วิทยานิพนธ์

การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

USING VETIVER FOR DAIRY WASTEWATER TREATMENT AT KASETSART UNIVERSITY

นางสาวดารินทร์ แซ่ตั้ง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver for Dairy Wastewater Treatment at Kasetsart University

นามผู้วิจัย นางสาวดารินทร์ แซ่ตั้ง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ, กส.บ.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์อมรา ทองปาน, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver for Dairy Wastewater Treatment at Kasetsart University

โดย

นางสาวดารินทร์ แซ่ตั้ง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2551

ดารินทร์ แซ่ตั้ง 2551: การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D. 118 หน้า

หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* L. Nash.) 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกหญ้าแฝกลักษณะแพลอยน้ำในบ่อจำลอง พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถดูดซับไนโตรเจนได้สูงสุดทั้งในต้น และในราก ในระดับ 318.56 และ 220.78 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ และดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงสุดทั้งในต้น และในราก ได้ถึง 10.53 และ 16.48 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นกัน และเมื่อพิจารณาน้ำเสียภายหลังการบำบัด พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีที่สุด คือ 68.01 เปอร์เซ็นต์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าบีโอดีเท่ากับ 74.82 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้ถึง 76.76 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้สูงสุดคือ 79.28 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ เมื่อนำไปปฏิบัติในแปลงทดลองในพื้นที่จริง โดยใช้แพลอยน้ำเช่นกัน กลับพบว่าไม่สามารถบำบัดน้ำเสียใกล้เคียงกับที่ทำได้ในบ่อจำลอง กล่าวคือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้เพียง 24.16 เปอร์เซ็นต์ บีโอดี 40.07 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้ 38.64 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้เท่ากับ 36.37 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความสามารถในการบำบัดน้ำเสียจากโรงนม ก็พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกานั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียได้ดี

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Darin Saetang 2008: Using Vetiver for Dairy 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. 118 pages.

Three vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L. Nash.) ecotypes, i.e. Sri Lanka, Songkhla 3 and Surat Thani were used to treat dairy wastewater at Kasetsart University by hydroponic growth in the experimental block container. Sri Lanka ecotype was found to absorb highest amount of nitrogen in shoots and roots at 318.56 and 220.78 mg/plant, respectively, as well as highest phosphorus in shoots and roots at 10.52 and 16.48 mg/plant, respectively. Upon alleviating the most damaging factors (total nitrogen, total phosphorus, BOD, and dissolved oxygen) contributed to this type of wastewater, Sri Lanka ecotype was highly effective in reducing total phosphorus at 68.01%. Songkhla 3 ecotype could reduce BOD at 74.82%, increasing dissolved oxygen at 76.76%, while Surat Thani ecotype could reduce total nitrogen at 79.28%. Further treatment of the wastewater through the actual growing field of vetiver grass could not achieve a comparable result. Removal of the damaging factors was a lot lower. Sri Lanka could only reduce total phosphorus at 24.16%, BOD at 40.07%, increase dissolved oxygen at 36.37%, while Songkla 3 could reduce total nitrogen at only 38.64%, However, considering the overall results, Sri Lanka was found to be the best and most effective choice to treat dairy wastewater.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ และ รองศาสตราจารย์อมรา ทองปาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศาสตราจารย์ เกษม จันทร์แก้ว ประธานกรรมการสอบ และ รองศาสตราจารย์เสาวคนธ์ สุดสวาสดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และแก้ไขเพิ่มเติมจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบรูณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ อนุเคราะห์ในเรื่องอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ประวรดา โภชนจันทร์ คุณพรธิดา เทพประสิทธิ์ และพี่ๆ ที่ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ขอขอบคุณผู้จัดการโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลอง คุณชัยวัฒน์ วินชัย หัวหน้าฝ่ายผลิต ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ และคุณสมศักดิ์ รักสนิท ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองยาน หัวหน้างานสวนและรักษาความสะอาด ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการปลูกแพแฝก และขนน้ำนมมาใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

ขอบคุณพี่น้องชาวสิ่งแวดล้อม เพื่อนๆ รุ่น 29 และน้องๆ รุ่น 30 ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจซึ่งกันและกันเสมอมา

สุดท้ายนี้ที่สำคัญที่สุด ขอกราบขอบพระคุณทุกคนในครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ ทุกคน ที่ให้การสนับสนุน คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ดารินทร์ แซ่ตั้ง

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	88
สรุป	88
ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	100
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	118

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูง และ ความยาวราก ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	32
2	น้ำหนักต้น และ น้ำหนักราก ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	34
3	จำนวนหน่อต่อต้น และ น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	34
4	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16	40
5	เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16	44
6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 6 สัปดาห์ หลังปลูก	62
7	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 10 สัปดาห์ หลังปลูก	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 14 สัปดาห์ หลังปลูก	64
9	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 8 สัปดาห์ หลังปลูก	82
10	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 12 สัปดาห์ หลังปลูก	83
11	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 16 สัปดาห์ หลังปลูก	84
12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 20 สัปดาห์ หลังปลูก	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่

1	มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม	101
2	ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเทรต, ไนไทรต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด, บีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก	103
3	ประสิทธิภาพการบำบัดความนำไฟฟ้า, ของแข็งละลายน้ำ, ของแข็งแขวนลอย, เหล็ก, ความขุ่น และคลอโรฟิลล์ ในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก	104
4	ประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเทรต และไนไทรต์ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)	105
5	ประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด, บีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)	107
6	ประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า, ของแข็งละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)	109
7	ประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่น, คลอโรฟิลล์ และเหล็ก ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)	111

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผังบ่อปลูกหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3 และบ่อควบคุม (ไม่ปลูกแฝก) ในบ่ออิฐบล็อก และจุดเก็บตัวอย่างน้ำบ่อแบบระบบน้ำไหลที่เรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	25
2	ผังบ่อปลูกหญ้าแฝกในบ่อผึ่ง และจุดเก็บตัวอย่างน้ำโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	29
3	ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความยาวราก (เซนติเมตร) น้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น) น้ำหนักราก (กรัมต่อต้น) จำนวนหน่อ (หน่อต่อต้น) และน้ำหนักมวลชีวภาพ (กรัมต่อต้น) ของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	35
4	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (%) และปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในต้นและรากของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16	41
5	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%) และปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในต้นและรากของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16	45
6	ความสัมพันธ์ สมการรีเกรซชันเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างน้ำหนักต้นกับปริมาณไนโตรเจนและปริมาณฟอสฟอรัส ในหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16 ของการทดลอง	47
7	ประสิทธิภาพในการบำบัด Total N (%), Nitrate (%), Nitrite (%), Total P (%), BOD (%) และ DO (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม ทดลองในบ่อจำลอง สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

8 ประสิทธิภาพในการบำบัด EC (%), TDS (%), TSS (%), Fe^{2+} (%), TU (%) และ Chlorophyll (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุมทดลองในบ่อจำลอง สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก 66

9 ประสิทธิภาพในการบำบัด Total N (%), Nitrate (%), Nitrite (%), Total P (%), BOD (%) และ DO (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หลังปลูก 86

10 ประสิทธิภาพในการบำบัด EC (%), TDS (%), TSS (%), TU (%), Chlorophyll (%) และ Fe^{2+} (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หลังปลูก 87

ภาพผนวกที่

1 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ในสัปดาห์ 4 และ 8 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 113

2 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ในสัปดาห์ 12 และ16 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 114

3 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3 และชุดควบคุม ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในบ่อจำลอง ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 115

4 แปลงหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 116

5 แปลงหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 16 และ 20 117

การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Vetiver for Dairy Wastewater Treatment at Kasetsart University

คำนำ

ในปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มมาก ความเจริญและความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีดำเนินไปอย่างไม่หยุดยั้ง เห็นได้จากปริมาณของโรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น จึงมีการปลดปล่อยน้ำเสียมาก คุณลักษณะและปริมาณของน้ำเสียมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่แล้วนั้นจะเกิดจากการใช้น้ำในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ น้ำล้างวัสดุอุปกรณ์ น้ำล้างทำความสะอาดโรงงาน น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต น้ำทิ้งที่ใช้ในการหล่อเย็นของอุปกรณ์ทำความร้อน เป็นต้น โรงนม เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งซึ่งมีการปลดปล่อยน้ำทิ้ง เกิดจากกระบวนการต่างๆ คือ การหล่อเย็น การล้าง และการผลิต เป็นต้น น้ำทิ้งจากโรงนมมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์สูง ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นโรงนมขนาดเล็ก มีกำลังการผลิต 10 - 15 ตันต่อวัน น้ำทิ้งมีไนโตรเจนทั้งหมด (67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร) บีโอดี (1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ค่าการนำไฟฟ้า (1,224 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) สูง ซึ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำทิ้งจากโรงนมมีผลทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดี เมื่อสาหร่ายตาย ออกซิเจนในน้ำจะลดต่ำลง และจุลินทรีย์ในน้ำยังทำให้ออกซิเจนหมดไปกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากโรงนม ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะเป็นพิษในน้ำได้

ปัญหาภาวะมลพิษในน้ำ อาจก่อให้เกิดการขาดแคลนแหล่งน้ำสะอาดในการที่จะนำมาใช้ในการอุปโภค บริโภค ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการบำบัดน้ำทิ้งหรือน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีบำบัดทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ การนำพืชมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถนำพืชเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ได้อีก พืชหลายชนิดมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ดี เช่น ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* Solms.) ธูปฤาษี (*Typha angustifolia* L.) กกกลม (*Scirpus mucronatus* L.) และหญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* L. Nash.) ซึ่งพืชเหล่านี้สามารถเจริญเติบโต ปรับตัวให้เจริญอยู่ในน้ำเสีย

ดูดซับธาตุอาหารและมลสารในน้ำเสียได้ การนำแฝกมาปลูกบนทุ่นลอยน้ำ เป็นแนวทางหนึ่งในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำเสียได้ดี ทำให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีมากในน้ำทิ้งจากโรงนมลดลงได้

หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีระบบรากยึดติดกันแน่น ช่วยดูดซับมลสาร กรองเศษพืช เศษตะกอนดินต่างๆ ก่อนไหลลงสู่แหล่งน้ำ หญ้าแฝกเป็นพืชที่ขึ้นได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในสภาพน้ำท่วมขังและที่ดอน ผลผลิตที่ได้จากหญ้าแฝกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้อีกมาก เช่น นำใบไปใช้ในงานจักสาน มุงหลังคา ทำปุ๋ยหมัก และเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น น้ำทิ้งจากโรงนมมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ในปริมาณที่มาก ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ลดลง ก่อให้เกิดสภาพเน่าเหม็น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิด ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการบำบัดน้ำทิ้งให้มีคุณภาพดีขึ้น หญ้าแฝกเป็นพืชชนิดหนึ่งมีความเหมาะสมในการที่จะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยหญ้าแฝกสามารถดูดซับธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำทิ้งไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น การนำหญ้าแฝกมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่ภายนอกและช่วยลดต้นทุนในการบำบัดน้ำทิ้งได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ซึ่งปลูกเป็นแพในบ่อจำลองโดยวิธีถ่ายน้ำเข้าครั้งเดียว และการบำบัดในแปลง ซึ่งปลูกแพแฝกในบ่อน้ำทิ้งโรงนมโดยวิธีระบบน้ำไหล

การตรวจเอกสาร

1. ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เดิมเรียกว่า "โรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์" วัตถุประสงค์ของการจัดตั้ง เพื่อส่งเสริมให้การสนับสนุนการศึกษา ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาการผลิตนม ตลอดจนส่งเสริมการเลี้ยงโคนม โดยมีเป้าหมายที่สำคัญคือ พัฒนาผลิตภัณฑ์นมให้มีคุณภาพ และมาตรฐาน สนับสนุนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม มุ่งเน้นเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดต้นทุนในการผลิต และรักษาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเพื่อการศึกษาและการวิจัยของนิสิตนักศึกษาและบุคคลทั่วไป เป็นโรงนมขนาดเล็ก ปัจจุบันมีขนาดกำลังผลิต 10 - 15 ตันต่อวัน อาคารผลิตได้ปรับปรุงให้ถูกต้องตามหลัก Good Manufacturing Practice (GMP) มีพื้นที่ใช้สอยรวม 5,055.96 ตารางเมตร (ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551) แหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิต คือ น้ำประปา โดยมีถังกลมแสตนเลส เก็บรองรับน้ำไว้ก่อนปล่อยออก น้ำดิบจะถูกใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ คือ ใช้ในระบบหล่อเย็น ระบายความร้อนจากเครื่องจักรต่างๆ ให้มีอุณหภูมิต่ำลง การทำความสะอาดพื้น ทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งล้างสารเคมีด้วย การล้างถังพลาสติกใส่นมถุง ถังที่บรรจุนมส่งตามที่ต่างๆ และน้ำล้างรถที่บรรจุนมดิบมาส่ง สุชาติ (2538) น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตนมทั้งหมดนี้จะไหลรวมกันลงสู่ท่อระบายน้ำ แล้วไหลลงสู่บ่อรวมน้ำทิ้ง บ่อนี้เป็นบ่อซีเมนต์ขนาด 10,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะมีการดักไขมัน เมื่อบ่อรวมน้ำทิ้งเต็ม น้ำทิ้งจะไหลล้นออกมายังบ่อน้ำ ซึ่งเป็นบ่อดินที่อยู่ด้านข้างของโรงนมโดยผ่านท่อระบายน้ำทิ้ง

2. น้ำเสีย

น้ำเสีย คือ น้ำที่ไม่ต้องการ หรือน้ำที่ใช้แล้วและระบายทิ้ง น้ำใช้แล้วจากชุมชน อาจประกอบไปด้วยสิ่งปะปนที่ติดมาจากกิจกรรม จากที่อยู่อาศัย ธุรกิจ โรงงานอุตสาหกรรม และสถาบันต่างๆ รวมกับน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน น้ำฝน (กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540) พัฒนา (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวหรือน้ำที่ผ่านการใช้มาแล้วจากบ้านเรือน การประกอบธุรกิจการค้า การทำงานในสถานที่ต่างๆ การเกษตร หรือโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจึงมักมีสิ่งสกปรกต่างๆ ปนเปื้อน ทั้งในรูปสารแขวนลอยหรือละลายน้ำอยู่ ซึ่งความสกปรกหรือความไม่น่าใช้จึงมีมากกว่าน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำทิ้ง

หมายถึง น้ำจากอาคารที่มีคุณภาพเหมาะสมตามมาตรฐานที่กำหนดให้ระบายลงแหล่งระบายน้ำได้ เกษม (2547) กล่าวว่า น้ำเสีย (wastewater) หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น ส่วนน้ำทิ้ง (effluent) คือ น้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้วหรือไม่ได้รับการบำบัด ซึ่งถูกระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ในขณะที่เสริมพลและไชยยุทธ (2518) ได้ให้ความหมายไว้ว่า น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่างๆ ทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากสิ่งสกปรกต่างๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ถ่ายเทลงมาเจือปนอยู่ในน้ำ

น้ำทิ้ง หรือ น้ำเสียมีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด สามารถแบ่งน้ำทิ้งตามแหล่งกำเนิดได้ดังนี้ คือ น้ำทิ้งชุมชน (domestic wastewater) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนที่อาศัยในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน โรงแรม โรงพยาบาล ร้านค้า เป็นต้น มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การอาบน้ำ การซักผ้า ล้างจาน เป็นต้น น้ำทิ้งอุตสาหกรรม (industrial wastewater) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนการทำความสะอาดโรงงาน ซึ่งจะมีสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหารต่างๆ เชื้อโรค และสารอนินทรีย์ เช่น สารเคมีและโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ และน้ำทิ้งที่เกิดจากการเกษตรกรรม (agricultural wastewater) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ หากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและยาปราบศัตรูพืชต่างๆ แต่ถ้าน้ำเสียที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์จะพบสารอินทรีย์ในปริมาณมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

น้ำเสีย มีลักษณะแตกต่างกันไปตามมลสารที่ประกอบอยู่ในน้ำนั้นๆ ซึ่งแบ่งเป็น น้ำเสียทางกายภาพ เป็นน้ำเสียที่สามารถมองเห็นสิ่งสกปรกเจือปน และสัมผัสได้ เช่น มีขยะหรือสิ่งปฏิกูล ความขุ่น สี กลิ่น รส และอุณหภูมิที่ผิดปกติ น้ำเสียทางเคมี เป็นน้ำที่มีสารประกอบ ทั้งอนินทรีย์และอินทรีย์ต่างๆ ละลายเจือปนอยู่ในน้ำมากเกินกว่าปกติ น้ำเสียทางชีวภาพ เป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และหนอน ทำให้เกิดโรคต่างๆ ที่มีน้ำเป็นสื่อ หรือเป็นพาหะในคนและสัตว์ และน้ำเสียทางสารกัมมันตรังสี เป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายคนได้หลายทาง เช่น ทางผิวหนัง การหายใจ เป็นต้น ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้ที่ได้รับรังสี (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2542)

กรมควบคุมมลพิษ (2550) ได้แบ่งลักษณะการปนเปื้อนของมลสารต่างๆ ในน้ำเสีย ดังนี้ คือ สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen: DO) ลดลง เกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (biochemical oxygen demand: BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟอร์ เป็นต้น โลหะหนักและสารพิษ เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ หรือ อนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหารเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ปกติจะพบในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากน้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ ความร้อน ทำให้เกิดการแบ่งชั้นของลำน้ำ เร่งปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ อาจทำให้เกิดสภาวะเน่าเหม็นขึ้นได้ ส่วนของแข็ง เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ แหล่งน้ำจะตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ ในเรื่องของสีและความขุ่น จะไปขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ โดยปกติน้ำสะอาดจะมี pH เท่ากับ 7.0 น้ำเสียมีค่า pH อยู่ประมาณ 6.5 – 9.0 สารก่อให้เกิดฟอง สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋องจะมีจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตเป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงก่อให้เกิดสภาพเน่าเหม็นตามมา สารกัมมันตรังสี เป็นสารอันตราย เมื่อเกิดการสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (algae bloom) เป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน

มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งมีหลายประเภท กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหมดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ใช้ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมของกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

3. คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม

ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงนมทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ มีความสกปรกมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งผลิต ปริมาณการผลิต และกิจกรรมต่างๆในขั้นตอนการผลิต จากการศึกษาของอุษากร (2535) รายงานว่าน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีค่าออกซิเจนละลาย 0 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 500 - 11,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดี 1,000 - 15,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนทั้งหมด 16 - 43 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมด 15 - 23 มิลลิกรัมต่อลิตร เอกพล (2536) พบว่าน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีค่าซีโอดี อยู่ระหว่าง 328 - 4,540 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดี อยู่ระหว่าง 300 - 3,300 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งไม่ละลายน้ำอยู่ระหว่าง 35 - 1,069 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีการผลิตนมสด และนมเปรี้ยว อัตราการผลิตเฉลี่ยประมาณ 12 ตันต่อวัน ปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยประมาณ 65.31 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าความสกปรก บีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 3,319, 4,767.63 และ 1,234 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (สุชาติ, 2538) ส่วน ธนียา (2539) ได้ศึกษาคุณสมบัติของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนม บริษัท โฟร์โมสต์ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร มีคุณสมบัติดังนี้คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 353.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 171.9 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 25.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 84.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว 0.1237 มิลลิกรัมต่อลิตร แคดเมียม 0.0277 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรอท 0.0118 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งจากโรงนม ทั้งสองแห่งนี้ มีค่าความสกปรกแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งผลิต ปริมาณการผลิต และกิจกรรมต่างๆ ในขั้นตอนการผลิต

