanka, Songkhla 3, Surat Thani, and Indonesia were used to treat chicken farm wastewater by hydroponic growth. Considering the most damaging factors (total phosphorus, total nitrogen, BOD and dissolved oxygen) contributed to this type of wastewater, Songkhla 3 was found to be highly effective in reducing total nitrogen (42.65 %), and total phosphorus (49.14 %), while Indonesia was best in reducing BOD (58.58 %) and increasing dissolved oxygen (24.96 %). In addition, Songkhla 3 could also reduce total dissolved solid, electrical conductivity, turbidity and nitrate at 28.07, 29.36, 44.89 and 42.61 %, respectively, but Surat Thani was highly effective in reducing total suspended solid, nitrite, iron and chlorophyll at 51.79, 38.71, 67.27 and 47.60 %, respectively. All four vetiver ecotypes were at their best in wastewater treatment when they reached 12 weeks of growth but 16 weeks for absorbing nitrogen and phosphorus. In this regards, Indonesia performed accumulating best in nitrogen in shoot and root at 278.99 and 157.44 mg/clump, respectively, and phosphorus in shoot and root at 69.63 and 44.22 mg/clump, respectively. As for their growth, they also reached their maximum growth at 16 weeks. Indonesia was found to reach the height of 123.00 centimeters, root length of 10.20 centimeters, shoot weight of 23.33 g/clump, root weight of 14.27 g/clump and biomass of 37.60 g/clump, but maximum number of tillers of 11.20 tiller/clump was found in Songkhal 3. It is therefore, recommended to use Songkhal 3 and Indonesia for best result in treating chicken farm wastewater.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ กรรมการสาขาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์บงกชรัตน์ ปิติยนต์ กรรมการสาขาวิชารอง และรองศาสตราจารย์วิชา นิยม ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ อนุเคราะห์ในเรื่องอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ประวรดา โภชนจันทร์ คุณพรธิดา เทพประสิทธิ์ และพี่ๆ ที่ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณพ่อชวลิต และคุณแม่รัศมี เกียรติศิริอนันต์ ที่ให้กำเนิด คุณป้าและคุณน้าพี่และน้องที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้การศึกษาประสบความสำเร็จ รวมถึงเพื่อน ๆ ทุกยุคทุกสมัย และเพื่อนสิ่งแวดล้อมรุ่น 28 ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจในการทำงานตลอดมา จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย

วราพร เกียรติศิริอนันต์

ตุลาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	29
ผล	29
วิจารณ์	59
สรุปและข้อเสนอแนะ	71
สรุป	71
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	73
ภาคผนวก	85
ประวัติการศึกษา	108

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	6
2	มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน	7
3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 8 สัปดาห์ (6 เมษายน 2549)	52
4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 10 สัปดาห์ (22 เมษายน 2549)	53
5	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 12 สัปดาห์ (3 พฤษภาคม 2549)	54
6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 14 สัปดาห์ (16 พฤษภาคม 2549)	55
7	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 16 สัปดาห์ (31 พฤษภาคม 2549)	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ความสูงของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	86
2	ความยาวรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	86
3	จำนวนหน่อต่อกอของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	87
4	น้ำหนักต้นของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซียที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	87
5	น้ำหนักรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซียที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	88
6	น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซียที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	88
7	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16	89
8	เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16	90
9	ประสิทธิภาพในการลดค่า TDS, TSS และ EC ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)	91
10	ประสิทธิภาพในการลดค่า TU, DO และ BOD ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

11 ประสิทธิภาพในการลดค่า NO^{-}_{3} , NO^{-}_{2} และ Total N ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16) 97

12 ประสิทธิภาพในการลดค่า Total P , Fe^{+2} และ Chlorophyll ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16) 100

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผังการทดลองแปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	25
2	แปลงทดลองแปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	26
3	ความสูงต้นหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	31
4	ความยาวรากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	31
5	จำนวนหน่อหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	33
6	น้ำหนักต้นหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	33
7	น้ำหนักรากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	36
8	น้ำหนักมวลชีวภาพหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	36
9	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้น สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	38
10	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในราก สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	38
11	เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส ในต้น สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

12 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส ในราก สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 40

13 ความสัมพันธ์สมการรีเกรซชันเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างน้ำหนักต้นกับปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ สัปดาห์ที่ 12 และ 16 42

14 ประสิทธิภาพในการลดค่า TDS (%) TSS (%) EC (%) TU (%) DO (%) และ BOD (%) ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ในระยะเวลาต่างๆ กัน (สัปดาห์ที่ 8-16) 57

15 ประสิทธิภาพในการลดค่า NO_3^- (%) NO_2^- (%) Total N (%) Total P (%) Fe (%) และ Chlorophyll (%) ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ในระยะเวลาต่างๆ กัน (สัปดาห์ที่ 8-16) 58

ภาพผนวกที่

1 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 8 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 103

2 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 10 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 103

3 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 12 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 104

4 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 14 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 104

5 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 16 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ 105

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
6	แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 8	105
7	แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 10	106
8	แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12	106
9	แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 14	107
10	แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 16	107

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) for Chicken Farm Wastewater Treatment at Kasetsart University

คำนำ

การเพิ่มพลเมืองของประเทศไทย ทำให้ความต้องการบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น จึงมีการเลี้ยงสัตว์ขยายตัวมากตามไปด้วย การเลี้ยงไก่เป็นอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีความสำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากความนิยมของผู้บริโภค ประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่ทั้งประเทศในปี 2548 ประมาณ 157 ล้านตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) และมีรายได้จากการส่งออกไก่ไข่และไก่เนื้อในปี 2549 มากกว่า 3.2 หมื่นล้านบาท (กรมปศุสัตว์, 2550) ปัญหาที่สำคัญในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ ก็คือ ของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ มูลไก่ และน้ำเสีย ของเสียเหล่านี้จะก่อให้เกิดกลิ่น และแมลงวัน จากเล้า ตัวสัตว์ จากมูลสัตว์ที่กองพักอยู่ในฟาร์มหรือในบ่อพัก มูลเหลวที่ขาดการบำบัด และน้ำล้างคอกไก่ซึ่งเป็นแหล่งของน้ำเสียที่สำคัญ (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์สูง เนื่องจากสัตว์ปีกจะขับถ่ายมูลและปัสสาวะร่วมกัน จึงมีระดับของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สูงกว่าสิ่งขับถ่ายของสัตว์ชนิดอื่นๆ ดังนั้น เมื่อถูกชะล้างโดยน้ำฝน และไหลลงสู่แม่น้ำ หรือแหล่งน้ำบนผิวดินแล้ว จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง เพราะไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตมากเกินไปของสาหร่าย เมื่อสาหร่ายตายออกซิเจนที่อยู่ในน้ำจะลดต่ำลง และจุลินทรีย์ในน้ำยังทำให้ออกซิเจนหมดไปกับการย่อยสลายสารอินทรีย์จากมูลไก่ และของเสียจากฟาร์มไก่ที่ปลดปล่อยลงในน้ำ อันเป็นสาเหตุของการเกิดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดมลภาวะในน้ำ หญ้าแฝกเป็นพืชที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ มีระบบรากฝอยที่ยาวสามารถกรองตะกอน และสิ่งสกปรกได้ดี มีการแตกหน่อเจริญเติบโตได้เร็ว สามารถ

ควบคุมการแพร่กระจายได้ และมีการดูดมลสารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี ในปัจจุบันนิยมปลูกหญ้าแฝกเพื่อบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ และการปลูกแบบแพลอยน้ำ (hydroponic) ดังเช่น ฐิติณัฏฐ์ (2549) Wantawin *et al*. (2007) และ Boonsong and Chansiri (2007) ปลูกหญ้าแฝกแบบแพลอยน้ำบำบัดน้ำเสียจากชุมชน โดยหญ้าแฝกสามารถดูดซับธาตุอาหารและโลหะหนักจากน้ำเสียได้ดี มีการนำหญ้าแฝกไปบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ซึ่งเป็นน้ำเสียที่ประกอบด้วยธาตุอาหารสูง โดยใช้วิธีปลูกหญ้าแฝกบนแพไม้ไผ่ลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียสูงมาก ซึ่งสามารถลดค่าทองแดงและสังกะสีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สารหนูและไนโตรเจนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 59-85 เปอร์เซ็นต์ ตะกั่วอยู่ระหว่าง 30-71 เปอร์เซ็นต์ และปรอทอยู่ระหว่าง 13-58 เปอร์เซ็นต์ (Kong *et al*., 2003) Liao *et al*. (2003) ใช้หญ้าแฝก และกกเหลี่ยม (*Cyperus alternifolius*) บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู ประเทศจีน พบว่า หญ้าแฝก และกกเหลี่ยม สามารถลดค่าซีโอดี บีโอดี แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 64, 68, 20 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น การนำหญ้าแฝกมาปลูกแบบแพลอยน้ำจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจอีกวิธีหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากหญ้าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำสามารถเจริญเติบโต ดูดซับธาตุอาหาร และโลหะหนักจากน้ำเสียได้ดี วิธีนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำหญ้าแฝกมาใช้บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต และการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของหญ้าแฝกลุ่ม 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย

การตรวจเอกสาร

1. ฟาร์มเลี้ยงไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ

ฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ เป็นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลองของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่งเสริมการเรียนด้านสัตว์ปีก โดยมีการสอนภาคปฏิบัติในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลอง ซึ่งเลี้ยงไก่ไข่ และไก่เนื้อประมาณ 5,000 ตัว การเลี้ยงไก่ย่อมก่อให้เกิดของเสีย ทั้งสิ่งขับถ่าย น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ และทำความสะอาดคอก ฟาร์มเลี้ยงไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจได้มีการกำจัด และบำบัดของเสียเหล่านี้ ด้วยการทำความสะอาดคอกไก่ มีการตักมูลไก่ไปใส่บ่อไบโอแก๊ส และมีท่อระบายน้ำเสียจากคอกเข้าสู่บ่อไบโอแก๊ส ปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่บ่อไบโอแก๊สมีประมาณ 3,000 ลิตรต่อวัน จากนั้นน้ำเสียจะไหลสู่บ่อเติมอากาศ โดยมีเครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (surface aerator) แล้วปล่อยให้ไหลล้นออกสู่คลองระบายน้ำภายนอกฟาร์ม (ฟาร์มเลี้ยงไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ, ม.ป.ป.)

2. น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ครัวเรือน ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม สิ่งที่อยู่ในน้ำเสียเป็นสารต่างๆ ที่มาจากวัตถุดิบและผลิตผลที่เกิดขึ้น เช่น อุตสาหกรรมอาหารจะให้น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และสามารถวัดได้ในรูปของ BOD (Biochemical Oxygen Demand) หรือ COD (Chemical Oxygen Demand) อุตสาหกรรมชุบโลหะให้น้ำเสียที่มีโลหะหนักต่าง ๆ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

2.1 ประเภทของน้ำเสีย

อรุณีและมั่นสิน (2524) และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2550) แบ่งน้ำทิ้งตามแหล่งกำเนิดมลพิษ ออกเป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้ คือ

2.1.1 น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน (domestic wastewater) เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของประชาชนในชุมชน โดยมีแหล่งกำเนิดมาจาก น้ำทิ้งบ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงมหรสพ และโรงแรม ฯลฯ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ

และปัสสาวะ ฯลฯ ความสกปรกในน้ำทิ้งชุมชนส่วนใหญ่เป็นอินทรียสารที่ย่อยสลายได้ โดยกระบวนการธรรมชาติ

2.1.2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastewater) เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างอุปกรณ์จากกระบวนการผลิตต่างๆ ได้แก่ น้ำหล่อเย็น น้ำล้าง และน้ำจากกระบวนการผลิต ฯลฯ ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ ชนิดโรงงาน และกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม น้ำเสียอุตสาหกรรมบางแห่งอาจปนเปื้อนโลหะหนัก หรือสารประกอบที่ต้องอาศัยกระบวนการบำบัดที่ซับซ้อนกว่าน้ำเสียชุมชน

2.1.3 น้ำทิ้งจากการเกษตรกรรม (agricultural wastewater) เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ซึ่งอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทเกษตรกรรมชนิดอยู่กับที่ เช่น จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ น้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง เช่น คอกหมู คอกวัว เล้าไก่ และฟาร์มเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น และประเภทไม่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน เช่น การเพาะปลูกในพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตร น้ำเสียจากเกษตรกรรมส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย

เสริมพล และไชยยุทธ (2524) แบ่งน้ำทิ้งตามคุณลักษณะของสิ่งสกปรกได้ 2 ประเภท คือ

2.1.4 น้ำทิ้งอินทรีย์ (organic wastewater) ได้แก่ น้ำที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ ลักษณะเด่นคือ น้ำจะเน่าเหม็นหากปล่อยทิ้งไว้นาน ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ และปัสสาวะ ฯลฯ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตอาหาร และโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

2.1.5 น้ำทิ้งอนินทรีย์ (inorganic wastewater) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ โลหะหนัก สารเคมีต่างๆ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานผลิตสารเคมี และโรงงานถลุงเหล็ก ฯลฯ

2.2 มาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง

มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งนั้นมีหลายประเภท ฟาร์มไก่เป็นฟาร์มสัตว์เลี้ยง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ซึ่งเป็นฟาร์มสัตว์เลี้ยงเช่นกัน เพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ดังตารางที่ 1 แต่น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีการระบายออกสู่คลองสาธารณะภายนอกมหาวิทยาวิทยาลัย จึงใช้มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทานของกรมชลประทาน ซึ่งมีค่ามาตรฐานต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด	
		มาตรฐาน ก	มาตรฐาน ข
1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	5.5-9	5.5-9
2. บีโอดี (BOD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	60	100
3. ซีโอดี (COD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	300	400
4. สารแขวนลอย (SS)	มิลลิกรัมต่อลิตร	150	200
5. ไนโตรเจนรวม (TKN)	มิลลิกรัมต่อลิตร	120	200

หมายเหตุ 1. มาตรฐาน ก ใช้ควบคุมการระบายน้ำทิ้งสำหรับฟาร์มประเภท ก และมาตรฐาน ข ใช้ควบคุมการระบายน้ำทิ้งสำหรับฟาร์ม ประเภท ข และ ค

2. ประเภทของฟาร์มสุกร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (นปส.) ดังนี้

2.1 ประเภท ก มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ มากกว่า 600 นปส. (เทียบเท่าจำนวนสูตรมากกว่า 5,000 ตัว)

2.2 ประเภท ข มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 60-600 นปส. (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 500-5,000 ตัว)

2.3 ประเภท ค มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 6-น้อยกว่า 60 นปส. (เทียบเท่าจำนวนสุกร ตั้งแต่ 50-น้อยกว่า 500 ตัว)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2548 ข)

ตารางที่ 2 มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทาน ในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์กำหนดสูงสุด)
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	-	6.5-8.5
ความนำไฟฟ้า	ไมโครโมล์ต่อซ.ม.	2,000
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	มิลลิกรัมต่อลิตร	1,300
บีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	20
สารแขวนลอย	มิลลิกรัมต่อลิตร	30
น้ำมันและไขมัน	มิลลิกรัมต่อลิตร	5.0
เปอร์แมงกาเนต	มิลลิกรัมต่อลิตร	6.0
ซัลไฟด์คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
ไซยาไนด์คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.2
ฟอร์มัลดีไฮด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
ฟีนอลและ/หรือครีโซลส	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
คลอรีนอิสระ	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
ยาฆ่าแมลง	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่มีเลย
สารกัมมันตรังสี	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่มีเลย
สี และกลิ่น	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
น้ำมันทาร์	-	ไม่มีเลย
สังกะสี	มิลลิกรัมต่อลิตร	5.0
โครเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.3
อาร์เซนิค	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.25
ทองแดง	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
ปรอท	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.005
แคดเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.03
แบเรียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.0
ซิลิเนียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.02
ตะกั่ว	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.1
นิคเกิล	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.2
แมงกานีส	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.5

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2548 ก)

3. คุณภาพน้ำเสียจากฟาร์มไก่

ลักษณะของน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ขนาดของฟาร์มหรือจำนวนสัตว์ยืนคอก ลักษณะอาหารและวิธีการให้อาหาร ชนิดของสัตว์และประเภทสัตว์ เช่น โคสุกร หรือ ไก่ ลักษณะโรงเรือนและระบบจัดการของเสีย วิธีการทำความสะอาดคอกและปริมาณน้ำที่ใช้ล้างหรือทำความสะอาด ซึ่งปริมาณน้ำล้างคอกจะมีผลต่อมูลสัตว์ คือ ทำให้มูลสัตว์มีลักษณะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ไหลได้แตกต่างกัน การจัดการเคลื่อนย้ายของเสียจึงอาศัยลักษณะโรงเรือนและระบบการระบายของเสียด้วยวิธีการต่างๆ กัน รวมถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ที่แตกต่างกัน ความเข้มข้นของน้ำเสียขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ การใช้น้ำมากทำให้น้ำเสียเจือจางลง แต่เท่ากับเป็นการทำน้ำดีให้เป็นน้ำเสียในปริมาณมากตามไปด้วย ความเข้มข้นของน้ำเสียเป็นปัจจัยกำหนดทางเลือกของวิธีการควบคุมมลภาวะหรือวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้น ความเข้มข้นของน้ำเสียแสดงให้เห็นได้ด้วยค่าวิเคราะห์ทางเคมี หรือชีวเคมี เช่น ค่าบีโอดี และ ค่าซีโอดี เป็นต้น องค์ประกอบของของเสียและน้ำเสีย สัตว์ปีกจะขับถ่ายของเสียออกมาด้วยปริมาณของธาตุ และสารต่างๆ กัน ตามอาหารที่สัตว์ได้รับ สัตว์ปีกจะขับถ่ายมูลและปัสสาวะร่วมกัน จึงมีระดับของไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส-โพแทสเซียม สูงกว่า สิ่งขับถ่ายของสัตว์ชนิดอื่นๆ คือ มูลของไก่บนกรงมีน้ำหนักแห้ง 70 เปอร์เซ็นต์ และมีธาตุอาหารที่คิดจากน้ำหนักสด ไนโตรเจน 4.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 2.8 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมูลของไก่เนื้อขังเล้ามีน้ำหนักแห้ง 70 เปอร์เซ็นต์ และมีธาตุอาหารที่คิดจากน้ำหนักสด ไนโตรเจน 2.4 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 2.2 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียม 1.4 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2549) ได้ศึกษาปริมาณสิ่งขับถ่ายของไก่ไข่ (1,000 ตัว) และไก่เนื้อ (1,000 ตัว) พบว่า มูลสดของไก่ไข่มีความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาตร 115 ลิตรต่อวัน มูลแห้งของไก่ไข่มีความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาตร 49 ลิตรต่อวัน ส่วนมูลของไก่เนื้อมีความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาตร 36 ลิตรต่อวัน โดยไก่ที่มีน้ำหนักตัว 1.5-2 กิโลกรัม จะมีการขับถ่ายมูล 4.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ซึ่งสิ่งขับถ่ายสดแบ่งเป็นของแข็งทั้งหมด 25 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งระเหยได้ 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแยกประเภทของมูลไก่แล้ว พบว่า มูลไก่ที่เปียก เหนียวและเป็นเค้ก ประกอบด้วย ปริมาณน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 13.6 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 9.1 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียม 4.5 เปอร์เซ็นต์ มูลไก่ที่ชื้นเป็นก้อนเหนียวเกาะกันประกอบด้วย ปริมาณน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน

18.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 18.1 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียม 9.1 เปอร์เซ็นต์ มูลไก่ที่เป็นก้อนประกอบด้วย ปริมาณน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 27.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 24.9 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียม 13.6 เปอร์เซ็นต์ มูลไก่ที่แห้งประกอบด้วย ปริมาณน้ำ 15 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 40.8 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 31.7 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 18.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเถ้าของมูลไก่ประกอบด้วย ฟอสฟอรัส 61.2 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 45.4 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบไนโตรเจน (สถิดาและนริศรา, 2549)

วิทย์ (2534) รายงานว่า ถ้าใส่มูลไก่ลงในบ่อมากๆ จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำต่ำมากในตอนเช้า กล่าวคือ อาจต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจถึง 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ เนื่องจากมูลไก่มีธาตุอาหารสูง ส่งเสริมการขยายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะสูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืนแพลงก์ตอนพืชมีการใช้ออกซิเจนมากขึ้นเช่นกัน ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร แพลงก์ตอนที่พบในน้ำมีทั้งแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ กลุ่มแพลงก์ตอนพืช เช่น Chlorophytes (*Pediastrum*, *Volvox*, *Scenedesmus*, *Closterium*, *Coelastrum*, *Chlorella*, *Selenastrum*, *Kirchneriella*) Euglenophytes (*Euglena, Trachelomonas, Phacus*) Chrysophytes (*Navicula, Pinnularia, Diatom*) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ เช่น Rotifers (*Asplanchna*, *Brachionus*, *Filinia*, *Gastropus*, *Lecane*, *Trichocerca*) Cladocerans (*Moina*, *Bosmina*, *Diaphanosoma*) และ Copepods (*Nauplii*, *Copepodites*, *Cyclopidae*) เป็นต้น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่มีการใส่มูลไก่ 20 กิโลกรัมต่อ 10,000 ตารางเมตรต่อวัน พบว่า มีค่าไนเทรต ไนไทรต์ และฟอสเฟต เท่ากับ 0.13, 0.01, และ 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าแอมโมเนียมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-ด่าง เมื่อมีการปล่อยมูลไก่ลงบ่อ มูลไก่จะมีการสลายตัวแขวนลอย และจมลงสู่ก้นบ่อ ส่วนที่จมลงสู่ก้นบ่อ ถ้าทับถมกันมากๆ และหนาแน่น จะทำให้เกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง มีค่า 6.5 ความเข้มข้นของแอมโมเนียจะลดลง เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ และมีเทนขึ้นด้วย เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูง ความเป็นพิษจะสูงขึ้นด้วย ในขณะที่ช่วงเช้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ความเป็นพิษจะลดลง เมื่อเกิดการสังเคราะห์แสงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมากขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเป็นด่าง (alkalinity) ทำให้มีการเพิ่มของความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นพิษของแอมโมเนียก็จะสูงขึ้นอีกครั้ง

นคร (2544) เลี้ยงปลาด้วยมูลไก่ โดยมีการใส่มูลไก่ 118.41 กรัมต่อวัน พบว่า สีของน้ำในบ่อเป็นสีเขียวอ่อนๆ เมื่อมีการใส่มูลไก่ 236.83 กรัมต่อวัน ในช่วงแรก น้ำมีสีเขียวเข้มและมีตะกอนลอยของสาหร่ายเกิดขึ้นที่ผิวน้ำ เมื่อตะกอนลอยของสาหร่ายลดลง น้ำจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล วิเคราะห์คุณภาพน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 3 เดือน พบว่า การใส่มูลไก่ 118.41 กรัมต่อวัน ทำให้มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ ซีโอดี บีโอดี สารอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 1.2, 137, 64, 8.12, 17.40, 520, 96 และ 0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม เท่ากับ 3.50×10^3 Most Probable Number (MPN)/100 ml ส่วนการใส่มูลไก่ 236.83 กรัมต่อวัน ทำให้มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ ซีโอดี บีโอดี สารอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.2, 290, 96, 19.04, 23.22, 612, 168 และ 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม เท่ากับ 1.65×10^4 MPN/100 ml

4. การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย (wastewater treatment) หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่มีความเหมาะสมพอที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้วธรรมชาติสามารถปรับสภาพน้ำเสียได้ ถ้าปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียไม่มากจนเกินไป แต่ในปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำใช้มากขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้น้ำเสียเพิ่มขึ้น รวมถึงประเภทของกิจการอุตสาหกรรมที่มีมากขึ้นจึงยิ่งเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย (พัฒนา, 2539)

การบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยกระบวนการบำบัด 3 กระบวนการ ได้แก่ 1. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ เป็นการบำบัดของแข็งขนาดใหญ่ กรวด ทราย ไขมัน และน้ำมัน (ที่ไม่ละลายน้ำ) 2. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี ได้แก่ โคแอกกูเลชัน (coagulation) การตกตะกอนผลึก (precipitation) การทำให้เป็นกลาง (neutralization) การแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) และออกซิเดชัน-รีดักชัน (oxidation-reduction) และ 3. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ได้แก่ แบบใช้ออกซิเจน (aerobic process) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process) ซึ่งแบบใช้ออกซิเจนอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน เปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เช่น การใช้ระบบเติมอากาศ (aerated lagoon, AL) ระบบบ่อผึ่ง (oxidation ponds) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activate sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (rotating

biological contactor, RBC) ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch, OD) ระบบโปรยกรอง (trickling filter, TF) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (stabilization pond) และการใช้พืชบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ส่วนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เช่น ระบบยูเอเอสบี (upflow anaerobic sludge blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (anaerobic filter, AF) เป็นต้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545)

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเติมอากาศกับระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ ทั้งสองระบบมีข้อแตกต่างกัน คือ จุลินทรีย์ในระบบเติมอากาศบำบัดของเสียด้วยการใช้สารอาหารจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียเพื่อการเจริญเติบโต และผลิตตะกอนซึ่งเป็นเซลล์จุลินทรีย์จำนวนมาก ในขณะเดียวกันก็ผลิตความร้อนออกมาด้วย ซึ่งตรงกันข้ามกับระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ จะย่อยสลายสารอินทรีย์ และผลิตจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยไม่ผลิตหรือปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปความร้อน แต่จะผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นจำนวนมาก ซึ่งระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ เหมาะสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดี ระหว่าง 1,000-100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานในการเดินระบบ แต่สามารถผลิตพลังงานให้ใช้ประโยชน์ได้ และไม่ผลิตตะกอนในระบบมากมายจนเป็นภาระในการกำจัดต่อไป แต่น้ำทิ้งยังคงมีสารอินทรีย์เหลืออยู่มาก ดังนั้น ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศจึงเหมาะที่จะเป็นระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดค่าใช้จ่าย ส่วนใหญ่แล้วควรมีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยระบบเติมอากาศในช่วงท้าย หรือใช้วิธีบำบัดน้ำทิ้งต่อด้วยบึงพืชน้ำ ซึ่งจุลินทรีย์ และสาหร่ายต่างๆ จะช่วยเติมอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือบำบัดไนโตรเจนที่เหลือตกค้างอยู่ในน้ำทิ้งในรูปของก๊าซ NH_3 และ NH_4^+ ไอออนให้กลับคืนสู่บรรยากาศ ด้วยกระบวนการ nitrification และ denitrification โดยอาศัยแบคทีเรียที่มีอยู่ในบึงพืชน้ำ ทำให้ในน้ำทิ้งเหลือไนโตรเจนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด นอกจากนี้ รากพืชและสาหร่ายจะดูดฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำเสียไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำเสียได้ถูกบำบัดไปด้วย (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