Turan (2004) รายงานว่า น้ำทิ้งจากโรงนม ของเมือง Istanbul ประเทศตุรกี ก่อนบำบัดน้ำทิ้งมีคุณภาพน้ำดังนี้ คือ ซีโอดี 2,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 1,300 - 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 800 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนทั้งหมด 40 - 65 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการนำไฟฟ้า 1,800 - 2,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่น 120 - 300 NTU ภายหลังการบำบัดด้วยระบบ nanofiltration และ reverse osmosis membranes พบว่าน้ำทิ้งมีค่าซีโอดี 55 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 85 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนทั้งหมด 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการนำไฟฟ้า 1,750 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่น 1.5 NTU Mohan *et al.* (2007) รายงานว่า น้ำเสียจากโรงนมของสหกรณ์ Andhra Pradesh ในเมือง Hydrabad ประเทศอินเดีย ก่อนการบำบัดมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 1,840 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมด 2,340

มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดี 10,400 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 4,700 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากทำการบำบัดด้วยระบบ anaerobic sequencing batch reactor (AnSBR) สามารถลดค่าซีโอดีได้ 64.7 เปอร์เซ็นต์

4. การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย (wastewater treatment) หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำ ให้อยู่ในสภาพที่มีความเหมาะสมพอที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรองรับน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้วในธรรมชาติจะมีการปรับสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นได้ ถ้าปริมาณความสกปรกของน้ำเสียไม่มากจนเกินไป แต่ในปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำใช้มีมากขึ้นตามไปด้วย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสียเพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมากขึ้น (พัฒนา, 2539)

การบำบัดน้ำเสียมีวิธีการบำบัด 3 วิธี คือ การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ (physical process) เคมี (chemical process) และชีวภาพ (biological process) การบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ เป็นการบำบัดน้ำเสียอย่างง่าย ซึ่งจะแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออก ปกติจะใช้บำบัดเป็นขั้นแรกโดยใช้ตะแกรง แยกสิ่งปฏิกูลชิ้นใหญ่ออกก่อน เช่น กิ่งไม้ ถุงพลาสติก เป็นต้น การบำบัดน้ำเสียทางเคมีเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่างๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด-เบสสูงๆ โดยการเติมสารไปทำให้เกิดการตกตะกอน สารที่เติมลงไป เช่น $Al_2(SO_4)O_3$ และ $FeCl_3$ เป็นต้น นอกจากนี้กระบวนการสร้างตะกอน (coagulation) การรวมตะกอน (flocculation) ก็เป็นวิธีการทางเคมีเช่นกัน การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ เป็นการอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่างๆ มาทำการย่อยสลายเปลี่ยนอินทรีย์สาร แบคทีเรียที่เลือกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ กลุ่มที่ 1 เป็นแบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจน ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge, AS) ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นพวกไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ ระบบยูเอเอสบี (upflow anaerobic sludge blanket, UASB) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545)

4.1 การบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายประเภท สิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของโรงงาน การบำบัดจึงยุ่งยากซับซ้อน และเสียค่าใช้จ่ายสูง ทั้งนี้เพราะขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งที่เจือปนในน้ำเสีย เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ในกรณีของสารอินทรีย์ การบำบัดจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ ลดอุณหภูมิของน้ำเสีย ถ้าน้ำเสียนั้นมีอุณหภูมิสูง ปรับความเป็นกรด-เบสให้เหมาะสม ก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบกำจัดต่อไป ระบบการกำจัดแบบไร้อากาศ เป็นการกำจัดโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในสภาวะที่ไร้อากาศ ระบบการกำจัดแบบให้อากาศ กำจัดสี โดยวิธีการทางเคมี (สันทัด, 2551)

อุตสาหกรรมการผลิตนมจัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณของเสียและน้ำทิ้งซึ่งมีความสกปรกสูง เนื่องจากกระบวนการผลิตต้องมีน้ำเป็นองค์ประกอบ การใช้น้ำในกระบวนการล้าง ต้ม นึ่ง ฆ่าเชื้อโรค และสารอินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำจะมีปริมาณความเข้มข้นสูง สารอินทรีย์ดังกล่าวจะเกิดการย่อยสลายและก่อให้เกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ของเสียและน้ำทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทนี้มีความสกปรกสูง จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการบำบัดที่ถูกวิธี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาทางมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอันได้แก่ กลิ่น สี และลักษณะอันไม่พึงประสงค์

วิธีที่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งโดยทั่วไป (สันทัด, 2551)

1. การทำสะเทิน (neutralization) ใช้บำบัดน้ำทิ้งที่มีลักษณะสมบัติเป็นกรด-เบสอย่างแรงโดยใช้สารเคมี เช่น ใช้สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์มาสะเทินน้ำทิ้งที่มีกรดกำมะถันดังสมการ

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

2. การปรับสภาพ (equalization) เป็นการกักเก็บน้ำทิ้งที่มาจากแหล่งต่างๆซึ่งอาจมีคุณลักษณะต่างกันไว้ในบ่อเดียวกัน และเมื่อระยะเวลาผ่านไป จะทำให้น้ำทิ้งมีคุณลักษณะคล้ายกัน กล่าวคือ มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenity) ซึ่งทำให้ง่ายต่อการบำบัด

3. การตกตะกอน (sedimentation) ใช้ในการขจัดพวกตะกอนหนักของสารต่างๆให้ออกจากน้ำทิ้ง โดยลดความเร็วของการไหลของน้ำทิ้งลงจนถึงค่าหนึ่งที่ตะกอนหนักทั้งหลายสามารถแยกตัวออกจากน้ำทิ้งจมลงสู่ก้นถังแยกตะกอน

4. การรวมตัวและการสมานตะกอน (coagulation and flocculation) ใช้สารเคมีบางชนิดใส่ลงไปในน้ำทิ้ง แล้วเกิดสารที่มีลักษณะเหนียวอยู่ เรียกว่า "ฟล็อก" (floc) มีคุณสมบัติพิเศษคือ เมื่อถูกพัดพาไปสัมผัสกับตะกอนแขวนลอยทั้งหลาย จะดูดตะกอนเหล่านั้นติดผิวไว้ เมื่อตะกอนเข้ามารวมตัวกับฟล็อกมากๆ ก็จะมีน้ำหนักสามารถแยกตัวออกจากน้ำจมลงสู่ก้นถังแยกตะกอนได้

5. การทำให้ตกตะกอน (precipitation) ใช้ในการขจัดสารละลายที่มีอยู่ในน้ำ เช่น สารอนินทรีย์ โลหะหนัก โดยใส่สารเคมีบางชนิดลงไปในน้ำทิ้ง สารเคมีจะทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการขจัดออกกลายเป็นตะกอน ถ้าตะกอนนั้นหนักพอก็จะแยกออกจากน้ำได้ด้วยน้ำหนักของตะกอนเอง แต่ถ้าตะกอนที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก จะต้องผ่านการรวมและการสมานตะกอนก่อน

6. การบำบัดทางชีววิธี (biological treatment) เมื่อปล่อยน้ำทิ้งซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงลงในลำน้ำธรรมชาติ จะทำให้ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำลง ถ้าปริมาณสารอินทรีย์มาก อาจทำให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจนจนเกิดการเน่าขึ้นได้ หากไม่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงไปเพิ่ม จะพบว่าน้ำในธรรมชาตินั้นสามารถปรับสภาพตัวเอง โดยจะมีการทำความสะอาดมลสาร (pollutants) ต่างๆ ให้มีความเข้มข้นน้อยลง และกลับมีออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มมากขึ้น ลักษณะที่เกิดขึ้นนี้เป็นการทำความสะอาดตัวเองของลำน้ำธรรมชาติ (self-purification of natural waters)

ในการกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโรงนมโดยทั่วไปมี 2 ขั้นตอน (สันทัด, 2551) คือ

1. การบำบัดน้ำทิ้งขั้นต้น (primary treatment หรือ screening system) หรือการบำบัดน้ำทิ้งทางกายภาพ เป็นการกวาดและการกรองเพื่อกำจัดเศษชิ้นต่างๆ ที่ปะปนมากับน้ำ

2. การบำบัดน้ำทิ้งขั้นที่สอง (secondary treatment) หรือการบำบัดน้ำทิ้งทางชีวภาพ เป็นการใช้จุลินทรีย์ช่วยกำจัดสิ่งสกปรกออกจากน้ำทิ้ง มีทั้งระบบที่มีการให้อากาศและไม่ให้

อากาศ เช่น ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) ระบบย่อยแบบไร้อากาศ (anaerobic digestion) และระบบบ่อผึ่ง (oxidation pond)

โรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นโรงนมขนาดเล็ก ในปัจจุบัน มีกำลังการผลิต 10 - 15 ตันต่อวัน ซึ่งน้ำทิ้งโรงนมมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด 67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเทรต 0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไทรต์ 0.087 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมด 6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร และออกซิเจนละลายน้ำ 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร การบำบัดน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อุษากร (2535) รายงานว่า โรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีอัตราการผลิตนมสดประมาณวันละ 8 - 10 ตัน มีค่าซีโอดี อยู่ระหว่าง 1,000 - 15,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ระบบบำบัดแบบชีววิธี โดยใช้ระบบตะกอนเร่ง และระบบที่ใช้จุลินทรีย์ยึดเกาะกับวัตถุตัวกลาง (fix bed aeration) สามารถลดค่าซีโอดี และ บีโอดี ได้ 92 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อมีปริมาณสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบเป็น 1.05 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน เอกพล (2536) ได้ใช้ระบบบำบัดแบบถังหมักพ่นอากาศ (airlift bioreactor) เพื่อบำบัดน้ำทิ้งแบบอาศัยจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยการเติมออกซิเจนกับน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีอัตราส่วนน้ำทิ้งโรงนม 50 เปอร์เซ็นต์ (อัตราส่วนน้ำทิ้งโรงนม : น้ำทิ้งจากท่อน้ำ 1:1) และอัตราส่วนน้ำทิ้งโรงนม 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่า ซีโอดี อยู่ระหว่าง 328 - 4,540 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดี อยู่ระหว่าง 300 - 3,300 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งไม่ละลายน้ำอยู่ระหว่าง 35 - 1,069 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ถังหมักพ่นอากาศขนาด 95.7 ลิตร ที่เวลาเก็บกัก 24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัดสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดี และปริมาณสารแขวนลอยของอัตราส่วนน้ำทิ้งโรงนม 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำทิ้งจากท่อ 50 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนน้ำทิ้งโรงนม 100 เปอร์เซ็นต์ ได้เท่ากับ 89.11, 91.13 และ 95.72 เปอร์เซ็นต์ และ 92.11, 92.98 และ 92.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่เวลาเก็บกัก 10 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดี และของแข็งไม่ละลายน้ำได้เท่ากับ 88.64, 93.22 และ 97.11 เปอร์เซ็นต์ และ 85.84, 88.53 และ 96.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สุชาติ (2538) ศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยระบบเอสบีอาร์ ซึ่งโรงนม มีการผลิตนมสดและนมเปรี้ยว มีอัตราการผลิตเฉลี่ยประมาณ 12 ตันต่อวัน ปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยประมาณ 65.31 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าความสกปรก บีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 3,319, 4,767.63 และ 1,234 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ระบบเอสบีอาร์ มีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี บีโอดี และ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 99.33, 99.89 และ 99.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืช

ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland ecosystem) เป็นระบบที่พื้นดินถูกน้ำท่วมขัง หรืออิ่มตัวด้วยน้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ พื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ (natural wetlands) และพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น (constructed wetlands) พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยพืชร่วมกับธรรมชาติในพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่มีความสมดุลของมวลภายในระบบ โดยมีการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และสารเคมีต่างๆ อย่างสมดุล เกิดจากกระบวนการต่างๆ ระหว่างดิน น้ำ และพืชภายในพื้นที่ชุ่มน้ำนั้น เช่น การแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) การดูดซับ (adsorption) การตกตะกอน (precipitation) การกรอง (filtration) การเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (complexation) กระบวนการดูดซึมธาตุอาหาร (uptake) กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) และดิไนตริฟิเคชั่น (denitrification) เป็นต้น กระบวนการเหล่านี้จะช่วยในการเปลี่ยนรูปหรือบำบัดสารปนเปื้อนที่อาจเป็นสารพิษ หรือสารที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ปลอดภัยต่อแหล่งน้ำ หน้าที่สำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำ คือ ความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น พื้นที่ชุ่มน้ำสามารถขจัด หรือเปลี่ยนแปลงสารปนเปื้อนจำนวนมากในน้ำทิ้งให้มีคุลยภาพที่ดีขึ้น พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำจะดูดธาตุอาหาร และดูดซับโลหะหนักออกไปจากระบบในรูปของมวลชีวภาพ เช่น การปรับปรุงบึงมักกะสันตามพระราชดำริ โดยใช้พืชลอยน้ำ พบว่าผักตบชวา เป็นพืชที่ดูดซับและขจัดสารปนเปื้อนต่างๆ จากแหล่งน้ำเสียได้ดี (สิทธิชัย, 2538)

ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการใช้หญ้ากรอง เปรียบเสมือนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการปลูกพืชร่วมอยู่ด้วย ถือได้ว่าเป็นระบบที่มีความสมดุลของมวลภายในระบบ โดยมีการหมุนเวียนของธาตุอาหารและสารต่างๆ พืชช่วยในการบำบัดน้ำเสียโดยการดูดซึมธาตุอาหารและมลสารอื่นๆที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียเพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโต โดยผ่านระบบรากก่อนเข้าสู่ลำต้น รากของพืชเป็นส่วนสำคัญในการบำบัดน้ำเสีย พืชมีการเคลื่อนย้ายออกซิเจน และก๊าซอื่นๆ จากยอดไปยังราก และจากรากไปสู่ยอดได้ ลำต้นที่อยู่ในน้ำเป็นตัวกลางในการกรอง ดูดซับตะกอน และของแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำ ทำให้ความเข้มของแสงแดดที่ส่องตรงสู่ผิวน้ำลดลง จึงช่วยป้องกันการเจริญเติบโตที่มากเกินไปของสาหร่ายที่อยู่ในน้ำ ส่วนก้าน ลำต้น และใบที่อยู่เหนือน้ำจะช่วยลดผลของลมที่มีต่อน้ำ (สุนิศา, 2543)

การใช้พืชในการบำบัดน้ำเสียนั้น ความลึกของท้องน้ำไม่ควรเกินกว่าศักยภาพในการพัฒนาของราก ควรเลือกชนิดพืชให้มีความเหมาะสม พืชน้ำมีส่วนสำคัญในการช่วยลดค่าบีโอดี

โดยจะดูดออกซิเจนเข้าไปในส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำ ได้แก่ ลำต้น ราก และหัว ออกซิเจนจะถูกใช้ประโยชน์ โดยจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย ซึ่งจะดำรงชีวิตโดยอาศัยอยู่กับส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำของพืช และพืชสามารถดูดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารประกอบอื่นจากน้ำเสียได้ด้วย (Njau and Mlay, 2003) พืชที่จะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียควรมีลักษณะเป็นพืชที่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในท้องถิ่น ปรับตัวได้ดีในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง มีความสามารถในการส่งผ่านออกซิเจนสูง โดยนำออกซิเจนจากบรรยากาศที่ส่งผ่านลงมาตามใบ ลำต้น และราก สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษได้ค่อนข้างกว้าง มีความสามารถในการดูดซึมและเก็บสะสมสารต่างๆ ได้ คงทนต่อโรคและแมลงต่างๆได้ดี และสามารถนำออกจากระบบได้ง่าย เนื่องจากพืชจะลดปริมาณสารที่มีอยู่ในน้ำเสียให้ได้ผลดีที่สุดนั้น พืชต้องมีการนำออกจากระบบ เพื่อมิให้พืชอยู่หนาแน่นเกินไปจนระบบขาดประสิทธิภาพ

Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) นำสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) และบัว (*Nelumbo nucifera*) บำบัดน้ำเสียชุมชน เทศบาลหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า บัวมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าสาหร่ายหางกระรอก บัวสามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 70, 79, 63, 68 และ 66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Urbance-Bercic and Bulc (1995) ใช้ต้นอ้อเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็กในสโลวีเนีย สาธารณรัฐยูโกสลาเวีย พบว่า สามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 85.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 17.1 เปอร์เซ็นต์ และซีโอดี 94.4 เปอร์เซ็นต์ การใช้กกกลม และแห้วทรงกระเทียม ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่จังหวัดสกลนคร พบว่า สามารถลดฟอสฟอรัสไนโตรเจนทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และบีโอดีได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (Buddhawong, 1996) ส่วนการใช้หญ้าคาลล่า หญ้าสตาร์ และหญ้าโคสครอส ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า หญ้าคาลล่า หญ้าสตาร์ และหญ้าโคสครอส สามารถลดค่าบีโอดีได้ 73.37, 90.14 และ 93.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (เกษม และ ณัชพงศ์, 2542) ลักษมี (2539) ศึกษาประสิทธิภาพของกกกลม ธูปฤาษี อ้อ และแห้วทรงกระเทียม ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ พบว่า กกกลม มีประสิทธิภาพในการลดค่าโครเมียมสูงที่สุด 98.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ แห้วทรงกระเทียม มีประสิทธิภาพในการลดค่าโครเมียม เท่ากับ 95.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธูปฤาษีและอ้อ มีประสิทธิภาพในการลดค่าโครเมียม

เท่ากับ 95.90 และ 94.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รัตนา (2542) ศึกษาการกำจัดแคดเมียมจากน้ำเสียโดยใช้ธูปฤาษีเป็นพืชบำบัดด้วยระบบบำบัดบึงประดิษฐ์แบบน้ำขังใต้ดิน ปลูกพืชในวัสดุปลูกต่างชนิดกัน คือ ทราย ดินปนทราย และดิน พบว่า ระบบสามารถกำจัดแคดเมียมได้มากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ โดยแคดเมียมในน้ำเข้าส่วนใหญ่สะสมอยู่ในทราย ดินปนทราย และดินที่นำมาใช้ปลูกธูปฤาษี เท่ากับ 95.56, 95.53 และ 94.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพืชที่ปลูกในทราย ดินปนทราย และดินมีแคดเมียมสะสมอยู่ 0.08, 0.06 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พิจิตรา (2544) ใช้ธูปฤาษีและกกกลม บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมูภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในพื้นที่ชุ่มน้ำ พบว่า ธูปฤาษี และกกกลมมีประสิทธิภาพในการลดค่ามลสารต่างๆ 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 ซึ่งน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากพื้นที่ชุ่มน้ำไม่สามารถนำมาล้างโรงเรือนได้ เนื่องจากมีแบคทีเรียจำนวนมาก แต่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ จุฑารัตน์ (2546) ศึกษาการใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สามจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ปลูกต้นธูปฤาษี จำนวน 3 บ่ออัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบแตกต่างกันคือ 0.26, 0.13 และ 0.086 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในระบบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 วัน ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า บึงประดิษฐ์ที่มีอัตราการไหลของน้ำที่ป้อนเข้าระบบเท่ากับ 0.086 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 15 วัน มีประสิทธิภาพในการกำจัดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัส 90.49, 74.11, 61.65, 59.06 และ 39.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าเมื่ออัตราการไหลของน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบมีค่าน้อยลง หรือระบบมีระยะเวลาเก็บกักเพิ่มขึ้น จะทำให้ระบบบึงประดิษฐ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอย ซีโอดี บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัส ได้สูงขึ้น

5. หญ้าแฝก

หญ้าแฝก (vetiver grass) เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี ในสกุล *Vetiveria* วงศ์หญ้า (Family Poaceae) เป็นหญ้าเขตร้อนที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ มีการกระจายพันธุ์อยู่ในทุกภูมิภาคของโลก ศูนย์กลางของการกระจายพันธุ์ของแฝก สันนิษฐานว่าอยู่บริเวณทางตอนกลางและตอนใต้ของประเทศอินเดีย และได้แพร่กระจายลงมาบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศแถบเส้นศูนย์สูตรของทวีปเอเชีย ในประเทศไทยจะพบหญ้าแฝกขึ้นอยู่ตามในพื้นที่ทั่วไปจากที่ลุ่มจนถึงที่ดอน

สามารถเจริญได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ขึ้นเป็นกอหนาแน่น เจริญเติบโตโดยการแตกกออย่างรวดเร็ว หากนำมาปลูกติดต่อกันเป็นแนวยาวขวางแนวลาดเทของพื้นที่จะแตกกอติดกัน สามารถกรองเศษพืชและตะกอนดินซึ่งถูกน้ำชะล้างพัดพามาตกทับถม หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก เจริญเติบโตในแนวดิ่งมากกว่าออกทางด้านข้าง มีรากจำนวนมาก จึงเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2547)

ในสภาพธรรมชาติหญ้าแฝกมีถิ่นกำเนิดตามพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ทางน้ำธรรมชาติ ริมหนองบึง ในป่าเขา เมื่อนำพันธุ์ที่ได้คัดเลือกแล้วไปปลูกในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก พบว่าขึ้นได้เกือบทุกสภาพพื้นที่ หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบใกล้เคียงระดับน้ำทะเลถึงพื้นที่ภูเขาสูงถึง 2,600 เมตร จากระดับน้ำทะเล พื้นดินเปรี้ยว (pH 4.5) ดินด่าง (pH 10.5) ดินเค็ม (20 มิลลิโมห์) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่มีปริมาณฝนน้อย 200 มิลลิเมตรต่อปี หรือมีฝนตกชุก 3,900 - 5,000 มิลลิเมตรต่อปี มีสภาพอากาศหนาวเย็น - 9 องศาเซลเซียส ถึงอากาศร้อนจัด 45 องศาเซลเซียส (วิทูร, 2541)

หญ้าแฝกมีอยู่ในโลกประมาณ 12 ชนิด ในประเทศไทยพบเพียง 2 ชนิด คือ หญ้าแฝกหอม แฝกลุ่มหรือแฝกท้องขาว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* L. Nash. และหญ้าแฝกดอน หรือแฝกพื้นบ้าน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria nemoralis* A. Camus (วีระชัย, 2535)

ลำต้นหญ้าแฝกขึ้นรวมกันเป็นกอเบียดกันแน่น ขนาดกอค่อนข้างใหญ่ ส่วนโคนของลำต้นแบนเกิดจากส่วนของโคนใบที่จัดเรียงพับซ้อนกัน ลำต้นแท้จะมีขนาดเล็กซ่อนอยู่ในกาบใบบริเวณคอดิน ใบ มีลักษณะแคบยาวขอบขนานปลายสอบแหลม แผ่นใบกร้าน มีหนามบนใบ ปลายใบแหลม ท้องใบสีจะจางกว่าหลังใบ ในส่วนของรากหญ้าแฝกมีลักษณะที่พิเศษ คือ มีระบบรากที่สานกันแน่น ช่อของดอกหญ้าแฝกนั้นจะมีตั้งลักษณะเป็นรวง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีสีม่วง (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2547) ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อแตกกอ ส่วนการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดนั้นในสภาพธรรมชาติจะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อย (วิทูรและอาทิตย์, 2536)

5.1 แหล่งพันธุ์หญ้าแฝกหอมหรือหญ้าแฝกลุ่ม

หญ้าแฝกหอมหรือหญ้าแฝกลุ่ม มีถิ่นกำเนิดบริเวณตอนกลางของทวีปเอเชีย สันนิษฐานว่าอยู่ในประเทศอินเดีย เป็นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมที่จะขึ้นอยู่ในพื้นที่นั้นๆได้ดี ทำให้นำไปปลูกและขยายพันธุ์ได้ทั่วไป หญ้าแฝกหอมลักษณะกอ เป็นพุ่ม ใบยาวตั้งตรงขึ้นสูง สูงประมาณ 150 - 200 เซนติเมตร มีการแตกแขนงของลำต้น ใบยาว 45 - 100 เซนติเมตร กว้าง 0.6 - 1.2 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้ม หลังใบโค้ง ปลายใบแบน เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมากทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบส่องดูกับแดดจะเห็นรอยกั้นขวางในเนื้อใบ (septum) ค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะพื้นใบบริเวณส่วนโคนและกลางใบ เส้นกลางใบ ฝังอยู่ในตัวแผ่นใบ ช่อดอกสูง 150 - 250 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มีสีอมม่วง ดอกย่อยส่วนใหญ่ไม่มีรยางค์แข็ง ขนาดเมล็ดโตกว่าหญ้าแฝกดอนเล็กน้อย รากมีความหอมเย็น มีน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย 1.4 - 1.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปรากจะหยั่งลึกได้ประมาณ ตั้งแต่ 100 - 300 เซนติเมตร ลักษณะของหญ้าแฝกลุ่มแหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2547) มีดังนี้

5.1.1 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศหนาวเย็น หญ้าแฝกอายุประมาณ 6 เดือนครึ่ง จะมีความสูงเฉลี่ย 139.8 เซนติเมตร ใน 1 กอ มีจำนวนต้นเฉลี่ย 50 ต้น ขนาดรอบกอเฉลี่ย 67.2 เซนติเมตร รากลึกเฉลี่ย 36 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้ม ยาวเฉลี่ย 90 เซนติเมตร อายุการออกดอกเฉลี่ย 76 วัน ช่อดอกยาว 31 - 34 เซนติเมตร ดอกสีม่วงเข้ม

5.1.2 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี หญ้าแฝกอายุประมาณ 6 เดือน จะแตกกอประมาณ 30 ต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 108 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ทรงพุ่มกางมาก ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบขาว ดอกสีม่วงแดง

5.1.3 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 หญ้าแฝกอายุประมาณ 6 เดือน จะแตกกอประมาณ 35 ต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 112 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลม อวบ ยืดปล้องเร็ว ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง

5.2 แหล่งพันธุ์หญ้าแฝกดอน

หญ้าแฝกดอน หรือแฝกพื้นบ้านนั้น มีการกระจายพันธุ์อยู่ในวงแคบๆ ตามธรรมชาติ เฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย ลาว เขมร เวียดนาม และมาเลเซียเท่านั้น หญ้าแฝกดอนจะพบได้ทั่วไปในที่ค่อนข้างแล้ง หรือที่ดินระบายน้ำได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะในป่าเต็งรัง แต่จะมีน้อยในภาคใต้ สามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่แดดปานกลาง ยอดกอส่วนปลายจะแผ่โค้งลงคล้ายกอตะไคร้ไม่ตั้งมากเหมือนหญ้าแฝกหอม ลักษณะกอ เป็นพุ่ม ใบยาว สูง 100 - 150 เซนติเมตร ปกติไม่มีการแตกตะเกียง และแขนงลำต้น ใบยาว 35 - 80 เซนติเมตร กว้าง 0.4 - 0.8 เซนติเมตร สีเขียวซีด หลังใบพับเป็นสันแข็งสามเหลี่ยม ท้องใบสีเดียวกับด้านหลังใบแต่ซีดกว่าแผ่นใบ เมื่อส่องกับแดดไม่เห็นรอยกั้นในเนื้อใบ เนื้อใบหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อยทำให้ดูกร้านไม่เหลือบมัน ช่อดอกสูง 100 - 150 เซนติเมตร มีหลายสีตั้งแต่สีขาว ครีม สีม่วง ดอกย่อยมีรยางค์แข็ง เมล็ดมีขนาดเล็กกว่าหญ้าแฝกหอม รากไม่มีความหอม สั้นกว่าหญ้าแฝกดอน โดยทั่วไปจะหยั่งลึก ประมาณ 80 - 100 เซนติเมตร (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2547)

6. หญ้าแฝกกับการบำบัดน้ำเสีย

จากการประชุมแฝกโลกที่เมืองกวางเจา ประเทศจีน ในปี ค.ศ. 2003 ได้มีการอ้างถึงคุณสมบัติของหญ้าแฝกที่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ดังเช่น Xia *et al*. (2003) ปลูกหญ้าแฝก และพืชอื่นอีก 3 ชนิด ได้แก่ ต้นอ้อ (*Phragmites australis*), ธูปฤาษี (*Typha latifolia*) และ กกกระจูด (*Lepironia articutala*) ในน้ำเสียจากโรงกลั่นน้ำมัน Maoming Petro-Chemical Company ประเทศจีน ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า หญ้าแฝกมีความสามารถในการปรับตัวเองให้อยู่รอดในน้ำเสียได้ดีที่สุด

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีพระราชดำริในการนำเอาหญ้าแฝกมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2547 ใช้หญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์มอนโต แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี นำหญ้าแฝกมาปลูกลงบนแพลอยน้ำที่ทำจากกระบอกไม้ไผ่ แต่ละช่วงทางระบายน้ำทิ้งจะมีแพหญ้าแฝก 3 ชุด ชุดละ 2 แพ ทดลองบริเวณพระราชวังไกลกังวล อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ น้ำที่เคยดำและเน่าเหม็นกลับใสและกลิ่นเหม็นลดลง ขณะเดียวกันได้ตัดใบมาวิเคราะห์มวลสารต่างๆ จากการที่รากหญ้าแฝกดูดซับ