4.1 การบำบัดน้ำเสียในฟาร์ม

ของเสียที่เกิดขึ้นในฟาร์มเลี้ยงสัตว์มีทั้งส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลว และกลิ่นไม่พึงประสงค์ การรักษาทำความสะอาดคอกจึงต้องอาศัยน้ำเป็นจำนวนมาก แต่การที่จะใช้น้ำในการทำความสะอาดคอกสัตว์เลี้ยงย่อมก่อให้เกิดน้ำเสียตามมา ดังนั้น เพื่อให้เกิดน้ำเสียน้อยที่สุดจึง

ต้องใช้วิธีการต่างๆ เช่น วิธีการแยกของแข็งออกจากมูลเหลว วิธีการเติมสารคุมหรือยับยั้งกลิ่นโดยใช้สาร sarsaponin, zeolites หรือเอนไซม์เติมในอาหารสัตว์ ตลอดจนการใช้จุลินทรีย์พ่นตามพื้นคอก ใต้ถุนเล้า หรือในบ่อพักน้ำเสีย ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็นเพียงการทุเลาปัญหากลิ่นและน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์เท่านั้น แต่จะยังไม่สามารถทำให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ควบคุมมลภาวะให้ถึงเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดได้อย่างแท้จริงในระยะยาว จำเป็นต้องใช้วิธีการบำบัดหรือมีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถกำจัดแมลงวัน บำบัดกลิ่นและน้ำเสียได้พร้อมกัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

4.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืช

การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชนั้น นิยมใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชนหรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม ปศุสัตว์ และมีการนำผลพลอยได้จากการบำบัดน้ำเสียมาใช้ประโยชน์อย่างครบวงจร เช่น นำไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทำเชื้อเพลิงเขียว เป็นต้น การใช้พืชบำบัดน้ำเสียมีหลายแบบ เช่น ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ระบบหญ้ากรอง และระบบพืชลอยน้ำบำบัดน้ำเสีย ฯลฯ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย เนื่องจากใช้พลังงานน้อย และอาศัยธรรมชาติเป็นตัวช่วยบำบัด (อรุณ, 2549)

พืชน้ำเป็นกลุ่มพืชที่มีการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำที่แตกต่างกันไป ซึ่งสุชาดา (2530) ได้จำแนกออกเป็น 4 จำพวกใหญ่ๆ ได้แก่ พืชลอยน้ำ (floating plants) เป็นพืชที่ดำรงชีวิตแบบลอยโดยอิสระบนผิวน้ำ เช่น ผักตบชวา แหน ฯลฯ พืชใต้ผิวน้ำ (submerged plants) เป็นพืชที่ดำรงชีวิตโดยลอยอยู่ในกระแสน้ำหรือใต้ผิวน้ำ เช่น สาหร่ายไฟ สาหร่ายหางกระรอก ฯลฯ พืชโผล่เหนือน้ำ (emerged plants) เป็นพืชที่ดำรงชีวิตโดยลำต้นอยู่ใต้ดินหรือรากจมอยู่ในน้ำ มีส่วนใบและดอกโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ เช่น ธูปฤาษี กกชนิดต่างๆ ฯลฯ และพืชชายน้ำ (marginal plants) เป็นพืชที่ชอบน้ำและขึ้นบริเวณริมแหล่งน้ำต่างๆ โดยธรรมชาติแล้วไม่มีส่วนลำต้นใต้ดินอยู่ในน้ำ แต่อาจมีบางส่วนทอดลงไปในน้ำบ้างบางชนิด เช่น พุทธรักษา เป็นต้น พืชน้ำสามารถลำเลียงออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและบรรยากาศส่งผ่านไปยังราก ทำให้เกิดออกซิเดชั่นโดยรอบชั้นรากพืช ซึ่งช่วยให้ของเสียในดินเกิดการย่อยสลายได้ดี (อรุณ, 2549) Hammer and Bastian (1989) รายงานว่าจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำ โดยเฉพาะรากพืช และส่วนของพืชที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะนำออกซิเจนไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ออกซิเจนจากอากาศจะถูกพืชน้ำดูดซับ และแพร่ออกในบริเวณรอบๆ รากพืช (rhizosphere) ก่อให้เกิดสภาวะออกซิเดชั่น ทำให้เพิ่มจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการบำบัดสารอินทรีย์ละลาย และสารอินทรีย์แขวนลอยในน้ำเสียให้ลดลง พืชใน

ระบบบำบัดน้ำเสียมีการดูดซับธาตุอาหารสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และการสร้างสารอาหารของพืช รากพืชดูดธาตุอาหารจากน้ำ Njau and Mlay (2003) พบว่า พืชลอยน้ำจะมีขนรากจำนวนมากที่สามารถดูดธาตุอาหารได้ดี พืชน้ำมีความสามารถในการช่วยกรองของเสียได้ การนำเอาพืชน้ำมาบำบัดน้ำเสียสามารถใช้ได้ทั้ง 4 จำพวก แต่ในการประยุกต์ใช้สำหรับพืชกรองน้ำเสียนั้น มุ่งเน้นไปที่พืชโผล่เหนือน้ำหรือพืชริมน้ำ เนื่องจากการจัดการดูแลทำได้สะดวกมากกว่า (อรุณ, 2549)

ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland ecosystem) เป็นระบบที่พื้นดินถูกน้ำท่วมขัง หรือระบบที่พื้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ (natural wetlands) และพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น (constructed wetlands) ซึ่งพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเป็นระบบบำบัดน้ำเสียอีกประเภทหนึ่งที่อาศัยพืชร่วมกับธรรมชาติในพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่มีความสมดุลของมวลภายในระบบ โดยมีการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และสารเคมีต่างๆ อย่างสมดุล เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างดิน น้ำ และพืชภายในพื้นที่ชุ่มน้ำนั้น เช่น การแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) การดูดซับ (adsorption) การตกตะกอน (precipitation) การกรอง (filtration) การเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (complexation) กระบวนการดูดซึมธาตุอาหาร (uptake) กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) และดิไนตริฟิเคชั่น (denitrification) เป็นต้น กระบวนการเหล่านี้จะช่วยในการเปลี่ยนรูป หรือบำบัดสารปนเปื้อนที่อาจเป็นสารพิษ หรือสารที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ปลอดภัยต่อแหล่งน้ำ (ประวรดา, 2543) หน้าที่สำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำ คือ ความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น พื้นที่ชุ่มน้ำสามารถขจัด หรือเปลี่ยนแปลงสารปนเปื้อนจำนวนมากในน้ำทิ้งให้มีคุลยภาพที่ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบุแหล่งกำเนิดได้ น้ำทิ้งจากเหมืองแร่ การเกษตร และน้ำทิ้งจากชุมชน รวมถึงอินทรียวัตถุ สารแขวนลอย โลหะต่าง ๆ และธาตุอาหารในส่วนที่เกินพอได้ด้วยกระบวนการกรองตามธรรมชาติ การตกตะกอน รวมถึงกระบวนการต่างๆ ทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมี เช่น การปนเปื้อนสารอนินทรีย์จำนวนมากเหล่านั้นด้วยกระบวนการเปลี่ยนแปลงอนินทรียสารเป็นอินทรียสารและคงรูปไว้ นอกจากนี้จะเกิดปฏิกิริยาเคมีและชีวเคมี ทำให้สารประกอบเชิงซ้อนแตกตัวเป็นสารประกอบเชิงเดี่ยว (Hammer and Bastian, 1989) พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำจะดูดธาตุอาหาร และดูดซับโลหะหนักออกไปจากระบบในรูปของมวลชีวภาพ เช่น การปรับปรุงบึงมักกะสันตามพระราชดำริ โดยใช้พืชลอยน้ำ พบว่า ผักตบชวา เป็นพืชที่ดูดซับและขจัดสารปนเปื้อนต่างๆ จากแหล่งน้ำเสียได้ดี (สิทธิชัย, 2538)

Boyd (1970) พบว่า ตัวการทำให้เกิดน้ำเสียนั้น เป็นเพราะปริมาณอินทรียสารโดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมีมากจนเกินไป Gearheart *et al*. (1989) ทดลองใช้พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อบำบัดน้ำเสียในรัฐคาลิฟอร์เนีย พบว่า ตะกอนแขวนลอยถูกขจัดออกไปร้อยละ 85 และค่าบีโอดีลดลงร้อยละ 56 ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน และในส่วนที่มีการปลูกพืชพบว่า ตะกอนแขวนลอยและค่าบีโอดีลดลงร้อยละ 77.5 และ 72.9 ตามลำดับ Wood and Hensman (1989) ดัดแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศแอฟริกาใต้ เพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยมีการปลูกพืชบางชนิดและตามด้วยบ่อบำบัดด้วยสาหร่าย พบว่า ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมีค่าลดลงร้อยละ 85 ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตลดลงร้อยละ 50 และซีโอดีลดลงร้อยละ 90 Nwoko *et al.* (2004) พบว่า พืชน้ำมีศักยภาพในการลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำ พืชที่มีพื้นที่ผิวกว้างจะมีการสะสมไนโตรเจนได้ดี Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) นำสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticilata*) และบัว (*Nelumbo nucifera*) บำบัดน้ำเสียชุมชน เทศบาลหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า บัวมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าสาหร่ายหางกระรอก บัวสามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 70, 79, 63, 68 และ 66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Gazi *et al.* (1999) ศึกษาประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารตะกั่วจากน้ำเสียในทะเลสาบ Davils ใน North Dakota โดยใช้ แหนเป็ด (*Lemna minor*) พบว่า สามารถเคลื่อนย้ายสารตะกั่วออกจากแหล่งน้ำได้ประมาณร้อยละ 70-80 โดยเก็บสะสมไว้ในต้น ทำให้สารตะกั่วในแหล่งน้ำลดลง ส่งผลให้แหล่งน้ำมีคุณภาพดีขึ้น Win *et al.* (2003) ใช้ผักตบชวาลดค่าตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ พบว่า มีการสะสมของตะกั่วอยู่ในรากเป็นจำนวนมาก Lu *et al.* (2004) รายงานว่า ผักตบชวาสามารถลดค่าแคดเมียม (Cd) และสังกะสี (Zn) ในน้ำเสียได้ดี และมีการสะสมของแคดเมียมและสังกะสีในรากสูงกว่าในต้น Knox *et al*. (2004) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากเหมืองที่ปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้บึงประดิษฐ์ใน Georgia พบว่า *Schoenoplectus californicus* มีประสิทธิภาพในการลดค่าทองแดงและปรอทในน้ำเสียได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ตะกั่ว 83 เปอร์เซ็นต์ และ สังกะสี 60 เปอร์เซ็นต์

พืชน้ำมีความสามารถในการดูดซับสารอาหารในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต และสามารถขนส่งอากาศจากบรรยากาศรวมทั้งออกซิเจนเข้าสู่ราก ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นได้ (Hammer and Bastian, 1989) นอกจากนี้พืชน้ำมีความสามารถในการดูดมลสาร สิ่งเจือปนและโลหะหนักในน้ำ ซึ่งเป็นการกำจัดสารมลพิษในน้ำ และปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นอีกวิธีหนึ่ง Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) รายงานว่า ระบบบำบัดแบบพืชน้ำจะมีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยทั้งหมด สารอินทรีย์ ขึ้นอยู่กับสาหร่ายที่อยู่ในระบบ และความเข้มข้นของ

น้ำเสีย ดังนั้น การปลูกพืชเหนือน้ำจะเป็นการป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายมีปริมาณลดลง และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและสารอินทรีย์ลดลงด้วย นอกจากนี้ พืชน้ำเป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ และกระบวนการไนตริฟิเคชั่น-ดีไนตริฟิเคชั่นในการบำบัดไนโตรเจน การบำบัดฟอสฟอรัสในระบบเกิดจากกระบวนการดูดธาตุอาหารของพืช และเกิดกระบวนการทางเคมี คือ การดูดซับและตกตะกอนในดิน

พืชมีกลไกหลายประการที่สามารถลดปริมาณสารปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสียได้ การนำพืชมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียนั้น ต้องมีการคัดเลือกชนิดพืชที่มีความเหมาะสม สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในท้องถิ่นนั้นๆ และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง มีความสามารถในการส่งผ่านออกซิเจนสูง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษได้ค่อนข้างกว้าง สามารถดูดซึมและเก็บสะสมสารต่างๆ ได้ คงทนต่อโรคและแมลงต่างๆ ได้ดี และนำออกจากระบบได้ง่าย เนื่องจากพืชจะลดปริมาณสารที่มีอยู่ในน้ำเสียให้ได้ผลดีที่สุดนั้น พืชต้องมีการนำออกจากระบบบ้าง เพื่อมิให้พืชอยู่หนาแน่นจนเกินไปจนระบบขาดประสิทธิภาพ (ประวรดา, 2543)

Urbance-Bercic and Bulc (1995) ใช้ต้นอ้อเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็กในสโลวีเนีย สาธารณรัฐยูโกสลาเวีย พบว่า สามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 85.6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 17.1 และซีโอดีร้อยละ 94.4 การใช้กกกลม และแห้วทรงกระเทียมในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่จังหวัดสกลนคร พบว่า สามารถลดฟอสฟอรัส ไนโตรเจนทั้งหมดของแข็งแขวนลอย และบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 60 (Buddhawong, 1996) ส่วนการใช้หญ้าคาลล่า หญ้าสตาร์ และหญ้าโคสครอส ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า หญ้าคาลล่า หญ้าสตาร์ และหญ้าโคสครอส สามารถลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 73.37, 90.14 และ 93.47 ตามลำดับ (เกษม และ ณัชพงศ์, 2542)

พิจิตรา (2544) ใช้ธูปฤาษีและกกกลม บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมูภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในพื้นที่ชุ่มน้ำ พบว่า ธูปฤาษี และกกกลมมีประสิทธิภาพในการลดค่ามลสารต่าง ๆ ดังนี้ คือ บีโอดี 66-92 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 70-97 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 72-96 เปอร์เซ็นต์ ไนเทรต 47-83 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 39-81 เปอร์เซ็นต์ และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 52-85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากพื้นที่ชุ่มน้ำไม่สามารถนำมาล้างโรงเรือน

ได้ เนื่องจากมีแบคทีเรียจำนวนมาก แต่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ สรรเพชญ (2541) นำผักตบชวามาบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ผักตบชวาสามารถเจริญและแตกต้นใหม่ได้ในน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีน้อยกว่า 110 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เหี่ยวเฉาเมื่อน้ำเสียมีค่าบีโอดีระหว่าง 110-130 มิลลิกรัมต่อลิตร และตายเมื่อค่าบีโอดีสูงกว่า 130 มิลลิกรัมต่อลิตร ผักตบชวาสามารถลดค่าบีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟต ของแข็งละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย โดยเฉลี่ย 37.28, 38.43, 41.77, 23.55, 34.64 และ 39.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สุธิดา (2544) ศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากการหมักมูลสุกร จังหวัดราชบุรี โดยใช้สาหร่าย *Spirulina* และวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 2 วัน ตลอดระยะเวลา 14 วัน พบว่า สาหร่าย *Spirulina* มีประสิทธิภาพในการลดค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในวันที่ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 99.16 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟตทั้งหมดลดลงสูงสุดในวันที่ 14 มีค่าเฉลี่ย 88.65 เปอร์เซ็นต์ ไนเทรต-ไนโตรเจนลดลงสูงสุด ในวันที่ 12-14 มีค่าเฉลี่ย 88.06 เปอร์เซ็นต์ Kantawanichkul and Somprasert (2005) นำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้กกลังกา (*Cyperus flabelliformis*) พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีและไนโตรเจนทั้งหมดได้ 95 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพืชสามารถดูดไนโตรเจน 1.1 กรัมไนโตรเจนต่อตารางเมตรต่อวัน

5. หญ้าแฝก

หญ้าแฝก (Vetiver) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria* spp. เป็นพืชล้มลุก ตระกูลหญ้า ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติในเขตร้อน แพร่กระจายทั่วไปในประเทศไทย มีอายุได้หลายปี สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด ตั้งแต่พื้นที่ลุ่มจนถึงพื้นที่ดอน ลักษณะกอหนาแน่น มีความสูงประมาณ 100 - 150 เซนติเมตร โคนต้นมีลักษณะแบน ใบแตกออกจากโคนกอเรียงซ้อนกันแน่น ขอบใบขนานปลายสอบแหลมยาว 35 - 80 เซนติเมตร กว้างประมาณ 5 - 9 มิลลิเมตร สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อจากส่วนลำต้นใต้ดิน หรือแบบอาศัยเพศ โดยการให้ดอกและเมล็ด เช่นเดียวกับพืชชั้นสูงทั่วไป ดอกมีลักษณะเป็นช่อ เมล็ดมีรูปขอบขนาน โคนมนปลายแหลมขนาด 4 - 5 มิลลิเมตร มีหนามแหลมสั้นบริเวณผิวของเมล็ด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2536)

หญ้าแฝกที่พบในประเทศไทยจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน ในธรรมชาติพบว่า หญ้าแฝกทั้ง 2 ชนิดนี้มีการกระจายทั่วไป ขึ้นได้ดีในสภาพพื้นที่ทั้งที่ลุ่มและที่ดอน รวมทั้งในดินสภาพต่างๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

5.1 หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash)

หญ้าแฝกลุ่มเป็นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีและค่อนข้างรวดเร็ว หญ้าแฝกลุ่มมีใบยาว 45 - 100 เซนติเมตร กว้าง 0.6 - 1.2 เซนติเมตร หลังใบโค้งปลายใบแบน มีสีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมาก ทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบส่องดูกับแดดจะเห็นรอยกั้นขวางในเนื้อใบค่อนข้างชัดเจนโดยเฉพาะพื้นใบบริเวณส่วนโคน เส้นกลางใบกลมกลืนกับแผ่นใบ หญ้าแฝกลุ่มที่อายุประมาณ 1 ปี จะมีรากที่หยั่งลึกยาวกว่า 1 เมตร ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และความสมบูรณ์ของพืช ในสภาพธรรมชาติดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำได้ดีหญ้าแฝกจะให้รากยาวที่สุด สำหรับแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกลุ่มตามรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา เจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่เป็นดินลูกรัง อากาศหนาวเย็น อายุ 6 เดือน แตกกอ 10 ต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร สูง 101 เซนติเมตร แตกกอค่อนข้างหลวม ยืดปล้องเร็ว โคนกอเล็ก ใบแก่ค่อนข้างเล็ก ใบมีลักษณะเป็น V-shape สีเขียวเข้มหน่อแบน โคนกอสีค่อนข้างขาวกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ท้องใบสีขาวน้อยใกล้เคียงไปทางด้านใบหญ้าแฝกดอน ดอกมีสีม่วง ขยายพันธุ์ง่ายในสภาพที่มีความชื้นสูง แต่จะไม่ต้านทานโรคโคนเน่า (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว และดินลูกรัง อายุ 6 เดือน แตกกอ 22 ต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 108 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ทรงพุ่มกางมากใบสีเขียวอ่อน ใบใหญ่ โคนกอสีแดง ท้องใบขาว ดอกสีม่วงแดง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว ดินทรายถึงลูกรัง อายุ 6 เดือน แตกกอ 24 ต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 112 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบสีค่อนข้างขาวกว่าแหล่งพันธุ์อื่นๆ ดอกสีม่วงแดง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีลักษณะหน่อแบนใหญ่ ใบสีเขียวปนเหลือง ความสูงเฉลี่ย 110 เซนติเมตร อายุ 6 เดือน มีจำนวนต้นเฉลี่ย 50 ต้นต่อกอ ขนาดรอบกอเฉลี่ย 55 เซนติเมตร รากลึกเฉลี่ย 53 เซนติเมตร ใบยาวเฉลี่ย 55 เซนติเมตร กว้างเฉลี่ย 0.9 เซนติเมตร อายุการออกดอกเฉลี่ย 61 วัน ช่อดอกยาวเฉลี่ย 22-27 เซนติเมตร ดอกสีเหลืองแกมม่วง และก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 183 เซนติเมตร (มนพ, 2538)

5.2 หญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis* A. Camus)

หญ้าแฝกดอน มีการกระจายพันธุ์อยู่ในวงแคบๆ ตามธรรมชาติเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม และมาเลเซีย หญ้าแฝกดอนมีใบยาว 35 - 80 เซนติเมตร กว้าง 0.4 - 0.8 เซนติเมตร ใบสีเขียว หลังใบพับเป็นสันสามเหลี่ยม เนื้อใบหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อยทำให้ดูกร้าน ไม่เหลือบมัน ท้องใบสีเดียวกับด้านหลังใบ แต่มีสีซีดกว่า แผ่นใบเมื่อส่องกับแดดไม่เห็นรอยกั้นในเนื้อใบ เส้นกลางใบสังเกตได้ชัดเจน มีลักษณะแข็งเป็นแกนนูนทางด้านหลังใบ หญ้าแฝกดอนและหญ้าแฝกลุ่มที่มีอายุเท่ากันหญ้าแฝกดอนจะมีรากที่สั้นกว่า โดยทั่วไปหญ้าแฝกที่มีอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากลึกประมาณ 80 - 100 เซนติเมตร ช่อดอกของหญ้าแฝกดอนจะมีได้หลายสี ตั้งแต่สีขาวครีมถึงสีม่วงอมแดง ซึ่งเป็นลักษณะปกติประจำถิ่น โดยเฉพาะแหล่งพันธุ์อุทัยธานีและนครพนม หญ้าแฝกดอนจะพบได้ทั่วไปในที่ค่อนข้างแห้งแล้ง หรือที่ดินระบายน้ำได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะในป่าเต็งรัง แต่จะมีน้อยในภาคใต้ สามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่แดดจัดและที่ร่มรำไร ใบปรกลงคล้ายกอตะไคร้ ไม่ตั้งมากเหมือนหญ้าแฝกลุ่ม ในบางพื้นที่ พบว่า ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นในลักษณะเป็นพืชพื้นล่างคลุมดินเป็นบริเวณกว้าง สำหรับแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกดอน ได้แก่ แหล่งพันธุ์นครสวรรค์ แหล่งพันธุ์กำแพงเพชร 1 แหล่งพันธุ์ร้อยเอ็ด แหล่งพันธุ์เลย แหล่งพันธุ์ราชบุรี และแหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกมีลักษณะเด่นอยู่หลายประการที่ช่วยในการฟื้นฟูทรัพยากรดิน และการรักษาสิ่งแวดล้อม หญ้าแฝกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อายุหลายปี มีการแตกหน่อรวมเป็นกอ เบียดกันแน่นไม่แผ่ขยายด้านข้าง มีข้อลำต้นถี่ ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อได้ตลอดปี ส่วนใหญ่ไม่สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ทำให้ควบคุมการกระจายพันธุ์ได้ ใบมีลักษณะยาว ตัดและแตกใหม่ง่าย ใบคม แข็งแรง และทนต่อการย่อยสลาย ระบบรากยาวสานกันแน่นและช่วยอุ้มน้ำ อีกทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยของ

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หลายชนิดในดิน ปรับตัวต่อสภาพต่างๆ ได้ดี ทนทานต่อโรคพืชทั่วไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

6. หญ้าแฝกกับการบำบัดน้ำเสีย

ในสภาพธรรมชาติ หญ้าแฝกมีถิ่นกำเนิดตามพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ทางน้ำธรรมชาติ ริมหนอง บึงในป่าเขา แต่เมื่อนำพันธุ์ที่ได้คัดเลือกแล้วไปปลูกในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก ปรากฏว่าสามารถขึ้นได้เกือบทุกสภาพพื้นที่ กล่าวคือ สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบใกล้เคียงระดับน้ำทะเล ถึงพื้นที่ภูเขาสูงถึง 2,600 เมตร จากระดับน้ำทะเล พื้นที่ดินเปรี้ยว (pH 4.5) ดินด่าง (pH 10.5) ดินเค็ม (20 มิลลิโมห์) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่ปริมาณน้ำฝนน้อย 200 มิลลิเมตร ถึงพื้นที่มีฝนตกชุก 3,900-5,000 มิลลิเมตร พื้นที่สภาพภูมิอากาศหนาวเย็น - 9 องศาเซลเซียส ถึง อากาศร้อนจัด 45 องศาเซลเซียส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

การใช้หญ้าแฝกในการรักษาคุณภาพน้ำและบำบัดน้ำเสีย มีหลายวิธี เช่น การนำกล้าหญ้าแฝกมาปลูกรอบๆ บริเวณด้านข้างของแหล่งน้ำ หญ้าแฝกจะเจริญเติบโตแตกหน่ออย่างรวดเร็วเป็นกอชิดกันแน่นเป็นแนวรั้วหญ้าแฝกที่หนาแน่นและถาวร ซึ่งจะช่วยกรองเศษพืช ตะกอนดิน รวมทั้งสิ่งปฏิกูลต่างๆ มิให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ รากหญ้าแฝกมีจำนวนมากสานกันอย่างหนาแน่นเป็นกำแพงใต้ดิน จะช่วยดูดซับสารเคมีก่อนที่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำได้อีกด้วย ทำให้น้ำในแหล่งน้ำต่างๆ มีคุณภาพดีเหมาะสมแก่การอุปโภค บริโภค ตลอดจนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) ส่วนการนำหญ้าแฝกมาบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันมีใช้กันอยู่ 2 วิธี คือ แบบพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นการปลูกหญ้าแฝกลงดินในพื้นที่มีคันคูล้อมรอบ เมื่อหญ้าแฝกเจริญเติบโต มีอายุ 3-4 เดือน จึงปล่อยน้ำเสียลงไปในแปลงหญ้าแฝก สูง 10-15 เซนติเมตร ขังไว้ 5-7 วัน แล้วระบายน้ำออก และปล่อยน้ำเสียเข้าไปเพิ่มหมุนวนไปตลอด และต้องตัดใบหญ้าแฝกทุก 1-2 เดือน ใบที่ตัดทิ้งสามารถนำไปหมักทำปุ๋ยได้ อีกวิธีหนึ่ง คือ การบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยระบบรากหญ้าแฝก โดยการปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ลุ่มลงในน้ำ ปลูกลงในแพที่ทำจากท่อพีวีซีเป็นทุ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 1.00 เมตร ยาว 2.00 เมตร ด้านล่างกรุด้วยตะแกรงพลาสติกขนาดช่อง 1.0 × 1.0 เซนติเมตร นำหญ้าแฝกรากเปลือยไปปลูกบนแพนี้ โดยมีเชือกขึงแนวด้านบนรัดต้นหญ้าแฝกไม่ให้ล้ม นำไปลอยน้ำที่จะบำบัดโดยให้แถวของหญ้าแฝกในแพขวางทางน้ำไหล จำนวนแพต้องมีมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวน้ำ และตัดใบทุกเดือน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

หญ้าแฝกลุ่มสามารถเจริญเติบโตในน้ำ และช่วยลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเป็นการป้องการเกิดยูโรฟิเคชั่นได้อีกทางหนึ่ง (Zheng *et al.*, 1997) หญ้าแฝกสามารถดูดไนโตรเจนจากดินในอัตรา 6,000 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี และต้องการฟอสฟอรัสไม่เกิน 250 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี หญ้าแฝกสามารถดูดฟอสฟอรัสในดินได้มากกว่าหญ้าชนิดอื่นในเขตร้อนชื้น (Truong *et al*., 2003) Hart *et al.* (2003) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในสภาพที่เจริญในน้ำ โดยใช้บำบัดน้ำทิ้งจากโรงแรมในเมือง Grafton ออสเตรเลีย ซึ่งเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยระบบบ่อเกรอะก่อน พบว่า ที่อัตราการไหล 20 ลิตรต่อนาที รากของหญ้าแฝกสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 30,000 มิลลิกรัมต่อวัน และสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 3,575 มิลลิกรัมต่อวัน Simmerfelt *et al.* (1999) ปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยให้น้ำไหลผ่านหน้าดิน พบว่า สามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ซีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัส ได้ร้อยละ 96, 72, 82 และ 93 ตามลำดับ นอกจากนี้ การปลูกหญ้าแฝกยังสามารถขวางการไหลของน้ำให้ช้าลง เป็นการลดการสูญเสียหน้าดินได้อีกด้วย Al-Samawi (2000) ศึกษาประสิทธิภาพการลดธาตุอาหารออกจากแหล่งน้ำทิ้งชุมชน ประเทศอิรัก โดยใช้หญ้าแฝก พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต และแอมโมเนีย มีค่าอยู่ในช่วง 82-92 เปอร์เซ็นต์ และคลอไรด์ 13 เปอร์เซ็นต์ Njau and Mlay (2003) รายงานว่า หญ้าแฝกสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมได้ดีกว่ากก โดยหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี และซีโอดีเฉลี่ย 67.47 และ 46.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกกมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี และซีโอดีเฉลี่ย 61.85 และ 37.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Xia *et al.* (2003) ศึกษาการใช้พืช 4 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา, หญ้าบาเฮีย, ผักเป็ดน้ำ และหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำชะจากบ่อฝังกลบ เมือง Guangzhou ประเทศจีน พบว่า ผักตบชวา และหญ้าบาเฮีย ไม่สามารถทนต่อพิษของน้ำชะขยะได้ ส่วนผักเป็ดน้ำ และหญ้าแฝกสามารถบำบัดได้ดี โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ หญ้าแฝก, ผักเป็ดน้ำ, หญ้าบาเฮีย และผักตบชวา ตามลำดับ

Thares and Sengsai (2003) ใช้หญ้าแฝก 2 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ ปลูกในพื้นที่ชุ่มน้ำที่มาจากโรงงานฟอกหนัง หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์มีประสิทธิภาพในการลดค่าโครเมียม ร้อยละ 89.29 และ 86.30 ตามลำดับ สุชาดาและคณะ (2539) ปลูกหญ้าแฝก 5 แหล่งพันธุ์ คือ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรี แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์บราซิลในดิน โดยรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงนม พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลมีการเจริญเติบโต และสามารถดูดธาตุอาหาร โลหะหนัก แคดเมียม และตะกั่ว ในแหล่งน้ำทิ้งจาก

โรงนมได้ดี เกษม และคณะ (2546) ใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา บำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบุรี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.5 และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 82.2 สุภาณี และคณะ (2549) พบว่า หญ้าแฝกหอมและหญ้าแฝกดอนสามารถบำบัด carbofuran ในดิน โดยในแปลงที่ไม่มีหญ้าแฝกจะพบปริมาณ carbofuran เพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ส่วนแปลงที่มีหญ้าแฝกกลับมีปริมาณลดลง และในส่วนรากของหญ้าแฝกมีปริมาณ carbofuran ตกค้างเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณสารตกค้างในแปลงหญ้าแฝกดอนสูงกว่าหญ้าแฝกหอม แสดงว่ารากของหญ้าแฝกสามารถดูดซับสารพิษที่มีอยู่ในดินได้ มนพ (2538) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกที่รดด้วยน้ำทิ้งชุมชน จังหวัดเพชรบุรี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินเดียมีน้ำหนักมวลชีวภาพสูงสุด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรีมีการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ จากน้ำทิ้งชุมชนได้ดี โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว และแคดเมียม เป็นต้น ดุษลักษณ์ และคณะ (2544) ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในดินด้วยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พบว่า หญ้าแฝกทั้ง 2 แหล่งพันธุ์เจริญเติบโตได้ดีและมีอัตราการอยู่รอด 100 เปอร์เซ็นต์ ของพืชที่ปลูกทั้งหมด โดยพบปริมาณสะสมของสารหนูในรากมากกว่าในใบและลำต้น ประสิทธิภาพในการดูดสารหนูทั้ง 2 แหล่งพันธุ์ มีปริมาณ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณสารหนูในดิน อัตราการดูดสารหนูจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทดลอง นอกจากนี้ สมบุญ (2549) ใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์มอนโต แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี บำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน กรมชลประทาน ปากเกร็ด นนทบุรี พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี และทองแดงในส่วนต้น และดูดซับเหล็กในส่วนรากได้สูงสุด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีดูดซับเหล็กในส่วนราก และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งชุมชนโดยลดค่าบีโอดี และไนเทรต ได้สูงเท่ากับ 62.82 และ 77.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการปลูกหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์มอนโต และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ลงในบ่อจำลองบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์มอนโตสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และดูดซับฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส และทองแดง ทั้งในต้น และในรากสูงสุด ส่วนแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก พบในรากสูงสุด สังกะสีและไนโตรเจน พบในต้นสูงสุด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์มอนโตมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังโดยลดค่าบีโอดี ไนไทรต์ และไนเทรตได้สูงสุด (สมบุญ, 2549)

หญ้าแฝกที่เจริญริมขอบแหล่งน้ำหรือปลูกโดยใช้ระบบไฮโดรโปนิก พบว่า รากหญ้าแฝกจะดูดซับมลสารต่างๆ ทำให้สามารถบำบัดสารปนเปื้อนจากการเกษตร ชุมชน และอุตสาหกรรม การใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียเป็นวิธีที่ไม่สิ้นเปลืองพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม Boonsong and Chansiri (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปลูกหญ้าแฝกโดยใช้แท่นลอยน้ำ พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเสียมีผลต่อการบำบัด โดยน้ำที่มีความเข้มข้นของมลสารสูง (ค่าบีโอดีระหว่าง 61.13 ถึง 115.50 มิลลิกรัมต่อลิตร) จะมีประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของมลสารต่ำ (ค่าบีโอดีระหว่าง 36.00 ถึง 51.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ ออร์โธฟอสเฟต เท่ากับ 90.54-91.46, 61.01-62.48, 17.78-35.87 และ 15.40-23.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ประสิทธิภาพในการลดค่าแอมโมเนียของน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ จะสูงกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงมีค่าเท่ากับ 50.22-58.62 เปอร์เซ็นต์ Kong *et al*. (2003) ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู Breeding Center of Guangdong Academy of Agricultural Sciences ประเทศจีน โดยปลูกหญ้าแฝกบนแพไม้ไผ่ลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียสูงมาก ซึ่งสามารถลดค่าทองแดงและสังกะสีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สารหนูและไนโตรเจนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 59-85 เปอร์เซ็นต์ ตะกั่วอยู่ระหว่าง 30-71 เปอร์เซ็นต์ และปรอทอยู่ระหว่าง 13-58 เปอร์เซ็นต์ Liao *et al*. (2003) ใช้หญ้าแฝก และกกเหลี่ยม บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู พบว่า หญ้าแฝก และกกเหลี่ยมสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดี แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 64, 68, 20 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสภาพน้ำท่วมขังหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ แต่การเจริญของรากและต้นอ่อนจะลดลง ในสภาวะนี้รากอ่อนจะมีสีดำ น้ำหนักของรากหญ้าแฝกจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำลดลง หญ้าแฝกปรับตัวได้ดีในสภาพน้ำท่วมขัง (Feng *et al.,* 2003) หญ้าแฝกที่ได้รับธาตุอาหารสูงจะทำให้การแตกกอมากกว่าที่ได้รับธาตุอาหารในอัตราต่ำ แต่ความสูงของหญ้าแฝกจะให้ผลในทางตรงกันข้าม (มงคลและคณะ, 2539) Danh *et al*. (2007) ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ประเทศเวียดนาม หลังจากที่ผ่านการบำบัด 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า หญ้าแฝกสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด 88 และ 91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมดสามารถลดได้ 80 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Wantawin *et al*. (2007) ปลูกหญ้าแฝกแบบแพลอยน้ำบำบัดน้ำเสียจากชุมชน กรุงเทพมหานคร พบว่า อัตราการไหลของน้ำเสีย 20 ลิตรต่อนาที หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้เท่ากับ 6,711 และ 850 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับ 5,949 และ 730 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาจะมีการดูดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไปใช้ในการเจริญเติบโตมีค่าเท่ากับ

4,111 และ 742 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีจะมีการดูดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไปใช้ในการเจริญเติบโตมีค่าเท่ากับ 3,384 และ 619 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ฐิติณัฏฐ์ (2549) ปลูกหญ้าแฝกแบบแพลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า หญ้าแฝกสามารถดูดซับธาตุอาหารและโลหะหนักจากน้ำเสียได้ดี โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดี สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด บีโอดี ไนเทรต ตะกั่ว และ นิกเกิล สูงสุด เท่ากับ 46.30, 66.26, 44.45, 80.98 และ 92.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หญ้าแฝกลุ่มสามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ปรับปรุงดินเหมืองที่ปนเปื้อนโลหะหนัก และช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ (Troung and Loch, 2004) Chen *et al*. (2000) ศึกษาการดูดซับโลหะหนัก โดยใช้หญ้าแฝก พบว่าในต้นหญ้าแฝกมีปริมาณการสะสมสังกะสี (Zn) ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ได้ในปริมาณที่สูง คือ ร้อยละ 42-67 หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในดินที่มีความเป็นพิษของโลหะหนักสูง โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก (Lai and Chen, 2004) Chen *et al.* (2004) รายงานว่า การปลูกหญ้าแฝกที่ประเทศจีนจะช่วยลดตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และแคดเมี่ยมในดินได้ 98, 54, 41 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Rotkittikhun *et al*. (2007) พบว่า หญ้าไม้กวาด (*Thysanolaena maxima*) และหญ้าแฝกสามารถเจริญในดินที่มีความเข้มข้นตะกั่วสูงได้ ทั้งหญ้าไม้กวาดและหญ้าแฝกสะสมตะกั่วไว้ในส่วนต้น (8.3-180 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และในราก (107-911 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินซัลเฟตที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2.5-3.0 หญ้าแฝกสามารถเจริญได้ก็ต่อเมื่อมีการเติมปูนขาวอย่างน้อย 100 กรัมต่อตารางเมตร เมื่อหญ้าแฝกเจริญเติบโตเต็มที่ หญ้าแฝกจะทนทานความเข้มข้นของสารพิษที่อยู่ในดิน เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก และซัลเฟตได้เพิ่มขึ้น (Du and Truong, 2003)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เตรียมแปลงทดลอง

แปลงทดลองใช้ทางน้ำทิ้งบริเวณด้านหน้าฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีความกว้าง 6 เมตร ความยาวของแปลงทดลองแพหญ้าแฝก 22 เมตร

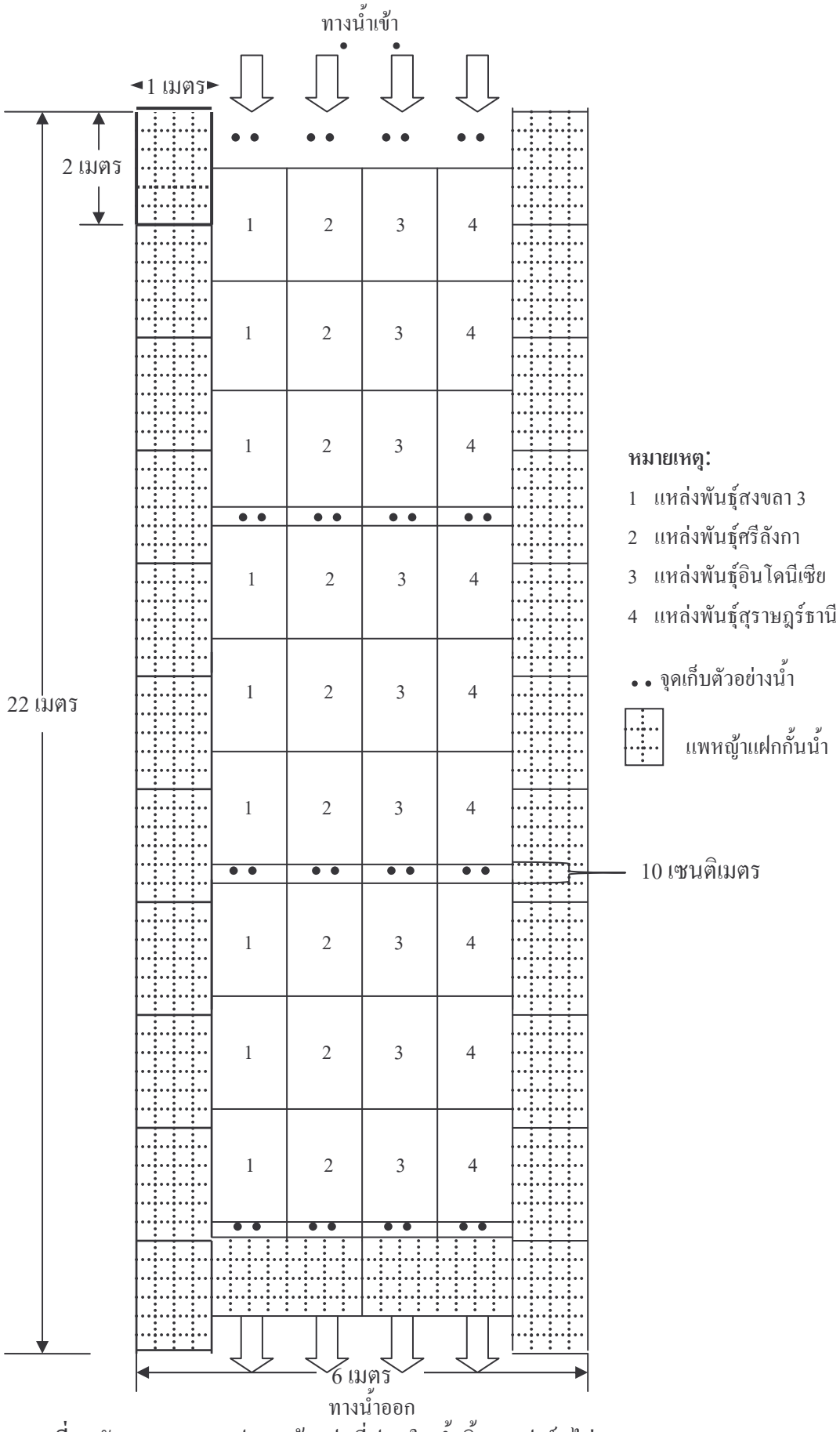
2. การปลูกหญ้าแฝก

วางแผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design (RCBD) ปลูกหญ้าแฝกจำนวน 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย

ปลูกหญ้าแฝกในแพลอยน้ำ ขนาดแพ คือ 1 × 2 เมตร แหล่งพันธุ์ละ 9 แพ รวมทั้งหมดจำนวน 36 แพ โดยคัดเลือกหญ้าแฝกที่ปลูกให้มีขนาดใกล้เคียงกัน และตัดต้นให้มีความสูง 30 เซนติเมตร ระยะปลูก 10 ×10 เซนติเมตร มีแพหญ้าแฝกกั้นน้ำด้านข้าง และด้านท้ายแปลง เพื่อกั้นน้ำบริเวณด้านข้างแปลงและท้ายแปลงไหลปนกับจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ภาพที่ 1) ระยะเวลาการทดลองตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนพฤษภาคม 2549

3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ คือ บริเวณก่อนและหลังน้ำไหลผ่านแปลงปลูกหญ้าแฝก โดยมีช่วงการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระยะก่อนการบำบัด ที่ระยะ 0, 6, 12 และ 18 เมตร แหล่งพันธุ์ละ 2 จุด ในแต่ละระยะรวม 8 จุด จำนวนแปลงปลูกทั้งหมด 36 แปลง รวมเป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 32 จุด เก็บตัวอย่างน้ำในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 ของการทดลอง (ภาพที่ 1) โดยเริ่มเก็บตัวอย่างน้ำครั้งแรกในวันที่ 6 เมษายน 2549



ภาพที่ 1 ผังการทดลองแปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

ภาพที่ 2 แปลงทดลองแปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

4. วิเคราะห์คุณภาพน้ำและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางเคมี วิเคราะห์น้ำก่อนและหลังการบำบัด ดำเนินการตามที่อธิบายไว้ใน Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 2005) โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้

1. อุณหภูมิ โดยเครื่องวัด EC/ TDS/ Temperature/ % NaCl (HANNA รุ่น HI9835)
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยเครื่อง pH Meter
3. ของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids, TDS) โดยเครื่อง EC/ TDS/ Temperature/ % NaCl (HANNA รุ่น HI9835)
4. ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solid, TSS) โดยวิธี Total Suspended Solids Dried at 103-105 องศาเซลเซียส
5. ความนำไฟฟ้าโดยเครื่องวัด EC/ TDS/ Temperature/ % NaCl (HANNA รุ่น HI9835)
6. ความขุ่น (Turbidity) โดยเครื่อง Spectrophotometer

7. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยเครื่อง Dissolved Oxygen Meter

8. Biochemical Oxygen Demand (BOD) โดยวิธี Five-Day BOD Method

9. ไนเทรต โดยเครื่อง Spectrophotometer

10. ไนไทรต์ โดยวิธี Colorimetric Method

11. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl Method

12. ฟอสเฟตทั้งหมด โดยวิธี Ascorbic Acid Method

13. เหล็ก โดยเครื่อง Spectrophotometer

14. คลอโรฟิลล์ โดยเครื่อง Spectrophotometer

การคำนวณประสิทธิภาพการบำบัด ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการบำบัด (\%)} = \left(\frac{\text{คุณภาพน้ำก่อนบำบัด - หลังบำบัด}}{\text{คุณภาพน้ำก่อนบำบัด}} \right) \times 100$$

5. ศึกษามวลชีวภาพ

สุ่มเก็บหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ โดยเริ่มเก็บครั้งแรกในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง เนื่องจากระยะนี้ หญ้าแฝกจะเริ่มมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ และเก็บตัวอย่างครั้งต่อไปในสัปดาห์ที่ 10, 12, 14 และ 16 ของการทดลอง แหล่งพันธุ์ละ 5 กอ นำมาวัดความสูงของต้น ความยาวราก จำนวนหน่อต่อกอ นำหญ้าแฝกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของต้นและรากหญ้าแฝก เพื่อหามวลชีวภาพต่อไป

6. วิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชจากหญ้าแฝกในระยะเก็บเกี่ยว (12 และ 16 สัปดาห์) โดยแยกส่วนต้นและรากนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ดังนี้

6.1 ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method (Chapmam and Pratt, 1978)

6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Molybdo-vanadate yellow color Method (Chapmam and Pratt, 1978)

7. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลลักษณะต่างๆ ที่ได้จากการรวบรวมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝก

1.1 ความสูงของหญ้าแฝก

การเจริญเติบโตของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ที่ปลูกลักษณะแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ พบว่า หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีความสูงเพิ่มขึ้นจากระยะแรกที่ปลูก (30 เซนติเมตร) เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 8 ภายหลังการปลูก ในระยะนี้ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีความสูงมากกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีเพียงเล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 62.80 และ 60.60 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเมื่อนำหญ้าแฝกทั้ง 2 แหล่งพันธุ์เปรียบเทียบด้านความสูงกับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (53.20 เซนติเมตร) และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (56.00 เซนติเมตร) ที่มีความสูงน้อยกว่า พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ภาพที่ 3 ตารางผนวกที่ 1 และ ภาพผนวกที่ 1)

หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์อายุ 10 สัปดาห์ ภายหลังการปลูกมีความสูงที่ใกล้เคียงกัน แต่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 8 จะเห็นได้ว่าระยะนี้ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีแนวโน้มเพิ่มความสูงได้ดี อย่างไรก็ตาม หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียก็ยังมีแนวโน้มว่ามีค่าเฉลี่ยความสูงมากกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 68.80, 66.20, 64.00 และ 63.00 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 3 ตารางผนวกที่ 1 และภาพผนวกที่ 2)

หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์อายุ 12, 14 และ 16 สัปดาห์ ภายหลังการปลูก มีค่าเฉลี่ยความสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีความสูงมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 16 โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียอายุ 12, 14, และ 16 สัปดาห์ จะมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.80, 107.40 และ 123.00 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความสูงกับอีก 3 แหล่งพันธุ์ในสัปดาห์ที่ 12, 14 และ 16 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมี

ค่าเฉลี่ยความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับอีก 3 แหล่งพันธุ์ ในขณะที่หญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี จะมีความสูงเพิ่มขึ้นโดยมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระยะ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 3 ตารางผนวกที่ 1 และภาพผนวกที่ 3, 4 และ 5)

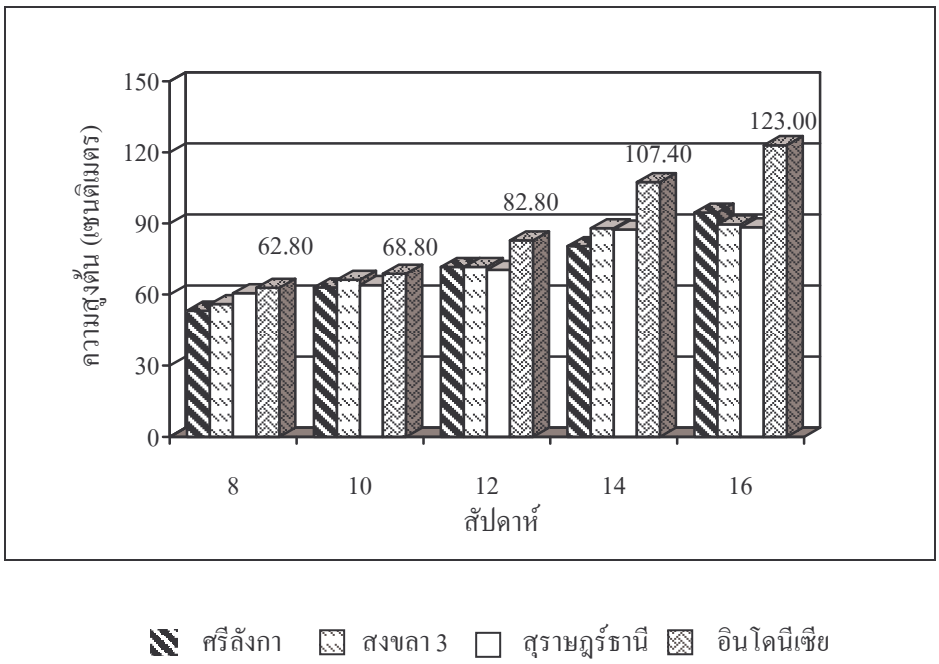
1.2 ความยาวรากของหญ้าแฝก

เมื่อหญ้าแฝกมีอายุ 8 สัปดาห์ ความยาวรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีการเติบโตเพิ่มขึ้น หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีความยาวราก (6.40 เซนติเมตร) มากกว่าแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (5.20 เซนติเมตร) เพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (4.60 เซนติเมตร) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (4.00 เซนติเมตร) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวรากน้อยกว่า พบว่า ความยาวรากของหญ้าแฝก มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ภาพที่ 4 ตารางผนวกที่ 2 และภาพผนวกที่ 1)

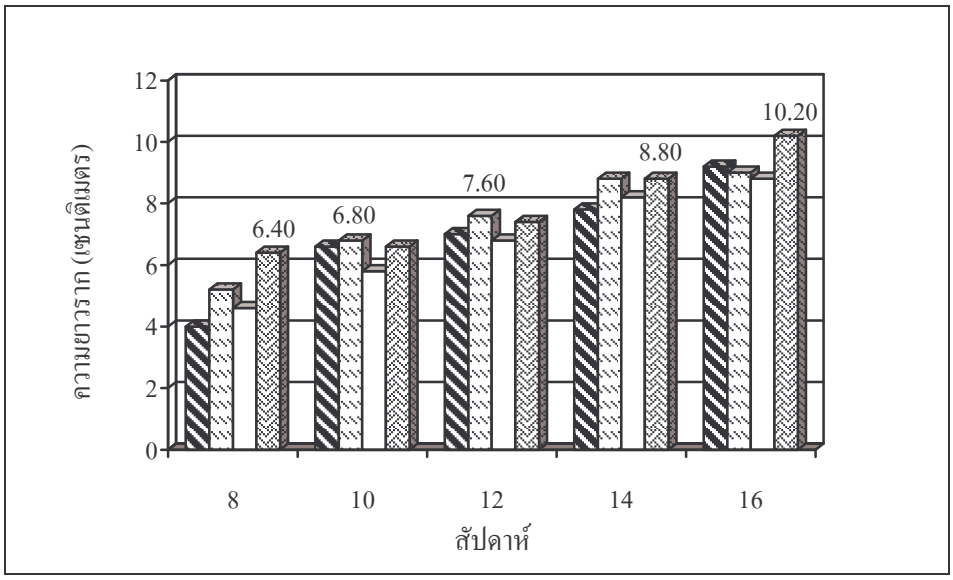
หญ้าแฝกอายุ 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์ ในช่วงระยะนี้หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ความยาวรากมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีแนวโน้มให้ความยาวรากมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 10.20 เซนติเมตร (ภาพที่ 4 ตารางผนวกที่ 2 และภาพผนวกที่ 2, 3, 4 และ 5)

1.3 จำนวนหน่อต่อกอของหญ้าแฝก

หญ้าแฝกในระยะ 8 สัปดาห์ ภายหลังจากการปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ พบว่า ในระยะนี้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีการแตกหน่อเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น (1 หน่อต่อกอ) โดยมีค่าจำนวนหน่อต่อกอใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยหน่อต่อกอมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่นเท่ากับ 4.20 หน่อต่อกอ (ภาพที่ 5 ตารางผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 1)