ขึ้นมา ระบบรากของหญ้าแฝกจะทำหน้าที่ดูดซับสารอินทรีย์และสารปะปนต่างๆในน้ำทิ้ง และเมื่อแฝกเจริญเติบโตแตกใบ ก็จะตัดใบทิ้งเพื่อให้แฝกแตกใบขึ้นมาใหม่ ซึ่งการแตกใบใหม่นี้แฝกจะดูดซับของเสียในน้ำมาใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้น้ำที่เคยดำ เหม็น กลับใสและกลิ่นที่เคยเหม็นลดลง (ดวงแก้ว, 2547) เช่นเดียวกับอรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกลุ่มในคลองระบายน้ำทิ้งในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ภายหลังการบำบัดน้ำเสีย หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความยาวราก จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนักสด เพิ่มขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกสามารถดูดซับธาตุต่างๆ ในน้ำทิ้งไปใช้ในการเจริญเติบโต ยกเว้นปริมาณคลอโรฟิลล์ มีค่าลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ เพราะน้ำทิ้งมีตะกั่วและแคดเมียมที่มีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนประสิทธิภาพการบำบัด พบว่า ธาตุอาหารต่างๆ ในน้ำลดลง ยกเว้นค่าออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.5 เป็น 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากรากหญ้าแฝกมีการปลดปล่อยออกซิเจนลงไปในน้ำ

หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแตกหน่อได้อย่างรวดเร็วเป็นกอชิดกันแน่นหนา เป็นกำแพงใต้ดิน ช่วยในการดูดซับสารเคมีก่อนไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพเหมาะแก่การอุปโภคบริโภคและเลี้ยงสัตว์ได้ดีขึ้น สุชาดาและคณะ (2539) ปลูกหญ้าแฝก 5 แหล่งพันธุ์ในดิน โดยใช้น้ำจากโรงนมรดในดินปลูก พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลมีการเจริญเติบโต และสามารถดูดธาตุอาหาร โลหะหนัก แคดเมียม และตะกั่ว ในแหล่งน้ำทิ้งจากโรงนมได้ดี ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้แฝกบำบัดน้ำเสีย มนพ (2538) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกที่รดด้วยน้ำทิ้งของชุมชน จังหวัดเพชรบุรี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินเดีย มีน้ำหนักมวลชีวภาพของส่วนต้นสูงสุด และแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีน้ำหนักมวลชีวภาพส่วนรากสูงสุด นอกจากนี้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรีมีการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ จากน้ำทิ้งชุมชนได้ดี โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว และแคดเมียม เป็นต้น

มนต์ชัย (2548) ปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 ด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีค่าความเข้มข้นต่างกัน คือ ความเข้มข้นสูง (ค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 61.13 – 115.50 มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นต่ำ (ค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 36.00 – 51.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ความเข้มข้นสูง ได้ดีกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีธานีสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดี คือ บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ

ออร์โธฟอสเฟต เท่ากับ 91.46, 62.48, 35.87 และ 23.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมวลชีวภาพของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าสูงกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ในชุดทดลองที่มีความเข้มข้นของน้ำเสียสูง

Kong *et al.* (2003) ปลูกหญ้าแฝกเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ในประเทศจีน ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโลหะหนักสูง โดยปลูกหญ้าแฝกในลักษณะแพไม้ไผ่ลอยน้ำ จากการทดลองพบว่าหญ้าแฝกสามารถบำบัด ทองแดง และสังกะสี ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สารหนู และไนโตรเจนได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 59 - 85 เปอร์เซ็นต์ ตะกั่ว 30 - 71 เปอร์เซ็นต์ และปรอท 13 - 58 เปอร์เซ็นต์ Shiming *et al*. (2003) ศึกษาความสามารถของหญ้าแฝกหอมและกกร่ม ในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร โดยสร้างบ่อขนาดยาว 50 เซนติเมตร กว้าง 38.5 เซนติเมตร สูง 23 เซนติเมตร ซึ่งน้ำเสียจากฟาร์มสุกรนั้นมีค่า ซีโอดี 825 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 130 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 23 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการทดลองพบว่า ทั้งหญ้าแฝกและกกร่มสามารถบำบัดน้ำเสียได้ถึง 64, 68, 20 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดลองในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ระดับน้ำแตกต่างกัน โดยปลูกหญ้าแฝกหอมแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกดอน แหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงฟอกหนัง พบว่า หญ้าแฝกหอม แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถบำบัดโครเมียมได้ดีที่สุด ที่ระดับน้ำ 0.1 เมตร บำบัดได้ถึง 89.29 เปอร์เซ็นต์ หญ้าแฝกดอน แหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ สามารถบำบัดโครเมียมได้ดีที่สุด ที่ระดับน้ำ 0.15 เมตร บำบัดได้ 86.30 เปอร์เซ็นต์ และ หญ้าแฝกดอน แหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เจริญเติบโตได้ดีกว่า หญ้าแฝกหอม แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ในทุกๆ การทดลอง (Sengsai, 2001) ในขณะที่ Dhitivara *et al*. (2003) ศึกษาประสิทธิภาพของแฝกหอม (แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี) และแฝกดอน (แหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์) ในการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในดิน โดยการนำหญ้าแฝกมาปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนสารหนูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองพบว่าทั้งหญ้าแฝกหอมและแฝกดอนสามารถเจริญเติบโตในดินที่มีการปนเปื้อนสารหนู ในทุกๆ การทดลองได้จำนวนต้นต่อกอของแฝกหอมสูงกว่าแฝกดอน แต่น้ำหนักแห้งของแฝกดอนสูงกว่าหญ้าแฝกลุ่ม สารหนูจะสะสมอยู่ในรากมากกว่าในใบ ที่ระยะเวลา 90 วัน แฝกดอนมีปริมาณสารหนู 125 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง ส่วนแฝกหอมมีปริมาณสารหนู 75 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง ดังนั้นประสิทธิภาพในการดูดซับสารหนูของแฝกดอนจึงสูงกว่าแฝกลุ่ม

ปิยะวรรณ (2546) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน กรมชลประทาน โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มอนโต สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีการเจริญเติบโตส่วนต้น ราก น้ำหนักมวลชีวภาพสูงสุด และมีการดูดซับธาตุไนโตเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ในส่วนต้นสูง และดูดซับเหล็กในส่วนรากสูงสุด นอกจากนั้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียยังสามารถช่วยเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้สูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 58.33 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจน (77.89 เปอร์เซ็นต์) ไนไทรต์ (99.97 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี (62.80 เปอร์เซ็นต์) ไนเทรต (77.55 เปอร์เซ็นต์) ได้สูงสุด และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์มอนโตมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมได้สูงสุด เท่ากับ 46.18 และ 71.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภัทรา (2548) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกและผักบุ้งในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ศูนย์บริการก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยปลูกพืชในแปลงที่มีระบบการไหลเวียนในแนวราบแบบช้า น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบจะทำการเจือจางให้มีค่าซีโอดีประมาณ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ผักบุ้งสามารถลดค่าบีโอดี 93.7 เปอร์เซ็นต์ ซีโอดี 86.61 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 90.5 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 90.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าแฝกสามารถลดค่า บีโอดี 97.76 เปอร์เซ็นต์ ซีโอดี 86.61 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 81.74 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 94.28 เปอร์เซ็นต์ ทั้งผักบุ้งและหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกัน การปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่างๆ คือ แหล่งพันธุ์กำแพงเพชร ประจวบคีรีขันธ์ มอนโต ราชบุรี ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี และอินโดนีเซีย ในน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม 3 แหล่ง ได้แก่ โรงงานเยื่อกระดาษ โรงสีข้าว และโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง น้ำเสียมีค่าบีโอดี 464 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอย 8,180 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว 30 มิลลิกรัมต่อลิตร โครเมียม 36 มิลลิกรัมต่อลิตร สังกะสี 29 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรอท 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ สามารถเจริญเติบโตได้ดี มีความสูงต้นและความยาวรากสูง แม้จะปลูกในน้ำเสียที่มีปริมาณโลหะหนักมาก (ธีระและคณะ, 2548) ในขณะที่ ศิริลักษณ์ (2548) ใช้หญ้าแฝก 5 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินเดีย พระราชทาน เลย ศรีลังกา นครสวรรค์ และ ประจวบคีรีขันธ์ ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม จากโรงงานถลุงแร่สังกะสี บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด ในรูปของ

สารละลายแคดเมียมคลอไรด์ 0, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์เลย ดูดซึมแคดเมียมไว้ได้ประมาณ 0.01 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (รวมลำต้น ใบ และราก)

ฐิติณัฏฐ์ (2549) ปลูกหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย สงขลา 3 และศรีลังกา บำบัดน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ พบว่า หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยในน้ำ คลอโรฟิลล์ แมงกานีส และสังกะสีได้สูงสุด เท่ากับ 34.86, 78.33, 55.64, 28.57 และ 88.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ 33.11 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าทองแดงได้ 85.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด บีโอดี ไนเทรต ตะกั่ว และ นิเกิล เท่ากับ 46.30, 66.26, 44.45, 80.98 และ 92.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

มงคลและคณะ (2549) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในหนองน้ำชุมชนเพื่อปรับคุณภาพน้ำ โดยใช้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่ผูกกันเป็นแพแล้วนำไปบำบัดน้ำเสียของหนองน้ำ ณ ชุมชนบ้านศรีฐาน ตำบลในเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งทำการบำบัดน้ำเสียที่มีแหล่งได้รับมลภาวะแตกต่างกัน 4 ระยะทาง ตามศักยภาพที่ได้รับมลพิษ คือ 1) ระยะทางต่อศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด 2) ระยะทางต่อศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมาก 3) ระยะทางต่อศักยภาพที่ได้รับมลภาวะปานกลาง และ 4) ระยะทางต่อศักยภาพที่ได้รับมลภาวะน้อย พบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย สามารถลดค่าบีโอดีได้ดังนี้ ระยะทางต่อศักยภาพที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 85, 84, 68 และ 76 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าบีโอดีเท่ากับ 398 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 3.2, 3.3, 3.8 และ 4.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าออกซิเจนละลายเท่ากับ 2.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในการบำบัดน้ำทิ้งนากุ้ง ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมโดยปล่อยน้ำขังในแปลงทดลอง 7 วัน หลังจากนั้นระบายน้ำออก และทิ้งให้แห้ง 7 วัน ใช้หญ้าแฝกลุ่ม 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน ศรีลังกา สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทาน มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนในน้ำได้สูงสุด เท่ากับ 35.92 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าไนเทรต ไนไทรต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด บีโอดี และโครเมียม เท่ากับ 43.50, 64.42, 86.13, 57.89 และ 76.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจน

ทั้งหมด และค่าความเค็มได้ดี เท่ากับ 43.33 และ 24.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งหญ้าแฝกทั้งสองแหล่งพันธุ์นี้บำบัดน้ำทิ้งนากุ้งได้ดีที่สุด เนื่องจากสามารถลดปัญหาที่เกิดจากน้ำเสียในบ่อเลี้ยงกุ้งได้ดี (วิภาดา, 2550)

วราพร (2550) ใช้หญ้าแฝกลุ่มบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกแบบแพลอยน้ำ จากการทดลองพบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด สูงสุดเท่ากับ 42.65 และ 49.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าบีโอดี และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 58.58 และ 24.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าของแข็งแขวนลอย ไนไทรต์ เหล็ก และคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 51.79, 38.71, 67.27 และ 47.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Chunrong *et al.* (2007) ทดลองปลูกแฝกบนทุ่นลอยน้ำ หรือในสภาพเกาะลอย (floating island) ที่เมือง Fuxhou ประเทศจีน เพื่อศึกษาความสามารถของแฝกในการเจริญเติบโตอยู่ในน้ำ และการบำบัดน้ำที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีมากเกินไป พบว่า แฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำได้ดี และสามารถลดฟอสฟอรัสในน้ำได้สูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 2 สัปดาห์ และลดได้มากกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ แฝกสามารถลดไนโตรเจนในน้ำได้ 74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ประเทศเวียดนาม โดยการนำหญ้าแฝกที่มีอายุ 5 และ 7 เดือน มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้เวลาแตกต่างกันคือ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า หญ้าแฝกที่มีอายุ 5 เดือน สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 25, 63 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ และสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 30, 72 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกที่อายุ 7 เดือน ที่ระยะเวลาการบำบัด 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 88 และ 91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้80 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Danh *et al*., 2008)

Wantawin *et al*. (2008) บำบัดน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียจากการทำการเกษตร ในกรุงเทพมหานคร ปลูกแบบแพลอยน้ำโดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์ศรีลังกา จากการทดลองพบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีการเจริญเติบโต และมีการดูดซับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าไนโตรเจน

ทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีที่สุดเท่ากับ 6,711 และ 850 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ได้เท่ากับ 5,949 และ 730 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ

Scavo *et al.* (2008) ใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำอัดลม ที่เวเนซุเอลา โดยใช้ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสียและอัตราการไหลของน้ำเสียแตกต่างกัน คือ ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 20 วัน มีอัตราการไหล 30 ลิตรต่อวัน ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 15 วัน มีอัตราการไหล 40 ลิตรต่อวัน และ ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 5 วัน มีอัตราการไหล 120 ลิตร ต่อวัน จากการทดลองพบว่า ที่ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 20 วัน มีอัตราการไหล 30 ลิตรต่อวัน มี ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีและซีโอดีได้สูงสุดเท่ากับ 96.86 และ 95.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 15 วัน มีอัตราการไหล 40 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพในการลดค่า ฟอสฟอรัสทั้งหมด และของแข็งทั้งหมดได้สูงสุดเท่ากับ 62.05 และ 78.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย 5 วัน มีอัตราการไหล 120 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพในการลดค่า ของแข็งแขวนลอยได้สูงสุดเท่ากับ 87.50 เปอร์เซ็นต์

Boonsong and Chansiri (2008) บำบัดน้ำเสียชุมชน ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปลูก แบบแพลอยน้ำ โดยใช้น้ำเสีย ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกัน 2 ระดับคือ ความเข้มข้นสูง (มีค่าบีโอดี ระหว่าง 61.13 - 115.50 มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นต่ำ (มีค่าบีโอดีระหว่าง 36.0 - 51.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) จากการทดลองพบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลด ค่าบีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟตได้สูงสุดเท่ากับ 91.46, 62.48, 35.87 และ 23.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่า แอมโมเนียได้สูงสุดเท่ากับ 58.62 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในต้น และในรากเท่ากับ 1.785 - 8.400 และ 2.240 - 10.045 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์ สุราษฎร์ธานีปริมาณฟอสฟอรัสในต้น และรากสูงสุดเท่ากับ 1.217 - 2.422 และ 1.088 - 2.906 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

ตอนที่ 1 การใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในบ่อจำลอง

1. การเตรียมบ่อทดลอง

ใช้บ่อคอนกรีตขนาด 2.0 x 1.2 เมตร ลึก 45 เซนติเมตร ระหว่างบ่อมีวาล์วเปิด-ปิด และทางระบายน้ำเชื่อมต่อกัน ก้นบ่อรองด้วยทรายหยาบหนา 15 เซนติเมตร เกลี่ยให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง (ภาพที่ 1)

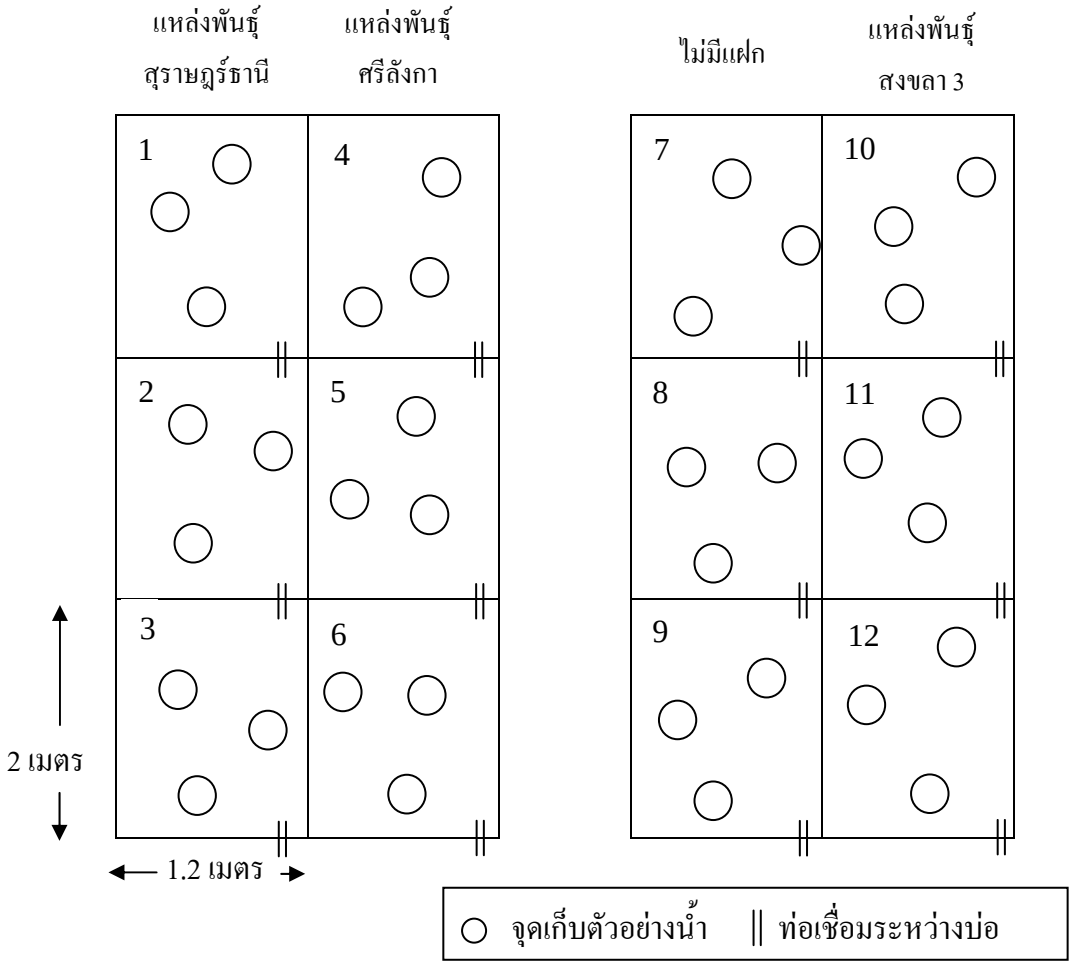
2. การเตรียมกล้าพืชและการปลูกแฝก

ใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ปลูกแฝกในแพลอยน้ำ ขนาดแพ 1.0 x 0.9 เมตร บ่อละ 2 แพ ปลูกเต็มบ่อ คัดเลือกแฝกที่ปลูกให้มีจำนวนต้นต่อกอเท่ากัน คือ 3 ต้น/กอ ขนาดต้นใกล้เคียงกัน และตัดต้นแฝกให้มีความสูง 25 เซนติเมตร ระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 หน่วยทดลอง คือ บ่อปลูกแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี บ่อปลูกแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา บ่อปลูกแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และบ่อที่ไม่มีการปลูกแฝกเป็นบ่อควบคุม แต่ละหน่วยทดลองมี 3 ซ้ำ รวม 12 บ่อ (ภาพที่ 1) อนุบาลกล้าแฝกที่ปลูกลงในบ่อทดลอง โดยเติมน้ำประปาใส่บ่อทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อให้แฝกได้มีการปรับสภาพ จากนั้นไขน้ำประปาออกก่อนนำน้ำเสียจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาใส่เต็มบ่อทดลอง

3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำเสียในแต่ละบ่อ ภายหลังการปลูกหญ้าแฝก 6, 10 และ 14 สัปดาห์ โดยเก็บบ่อละ 3 จุด วิเคราะห์หาสารปนเปื้อนในน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี โดยเก็บตัวอย่างน้ำแบบสุ่ม (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผังบ่อปลูกหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3 และบ่อควบคุม (ไม่ปลูกแฝก) ในบ่ออิฐบล็อก และจุดเก็บตัวอย่างน้ำ บ่อแบบระบบน้ำไหลที่เรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิเคราะห์คุณภาพน้ำและประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางกายภาพและทางเคมี วิเคราะห์น้ำก่อน และหลังการบำบัด โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามที่อธิบายใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Treatment (APHA, AWWA and WEF, 2005) ดังนี้