ภาพที่ 3 ความสูงต้นหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่



ภาพที่ 4 ความยาวรากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

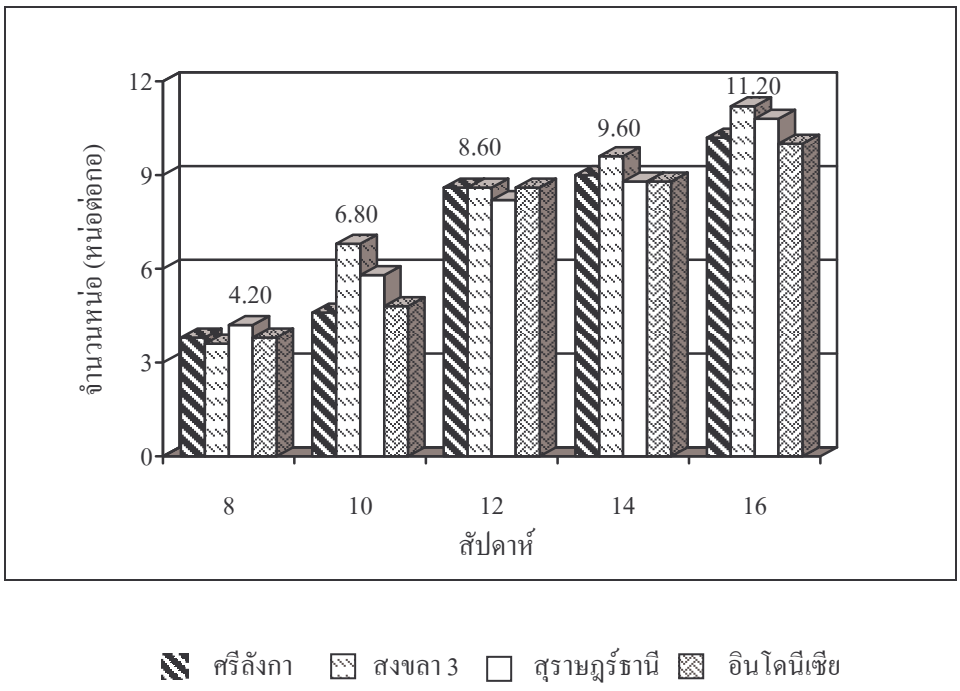
ในสัปดาห์ที่ 10 ภายหลังการปลูก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อสูงสุด เท่ากับ 6.80 หน่อต่อกอ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 8 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อ เท่ากับ 5.80 หน่อต่อกอ ซึ่ง พบว่า ทั้ง 2 แหล่งพันธุ์นี้มีจำนวนหน่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อของแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (4.80 หน่อต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (4.60 หน่อต่อกอ) พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ภาพที่ 5 ตารางผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 2)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ที่มีอายุ 12 สัปดาห์ ภายหลังการปลูก ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อกอเท่ากัน คือ 8.60 หน่อต่อกอ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 10 พบว่า แหล่งพันธุ์ศรีลังกาเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีอัตราการเพิ่มจำนวนหน่อสูงที่สุด ในขณะที่แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีอัตราการเพิ่มจำนวนหน่อต่ำสุด (8.20 หน่อต่อกอ) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของจำนวนหน่อต่อกอของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 5 ตารางผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 3)

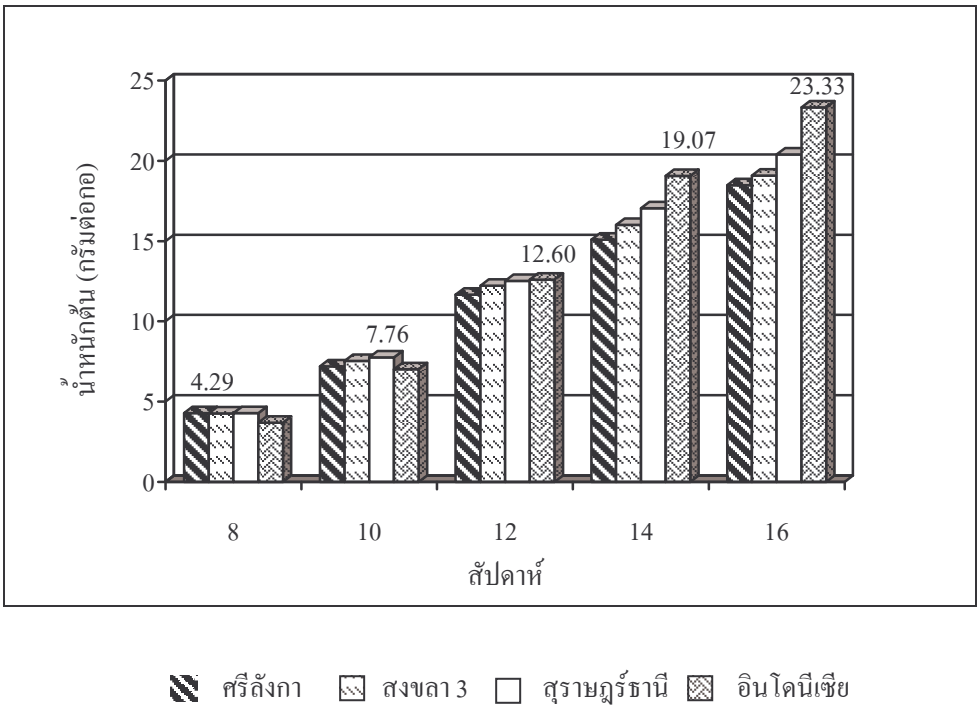
เมื่อหญ้าแฝกมีอายุ 14 และ 16 สัปดาห์ ภายหลังการปลูก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เป็นแหล่งพันธุ์ที่มีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอมากกว่าอีก 3 แหล่งพันธุ์ โดยมีจำนวนหน่อต่อกอเท่ากับ 9.60 และ 11.20 หน่อต่อกอ ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีจำนวนหน่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 5 ตารางผนวกที่ 3และภาพผนวกที่ 4 และ 5)

1.4 น้ำหนักต้นของหญ้าแฝก

น้ำหนักต้นของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่อายุ 8 สัปดาห์ ภายหลังการปลูก ในระยะนี้ หญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นน้อย หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีน้ำหนักต้นให้ค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.29 กรัมต่อกอ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 กรัมต่อกอ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ซึ่งมีค่าน้ำหนักต้นต่ำสุดเท่ากับ 3.68 กรัมต่อกอ (ภาพที่ 6 ตารางผนวกที่ 4 และภาพผนวกที่ 1)



ภาพที่ 5 จำนวนหน่อหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่



ภาพที่ 6 น้ำหนักต้นหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

สัปดาห์ที่ 10 ภายหลังการปลูก หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีน้ำหนักต้นเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีจะมีน้ำหนักต้นสูงสุด (7.76 กรัมต่อกอ) ส่วนสัปดาห์ที่ 12 ภายหลังการปลูก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีแนวโน้มเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต้นได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์อื่น จะเห็นได้จากในช่วงแรก (สัปดาห์ 8 และ 10) แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นน้อยที่สุด แต่ในระยะนี้ แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นสูงเท่ากับ 12.60 กรัมต่อกอ ซึ่งหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีน้ำหนักต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 6 ตารางผนวกที่ 4 และภาพผนวกที่ 2 และ 3)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียอายุ 14 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้น เท่ากับ 19.07 กรัมต่อกอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (17.05 กรัมต่อกอ) แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (16.02 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (15.09 กรัมต่อกอ) ตามลำดับ ในระยะสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง หญ้าแฝกอายุ 16 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียให้ค่าน้ำหนักต้นสูงสุด 23.33 กรัมต่อกอ เช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 14 แต่ระยะนี้ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี 20.40 กรัมต่อกอ แต่เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักต้นของหญ้าแฝก 2 แหล่งพันธุ์ดังกล่าว พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (19.09 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (18.48 กรัมต่อกอ) ในขณะที่น้ำหนักต้นของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (ภาพที่ 6 ตารางผนวกที่ 4 และภาพผนวกที่ 4 และ 5)

1.5 น้ำหนักรากของหญ้าแฝก

หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 8, 10 และ 12 ให้ค่าน้ำหนักรากที่ใกล้เคียงกัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักรากสูง 3.16 กรัมต่อกอ ในระยะสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์มีน้ำหนักรากเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ก่อนเพียงเล็กน้อย โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีแนวโน้วให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักรากสูง 4.92 กรัมต่อกอ ในระยะสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักรากสูง (6.31 กรัมต่อกอ) กว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 7 ตารางผนวกที่ 5 และภาพผนวกที่ 1, 2 และ 3)

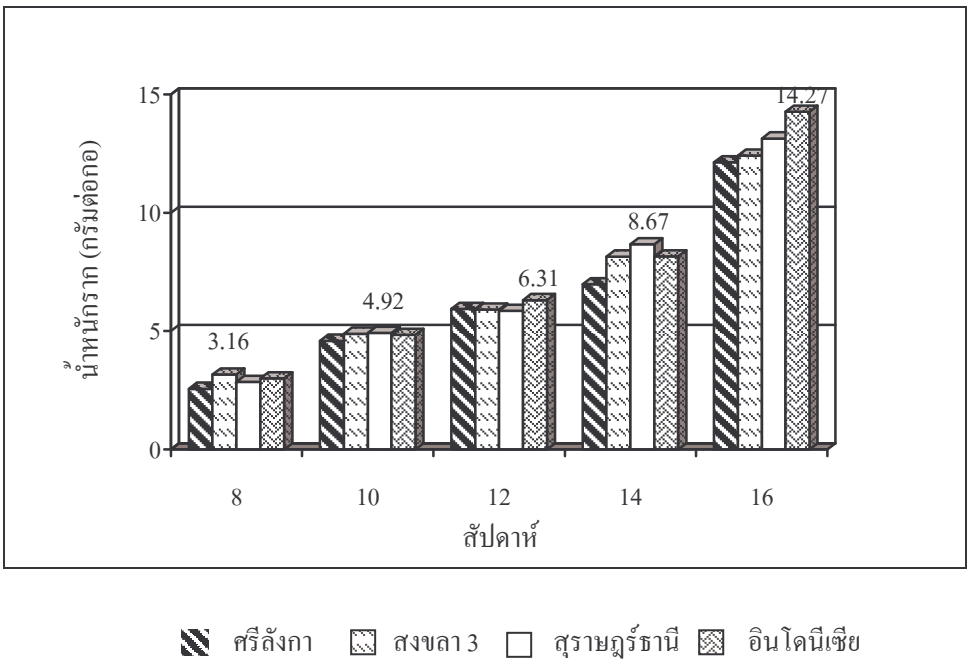
ในสัปดาห์ที่ 14 ภายหลังการปลูก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักราก เท่ากับ 8.67, 8.16 และ 8.15 กรัมต่อกอ ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่แหล่งพันธุ์ศรีลังกา เป็นแหล่งพันธุ์เดียวที่มีค่าน้ำหนักราก (6.98 กรัมต่อกอ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ส่วนสัปดาห์ที่ 16 ภายหลังการปลูก น้ำหนักรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากสัปดาห์ที่ 14 น้ำหนักรากแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (14.27 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (13.14 กรัมต่อกอ) มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาเป็นแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (12.42 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (12.13 กรัมต่อกอ) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ภาพที่ 7 ตารางผนวกที่ 5 และภาพผนวกที่ 4 และ 5)

1.6 น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝก

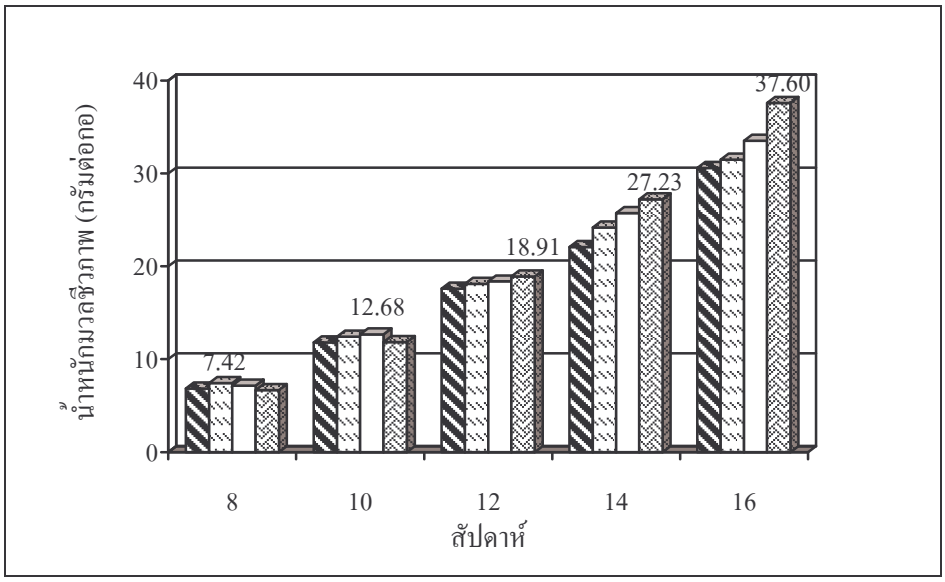
หญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ สัปดาห์ที่ 8, 10 และ 12 ในระยะนี้น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มว่า สัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมวลชีวภาพสูง (7.42 กรัมต่อกอ) ในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักมวลชีวภาพสูง (12.68 กรัมต่อกอ) ส่วนสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ให้ค่าน้ำหนักมวลชีวภาพ (18.91 กรัมต่อกอ) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 8 ตารางผนวกที่ 6 และภาพผนวกที่ 1, 2 และ 3)

หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์อายุ 14 สัปดาห์ มีน้ำหนักมวลชีวภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีน้ำหนักมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (27.23 กรัมต่อกอ) ส่วนน้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (25.73 กรัมต่อกอ) แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (24.18 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (22.08 กรัมต่อกอ) มีค่าน้ำหนักมวลชีวภาพรองลงมาตามลำดับ (ภาพที่ 8 ตารางผนวกที่ 6 และภาพผนวกที่ 4)

สัปดาห์ที่ 16 ภายหลังการปลูก ระยะนี้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีน้ำหนักมวลชีวภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 37.60 กรัมต่อกอ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติกับแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (33.54 กรัมต่อกอ) พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกทั้ง 2 แหล่งพันธุ์นี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (31.51 กรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (30.61 กรัมต่อกอ) (ภาพที่ 8 ตารางผนวกที่ 6 และภาพผนวกที่ 5)



ภาพที่ 7 น้ำหนักรากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำเสียจากฟาร์มไก่



ภาพที่ 8 น้ำหนักมวลชีวภาพหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำเสียจากฟาร์มไก่

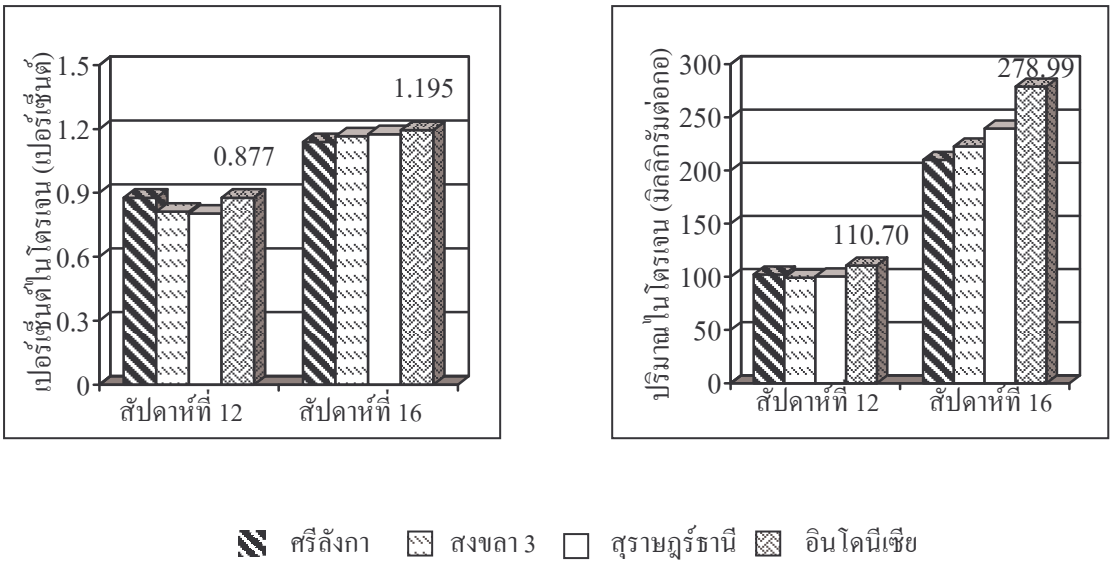
2. เปอร์เซ็นต์ และปริมาณธาตุอาหารของหญ้าแฝก

เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ภายหลังการปลูกในน้ำทิ้งฟาร์มไก่เป็นเวลา 12 และ 16 สัปดาห์ ให้ผลดังนี้

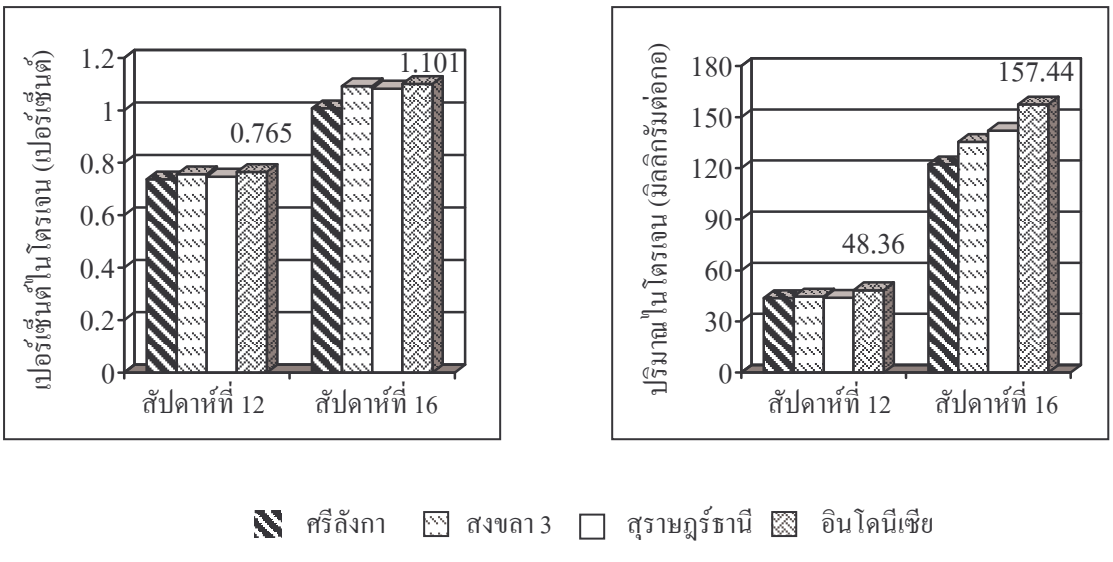
2.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจน

หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งในต้นและในราก พบว่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นมีค่าสูงกว่าในรากเพียงเล็กน้อย โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียและแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นสูงเท่ากัน คือ 0.877 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในราก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในราก (0.765 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น สำหรับปริมาณไนโตรเจน พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีแนวโน้มให้ค่าปริมาณไนโตรเจนในต้น (110.70 มิลลิกรัมต่อกอ) และในราก (48.36 มิลลิกรัมต่อกอ) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 9 และ 10 และ ตารางผนวกที่ 7)

สัปดาห์ที่ 16 ภายหลังการปลูก หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งในต้น และในรากเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 12 โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้น (1.195 เปอร์เซ็นต์) และในราก (1.101 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ดังเช่นในสัปดาห์ที่ 12 ส่วนปริมาณไนโตรเจนในต้นและในรากของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ยังคงมีปริมาณไนโตรเจนในต้น และรากสูงสุด มีค่าเท่ากับ 278.99 และ 157.44 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ เช่นเดียวกับระยะสัปดาห์ที่ 12 ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (210.17 และ 122.39 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) ให้ค่าน้อยสุด (ภาพที่ 9 และ 10 และตารางผนวกที่ 7)



ภาพที่ 9 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้น สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่



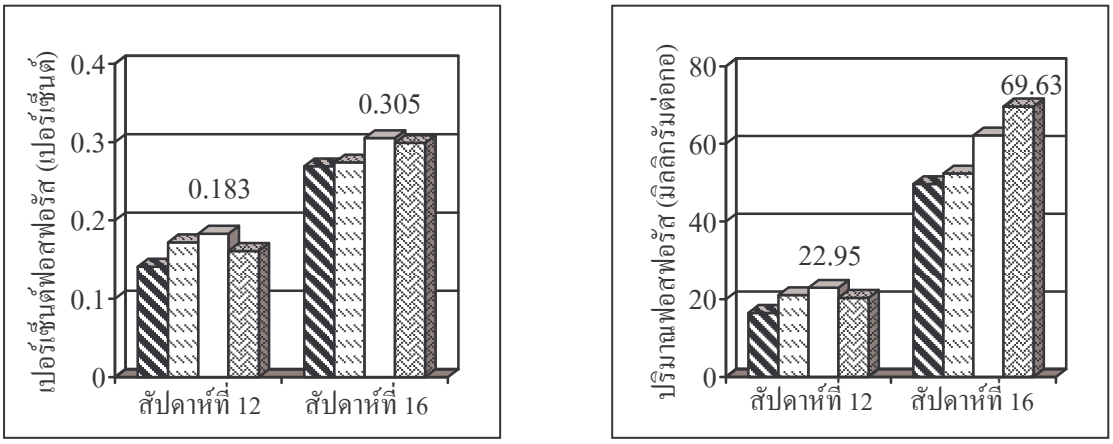
ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในราก สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

2.2 เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส

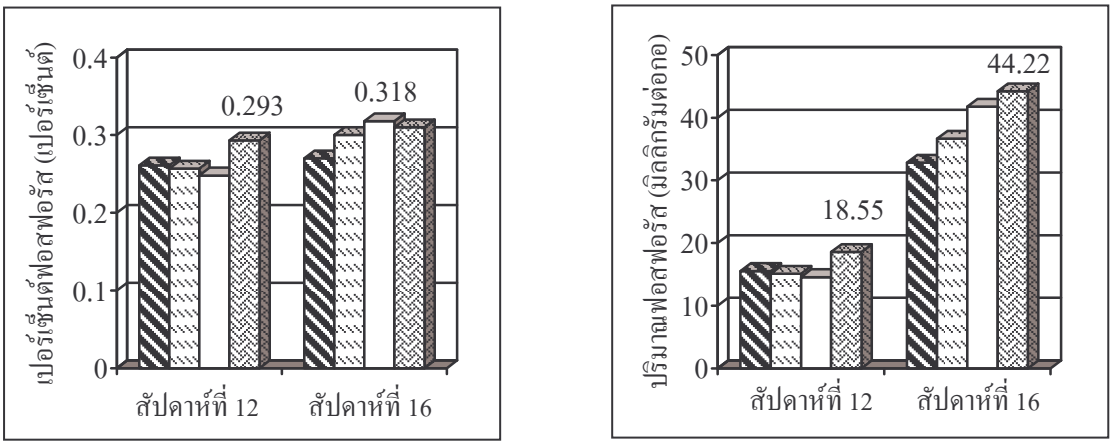
หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ อายุ 12 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรากมากกว่าในต้น โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นสูงมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (0.183 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (0.172 เปอร์เซ็นต์) แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (0.161 เปอร์เซ็นต์) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (0.141 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรากของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (0.293 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 11 และ 12 และตารางผนวกที่ 8)

ปริมาณฟอสฟอรัสในหญ้าแฝกอายุ 12 สัปดาห์ พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีปริมาณฟอสฟอรัสในต้นสูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (22.95 มิลลิกรัมต่อกอ) รองลงมาเป็นแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (21.06 มิลลิกรัมต่อกอ) และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (20.35 มิลลิกรัมต่อกอ) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์นี้ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแหล่งพันธุ์ศรีลังกา ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุด (16.47 มิลลิกรัมต่อกอ) จะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนในรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีแนวโน้มว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสในราก (18.55 มิลลิกรัมต่อกอ) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 11 และ 12 และตารางผนวกที่ 8)

สัปดาห์ที่ 16 หลังการปลูก หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้นจากสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานียังคงมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้น (0.305 เปอร์เซ็นต์) มากที่สุด เช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (0.299 เปอร์เซ็นต์) แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (0.274 เปอร์เซ็นต์) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (0.269 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วนในราก พบว่า หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในราก (0.318 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ภาพที่ 11 และ 12 และตารางผนวกที่ 8)



ภาพที่ 11 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส ในต้น สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

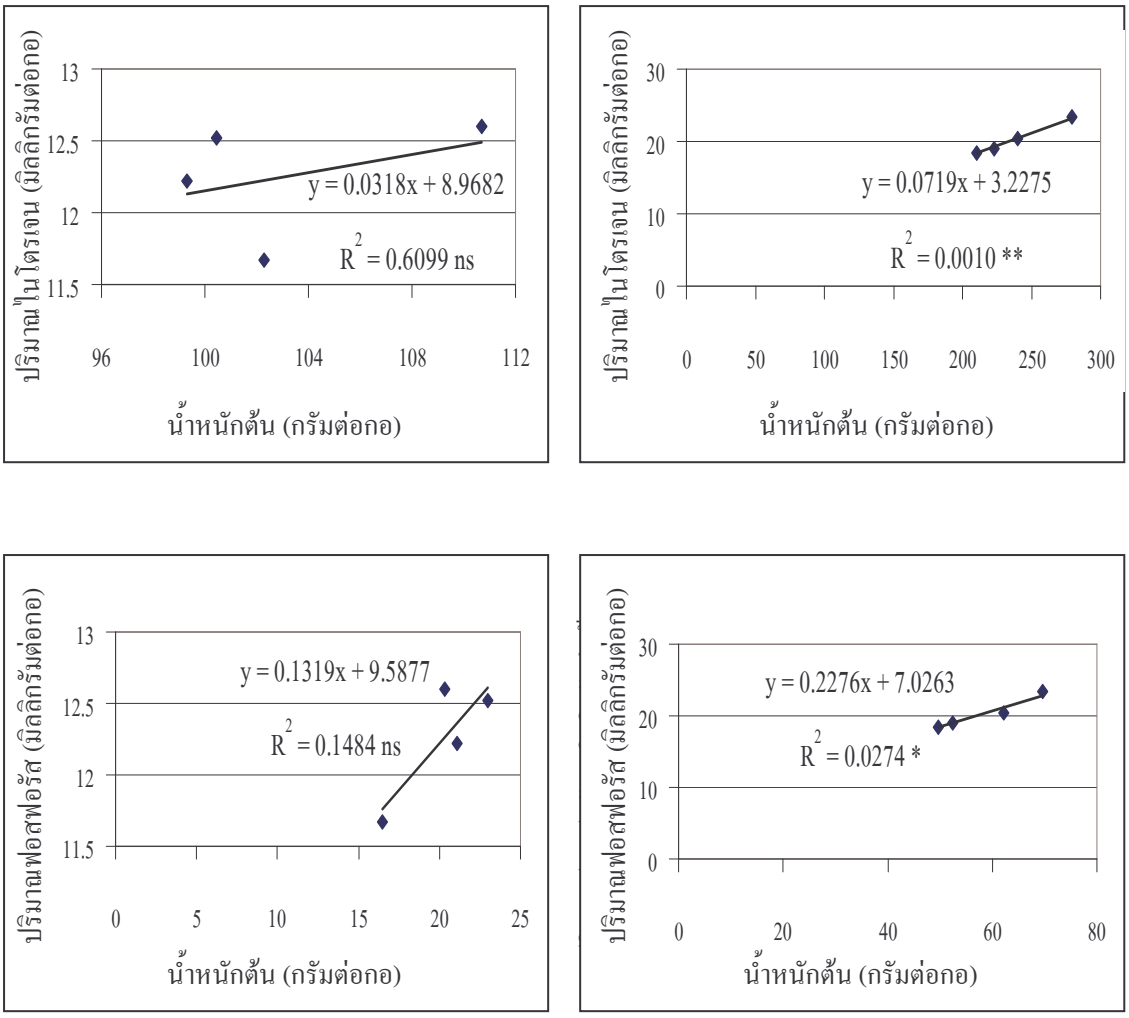


ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส ในราก สัปดาห์ที่ 12 และ16 ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้น และในรากของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ อายุ 16 สัปดาห์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีปริมาณฟอสฟอรัสในต้น และราก มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 69.63 และ 44.22 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ รองลงมาเป็นแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (62.14 และ 41.77 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (52.37 และ 36.65 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา (49.63 และ 32.82 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) (ภาพที่ 11 และ 12 และตารางผนวกที่ 8)

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นหญ้าแฝกกับปริมาณไนโตรเจนในต้นหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16 พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 12 เมื่อน้ำหนักต้นเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของไนโตรเจนในต้นของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ก็จะเพิ่มขึ้นมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ในสัปดาห์ที่ 16 การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในต้นหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ภาพที่ 13)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นหญ้าแฝกกับปริมาณฟอสฟอรัสในต้นหญ้าแฝก ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16 พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทางบวก กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 12 เมื่อน้ำหนักต้นเพิ่มมากขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นของหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ก็จะเพิ่มขึ้นมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ภาพที่ 13)



สัปดาห์ที่ 12 สัปดาห์ที่ 16

ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์สมการรีเกรชชันเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างน้ำหนักต้นกับปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ สัปดาห์ที่ 12 และ 16

3. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ของหญ้าแฝก

จากการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ที่ปลูกในลักษณะแพลอยน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำที่ระยะก่อนการบำบัด และระยะทางการบำบัดที่ 0, 6, 12 และ18 เมตร ในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.1-28.9 องศาเซลเซียส หลังจากการปลูกหญ้าแฝก พบว่า

3.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.70, 7.50, 7.10, 7.70 และ 8.90 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำทิ้งที่ยังไม่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแฝก มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน ซึ่งมีเพียงสัปดาห์ที่ 16 ที่น้ำทิ้งมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างสูง หลังจากผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแฝก พบว่า สัปดาห์ที่ 10 และ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำทิ้งได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียให้ผลดี ในขณะที่สัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าต่ำสุด ส่วนสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่างได้มากที่สุด (ตารางที่ 3-7)

3.2 ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solid: TDS)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งก่อนการบำบัดมีค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 177.0, 251.0, 301.0, 246.0 และ 246.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 12 น้ำทิ้งที่ยังไม่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝก มีค่าของแข็งละลายน้ำสูงสุด หลังจากที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ พบว่า สัปดาห์ที่ 8 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีค่าของแข็งละลายน้ำต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 132.9 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น ในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำได้มากกว่าอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 194.5, 216.5 และ 182.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทั้ง 3

สัปดาห์นี้ น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าของแข็งละลายน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนสัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีค่าของแข็งละลายน้ำต่ำ (199.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ (ตารางที่ 3-7)

ประสิทธิภาพการลดค่าของแข็งละลายน้ำในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำมีประสิทธิภาพสูงสุด เท่ากับ 24.93 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพการบำบัดมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 22.51, 28.07 และ 25.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำได้มากกว่าหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 18.75 เปอร์เซ็นต์ และระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพลดค่าของแข็งละลายน้ำได้ดีที่สุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.37, 22.11, 35.80, 25.51 และ 26.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 9 และ ภาพที่ 14)

3.3 ของแข็งแขวนลอย (Total suspended solid: TSS)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งก่อนการบำบัดมีค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 37.0, 82.0, 112.0, 17.0 และ 71.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อน้ำทิ้งไหลผ่านแปลงหญ้าแฝกทำให้ของแข็งแขวนลอยมีค่าลดลง โดยในสัปดาห์ที่ 8 และ 16 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าของแข็งแขวนลอยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งทั้ง 3 สัปดาห์นี้ น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีให้ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอย (24.4, 54.0 และ 42.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) ต่ำกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10 และ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียสามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำได้ดีที่สุด โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 45.6 และ 9.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 14 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3- 7)

ประสิทธิภาพการลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำ สัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเท่ากับ 34.12, 51.79 และ 40.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 10 และ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 44.36 และ 41.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำได้ดีที่สุด ในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.30, 57.62, 64.18, 56.62 และ 60.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 9 และ ภาพที่ 14)

3.4 ความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC)

น้ำทิ้งก่อนบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าความนำไฟฟ้า เท่ากับ 352.0, 550.0, 558.0, 567.0 และ 435.0 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำได้มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 388.1, 446.4 และ 362.6 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านแปลงหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (439.5 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) ให้ค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 10, 14 และ 16 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3-7)

ประสิทธิภาพการลดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำ สัปดาห์ที่ 8 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเท่ากับ 23.69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้ามากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 29.36, 20.00 และ 16.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้าได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 22.49 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพลดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำได้ดีที่สุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.12, 28.71, 27.17, 22.07 และ 17.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 9 และ ภาพที่ 14)

3.5 ความขุ่น (Turbidity: TU)

น้ำทิ้งก่อนบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าความขุ่นเท่ากับ 40.0, 44.0, 42.0, 63.0 และ 53.0 FTU. ตามลำดับ เมื่อหญ้าแฝกอายุ 8 และ 14 สัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าความขุ่นในน้ำทิ้งได้สูงสุด (28.8 และ 40.8 FTU. ตามลำดับ) ซึ่งในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 น้ำทิ้งผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าความขุ่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าความขุ่น (24.3 FTU.) ในน้ำทิ้งได้สูงสุด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาให้ค่าความขุ่นต่ำ (40.8 FTU.) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อีก 3 แหล่งพันธุ์ (ตารางที่ 3-7)

สัปดาห์ที่ 8 และ 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นสูงสุด มีค่าเท่ากับ 28.13 และ 35.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกที่มีประสิทธิภาพดีในการลดค่าความขุ่นในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 คือ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (44.89 เปอร์เซ็นต์) แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (34.23 เปอร์เซ็นต์) และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (30.43 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วนระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพลดค่าความขุ่นในน้ำได้ดีที่สุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.63, 50.57, 47.32, 44.84 และ 40.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 10 และ ภาพที่ 14)

3.6 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen: DO)

ออกซิเจนละลายน้ำก่อนบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเท่ากับ 3.02, 3.13, 3.01, 3.46 และ 3.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากผ่านแปลงหญ้าแฝก พบว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าออกซิเจนละลายน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสัปดาห์ที่ 10 โดยสัปดาห์ที่ 8 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูง (3.57 มิลลิกรัมต่อลิตร) กว่าอีก 3 แหล่งพันธุ์ สัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีและแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 3.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 14 แปลงหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี น้ำทิ้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำ 4.30

มิลลิกรัมต่อลิตร และสัปดาห์ที่ 16 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ (4.81 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงสุด (ตารางที่ 3-7)

สัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงสุด (18.17 เปอร์เซ็นต์) ส่วนสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 21.05 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 24.96 และ 21.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพสูงสุด เท่ากับ 24.13 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำได้สูงสุด ในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.26, 32.87, 36.80, 29.84 และ 31.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 10 และ ภาพที่ 14)

3.7 บีโอดี (Biochemical oxygen demand: BOD)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งก่อนการบำบัด มีค่าบีโอดีเท่ากับ 13.20, 15.60, 24.90, 18.60 และ 19.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากผ่านแปลงหญ้าแฝก พบว่า สัปดาห์ที่ 8, 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.74, 9.41, 10.31 และ 9.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 8, 10 และ 16 พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีค่าบีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ แต่สัปดาห์ที่ 12 และ 14 มีค่าบีโอดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3-7)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีสูงสุด มีค่าเท่ากับ 41.39, 39.66, 58.58 และ 48.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 44.96 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร โดยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพลดค่าบีโอดีในน้ำ สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.88, 45.67, 65.97, 53.03 และ 61.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 10 และ ภาพที่ 14)

3.8 ไนเทรต (Nitrate)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งก่อนการบำบัด มีค่าไนเทรตเท่ากับ 0.310, 0.250, 0.220, 0.230 และ 0.190 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 8 และ 16 หลังจากที่น้ำทิ้งผ่านหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ พบว่า ค่าไนเทรตในน้ำทิ้งมีค่าลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 14 น้ำทิ้งผ่านหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 10 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย (0.178 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าไนเทรตต่ำสุด สัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าไนเทรตต่ำสุดเท่ากับ 0.129 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่สัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (0.141 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าไนเทรตต่ำมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (ตารางที่ 3-7)

สัปดาห์ที่ 8, 12 และ 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรตสูงสุด มีค่าเท่ากับ 26.61, 42.61 และ 38.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรตมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 29.00 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเท่ากับ 34.21 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพการลดค่าไนเทรตในน้ำได้สูงสุด โดยสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.63, 36.50, 50.57, 51.63 และ 38.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 11 และ ภาพที่ 15)

3.9 ไนไทรต์ (Nitrite)

ค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเท่ากับ 0.0712, 0.0720, 0.0412, 0.0345 และ 0.0620 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ พบว่า น้ำทิ้งในสัปดาห์ที่ 8 และ 16 มีค่าไนไทรต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าไนไทรต์ได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.0522, 0.0253 และ 0.0244 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ใน 3 สัปดาห์นี้ พบว่า มีค่าไนไทรต์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 3-7)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์สูงสุด ในสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 20.70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10, 12 และ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 27.54, 38.71 และ 29.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์สูงสุด เท่ากับ 24.64 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการลดค่าไนไทรต์ในน้ำได้สูงสุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.20, 30.87, 47.76, 38.37 และ 28.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 11 และ ภาพที่ 15)

3.10 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

น้ำทิ้งก่อนการบำบัดสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 7.280, 9.520, 9.520, 7.840 และ 8.400 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 8 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด (6.020 มิลลิกรัมต่อลิตร) มากกว่าอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 12, 14 และ 16 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสัปดาห์ที่ 12 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (5.460 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่ำสุด ส่วนสัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีให้ค่าไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่า (5.180 มิลลิกรัมต่อลิตร) แหล่งพันธุ์อื่น และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้ง (5.740 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้ต่ำสุด (ตารางที่ 3-7)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด สูงสุดในสัปดาห์ที่ 8 และ 14 มีค่าเท่ากับ 22.12 และ 33.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 36.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพสูงสุด เท่ากับ 42.65 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 31.67 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำได้สูงสุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 ที่ระยะ 18 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.77, 46.33, 47.06, 44.65 และ 40.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 11 และ ภาพที่ 15)

3.11 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)

ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเท่ากับ 0.8571, 0.8035, 0.9542, 1.2655 และ 0.7542 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 8 และ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10, 12 และ 16 หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 มีแนวโน้มว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้มากกว่าหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ และสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ต่ำสุด (0.5701 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางที่ 3-7)

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุดในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 มีค่าเท่ากับ 19.36, 49.14 และ 41.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 25.58 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 37.52 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำได้สูงที่สุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.11, 29.90, 56.16, 43.82 และ 43.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และ ภาพที่ 15)

3.12 เหล็ก (Iron)

น้ำทิ้งก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเหล็กเท่ากับ 0.480, 0.520, 1.100, 1.650 และ 0.420 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังการบำบัด น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ทุกสัปดาห์มีค่าเหล็กแตกต่างอย่างนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) สัปดาห์ที่ 8 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าเหล็ก (0.281 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่ำกว่าน้ำทิ้งที่ผ่านหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น ในขณะที่สัปดาห์ที่ 10 และ 12 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีค่าเหล็ก (0.330 และ 0.411 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) ต่ำ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้ต่ำ (0.540 มิลลิกรัมต่อลิตร) กว่าแหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้ต่ำ (0.281 มิลลิกรัมต่อลิตร) กว่าแหล่งพันธุอื่น (ตารางที่ 3-7)

ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กสูงสุด มีค่าเท่ากับ 41.41 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สัปดาห์ที่ 10 และ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 36.54 และ 62.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กสูงสุด เท่ากับ 67.27 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กมากกว่าหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 30.95 เปอร์เซ็นต์ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กในน้ำสูงสุด สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.05, 49.04, 63.87, 81.36 และ 39.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และ ภาพที่ 15)

3.13 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 น้ำทิ้งก่อนการบำบัด มีค่าคลอโรฟิลล์เท่ากับ 3.8451, 3.2890, 3.8745, 2.2372 และ 3.1944 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 8, 10 และ 12 เมื่อน้ำทิ้งผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ พบว่า น้ำทิ้งมีคลอโรฟิลล์ลดลง แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 และ 16 น้ำทิ้งที่ผ่านแปลงหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าคลอโรฟิลล์ต่ำ (1.3160 และ 1.7964 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) กว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ โดยในสัปดาห์ที่ 14 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าคลอโรฟิลล์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3-7 และ ภาพที่ 15)

สัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 32.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์สูงสุด มีค่าเท่ากับ 34.97 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์สูงสุด เท่ากับ 47.60 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 14 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์มากกว่าหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 41.18 และ 43.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระยะทางการบำบัดที่ 18 เมตร หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการลดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำได้สูง สัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.14, 43.09, 54.50, 49.78 และ 56.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 15)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 8 สัปดาห์ (6 เมษายน 2549)

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1					C.V. (%)	LSD (95%)	LSD (99%)	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย				
Temperature (°C)	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	-	-	-	-
pH	7.70	7.60 a	7.59 a	7.76 b	7.58 a	0.9	0.140	0.190	**
TDS (mg/l)	177.0	153.6 b	134.0 a	132.9 a	140.4 ab	7.8	23.30	32.20	**
TSS (mg/l)	37.0	26.5 a /2	25.4 a	24.4 a	25.0 a	8.3	4.500	6.200	ns
EC (µs/cm.)	352.0	286.6 a	273.8 a	268.6 a	274.1 a	4.9	29.10	40.20	ns
TU (FTU.)	40.0	28.8 a	29.8 a	29.8 a	30.8 a	4.7	3.000	4.200	ns
DO (mg/l)	3.02	3.57 a	3.45 b	3.47 b	3.52 ab	2.0	0.150	0.208	*
BOD (mg/l)	13.20	8.66 c	8.03 b	8.19 b	7.74 a	1.9	0.330	0.450	**
Nitrate (mg/l)	0.310	0.246 a	0.228 a	0.245 a	0.236 a	6.7	0.034	0.047	ns
Nitrite (mg/l)	0.0712	0.0565 a	0.0577 a	0.0577 a	0.0573 a	4.0	0.005	0.007	ns
Total N (mg/l)	7.280	5.880 a	5.950 a	5.670 a	5.810 a	5.2	0.652	0.901	ns
Total P (mg/l)	0.8571	0.7485 a	0.7477 a	0.7719 b	0.7494 a	3.5	0.027	0.037	**
Fe^{+2} (mg/l)	0.480	0.323 b	0.281 a	0.296 a	0.325 b	3.3	0.021	0.029	**
Chlorophyll (mg/l)	3.8451	3.6092 a	3.6239 a	3.6178 a	3.5702 a	13.6	0.176	0.243	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 10 สัปดาห์ (22 เมษายน 2549)

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1					C.V. (%)	LSD (95%)	LSD (99%)	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย				
Temperature (°C)	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	-	-	-	-
pH	7.50	7.54 a /2	7.55 a	7.49 a	7.51 a	1.1	0.170	0.230	ns
TDS (mg/l)	251.0	195.5 a	194.5 a	198.1 a	206.4 b	1.8	7.700	10.60	**
TSS (mg/l)	82.0	49.5 b	46.0 a	55.3 c	45.6 a	3.6	3.800	5.200	**
EC (µs/cm.)	550.0	391.4 a	388.1 a	395.5 a	413.0 b	1.7	14.30	19.70	**
TU (FTU.)	44.0	27.0 b	24.3 a	27.1 b	25.4 a	7.5	4.200	5.700	*
DO (mg/l)	3.13	3.75 a	3.79 a	3.72 a	3.78 a	1.8	0.144	0.200	ns
BOD (mg/l)	15.60	9.45 b	10.46 c	10.43 c	9.41 a	1.8	0.387	0.535	**
Nitrate (mg/l)	0.250	0.181 ab	0.180 ab	0.195 b	0.178 a	5.7	0.022	0.031	*
Nitrite (mg/l)	0.0720	0.0557 b	0.0571 b	0.0522 a	0.0534 a	2.4	0.003	0.004	**
Total N (mg/l)	9.520	6.020 a	6.090 ab	6.720 b	6.440 b	4.3	0.574	0.794	**
Total P (mg/l)	0.8035	0.6045 a	0.6018 a	0.5980 a	0.6029 a	3.0	0.038	0.053	ns
Fe^{+2} (mg/l)	0.520	0.370 c	0.359 bc	0.341 ab	0.330 a	4.3	0.032	0.045	**
Chlorophyll (mg/l)	3.2890	2.1389 a	2.2347 a	2.2022 a	2.1801 a	5.7	0.265	0.366	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 12 สัปดาห์ (3 พฤษภาคม 2549)

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1					C.V. (%)	LSD (95%)	LSD (99%)	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย				
Temperature (°C)	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	-	-	-	-
pH	7.10	7.13 c	6.80 a	7.01 b	7.08 c	0.6	0.090	0.120	**
TDS (mg/l)	301.0	227.1 b	216.5 a	219.9 a	225.6 b	1.6	7.800	10.80	**
TSS (mg/l)	112.0	61.3 b	56.8 a	54.0 a	61.1 b	4.2	5.200	7.200	**
EC (µs/cm.)	558.0	451.9 b	446.4 a	451.6 b	447.6 a	0.9	8.700	12.00	*
TU (FTU.)	42.0	29.1 a /2	28.5 a	27.6 a	28.8 a	3.9	2.400	3.300	ns
DO (mg/l)	3.01	3.71 b	3.73 ab	3.76 a	3.76 a	0.7	0.060	0.083	*
BOD (mg/l)	24.90	10.46 a	10.58 a	10.39 a	10.31 a	3.0	0.670	0.930	ns
Nitrate (mg/l)	0.220	0.129 a	0.129 a	0.141 b	0.146 b	5.6	0.016	0.023	**
Nitrite (mg/l)	0.0412	0.0282 b	0.0280 b	0.0253 a	0.0260 a	2.4	0.001	0.002	**
Total N (mg/l)	9.520	6.090 b	5.460 a	5.740 ab	5.950 ab	6.0	0.747	1.033	*
Total P (mg/l)	0.9542	0.4875 a	0.4853 a	0.4857 a	0.4908 a	1.4	0.015	0.021	ns
Fe^{+2} (mg/l)	1.100	0.460 b	0.526 c	0.529 c	0.411 a	3.1	0.032	0.045	.**
Chlorophyll (mg/l)	3.8745	2.2003 a	2.4303 a	2.0303 a	2.2239 a	7.1	0.330	0.456	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 14 สัปดาห์ (16 พฤษภาคม 2549)

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1					C.V. (%)	LSD (95%)	LSD (99%)	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย				
Temperature (°C)	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	-	-	-	-
pH	7.70	7.60 a /2	7.68 a	7.71 a	7.63 a	1.1	0.170	0.240	ns
TDS (mg/l)	246.0	199.9 a	204.0 ab	207.1 b	200.8 a	1.4	6.200	8.600	**
TSS (mg/l)	17.0	10.4 a	10.3 a	10.8 a	9.9 a	11.4	2.500	3.500	ns
EC (µs/cm.)	567.0	439.8 a	474.0 c	448.3 b	439.5 a	1.1	10.40	14.40	**
TU (FTU.)	63.0	40.8 a	41.1 a	44.5 b	41.5 a	4.4	4.000	5.500	**
DO (mg/l)	3.46	4.25 a	4.22 a	4.30 a	4.08 b	1.4	0.127	0.176	**
BOD (mg/l)	18.60	10.80 a	10.35 a	10.31 a	10.69 a	3.7	0.820	1.140	ns
Nitrate (mg/l)	0.230	0.154 b	0.141 a	0.150 ab	0.145 ab	5.8	0.018	0.025	*
Nitrite (mg/l)	0.0345	0.0266 bc	0.0282 c	0.0244 a	0.0252 ab	4.5	0.003	0.003	**
Total N (mg/l)	7.840	5.740 b	5.320 a	5.180 a	5.250 a	6.8	0.784	1.084	*
Total P (mg/l)	1.2655	0.6246 b	0.6215 b	0.6201 b	0.5701 a	1.3	0.017	0.023	**
Fe^{+2} (mg/l)	1.650	0.665 c	0.613 b	0.540 a	0.717 d	3.3	0.045	0.063	**
Chlorophyll (mg/l)	2.2372	1.3174 a	1.3160 a	1.4917 b	1.3615 a	7.0	0.206	0.284	**

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา อินโดนีเซีย สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี เมื่อครบ 16 สัปดาห์ (31 พฤษภาคม 2549)

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1					C.V. (%)	LSD (95%)	LSD (99%)	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย				
Temperature (°C)	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1	-	-	-	-
pH	8.90	8.80 b	8.74 b	8.51 a	8.69 ab	1.6	0.290	0.400	**
TDS (mg/l)	246.0	189.0 c	182.9 a	196.3 d	186.0 b	0.9	3.700	5.100	**
TSS (mg/l)	71.0	44.5 a /2	42.3 a	42.1 a	43.8 a	5.6	5.200	7.200	ns
EC (µs/cm.)	435.0	382.4 c	362.6 a	387.5 d	367.5 b	0.4	3.500	4.900	**
TU (FTU.)	53.0	37.8 a	38.5 a	37.0 a	36.9 a	3.5	2.800	3.800	ns
DO (mg/l)	3.95	4.76 b	4.55 d	4.62 c	4.81 a	0.7	0.066	0.091	**
BOD (mg/l)	19.20	10.01 a	11.25 b	11.48 b	9.98 a	1.8	0.403	0.558	**
Nitrate (mg/l)	0.190	0.125 a	0.129 a	0.135 a	0.131 a	5.9	0.016	0.023	ns
Nitrite (mg/l)	0.0620	0.0475 a	0.0467 a	0.0475 a	0.0486 a	2.6	0.003	0.004	ns
Total N (mg/l)	8.400	5.950 ab	6.090 ab	6.300 b	5.740 a	5.3	0.680	0.941	*
Total P (mg/l)	0.7542	0.4470 a	0.4411 a	0.4414 a	0.4475 a	2.9	0.027	0.038	ns
Fe^{+2} (mg/l)	0.420	0.281 a	0.303 b	0.319 b	0.299 ab	4.5	0.029	0.040	**
Chlorophyll (mg/l)	3.1944	1.9981 b	1.7964 a	1.9002 ab	1.9131 ab	6.7	0.273	0.377	*

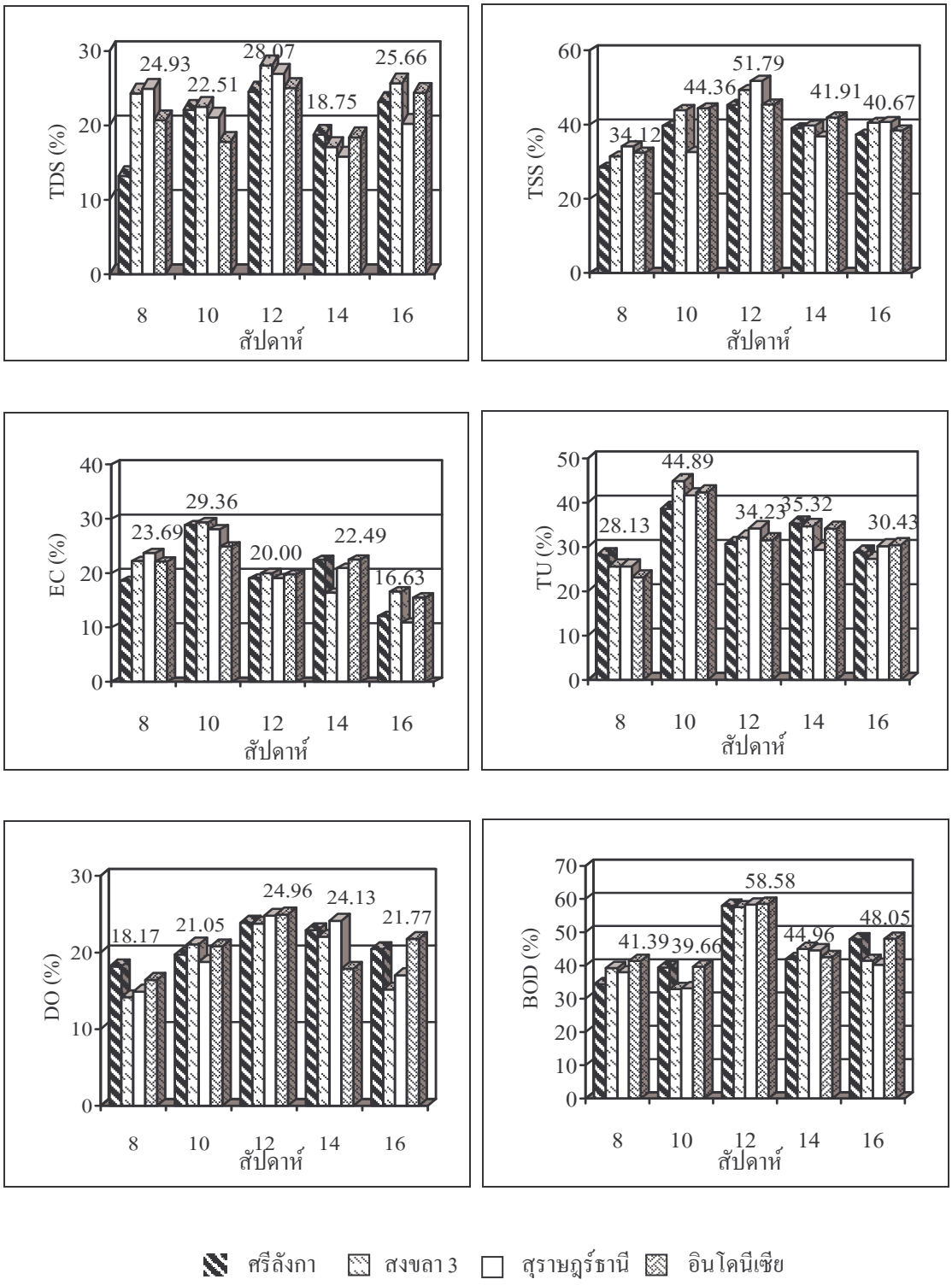
หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

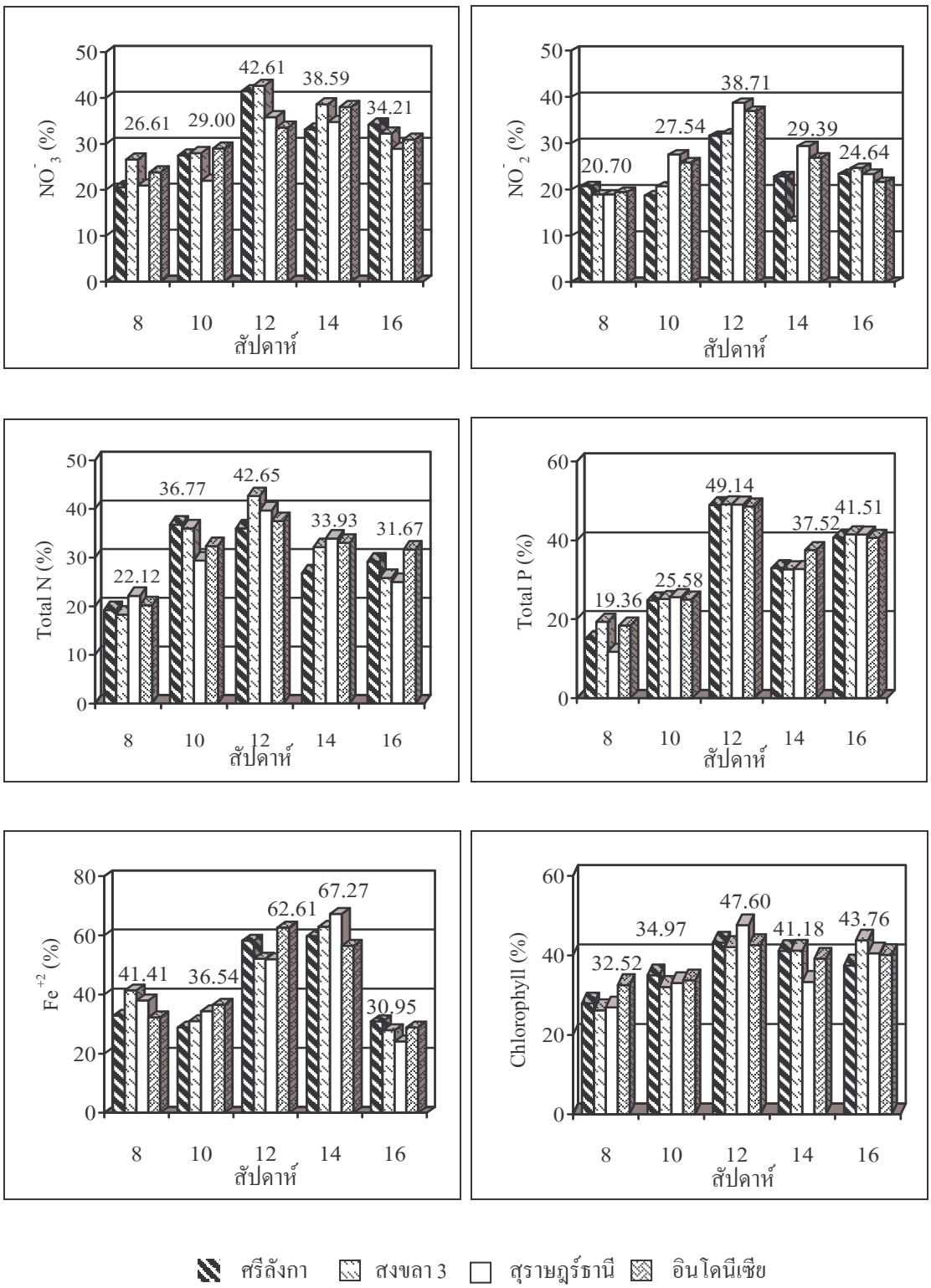
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 14 ประสิทธิภาพในการลดค่า TDS (%) TSS (%) EC (%) TU (%) DO (%) และ BOD (%) ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ในระยะเวลาต่างๆ กัน (สัปดาห์ที่ 8-16)



ภาพที่ 15 ประสิทธิภาพในการลดค่า NO_3^- (%) NO_2^- (%) Total N (%) Total P (%) Fe^{+2}(%) และ Chlorophyll (%) ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ในระยะเวลาต่างๆกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)

วิจารณ์

การเจริญเติบโตของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ที่ปลูกในลักษณะแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความสูง ความยาวราก จำนวนหน่อ น้ำหนักต้น น้ำหนักราก และน้ำหนักมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์ (sigmoid growth curve) คือ จะมีการเจริญเติบโตช้าในช่วงแรก (lag phase) และเจริญอย่างรวดเร็ว (log phase) ในระยะต่อมา และระยะหลังหญ้าแฝกจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นน้อยหรือค่อนข้างคงที่ (stationary phase) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีความสูงมากที่สุดในทุกสัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 62.80 เซนติเมตร เพิ่มจากหญ้าแฝกที่เริ่มปลูกในการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกมีค่าความสูง 68.80 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากระยะ 8 สัปดาห์ แต่ในสัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 82.80 เซนติเมตร ซึ่งในระยะนี้ หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอยู่ในระยะ log phase และในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกมีความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 107.40 เซนติเมตร (เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 12 ถึง 24.60 เซนติเมตร) เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว (16 สัปดาห์) หญ้าแฝกมีความสูง (123.00 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 14 เพียง 15.60 เซนติเมตร ระยะนี้หญ้าแฝกมีการออกดอกอยู่ในระยะ stationary phase และเจริญอยู่ได้ระยะหนึ่ง ก่อนเข้าสู่ระยะเสื่อมชรา เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบสิ้นสุด (determinative growth) (สมบุญ, 2548) ส่วนหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ มีลักษณะการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แต่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยกว่าแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย โดยในสัปดาห์ที่ 16 ความสูงของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 94.60, 89.60 และ 88.40 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับปิยวรรณ (2546) ที่ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งชุมชนกรมชลประทาน พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียที่เจริญเติบโตในน้ำเสียชุมชนระยะเวลา 4 เดือนมีค่าความสูงเท่ากับ 152.00 เซนติเมตร มากกว่าแหล่งพันธุ์มอนโต (89.80 เซนติเมตร) แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (115.00 เซนติเมตร) และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (76.60 เซนติเมตร) เกษม และคณะ (2546) ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบหญ้ากรองในการบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา พบว่า ในเดือนที่ 3 ของการปลูก หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีความสูงเท่ากับ 117 เซนติเมตร

ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีความสูงเท่ากับ 94 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียเป็นแหล่งพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย

รากของหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ มีความยาวรากสั้นกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในดิน และรากมีสีดำ ในแต่ละสัปดาห์หญ้าแฝกจะมีอัตราการเพิ่มความยาวรากน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวรากในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 มีค่าเท่ากับ 5.05, 6.45, 7.20, 8.40 และ 9.30 เซนติเมตร ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีรากเจริญเติบโตได้ดี ในสัปดาห์ที่ 16 มีค่าเท่ากับ 10.20 เซนติเมตร เช่นเดียวกับฐิติณัฏฐ์ (2549) ทดลองปลูกหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ในน้ำเสียชุมชนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ให้ค่าเฉลี่ยความยาวของรากสูงสุด มีค่าเพียง 10.20 เซนติเมตร มงคลและคณะ (2549) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียในหนองน้ำเสียชุมชน จังหวัดขอนแก่น โดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ปลูกใส่ทุ่นลอยน้ำ พบว่า รากหญ้าแฝกที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือน มีค่าเฉลี่ยความยาวราก เท่ากับ 24, 22 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความยาวรากสั้นกว่าที่ปลูกในดินโดยทั่วไป เนื่องจากรากของหญ้าแฝกถูกปลาและสัตว์น้ำอื่นกัดกิน นอกจากนี้ รากหญ้าแฝกที่อยู่ในน้ำนานๆ อาจเน่าหรือย่อยสลายได้ง่าย โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย กรมพัฒนาที่ดิน (2548) รายงานว่า หญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในดินอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากที่หยั่งลึกยาวกว่า 1 เมตร ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และความสมบูรณ์ของพืช สภาพธรรมชาติดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำได้ดีหญ้าแฝกจะให้รากยาวที่สุด ในสภาพน้ำท่วมขังหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ แต่การเจริญของรากและต้นอ่อนจะลดลง ในสภาวะนี้รากอ่อนจะมีสีดำ มวลชีวภาพของรากหญ้าแฝกจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำลดลง (Feng *et al.,* 2003)

หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ให้ค่าจำนวนหน่อต่อกอมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยสัปดาห์ที่ 16 มีค่าเท่ากับ 11.20 หน่อต่อกอ และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียให้ค่าจำนวนหน่อ เท่ากับ 10.00 หน่อต่อกอ ปิยวรรณ (2546) ใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์มอนโต แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีบำบัดน้ำทิ้งชุมชนกรมชลประทาน พบว่า เดือนที่ 4 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ให้ค่าจำนวนหน่อสูงสุด เท่ากับ 9.80 หน่อต่อกอ ในขณะที่แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าเท่ากับ 5.80 หน่อต่อกอ การที่จำนวนหน่อต่อกอของหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีค่าสูงกว่าที่ปลูกในน้ำเสียชุมชนกรมชลประทาน เนื่องจากหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีค่า

ไนโตรเจน (7.28-9.52 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัส (0.7542-1.2655 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าในน้ำทิ้งชุมชน (ไนโตรเจน 2.714-4.457 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัส 0.684-1.570 มิลลิกรัมต่อลิตร) จึงมีการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้มากกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำเสียชุมชนกรมชลประทาน ส่งผลให้มีการแตกหน่อมาก สอดคล้องกับมงคล และคณะ (2539) รายงานว่า เมื่อหญ้าแฝกได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่สูงจะเป็นการส่งเสริมให้มีการแตกหน่อมาก

หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถเจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ได้ดี โดยในสัปดาห์ที่ 16 มีค่าน้ำหนักต้น (23.33 กรัมต่อกอ) น้ำหนักราก (14.27 กรัมต่อกอ) และน้ำหนักมวลชีวภาพ (37.60 กรัมต่อกอ) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับฐิติณัฏฐ์ (2549) ทดลองปลูกหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ในน้ำเสียชุมชนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีน้ำหนักต้น และน้ำหนักมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 19.99 และ 27.95 กรัมต่อกอ ตามลำดับ แต่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีค่าน้ำหนักรากสูงสุด เท่ากับ 8.28 กรัมต่อกอ หญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ มีค่าน้ำหนักต้น น้ำหนักราก และน้ำหนักมวลชีวภาพสูงกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งชุมชน เพราะในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีปริมาณฟอสฟอรัส (0.7542-1.2655 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าปริมาณฟอสฟอรัส (0.388-0.684 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำทิ้งชุมชน ส่วนปริมาณไนโตรเจนของน้ำทิ้งฟาร์มไก่ (7.28-9.52 มิลลิกรัมต่อลิตร) และในน้ำทิ้งชุมชน (7.10-10.71 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าใกล้เคียงกัน จึงทำให้หญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีการเจริญเติบโตได้ดี

หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ อายุ 16 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนทั้งในต้น และในรากมากกว่าหญ้าแฝกที่มีอายุ 12 สัปดาห์ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้น (1.169 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าในราก (1.071 เปอร์เซ็นต์) เท่ากับ 0.098 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนในต้น (237.86 มิลลิกรัมต่อกอ) มากกว่าในราก (139.35 มิลลิกรัมต่อกอ) เท่ากับ 98.51 มิลลิกรัมต่อกอ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดี จึงมีการเคลื่อนย้ายจากรากไปสู่ส่วนต้น ธาตุอาหารที่พืชดูดได้ทางราก จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายไปสู่ต้น และใบ นำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อสร้างสารประกอบที่จำเป็นแก่การเจริญเติบโต พืชต้องการไนโตรเจนในการเจริญของส่วนต้นและใบสูง (ยงยุทธ, 2546) ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิก คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ ของพืช พืชจึงต้องดูดไนโตรเจนไปใช้ในกระบวนการดังกล่าว (สมบุญ,

2548) โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียที่มีอายุ 16 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนในต้น (1.195 เปอร์เซ็นต์ และ 278.99 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) และในราก (1.101 เปอร์เซ็นต์ และ 157.44 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์สำคัญ เช่น นิวคลิโอโปรตีน กรดไฟติก ฟอสฟอลิปิด และโคเอนไซม์ มีบทบาทอย่างมากในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะองค์ประกอบของ ATP ADP และ NADP (สมบุญ, 2548) หญ้าแฝกอายุ 12 และ 16 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในส่วนรากมากกว่าในต้น เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก (ยงยุทธ, 2546) จึงมีการเก็บสะสมในรากมากกว่าในต้น หญ้าแฝกสัปดาห์ที่ 16 จะมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าสัปดาห์ที่ 12 เมื่อหญ้าแฝกอายุ 16 สัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งในต้น (0.305 เปอร์เซ็นต์) และในราก (0.318 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ส่วนแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีปริมาณฟอสฟอรัสในต้น (69.63 มิลลิกรัมต่อกอ) และในราก (44.22 มิลลิกรัมต่อกอ) มากกว่าหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ ทั้งนี้ เพราะหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้น และน้ำหนักรากมากกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น จึงส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ฐิติณัฏฐ์ (2549) ปลูกหญ้าแฝกในน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีเปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนในต้น (1.237 เปอร์เซ็นต์ และ 23.027 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) มากกว่าแหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ส่วนเปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนในราก พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่ามากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (1.323 เปอร์เซ็นต์ และ 11.242 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้น และในรากสูงสุด (0.274 และ 0.358 เปอร์เซ็นต์ 5.019 และ 2.983 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ) Boonsong and Chansiri (2007) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนในลักษณะแพลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีปริมาณไนโตรเจนในต้น (1.785-8.400 มิลลิกรัมต่อกอ) ต่ำกว่าในราก (2.240-10.045 มิลลิกรัมต่อกอ) และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีค่าสูง เท่ากับ 1.217-2.422 มิลลิกรัมต่อกอ และในราก เท่ากับ 1.088-2.906 มิลลิกรัมต่อกอ Truong *et al.* (2003) รายงานว่า หญ้าแฝกสามารถดูดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากดินในอัตราไนโตรเจน 6,000 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี และฟอสฟอรัส 250 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี หญ้าแฝกต้องการฟอสฟอรัสน้อยกว่าไนโตรเจน Njau and Mlay (2003) รายงานว่า การใช้พืชในการบำบัดน้ำเสีย พืชจะดูดซับธาตุอาหารไว้ในส่วนต่างๆ ซึ่งการดูดซับธาตุอาหารจะสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช Danh *et al.* (2007) ใช้หญ้าแฝกอายุ 5

เดือน และ 7 เดือน บำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ในประเทศเวียดนาม พบว่า หญ้าแฝกที่มีอายุมากสามารถลดค่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้สูงกว่าหญ้าแฝกที่มีอายุน้อย เนื่องจากหญ้าแฝกที่อายุมากจะมีระบบรากที่แข็งแรง และมีพื้นที่ผิวของรากเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการดูดธาตุอาหารได้เพิ่มมากขึ้น การที่หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ได้ เนื่องจากหญ้าแฝกดูดธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโต ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิก คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ ของพืช ส่วนฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์สำคัญ เช่น นิวคลิโอโปรตีน กรดไฟติก ฟอสฟอลิปิด และโคเอนไซม์ มีบทบาทอย่างมากในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะองค์ประกอบของ ATP ADP และ NADP (สมบุญ, 2548) มงคล และคณะ (2549) รายงานว่า หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำเสีย ถึงแม้ว่ารากจะถูกแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลามากกว่า 1 ปี แต่ควรมีการตัดแต่งไม่ให้มีการออกดอก เพราะเมื่อมีการออกดอกจะส่งผลให้การแตกกอ และการสร้างใบชะงัก หรือหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้หญ้าแฝกโทรมได้ในที่สุด อรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกลุ่ม ที่ปลูกในคลองระบายน้ำทิ้ง เขตเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ภายหลังการบำบัดน้ำเสีย หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความยาวราก จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนักต้นสด เพิ่มขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกสามารถดูดซับธาตุต่างๆ ในน้ำทิ้งไปใช้ในการเจริญเติบโต

หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุได้หลายปี มีการแตกหน่อจากส่วนลำต้นใต้ดิน และรวมเป็นกอ เบียดกันแน่น ใบไม่แผ่ขยายด้านข้าง ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อได้ตลอดปี ส่วนใหญ่ไม่สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ทำให้ควบคุมการกระจายพันธุ์ได้ ใบมีลักษณะยาว ตัดและแตกใหม่ง่าย ระบบรากยาวสานกันแน่น อีกทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หลายชนิด ปรับตัวต่อสภาพต่าง ๆ ได้ดี ทนทานต่อโรคพืชทั่วไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) มงคล และคณะ (2544) รายงานว่าระดับน้ำที่มีความลึก 15 เซนติเมตร ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม ในขณะที่หญ้าแฝกดอนไม่สามารถทนต่อสภาพน้ำขังได้ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 เป็นต้นไป ใบจะมีสีเหลืองแล้วตายในที่สุด นอกจากนี้หญ้าแฝกลุ่มยังเป็นทั้งพืชทนแล้งและพืชชอบน้ำ เนื่องจากสามารถทนต่อสภาวะแห้งแล้งรุนแรงและสภาพน้ำท่วมขังได้เป็นเวลายาวนาน (Njau and Mlay, 2003) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำหญ้าแฝกลุ่ม 4 แหล่งพันธุ์มาทดลองปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ที่ใช้ในการทดลอง เป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบไบโอแก๊ส จากนั้นจะเข้าสู่บ่อเติมอากาศโดยมีเครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (surface aerator) แล้วปล่อยให้ไหลล้นออกสู่คลองระบายน้ำภายนอกฟาร์ม จึงเป็นการลดค่ามลสารที่มีอยู่ในน้ำลงส่วนหนึ่ง น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ตลอดระยะเวลาการทดลอง (8-16 สัปดาห์) มีค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.1-28.9 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดมีค่าอยู่ในช่วง 7.10-8.90 หลังจากผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกค่าความเป็นกรด-ด่างมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 6.80-8.80 กรรณิการ์ (2544) รายงานว่าน้ำผิวดินมักมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 น้ำในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงได้ถึง 9.0 หรือมากกว่า ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโต เมื่อสาหร่ายสังเคราะห์แสงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมากขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในน้ำ

ของแข็งละลายน้ำ ได้แก่ เกลือ อนินทรียสาร หรืออินทรียสาร ที่ละลายในน้ำได้ ส่วนค่าความนำไฟฟ้า คือ ความสามารถของสารละลายในการนำกระแสไฟฟ้า ค่าความนำไฟฟ้านี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้น ค่าความนำไฟฟ้าจึงสัมพันธ์กับค่าของแข็งละลายน้ำ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีความสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า และความขุ่นสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 28.07, 29.36 และ 44.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพลดค่าของแข็งแขวนลอยได้สูง (51.79 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าแฝกอีก 3 แหล่งพันธุ์ เช่นเดียวกับ ฐิติณัฏฐ์ (2549) ปลูกหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย ในน้ำเสียชุมชนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า และความขุ่น มีค่าเท่ากับ 35.10, 35.34 และ 84.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอย สูงสุด เท่ากับ 78.33 เปอร์เซ็นต์ ปิยวรรณ (2546) ใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย แหล่งพันธุ์มอนโต แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีบำบัดน้ำทิ้งชุมชนกรมชลประทาน พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำมีค่าสูงสุด เท่ากับ 36.68 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าความนำไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงสุด เท่ากับ 24.24 เปอร์เซ็นต์ ภัทรา (2548) เปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ด้วยหญ้าแฝก และผักบุ้ง โดยใช้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ที่อัตราการไหล 0.00125 ลูกบาศก์เมตรต่อเมตร-ชั่วโมง พบว่า แปลงผักบุ้งมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 94.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยของแปลงหญ้าแฝก เท่ากับ 90.98 เปอร์เซ็นต์ การที่หญ้าแฝก

สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำ ความนำไฟฟ้า ความขุ่น และของแข็งแขวนลอย เนื่องจากความหนาแน่นของหญ้าแฝกที่กีดขวางทางไหลของน้ำ ส่งผลให้น้ำไหลช้าลง ก่อให้เกิดการตกตะกอนของมลสารในน้ำ อีกทั้งการดูดมลสารต่างๆ ไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้ค่าเหล่านี้ลดลงได้ Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) รายงานว่า ระบบบำบัดแบบพืชน้ำจะมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และสารอินทรีย์ขึ้นอยู่กับสาหร่ายที่อยู่ในระบบ และความเข้มข้นของน้ำเสีย ดังนั้น การปลูกพืชเหนือน้ำจะเป็นการป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายมีปริมาณลดลง และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและสารอินทรีย์ลดลงด้วย

เมื่อหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น จะทำให้มีความสามารถในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำได้มากขึ้น หญ้าแฝกจะลำเลียงออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และบรรยากาศส่งผ่านไปยังราก ทำให้เกิดออกซิเดชั่นโดยรอบชั้นรากพืช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจึงเพิ่มขึ้น (อรุณ, 2549) จากการทดลองหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย อายุ 12 สัปดาห์ จะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้สูงสุด (24.96 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับ ปิยวรรณ (2546) ศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งชุมชน กรมชลประทาน รายงานว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้สูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 58.33 การเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำ เกิดจากการส่งผ่านออกซิเจนมายังระบบรากของหญ้าแฝก ซึ่งหญ้าแฝกจะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างอิสระกับอากาศผ่านทางใบ และลำต้น ทำให้ออกซิเจนเหนือน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น และส่งผ่านมายังระบบราก (Boonsong and Chansiri, 2007) อรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม ที่ปลูกในคลองระบายน้ำทิ้ง เขตเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.5 เป็น 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากรากหญ้าแฝกมีการปลดปล่อยออกซิเจนลงไปในน้ำ เช่นเดียวกับค่าบีโอดีภายหลังการบำบัด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 58.58 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีการเจริญเติบโตสูงกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น จึงทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง ส่งผลให้มีการส่งออกซิเจนมายังรากสูงตามไปด้วย เมื่อมีออกซิเจนสูงจะเป็นการเพิ่มจำนวน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ สอดคล้องกับ เกษม และคณะ (2546) นำหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และแหล่งพันธุ์ศรีลังกาบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบุรี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียสามารถลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.5 Liao *et al*. (2003) ใช้หญ้าแฝก และกกเหลี่ยมบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู พบว่า หญ้าแฝก และกกเหลี่ยมสามารถลดค่าบีโอดี 68.66 และ 76.06

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Boonsong and Chansiri (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปลูกหญ้าแฝกโดยใช้แท่นลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี เท่ากับ 90.54-91.46 เปอร์เซ็นต์ Scavo *et al*. (2007) ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำอัดลม (Pepsicola) โดยใช้ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย และอัตราการไหลของน้ำเสียแตกต่างกัน พบว่า ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย 20 วัน และอัตราการไหล 30 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี และซีโอดี สูงสุด 96.86 และ 98.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย 15 วัน และอัตราการไหลของน้ำเสีย 40 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด และค่าของแข็งทั้งหมดได้สูงสุด 62.05 และ 78.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย 5 วัน และอัตราการไหลของน้ำเสีย 120 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยได้สูงสุด 87.50 เปอร์เซ็นต์ การที่หญ้าแฝกสามารถบำบัดน้ำเสียได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับรากพืช และส่วนของพืชที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะนำออกซิเจนไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในขณะที่ออกซิเจนจากอากาศจะถูกพืชน้ำดูดซับ และแพร่ออกในบริเวณรอบๆ รากพืช (rhizosphere) จะก่อให้เกิดสภาวะออกซิเดชั่น ทำให้เพิ่มจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในการลดค่าสารอินทรีย์ละลาย และสารอินทรีย์แขวนลอยในน้ำเสียให้ลดลง (Hammer and Bastian, 1989) และเมื่อความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนสูงขึ้นอีกด้วย (Boonsong and Chansiri, 2007) หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากยาวเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ที่ดี ซึ่งเป็นการเพิ่มการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ค่าบีโอดีลดลงได้ (Njau and Mlay, 2003)

น้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ก่อนการบำบัดมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.8571-1.2655 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 7.28-9.52 มิลลิกรัมต่อ ถ้าปริมาณของฟอสฟอรัสเกินกว่า 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนโตรเจนเกินกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ แต่ถ้ามีมากเกินไปก็จะเกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำเนื่องจากมีสารอาหารมากเกินไป (ศิริเพ็ญ, 2543) ภายหลังการบำบัดหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนเทรต และไนโตรเจนทั้งหมด ได้ดีกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.14, 42.61 และ 42.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ได้สูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.71 เปอร์เซ็นต์ Kong *et al*. (2003) ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมู โดยปลูกหญ้าแฝกบนแพไม้ไผ่ลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝก

มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียสูงมาก ซึ่งสามารถลดค่าไนโตรเจนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 59-85 เปอร์เซ็นต์ การปลูกหญ้าแฝกร่วมกับต้นกก เพื่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร พบว่า หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าแอมโมเนีย (19.89 เปอร์เซ็นต์) และฟอสฟอรัส (26.92 เปอร์เซ็นต์) ได้สูงกว่าต้นกก (Liao *et al.*, 2003) Wantawin *et al*. (2007) ปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีแบบแพลอยน้ำบำบัดน้ำเสียจากชุมชนในคลอง กรุงเทพฯ อัตราการไหลของน้ำเสีย 20 ลิตรต่อนาที หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้เท่ากับ 6,711 และ 850 กิโลกรัมต่อแฮกแตร์ต่อปี การปลูกหญ้าแฝกในลักษณะแพลอยน้ำบำบัดน้ำทิ้งชุมชน กรมชลประทาน พบว่า หญ้าแฝกมีความสามารถในการลดมลสารที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 77.89 และไนไทรต์ได้สูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 99.97 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรตได้สูงสุด เท่ากับร้อยละ 77.55 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์มอนโตมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 46.18 (ปิยวรรณ, 2546) ภัทรา (2548) เปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ด้วยหญ้าแฝก และผักบุ้ง โดยใช้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ที่อัตราการไหล 0.00125 ลูกบาศก์เมตรต่อเมตร-ชั่วโมง พบว่า แปลงที่ใช้ผักบุ้ง สามารถลดค่าบีโอดีได้ 93.7 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 90.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงหญ้าแฝก สามารถลดค่าบีโอดีได้ 97.76 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 81.74 เปอร์เซ็นต์ Danh *et al.* (2006) ใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ในประเทศเวียดนาม หญ้าแฝกที่นำมาใช้ในการทดลองจะอยู่ในระยะ 5 เดือน และ 7 เดือน พบว่า หญ้าแฝกระยะ 5 เดือน หลังจากบำบัดน้ำเสียโดยใช้เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 25, 63 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 30, 72 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกอายุ 7 เดือน หลังจากบำบัดน้ำเสียโดยใช้เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 88 และ 91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 80 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่หญ้าแฝกสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไนเทรต ไนไทรต์ และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ เนื่องจากหญ้าแฝกจะมีการดูดซับสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีในน้ำทิ้งในการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มมวลชีวภาพ ซึ่งไนโตรเจนในน้ำที่อยู่ในรูปแอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไนเทรต (NO^-_3) โดย nitrifying bacteria ในสภาพที่มีออกซิเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) และไนโตรเจนในรูปไนเทรตจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน โดยแบคทีเรียชนิด denitrifying bacteria ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification) ซึ่งไนเทรตที่เกิดขึ้น รากพืชสามารถนำไปใช้ได้ในการเจริญเติบโต

ได้ ส่วนก๊าซไนโตรเจนจะระเหยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ (เปี่ยมศักดิ์, 2543) ส่วนการลดค่าฟอสฟอรัสในระบบเกิดจากกระบวนการดูดซับของพืช และตกตะกอนในดิน กระบวนการดูดธาตุอาหารของพืช พืชจะมีการดูดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารประกอบต่างๆ จากน้ำเสีย และการระเหยซึ่งเป็นกลไกที่จะลดธาตุอาหารในระบบบำบัด (Kanabkaew and Puetpaiboon, 2004) เมื่อพืชตายลงก็จะเกิดการย่อยสลายซากพืช และปลดปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสู่น้ำ ในกรณีนี้ไนโตรเจนในรูปไนเทรต อาจถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนในกระบวนดีไนตริฟิเคชั่นได้ (Njau and Mlay, 2003) การปลดปล่อยออกซิเจนจากรากจะช่วยกระตุ้นจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ และกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียไนตริไฟอิ้ง ส่วนฟอสฟอรัสในน้ำเสียจะลดลงด้วยกระบวนการตกตะกอน การดูดซึม และกระบวนการแลกเปลี่ยนระหว่างดิน และชั้นน้ำ (Boonsong and Chansiri, 2007)

หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กอยู่ในช่วง 30.95-67.27 เปอร์เซ็นต์ โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าเหล็กได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์อื่น (67.27 เปอร์เซ็นต์) เหล็กเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นองค์ประกอบของฮีม (heme) นอนฮีม (nonheme) เอนไซม์ และตัวพา (carrier) หลายชนิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ และยังช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์อีกด้วย (สมบุญ, 2548) หญ้าแฝกสามารถดูดธาตุเหล็กที่ละลายได้ในน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโต ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ในน้ำเสีย สามารถดูดเหล็กไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เช่นกัน นอกจากนี้ ถ้าในน้ำมีสภาวะเป็นด่างเล็กน้อย (pH 8.0-9.0) และมีออกซิเจนสูงกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เหล็กในน้ำจะอยู่ในรูป ferric hydroxide ทำให้ตกตะกอนลงสู่พื้นก้นแหล่งน้ำ และเหล็กยังสามารถรวมตัวกับฟอสเฟตในน้ำ โดยถ้ามีออกซิเจนก็จะอยู่ในรูป ferric phosphate แล้วก็ตกตะกอนเช่นกัน (เปี่ยมศักดิ์, 2543) จึงทำให้ค่าเหล็กที่ละลายได้ในน้ำมีค่าลดลง ฐิติณัฏฐ์ (2549) พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าเหล็ก เท่ากับ 80.51 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำเสียชุมชนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (primary productivity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะขึ้นกับปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในน้ำ และปัจจัยอื่นๆ โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์จะมีค่าผันแปรตามความหนาแน่นของสาหร่าย องค์ประกอบ และมวลชีวภาพของสาหร่าย (ศิริเพ็ญ, 2543) จากการศึกษา พบว่า ในระยะแรกของ

การทดลอง ในน้ำทิ้งสัปดาห์ที่ 8 มีค่าคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 3.8451 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งภายในแปลงปลูกหญ้าแฝกมีสีเขียวเข้ม แสดงให้เห็นว่าในน้ำมีสาหร่ายเจริญเติบโตอยู่มาก เนื่องจากน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่มีค่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัสอยู่สูง นคร (2544) รายงานว่า การใส่มูลไก่ 236.83 กรัมต่อวัน ส่งผลให้น้ำมีสีเขียวเข้มและมีตะกอนลอยของสาหร่ายเกิดขึ้นที่ผิวน้ำ เมื่อตะกอนลอยของสาหร่ายลดลง น้ำจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หลังจากที่หญ้าแฝกมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ก็จะพบว่า ในสัปดาห์ที่ 10, 12 และ 14 ลักษณะของน้ำจะใสขึ้น สีเขียวลดลง ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกเริ่มมีการออกดอกเข้าสู่ระยะเสื่อมชรา ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง น้ำจึงมีลักษณะสีคล้ำ และขุ่น โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี เป็นแหล่งพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าสูงสุดเท่ากับ 47.60 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 การที่หญ้าแฝกสามารถลดค่าคลอโรฟิลล์ได้เนื่องมาจากหญ้าแฝกจะมีการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตของสาหร่ายมีค่าลดลง และการที่หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทำให้พื้นที่แสงที่จะส่องลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณลดลง และการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลงอีกด้วย ซึ่ง Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) รายงานว่า การปลูกพืชเหนือน้ำจะเป็นการป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายมีปริมาณลดลง ดังนั้น คลอโรฟิลล์ในน้ำมีค่าลดลงด้วย

หญ้าแฝกที่มีการปลูกแบบแพลอยน้ำ (Hydroponics) สามารถเจริญเติบโต และบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ได้ดี แม้ว่าจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการปลูกในดิน โดยหญ้าแฝกที่มีอายุ 12 สัปดาห์ จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้สูงกว่าสัปดาห์อื่น เนื่องจากระยะนี้หญ้าแฝกอยู่ในระยะที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการดูดธาตุอาหารเพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโตได้สูง เมื่อหญ้าแฝกอายุมากขึ้น ในสัปดาห์ที่ 16 จะมีการออกดอก หลังจากนั้น หญ้าแฝกเข้าสู่ระยะเสื่อมชรา จึงทำให้ความต้องการธาตุอาหารลดลง ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมีแนวโน้มลดลงด้วย หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำเสีย ถึงแม้ว่ารากจะถูกแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลานาน มงคล และคณะ (2549) เสนอว่าควรมีการตัดแต่งไม่ให้มีการออกดอก เพราะเมื่อมีการออกดอกจะส่งผลให้การแตกกอ และการสร้างใบชะงัก หรือหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้หญ้าแฝกโทรมได้ในที่สุด ส่วนระยะทางการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ระยะทางที่ 18 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่สูงสุดในการทดลอง เนื่องจาก เมื่อน้ำไหลผ่านแปลงหญ้าแฝก หญ้าแฝกจะดูดมลสารต่างๆ ในน้ำ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และแปลงหญ้าแฝกจะช่วยชะลอการไหลของน้ำ ส่งผลให้น้ำไหลช้าลงเกิด

การตกตะกอนของมลสารในน้ำ ดังนั้น เมื่อระยะทางการบำบัดไกลขึ้น จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับมงคล (2549) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียในหนองน้ำเสียชุมชนจังหวัดขอนแก่นโดยใช้หญ้าแฝกใส่แพลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำเสีย โดยลดค่าบีโอดีและเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เมื่อระยะทางที่น้ำเสียไหลผ่านพื้นที่ปลูกหญ้าแฝกไกลขึ้น การเลือกใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการปลูกแบบแพลอยน้ำก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งวิธีนี้มีราคาถูก และไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมระบบ Njau and Mlay (2003) เสนอว่าระบบหญ้าแฝกเป็นระบบที่มีราคาถูก และมีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ควบคุมมลพิษและเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่ธรรมชาติ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การทดลองการใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียปลูกในลักษณะแพลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า

1. หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีการเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวราก น้ำหนักต้น น้ำหนักราก และน้ำหนักมวลชีวภาพมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 123.00 และ 10.20 เซนติเมตร และ 23.33, 14.27 และ 37.60 กรัมต่อกอ ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด เท่ากับ 11.20 หน่อต่อกอ

2. การดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝก อายุ 12 สัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นสูงสุดเท่ากันมีค่า 0.877 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มีค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในราก (0.765 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนในต้น (110.70 มิลลิกรัมต่อกอ) และในราก (48.36 มิลลิกรัมต่อกอ) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ส่วนหญ้าแฝกอายุ 16 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้นและในรากสูงสุด เท่ากับ 1.195 และ 1.101 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 278.99 และ 157.44 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ

หญ้าแฝกอายุ 12 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีให้ค่าเปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นสูงสุด เท่ากับ 0.183 เปอร์เซ็นต์ และ 22.95 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ ส่วนในรากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าเปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เท่ากับ 0.293 เปอร์เซ็นต์ และ 18.55 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ หญ้าแฝกอายุ 16 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้น และในรากสูงสุด เท่ากับ 0.305 และ 0.318 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีค่าปริมาณฟอสฟอรัสในต้น และในรากสูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 69.63 และ 44.22 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ

3. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้ง หญ้าแฝกจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 และระยะทางในการบำบัดที่ดีที่สุด คือ ระยะทางที่ 18 เมตร

3.1 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สัปดาห์ที่ 10 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า และความขุ่น ได้สูง เท่ากับ 29.36 และ 44.89 เปอร์เซ็นต์ และในสัปดาห์ที่ 12 มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ ไนเทรต ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เท่ากับ 28.07, 42.61, 42.65, และ 49.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.2 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สัปดาห์ที่ 12 มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอย ไนไทรต์ และคลอโรฟิลล์ได้สูงสุด เท่ากับ 51.79, 38.71 และ 47.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 14 มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เท่ากับ 67.27 เปอร์เซ็นต์

3.3 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สัปดาห์ที่ 12 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ และลดค่าบีโอดีได้มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เท่ากับ 24.96 และ 58.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ สามารถบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ได้ดี การนำวิธีการบำบัดนี้ไปประยุกต์ใช้กับน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ควรเลือกใช้แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และแหล่งพันธุ์สงขลา 3

2. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หญ้าแฝกปลูกในลักษณะแพลอยน้ำ สามารถลดค่ามลสารต่างๆ ในน้ำทิ้งได้เป็นอย่างดี ในกรณีที่น้ำทิ้งมีค่ามลสารสูง อาจมีการปรับระยะทางการบำบัด และจำนวนหญ้าแฝกให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดดียิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2537. **แนวทางควบคุมปัญหาน้ำเสียสำหรับองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 110 น.

_____. 2548 ก. มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน. **มาตรฐานคุณภาพน้ำ**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s5, 6 มีนาคม 2550.

_____. 2548 ข. มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร**. มาตรฐานคุณภาพน้ำ**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s6, 6 มีนาคม 2550.

กรมปศุสัตว์. 2550. **มูลค่าสะสมการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์.** แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/doc/imex49tt.htlm, 27 เมษายน 2550.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2536. **คู่มือการดำเนินงานและฝึกอบรมการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. กองแผนที่และการพิมพ์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ. 111 น.

_____. 2541. **ความรู้เรื่องหญ้าแฝก**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ. 115 น.

_____. 2547. **สรุปผลการดำเนินงาน การปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ฟื้นฟูทรัพยากรดินและสภาพสิ่งแวดล้อม**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ. 46 น.

_____. 2548. **คู่มือ เรื่อง การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการพัฒนาที่ดิน**. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการจัดการที่ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ. 110 น.

กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2545. **ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 442 น.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2544. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 370 น.

เกษม จันทร์แก้ว และณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2542. การวิเคราะห์หาระยะทางการระบายน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบหญ้ากรอง, น. 25-1 – 25-10. *ใน* **เอกสารสัมมนาวิชาการ เรื่องเทคโนโลยีการกำจัดขยะแบบประหยัดและการบำบัดน้ำเสียด้วยพืช โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

———— , สุชาดา ศรีเพ็ญ, สิรภพ เทพพิทักษ์ และสมศักดิ์ เจริญวัย. 2546. การใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียในระบบหญ้ากรองน้ำเสีย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. **วารสารสิ่งแวดล้อม มก.** 2 (2546): 32-43.

ฐิติณัฏฐ์ ศักรานุกิจ. 2549. **การใช้หญ้าแฝก *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash. บำบัดน้ำเสียชุมชนภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดุษลักษณ์ ฐิติวร, ธเรศ ศรีสถิต และเตือนใจ โก้สกุล. 2544. ประสิทธิภาพการกำจัดสารหนูในดินด้วยหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานีและกลุ่มพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์, น. ENV-1 – ENV-6. *ใน* **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นคร ศิริฐานนท์. 2544. **แบบจำลองของคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาด้วยมูลไก่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ประวรดา โภชนจันทร์. 2543. **การเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัสในดินจากการบำบัดน้ำเสียในระบบกรองน้ำเสียด้วยหญ้าของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยวรรณ โภชนพันธ์. 2546. **ประสิทธิภาพการใช้แฝกบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2543. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. พิมพ์ครั้งที่ 8. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ ฯ. 318 น.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2539. **อนามัยสิ่งแวดล้อม.** หจก. เอ็นเอสแอล พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ. 545 น.

พิจิตรา ชโยปถัมภ์. 2544. **การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ฟาร์มเลี้ยงไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ. ม.ป.ป. **ฟาร์มเลี้ยงไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

ภัทรา วงษ์พันธ์กมล. 2548. **ระบบบำบัดน้ำเสียบึงประดิษฐ์ด้วยหญ้าแฝกและผักบุ้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

มงคล ต๊ะอุ่น. 2549. หญ้าแฝก: บทบาทต่อการจัดการสิ่งแวดล้อม, น. 69-70. *ใน* **รายงานผลการประชุมสัมมนา เรื่องการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ครั้งที่ 5**. ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์, กรุงเทพฯ.

_____ , พัชรี ธีรจินดาขจร และสุทธิพงศ์ เปรื่องค้า. 2544. การจัดการน้ำเสียโดยการประยุกต์ใช้ศักยภาพของหญ้าแฝก. **วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม** 23 (2): 1-10.

มงคล ต๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, พัชรี ธีรจินดาขจร และวันเพ็ญ วิโรจน์กูฎ. 2549. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของหนองน้ำเสียชุมชน. **แก่นเกษตร** 34 (4): 267-273.

_____ , _____ และสุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2539. **การศึกษาการดูดซับแร่ธาตุอาหารและความต้องการธาตุอาหารของหญ้าแฝก**. ภาคปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 87 น.

มนพ รุ่งสุข. 2538. **การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash ที่รดด้วยน้ำทิ้งจากชุมชน จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2550. น้ำเสีย. **การบำบัดน้ำเสีย**. แหล่งที่มา: http://www.sut.ac.th/e-texts/Medicine/behs/lesson8/lesson8-1.html, 14 มีนาคม 2550.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 น.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2534. **การเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงไก่ เป็ด และสุกร**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 54 น.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 125 น.

สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2549. **ปัญหามลภาวะในฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการบำบัด**. Thailand Energy and Environment Network Chiang Mai University. แหล่งที่มา: http://teenet.chiangmai.ac.th/btc/farmpollution05.php#0301, 17 เมษายน 2549.

สถิดา ไกรลาศ และ นริศรา อินทรจันทร์. 2549. มูลไก่ใช้ทำอะไรดี. **Chemical Engineering.** แหล่งที่มา: http://www.eng.mut.ac.th/Chemical/Article_detail.asp?ArticleID=164**,** 17 เมษายน 2549.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ. 252 น.

_____ . 2549. ประสิทธิภาพ การเจริญเติบโต และการปรับตัวของแฝกแหล่งพันธุ์ต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสีย. **เครือข่ายข้อมูลหญ้าแฝกแห่งประเทศไทย**. แหล่งที่มา: http://thvn.rdpb.go.th/files/research/9-No.158.doc, 25 ตุลาคม 2549.

สรรเพชญ อังกิติตระกูล. 2541. **ผลของผักตบชวาต่อประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติการเกษตร**. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548** แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/statistic/yearbook48/, 30 มีนาคม 2550.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2538. **การใช้ดินตะกอนภาคพื้นสมุทรในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียชุมชน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. **พรรณไม้น้ำ**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 233 น.

_____, สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, สมเจตน์ จันทวัฒน์, ธนียา เจตนานุกรกุล. 2539. การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย. น. 1-59 *ใน* **รายงานผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2538**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สุธิดา ชื่นเจริญ. 2544. **การใช้สาหร่าย *Spirulina* บำบัดน้ำทิ้งจากการหมักมูลสุกร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุภาณี พิมพ์สมาน, พูลสุข หฤทัยธนาสันต์, ชุลีมาศ บุญไทย และสุวัฒน์ บุญจันทร์. 2549. คุณสมบัติของหญ้าแฝกในการดูดซับสารพิษ Ability of Vetiver Grass on Trapping Soil Contaminated Pesticide. **เครือข่ายข้อมูลหญ้าแฝกแห่งประเทศไทย.** แหล่งที่มา: http://thvn.rdpb.go.th/files/research/7-No.%2014.doc, 25 ตุลาคม 2549.

เสริมพล รัตนสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2524**. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 317 น.

อรุณ พงษ์กาญจนะ. 2549. ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝก. **ภูมิวารินอนุรักษ์** 21: 18-21.

อรุณี สมมณี และมั่นสิน ตังฑกุลเวศน์. 2524. น้ำและปัญหาน้ำเสียในประเทศไทย. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. 1 (4): 20-27.

Al- Samawi, AA. 2000. The Use of Reed Plants for Waste Water Treatment: The Iraq Experience. **Lufthygiene**. 105: 311-317.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation (APHA, AWWA and WEF). 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association Washington, D.C. 1321 p.

Boonsong, K. and M. Chansiri. 2007. Efficiency of Vetiver Grass Cultivated with Floating Platform Technique in Domestic Wastewater Treatment. **Vetiver Systems: International Vetiver Conference ICV4.** Available Source: http://www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA02.pdf, Feb 3, 2007.

Boyd, C.E. 1970. Vascular aquatic plants for mineral nutrient removal from polluted waters. **Econ. Bot**. 21: 95-103.

Buddhawong, S. 1996. Electron-probe determination of inter element relationship in manganese nodules in Pacific sediments. **Deep-Sea Res**. 14: 117-119.

Chapmam, H.D. and P.F. Pratt. 1978. **Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters**. Division of Agricultural Sciences. University of California. U.S.A. 309 p.

Chen, H., M. Zheng and Shen. 2000. Chemical methods and phytoremedation of soil contaminated with heavy metal. **Chemosphere** 2 (41): 229-234.

Chen, Y., Z. Shen and X. Li. 2004. The Use of Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides*) in the Phytoremediation of Soils Contaminated with Heavy Metals. **CAT.INIST**. Available Source: http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16081183, August 25, 2006.

Danh, L.T., L. Phong, L. Dung and P. Truong. 2007. Wastewater Treatment at a Seafood Processing Factory in the Mekong Delta, Vietnam. **Vetiver Systems: International Vetiver Conference ICV4.** Available Source: http://www.vetiver.org/ICV4pdfs/ BA25.pdf, Feb 3, 2007.

Du, L.V. and Truong, P. 2003. Vetiver grass system for erosion control on severe acid sulfate soil in southern Vietnam, pp. 274-282. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and Water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Feng, P., Z. Chen and Y. Jing. 2003. Research on adaptability of *Vetiveria zizanioides* to flooding, p. 545. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and Water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Gazi, N., H. Rahmani and S. Sternberg. 1999. Biomoval of lead from water using *Lemna minor*. **Bioresource Technology**. 3 (70): 255-230.

Gearheart, R.A., F. Klopp., and G. Allen. 1989. Constructed Free Surface Wetlands to Treat and Receive Wastewater: Pilot Project to Full Scale. 121-137 p. *In* Hammer, D.A. **Constructed Wetland for Wastewater Treatment.** Lewis Publishers, inc. Michigan.

Hammer, D.A. and R.K. Bastian. 1989. Wetland Ecosystem: Natural Water Purifiers. pp. 5-19. *In* Hammer, D.A. 1989. **Constructed Wetland for Wastewater Treatment**. Lewis Publisher, Inc., Michigan.

Hart, B., R. Cody and P. Truong. 2003. Hydroponic vetiver treatment of post septic tang effluent. pp. 121-131. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and Water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Kanabkaew, T. and U. Puetpaiboon. 2004. Aquatic plants for domestic wastewater treatment: Lotus (*Nelumbo nucifera*) and Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) systems**.** **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 26 (5): 749-756.

Kantawanichkul, S. and S. Somprasert. 2005. Using a compact combined constructed wetland system to treat agricultural wastewater with high nitrogen. **Water Science & Technology**. 51 (9): 47-53.

Knox, A., D. Dunn, E. Nelson, W. Spechti and J. Seaman. 2004. Wastewater Treatment and Heavy Metals Removal in the A-01 Constructed Wetland 2003 Report. **Savannah River Site.** Available Source: http://sti.srs.gov/fulltext/tr2004228/tr2004228.pdf, August 22, 2006.

Kong, X., W. Lin, B Wang and F. Luo. 2003. Study on vetiver's purification for wastewater from pig farm, pp. 170-173. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and Water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Lai, H.Y. and Z.S. Chen. 2004. Effects of EDTA on solubility of cadmium, zinc, and lead and their uptake by rainbow pink and vetiver grass. **Chemosphere.** 55 (3): 421-430.

Liao, X., S. Luo, Y. Wu and Z. Wang. 2003. Studies on the abilities of *Vetiveria zizanioides* and *Cyperus alternifolius* for pig farm wastewater treatment**,** pp. 174-181. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and Water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Lu, X., M. Kruatrachue, P. Pokethitiyookb and K. Homyokb. 2004. Removal of cadmium and zinc by water hyacinth, *Eichhornia crassipes***. ScienceAsia.** 30: 93-103. Thailand.

Njau, K.N. and H. Mlay. 2003. Wastewater treatment and other research initiatives with vetiver grass, pp. 231-240. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Nwoko, C.O., P.N. Okeke and N. AC-Chukwuocha. 2004. Preliminary studies on nutrients removal potential of selected aquatic plants. **Discovery and Innovation**. 16 (3): 133-136.

Rotkittikhun, P., R. Chaiyarat, M. Kruatrechue, P. Pokethitiyook and A. Baker. 2007. Effects of Soil Amendment on Growth and Lead Accumulation in Grass *Vetiveria zizanioides* and *Thysanoiaena maxima* Grown in Lead-Contaminated Soil. **Vetiver Systems: International Vetiver Conference ICV4.** Available Source: http://www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA01.pdf, Feb 2, 2007.

Scavo, M., O. Rodriguez and O. Luque. 2007. Study of a Complementary Wastewater Treatment System with Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) Proceeding from a Gaseous Beverages Industry, (Venezuela). **Vetiver Systems: International Vetiver Conference ICV4.** Available Source: http:// www.vetiver.org/ICV4pdfs/ BA17.pdf, Feb 3, 2007.

Simmerfelt, S.T., P.R. Adler, D.M. Glenn and R.N. Kretschmann. 1999. Aquaculture sludge removal and stabilization within created wetlands. **Aquacultural Engineering**. 2 (19): 81-92.

Thares, S. and W. Sengsai. 2003. Chromium Removal Efficiency by *Vetiveria zizanioides* and *V. Nemoralis* for Tannery Post-Treatment Wastewater, pp. 160-169. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Truong, P., S. Wagner, A. Vieritz and C. Smeal. 2003. Response of Vetiver Grass to Extreme Nitrogen and Phosphorus Supply, pp. 100-108. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

_____, and R. Loch. 2004. Vetiver System for Erosion and Sediment Control. **International Soil Conservation Organisation Conference.** Available Source: http://www.vetiver.com/AUS_Sediment.pdf, Feb 2, 2007.

Urbance-Bercic, O. and T. Bulc. 1995. Integreated constructed wetland for small community. **Wat.Sci.Tech**. 32: 41-48.

Wantawin, C., W. Nittaya, I. Udomsak, B. Tavicha and P. Padungsak. 2007. Water Quality Improvement in Canal like Water Body by Hydroponic Vetiver. **Vetiver Systems: International Vetiver Conference ICV4.** Available Source: http://www.vetiver.org/ ICV4pdfs/BA26.pdf, Feb 3, 2007.

Win, D.T., M.M. Than and S. Tue. 2003. Lead removal from industrial waters by water hyacinth. **AU J.T.** 6 (4): 187-192.

Wood, A. and L.C. Hensman. 1989. Research to development Engineering Guidelines for Implementation of Constructed wetlands for Wastewater Treatment in Southern Africa, pp. 581-589. *In* Hammer, D.A. **Constructed Wetland for Wastewater Treatment**. Lewis Publishers, Inc. Michigan.

Xia, H., S. Liu and H. Ao. 2003. A study on purification and uptake of garbage leachate by vetiver grass, pp. 214-224. *In* **The Third International Conference on Vetiver and Exhibition – Vetiver and water**. Guangdong Academy of Agricultureal Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Zheng, C., C. Tu and H. Chen. 1997**.** Preliminary study on purification of eutrophic water with vetiver. pp. 81-84. *In* **Vetiver Research and Development**. China Agricultural Science and Technology Press, Beijing.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความสูงของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	ความสูงต้น (เซนติเมตร) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	53.20 b	63.00 a [2]	71.60 b	80.40 b	94.60 b
สงขลา 3	56.00 b	66.20 a	71.60 b	88.00 b	89.60 b
สุราษฎร์ธานี	60.60 a	64.00 a	70.40 b	87.40 b	88.40 b
อินโดนีเซีย	62.80 a	68.80 a	82.80 a	107.40 a	123.00 a
เฉลี่ย	58.15	65.65	74.10	90.80	98.90
CV (%)	5.0	5.3	4.5	6.2	7.6
F-test	**	ns	**	**	**

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	ความยาวราก (เซนติเมตร) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	4.00 b	6.60 a [2]	7.00 a	7.80 a	9.20 a
สงขลา 3	5.20 a	6.80 a	7.60 a	8.80 a	9.00 a
สุราษฎร์ธานี	4.60 ab	5.80 a	6.80 a	8.20 a	8.80 a
อินโดนีเซีย	6.40 a	6.60 a	7.40 a	8.80 a	10.20 a
เฉลี่ย	5.05	6.45	7.20	8.40	9.30
CV (%)	18.0	17.3	15.2	14.9	15.3
F-test	**	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนหน่อต่อกอของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	จำนวนหน่อ (หน่อต่อกอ) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	3.80 a [2]	4.60 b	8.60 a	9.00 a	10.20 a
สงขลา 3	3.60 a	6.80 a	8.60 a	9.60 a	11.20 a
สุราษฎร์ธานี	4.20 a	5.80 a	8.20 a	8.80 a	10.80 a
อินโดนีเซีย	3.80 a	4.80 ab	8.60 a	8.80 a	10.00 a
เฉลี่ย	3.85	5.50	8.50	9.05	10.55
CV (%)	23.9	20.1	13.3	12.0	13.9
F-test	ns	*	ns	ns	ns

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักต้นของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	น้ำหนักต้น (กรัมต่อกอ) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	4.29 a	7.20 bc	11.67 a [2]	15.09 d	18.48 c
สงขลา 3	4.26 a	7.53 ab	12.22 a	16.02 c	19.09 b
สุราษฎร์ธานี	4.29 a	7.76 a	12.52 a	17.05 b	20.40 a
อินโดนีเซีย	3.68 b	7.01 c	12.60 a	19.07 a	23.33 a
เฉลี่ย	4.13	7.38	12.25 a	16.81	20.32
CV (%)	7.8	4.0	4.4	3.1	4.2
F-test	*	**	ns	**	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักรากของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	น้ำหนักราก (กรัมต่อกอ) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	2.56 a [2]	4.59 a	5.94 a	6.98 b	12.13 b
สงขลา 3	3.16 a	4.89 a	5.91 a	8.15 a	12.42 ab
สุราษฎร์ธานี	2.85 a	4.92 a	5.86 a	8.67 a	13.14 a
อินโดนีเซีย	3.00 a	4.84 a	6.31 a	8.16 a	14.27 a
เฉลี่ย	2.89	4.81	6.01	7.99	12.99
CV (%)	13.3	10.5	7.2	6.7	6.8
F-test	ns	ns	ns	**	**

ตารางผนวกที่ 6 น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

แหล่งพันธุ์	น้ำหนักมวลชีวภาพ (กรัมต่อกอ) [1]				
	สัปดาห์				
	8	10	12	14	16
ศรีลังกา	6.85 a [2]	11.80 a	17.61 a	22.08 d	30.61 c
สงขลา 3	7.42 a	12.42 a	18.13 a	24.18 c	31.51 b
สุราษฎร์ธานี	7.15 a	12.68 a	18.38 a	25.73 b	33.54 a
อินโดนีเซีย	6.68 a	11.85 a	18.91 a	27.23 a	37.60 a
เฉลี่ย	7.03	12.19	18.26	24.80	33.32
CV (%)	7.7	5.4	4.1	2.9	3.5
F-test	ns	ns	ns	**	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน ของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16

แหล่งพันธุ์	สัปดาห์ที่ 12				สัปดาห์ที่ 16			
	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกอ)		เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกอ)	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก
ศรีลังกา	0.877 a [1]	0.737 a [2]	102.28 a	43.75 a	1.139 a	1.008 a	210.17 c	122.39 c
สงขลา 3	0.812 a	0.756 a	99.32 a	44.69 a	1.166 a	1.092 a	222.62 b	135.44 bc
สุราษฎร์ธานี	0.803 a	0.747 a	100.46 a	43.92 a	1.176 a	1.083 a	239.65 ab	142.12 ab
อินโดนีเซีย	0.877 a	0.765 a	110.70 a	48.36 a	1.195 a	1.101 a	278.99 a	157.44 a
C.V.	10.5	8.3	11.9	11.9	4.8	7.1	6.0	10.1
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสของหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และ อินโดนีเซีย ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16

แหล่งพันธุ์	สัปดาห์ที่ 12				สัปดาห์ที่ 16			
	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกอ)		เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกอ)	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก
ศรีลังกา	0.141 c [1]	0.261 a [2]	16.47 b	15.54 a	0.269 c	0.270 a	49.63 c	32.82 c
สงขลา 3	0.172 b	0.257 a	21.06 a	15.08 a	0.274 bc	0.300 a	52.37 c	36.65 bc
สุราษฎร์ธานี	0.183 a	0.248 a	22.95 a	14.55 a	0.305 a	0.318 a	62.14 b	41.77 ab
อินโดนีเซีย	0.161 bc	0.293 a	20.35 a	18.55 a	0.299 ab	0.310 a	69.63 a	44.22 a
C.V.	8.9	16.9	11.3	17.6	6.7	13.1	6.8	10.6
F-test	**	ns	**	ns	*	ns	**	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางผนวกที่ 9 ประสิทธิภาพในการลดค่า TDS, TSS และ EC ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TDS					TSS					EC				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
8	0	8.19	17.80	19.49	20.62	**16.53**	10.81	10.81	20.27	17.57	**14.87**	12.78	14.63	14.77	19.89	**15.52**
	6	12.15	24.86	24.58	21.75	**20.84**	22.97	27.03	29.73	27.03	**26.69**	15.77	18.61	22.44	22.02	**19.71**
	12	11.30	28.53	26.84	18.93	**21.40**	35.14	39.19	36.49	39.19	**37.50**	19.89	25.14	27.56	16.48	**22.27**
	18	21.19	25.99	28.81	21.47	**24.37**	44.59	48.65	50.00	45.95	**47.30**	25.85	30.54	29.97	30.11	**29.12**
	เฉลี่ย	13.21	24.30	24.93	20.69	**20.78**	28.38	31.42	34.12	32.44	**31.59**	18.57	22.23	23.69	22.13	**21.65**
10	0	22.71	22.31	19.12	14.34	**19.62**	19.51	27.44	17.68	35.37	**25.00**	29.36	29.00	26.09	22.18	**26.66**
	6	21.71	22.51	21.12	16.14	**20.37**	34.15	36.59	26.22	39.02	**34.00**	28.64	29.45	28.27	24.00	**27.59**
	12	22.91	22.91	22.31	17.33	**21.36**	43.90	48.78	35.98	46.95	**43.90**	29.64	29.73	29.27	24.36	**28.25**
	18	21.12	22.31	21.71	23.31	**22.11**	60.98	62.80	50.61	56.10	**57.62**	27.73	29.27	28.73	29.09	**28.71**
	เฉลี่ย	22.11	22.51	21.07	17.78	**20.87**	39.64	43.90	32.62	44.36	**40.13**	28.84	29.36	28.09	24.91	**27.80**

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TDS					TSS					EC				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
12	0	17.77	22.59	15.95	16.61	**18.23**	31.25	36.16	33.04	32.14	**33.15**	10.75	12.01	12.63	10.84	**11.56**
	6	22.09	23.59	25.08	22.43	**23.30**	49.11	32.59	42.41	42.86	**41.74**	13.62	17.56	18.28	17.83	**16.82**
	12	24.58	31.56	28.07	24.92	**27.28**	42.41	59.82	61.16	47.77	**52.79**	22.04	23.30	20.16	23.75	**22.31**
	18	33.72	34.55	38.70	36.21	**35.80**	58.48	68.75	70.54	58.93	**64.18**	29.66	27.15	25.18	26.70	**27.17**
	เฉลี่ย	24.54	28.07	26.95	25.04	**26.15**	45.31	49.33	51.79	45.43	**47.96**	19.02	20.00	19.06	19.78	**19.47**
14	0	13.82	9.55	10.57	10.98	**11.23**	20.59	20.59	14.71	17.65	**18.39**	22.22	9.96	19.58	21.87	**18.41**
	6	14.43	13.01	11.18	11.59	**12.55**	38.24	29.41	26.47	35.29	**32.35**	24.96	14.11	20.64	21.25	**20.24**
	12	21.14	20.33	18.50	22.97	**20.74**	47.06	52.94	47.06	52.94	**50.00**	20.99	20.11	21.43	23.72	**21.56**
	18	25.61	25.41	22.97	28.05	**25.51**	50	55.88	58.82	61.76	**56.62**	21.6	21.43	22.13	23.10	**22.07**
	เฉลี่ย	18.75	17.10	15.81	18.40	**17.51**	38.97	39.71	36.77	41.91	**39.34**	22.44	16.40	20.95	22.49	**20.57**

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TDS					TSS					EC				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
16	0	21.14	25.20	17.28	22.15	**21.44**	10.56	18.31	22.54	14.08	**16.37**	10.57	13.45	6.55	14.14	**11.18**
	6	20.73	24.39	19.31	25.20	**22.41**	30.99	31.69	30.99	29.58	**30.81**	9.2	14.25	8.51	15.98	**11.99**
	12	23.78	24.80	20.93	23.98	**23.38**	49.30	48.59	51.41	45.77	**48.77**	13.33	18.51	12.18	15.75	**14.94**
	18	27.03	28.25	23.37	26.22	**26.22**	58.45	63.38	57.75	64.08	**60.92**	15.29	20.34	16.44	16.21	**17.07**
	เฉลี่ย	23.17	25.66	20.22	24.39	**23.36**	37.32	40.49	40.67	38.38	**39.22**	12.10	16.63	10.92	15.52	**13.79**

ตารางผนวกที่ 10 ประสิทธิภาพในการลดค่า TU, DO และ BOD ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TU					DO					BOD				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
8	0	17.50	16.25	16.25	13.75	**15.94**	11.42	7.12	7.45	5.96	**7.98**	14.77	36.36	26.14	27.27	**26.14**
	6	23.75	17.50	23.75	21.25	**21.56**	17.05	12.25	12.75	14.90	**14.24**	34.09	35.23	40.91	39.39	**37.41**
	12	31.25	32.50	28.75	25.00	**29.38**	19.87	15.40	18.21	19.21	**18.17**	39.77	43.18	39.39	47.73	**42.52**
	18	40.00	36.25	33.75	32.50	**35.63**	24.34	21.85	21.19	25.66	**23.26**	48.86	42.05	45.45	51.17	**46.88**
	เฉลี่ย	28.13	25.63	25.63	23.13	**25.63**	18.17	14.16	14.90	16.43	**15.91**	34.37	39.21	37.97	41.39	**38.24**
10	0	22.73	38.64	28.41	38.64	**32.11**	10.38	9.74	9.58	8.15	**9.46**	26.92	22.12	25.96	27.88	**25.72**
	6	36.36	44.32	36.36	36.36	**38.35**	15.50	22.52	11.66	18.21	**16.97**	36.54	27.88	33.65	37.50	**33.89**
	12	45.45	44.32	42.05	40.91	**43.18**	22.52	21.25	20.13	20.29	**21.05**	41.35	37.50	35.58	45.19	**39.91**
	18	50.00	52.27	46.59	53.41	**50.57**	30.51	30.67	33.71	36.58	**32.87**	52.88	44.23	37.50	48.08	**45.67**
	เฉลี่ย	38.64	44.89	41.67	42.33	**41.88**	19.73	21.05	18.77	20.81	**20.09**	39.42	32.93	33.17	39.66	**36.30**

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TU					DO					BOD				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
12	0	11.90	15.48	17.86	11.90	**14.21**	14.78	13.79	15.78	14.29	**14.66**	48.80	51.20	49.40	54.22	**50.91**
	6	22.62	29.76	33.33	22.62	**27.08**	17.94	17.94	22.59	18.44	**19.23**	54.82	52.41	54.82	56.02	**54.52**
	12	40.48	38.10	40.48	40.48	**39.89**	25.75	25.08	25.25	30.73	**26.70**	63.86	57.23	64.46	58.43	**61.00**
	18	47.62	45.24	45.24	51.19	**47.32**	37.04	38.21	35.55	36.38	**36.80**	64.46	69.28	64.46	65.66	**65.97**
	เฉลี่ย	30.66	32.15	34.23	31.55	**32.14**	23.88	23.76	24.79	24.96	**24.35**	57.99	57.53	58.29	58.58	**58.10**
14	0	10.32	20.63	19.05	21.43	**17.86**	9.68	15.61	16.18	11.27	**13.19**	34.68	38.71	37.10	33.87	**36.09**
	6	34.13	29.37	29.37	26.19	**29.77**	24.71	22.4	23.99	17.63	**22.18**	39.52	39.52	38.71	40.32	**39.52**
	12	46.83	41.27	34.92	41.27	**41.07**	22.83	18.21	26.88	19.08	**21.75**	41.13	49.19	47.58	43.55	**45.36**
	18	50.00	47.62	34.13	47.62	**44.84**	34.39	31.94	29.48	23.55	**29.84**	52.42	52.42	54.84	52.42	**53.03**
	เฉลี่ย	35.32	34.72	29.37	34.13	**33.38**	22.90	22.04	24.13	17.88	**21.74**	41.94	44.96	44.56	42.54	**43.50**

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	TU					DO					BOD				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
16	0	16.04	16.98	16.98	23.58	**18.40**	7.22	9.75	9.24	15.19	**10.35**	28.13	30.47	24.22	27.34	**27.54**
	6	31.13	20.75	33.02	22.64	**26.89**	14.30	13.42	12.41	13.16	**13.32**	39.84	33.59	38.28	41.41	**38.28**
	12	31.13	33.02	28.3	33.02	**31.37**	22.78	14.30	20.00	21.52	**19.65**	57.03	42.97	42.97	57.03	**50.00**
	18	36.79	38.68	42.45	42.45	**40.09**	37.47	23.16	26.46	37.22	**31.08**	66.41	58.59	55.47	66.41	**61.72**
	เฉลี่ย	28.77	27.36	30.19	30.43	**29.19**	20.44	15.16	17.03	21.77	**18.60**	47.85	41.41	40.24	48.05	**44.39**

ตารางผนวกที่ 11 ประสิทธิภาพในการลดค่า NO^-_3, NO^-_2 และ Total N ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	NO_3^-					NO_2^-					Total N				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
8	0	12.90	24.19	8.06	19.35	**16.13**	8.71	6.81	8.15	11.80	**8.87**	11.54	7.69	11.54	11.54	**10.58**
	6	17.74	25.81	22.58	24.19	**22.58**	14.26	18.05	12.78	18.96	**16.01**	19.23	15.38	19.23	15.38	**17.31**
	12	20.97	29.03	25.81	22.58	**24.60**	25.00	22.26	21.77	22.61	**22.91**	19.23	19.23	23.08	23.08	**21.16**
	18	30.65	27.42	27.42	29.03	**28.63**	34.83	28.51	32.94	24.51	**30.20**	26.92	30.77	34.62	30.77	**30.77**
	เฉลี่ย	20.57	26.61	20.97	23.79	**22.98**	20.70	18.91	18.91	19.47	**19. 50**	19.23	18.27	22.12	20.19	**19.95**
10	0	18.00	18.00	14.00	16.00	**16.50**	12.99	12.36	19.38	17.85	**15.65**	26.47	23.53	20.59	17.65	**22.06**
	6	24.00	26.00	20.00	30.00	**25.00**	15.65	17.99	25.28	23.13	**20.51**	35.29	35.29	23.53	26.47	**30.15**
	12	30.00	28.00	24.00	32.00	**28.50**	20.51	22.85	29.72	29.72	**25.70**	38.24	38.24	29.41	38.24	**36.03**
	18	38.00	40.00	30.00	38.00	**36.50**	25.70	29.38	35.76	32.64	**30.87**	47.06	47.06	44.12	47.06	**46.33**
	เฉลี่ย	27.50	28.00	22.00	29.00	**26.63**	18.71	20.65	27.54	25.84	**23.18**	36.77	36.03	29.41	32.36	**33.64**

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	NO_3^-					NO_2^-					Total N				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
12	0	27.27	38.64	27.27	22.73	**28.98**	25.85	20.39	25.73	26.82	**24.70**	23.53	38.24	32.35	26.47	**30.15**
	6	38.64	34.09	29.55	25.00	**31.82**	28.52	26.58	34.10	35.32	**31.13**	32.35	41.18	38.24	35.29	**36.77**
	12	45.45	45.45	40.91	36.36	**42.04**	30.10	37.01	41.14	34.95	**35.80**	41.18	44.12	41.18	41.18	**41.92**
	18	54.55	52.27	45.45	50.00	**50.57**	41.87	44.54	53.88	50.73	**47.76**	47.06	47.06	47.06	47.06	**47.06**
	เฉลี่ย	41.48	42.61	35.80	33.52	**38.35**	31.59	32.13	38.71	36.96	**34.85**	36.03	42.65	39.71	37.50	**38.97**
14	0	10.87	19.57	17.39	26.09	**18.48**	13.77	10.14	16.38	22.32	**15.65**	14.29	17.86	17.86	17.86	**16.97**
	6	32.61	36.96	28.26	32.61	**32.61**	15.65	14.64	26.09	19.57	**18.99**	17.86	28.57	21.43	32.14	**25.00**
	12	39.13	43.48	45.65	39.13	**41.85**	24.49	16.38	32.90	23.62	**24.35**	32.14	39.29	46.43	39.29	**39.29**
	18	50.00	54.35	47.83	54.35	**51.63**	37.39	31.88	42.17	42.03	**38.37**	42.86	42.86	50.00	42.86	**44.65**
	เฉลี่ย	33.15	38.59	34.78	38.05	**36.14**	22.83	18.26	29.39	26.89	**24.34**	26.79	32.15	33.93	33.04	**31.48**

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	NO_3^-					NO_2^-					Total N				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
16	0	26.32	23.68	21.05	23.68	**23.68**	14.19	18.23	18.15	12.74	**15.83**	16.67	16.67	13.33	16.67	**15.84**
	6	28.95	34.21	28.95	26.32	**29.61**	20.24	22.18	23.39	21.37	**21.80**	23.33	23.33	16.67	26.67	**22.50**
	12	39.47	31.58	31.58	34.21	**34.21**	29.27	28.71	27.34	22.5	**26.96**	33.33	30.00	30.00	36.67	**32.50**
	18	42.11	39.47	34.21	39.47	**38.82**	29.84	29.44	24.52	30.00	**28.45**	43.33	33.33	40.00	46.67	**40.83**
	เฉลี่ย	34.21	32.24	28.95	30.92	**31.58**	23.39	24.64	23.35	21.65	**23.26**	29.17	25.83	25.00	31.67	**27.92**

ตารางผนวกที่ 12 ประสิทธิภาพในการลดค่า Total P, Fe^{+2} และ Chlorophyll ในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ด้วยหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในระยะเวลาที่ต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-16)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	Total P					Fe^{+2}					Chlorophyll				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
8	0	15.03	19.36	11.76	18.42	**16.14**	21.88	25.00	26.04	23.96	**24.22**	16.26	16.64	18.53	21.71	**18.29**
	6	24.8	24.55	18.92	17.52	**21.45**	32.29	38.54	36.46	32.29	**34.90**	20.35	23.64	23.79	30.17	**24.49**
	12	26.35	23.92	21.56	28.99	**25.21**	35.42	45.83	43.75	36.46	**40.37**	31.04	27.72	30.30	37.37	**31.61**
	18	28.89	27.87	22.34	29.33	**27.11**	41.67	56.25	45.83	36.46	**45.05**	43.99	36.73	34.99	40.84	**39.14**
	เฉลี่ย	15.03	19.36	11.76	18.42	**16.14**	32.82	41.41	38.02	32.29	**36.13**	27.91	26.18	26.90	32.52	**28.38**
10	0	18.61	14.98	19.58	17.72	**17.72**	15.38	16.35	16.35	18.27	**16.59**	25.24	21.29	24.13	25.54	**24.05**
	6	22.72	25.61	27.67	24.62	**25.16**	21.15	23.08	33.65	32.69	**27.64**	29.05	27.93	30.21	29.78	**29.24**
	12	27.84	28.21	26.70	27.80	**27.64**	30.77	34.62	42.31	42.31	**37.50**	39.08	36.61	36.62	37.29	**37.40**
	18	29.89	31.61	28.38	29.73	**29.90**	48.08	50.00	45.19	52.88	**49.04**	46.51	42.40	41.21	42.25	**43.09**
	เฉลี่ย	24.77	25.10	25.58	24.97	**25.10**	28.85	31.01	34.38	36.54	**32.69**	34.97	32.06	33.04	33.72	**33.45**

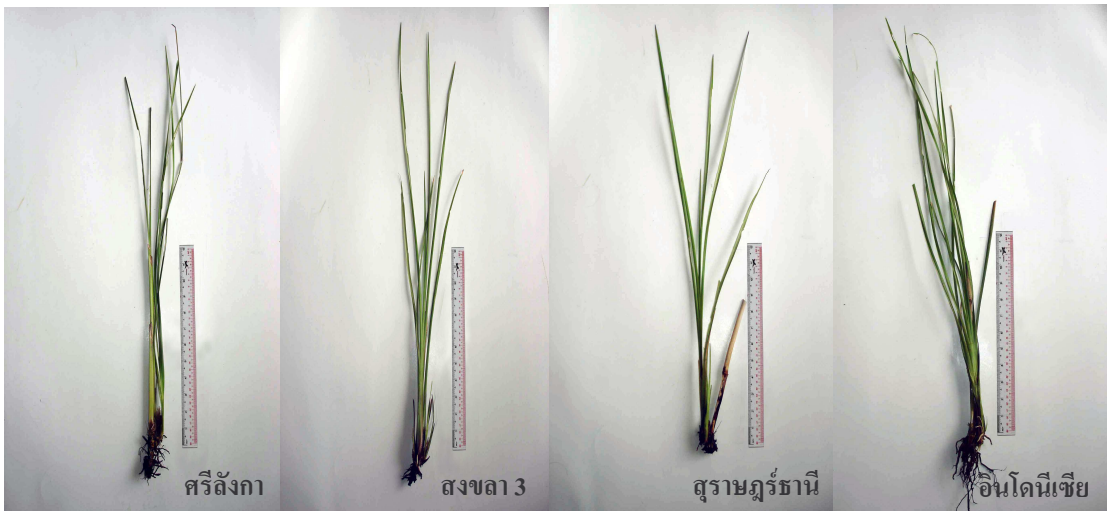
ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	Total P					Fe^{+2}					Chlorophyll				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
12	0	38.85	42.71	40.68	40.37	**40.65**	52.73	36.36	43.18	55.45	**46.93**	31.61	37.62	36.62	30.47	**34.08**
	6	49.18	48.38	50.08	50.42	**49.52**	54.55	47.27	48.18	60.91	**52.73**	36.85	39.18	39.74	38.25	**38.51**
	12	50.71	50.41	46.52	49.94	**49.40**	60.45	62.27	57.27	65.45	**61.36**	51.13	42.95	56.42	43.24	**48.44**
	18	56.92	55.07	59.12	53.54	**56.16**	65.00	62.73	59.09	68.64	**63.87**	53.26	48.68	57.62	58.45	**54.50**
	เฉลี่ย	48.92	49.14	49.10	48.57	**48.93**	58.18	52.16	51.93	62.61	**56.22**	43.21	42.11	47.60	42.60	**43.88**
14	0	23.79	28.11	25.82	24.6	**25.58**	35.15	44.55	46.36	36.67	**40.68**	26.47	26.99	22.05	28.69	**26.05**
	6	31.30	26.99	30.42	35.04	**30.94**	47.58	53.64	60.91	47.58	**52.43**	39.90	39.49	31.83	37.20	**37.11**
	12	36.17	33.41	30.90	41.28	**35.44**	71.82	73.33	78.79	63.64	**71.90**	45.83	46.30	33.54	41.65	**41.83**
	18	40.43	41.99	43.70	49.16	**43.82**	84.24	80.00	83.03	78.18	**81.36**	52.25	51.93	45.88	49.04	**49.78**
	เฉลี่ย	32.92	32.63	32.71	37.52	**33.94**	59.70	62.88	67.27	56.52	**61.59**	41.11	41.18	33.33	39.15	**38.69**

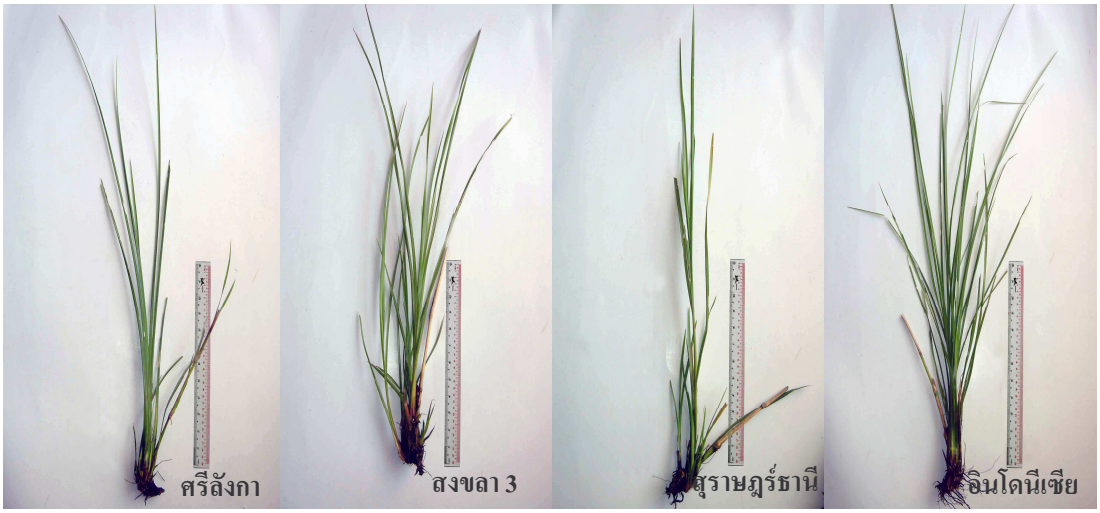
ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)														
	เมตร	Total P					Fe^{+2}					Chlorophyll				
		ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**	ศรีลังกา	สงขลา 3	สุราษฎร์ธานี	อินโดนีเซีย	**เฉลี่ย**
16	0	33.49	36.48	39.49	36.27	**36.43**	15.48	10.71	14.29	13.10	**13.40**	18.73	11.84	26.03	24.41	**20.25**
	6	42.26	43.00	42.06	40.57	**41.97**	30.95	28.57	20.24	26.19	**26.49**	34.56	43.53	35.77	33.24	**36.78**
	12	44.45	43.01	41.97	41.49	**42.73**	33.33	34.52	27.38	35.71	**32.74**	41.56	56.48	49.21	46.78	**48.51**
	18	42.71	43.55	42.38	44.36	**43.25**	44.05	38.10	34.52	40.48	**39.29**	54.95	63.20	51.05	56.01	**56.30**
	เฉลี่ย	40.73	41.51	41.48	40.67	**41.10**	30.95	27.98	24.11	28.87	**27.98**	37.45	43.76	40.52	40.11	**40.46**

ภาพผนวกที่ 1 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 8 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่



ภาพผนวกที่ 2 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 10 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่



ภาพผนวกที่ 3 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 12 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

ภาพผนวกที่ 4 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 14 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

ภาพผนวกที่ 5 หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในสัปดาห์ 16 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่

ภาพผนวกที่ 6 แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 8

ภาพผนวกที่ 7 แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 10

ภาพผนวกที่ 8 แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12

ภาพผนวกที่ 9 แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 14

ภาพผนวกที่ 10 แปลงหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 16

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล	นางสาววราพร เกียรติศิริอนันต์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	15 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สถาบันราชภัฏสวนดุสิต