4.1 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยเครื่อง pH meter

4.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD) โดยวิธี Five-Day BOD Method

4.3 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) โดยเครื่อง Dissolved Oxygen meter

4.4 อุณหภูมิ โดยใช้เครื่อง EC/TDS/Temperature/%NaCl (HANNA รุ่น HI9835)

4.5 ความนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่อง EC/TDS/Temperature/%NaCl (HANNA รุ่น HI9835)

4.6 ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method

4.7 ฟอสเฟตทั้งหมด โดยวิธี Ascorbic Acid Method

4.8 ไนไทรต์ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

4.9 ไนเทรต โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

4.10 Total Suspended Solid (TSS)

4.11 Total Dissolved Solids (TDS) โดยใช้เครื่อง EC / TDS / Temperature / %NaCl (HANNA รุ่น HI9835)

4.12 Turbidity โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

4.13 คลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

การคำนวณประสิทธิภาพของหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ดังนี้

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

5. ศึกษาการเจริญเติบโต

สุ่มเก็บแฝกในเดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 แหล่งพันธุ์ละ 5 ต้น วัดความสูงของต้นและความยาวราก นับจำนวนหน่อต่อต้น นำแฝกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของต้นและรากหญ้าแฝก เพื่อหามวลชีวภาพต่อไป

6. วิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชจากแฝกในระยะ 3 และ 4 เดือน โดยแยกส่วนต้นและราก นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ดังนี้

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

6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Triacid mixture, Molybdo-vanadate yellow color method (Chapman and Pratt, 1978)

7. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT

ตอนที่ 2 การใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกแบบแพลอยน้ำในบ่อน้ำทิ้งโรงนม

1. การเตรียมแปลงทดลอง

แปลงทดลองใช้บ่อน้ำทิ้งจากโรงนม ภายในบริเวณโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน มีทางน้ำไหลเข้า ไหลออก ลักษณะบ่อเป็นทรงคล้ายเลขแปด หัวแปลงกว้าง 9.30 เมตร ท้ายแปลงกว้าง 8.20 เมตร ยาว 23.90 เมตร (ภาพที่ 2)

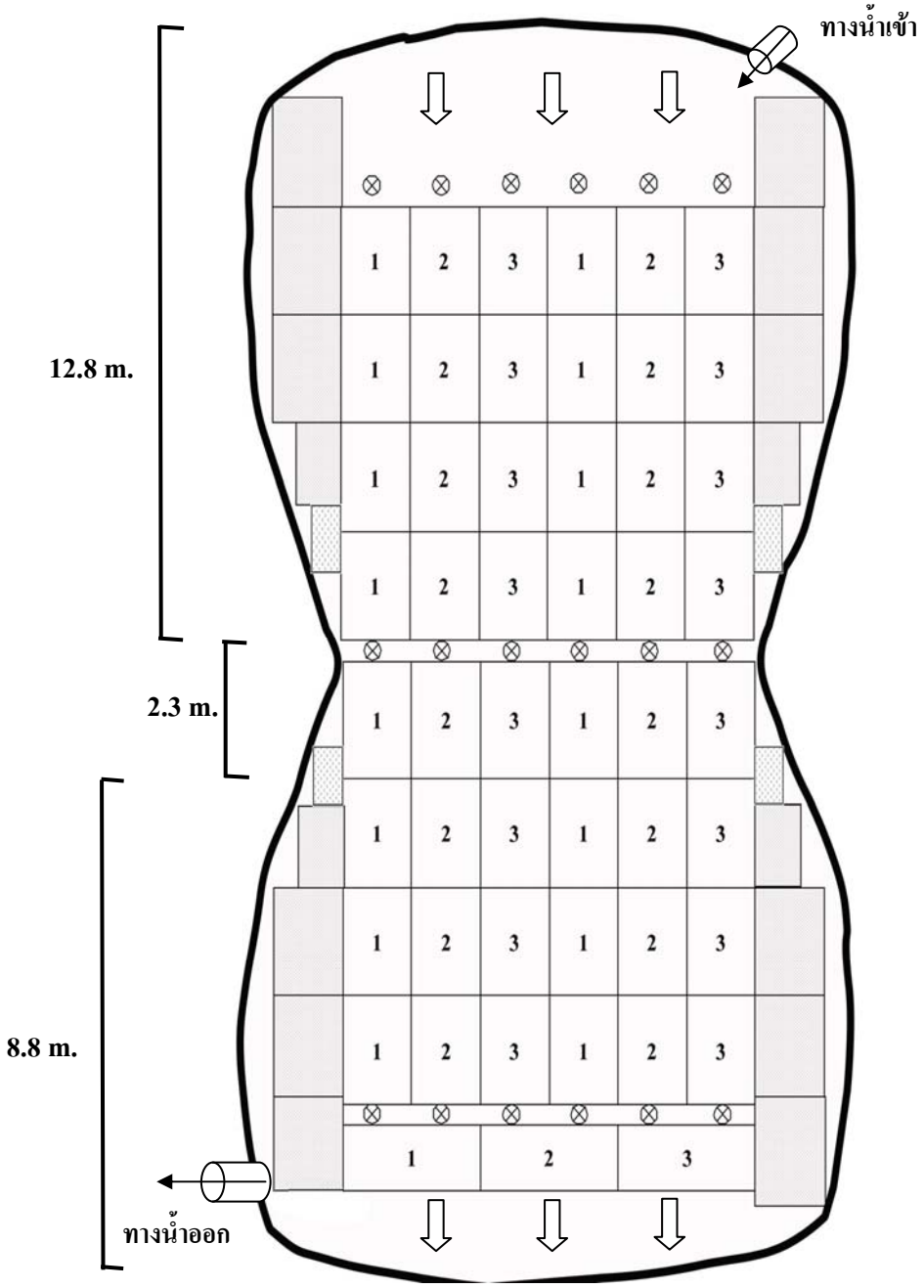
2. การปลูกแฝก

ปลูกแฝกลุ่ม จำนวน 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) แต่ละแหล่งพันธุ์มี 2 ซ้ำ

โดยปลูกแฝกในแพลอยน้ำ ขนาดแพ คือ 1.0 x 1.8 เมตร คัดเลือกแฝกที่ปลูกให้มีจำนวนต้นต่อกอเท่ากัน คือ 3 ต้นต่อกอ ขนาดต้นใกล้เคียงกัน และตัดต้นให้มีความสูง 25 เซนติเมตร ระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร ปลูกแพแฝกเต็มบ่อ (ภาพที่ 2)

3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ คือ บริเวณก่อนและหลังน้ำไหลผ่านแปลงปลูกหญ้าแฝก เก็บน้ำก่อนปลูกแฝก นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เป็นน้ำก่อนการบำบัด ปล่อยน้ำขังไว้ในแปลง 5 วัน วิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัด จากนั้นปล่อยน้ำเข้าแปลงทดลองใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัด ทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง ช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 ภายหลังปลูกพืช เก็บตัวอย่างน้ำที่ระยะ 0, 8 และ 16 เมตร ตามลำดับ เก็บแหล่งพันธุ์ละ 2 จุด ในแต่ละระยะรวม 6 จุด รวมจุดเก็บน้ำทั้งหมด 18 จุด นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผังบ่อปลูกหญ้าแฝกในบ่อผึ่ง และจุดเก็บตัวอย่างน้ำโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเช่นเดียวกันกับตอนที่ 1

สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

1. บ่อจำลอง บริเวณเรือนเพาะชำ และ ห้องปฏิบัติการภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. บ่อน้ำทิ้งภายในโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 สิ้นสุดเดือนกุมภาพันธ์ 2550

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แหล่งพันธุ์แฝกที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ดี

2. ช่วยในการบำบัดน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนปล่อยออกสู่ระบบระบายน้ำรวม

ผลและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการปลูกหญ้าแฝก ในบ่อจำลองที่ใส่น้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต การดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 คุณภาพน้ำก่อนบำบัดมีค่า pH เท่ากับ7.3 บีโอดี 1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนทั้งหมด 67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเทรต 0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสทั้งหมด 6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ผลดังนี้

1.1 การเจริญเติบโตของหญ้าแฝก

1.1.1 ความสูงของหญ้าแฝก (เซนติเมตร)

หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีความสูงเพิ่มขึ้นจากระยะแรกที่ปลูก (25 เซนติเมตร) ภายหลังการปลูก สัปดาห์ที่ 4, 12 และ 16 ความสูงของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ยกเว้นสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งความสูงของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.51 เซนติเมตร ส่วนสัปดาห์ที่ 4 และ 12 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าความสูงมากสุดเท่ากับ 47.60 และ 96.88 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความสูงมากสุดในสัปดาห์ที่ 16 มีค่าเท่ากับ 102.12 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับความสูงของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 99.66 เซนติเมตร (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 3)

1.1.2 ความยาวรากของหญ้าแฝก (เซนติเมตร)

ความยาวรากของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 และ 5.62 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 12 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความยาวรากสูงสุดเท่ากับ 7.38 และ 10.12 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาและแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 ความสูง และ ความยาวราก ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งพันธุ์	ความสูงต้น (เซนติเมตร) [1]				ความยาวราก (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์				สัปดาห์			
	4	8	12	16	4	8	12	16
สุราษฎร์ธานี	31.46b [2]	65.76	75.80c	102.12a	2.70	5.62	7.38a	10.12a
ศรีลังกา	45.00a	67.46	84.78b	91.82b	2.66	4.66	5.22b	9.44b
สงขลา 3	47.60a	66.30	96.88a	99.66a	2.84	5.08	5.46b	9.74b
เฉลี่ย	41.35	66.51	85.82	97.87	2.73	5.12	6.02	9.77
CV (%)	12.3	11.7	2.4	2.1	19.4	15.2	5.0	2.9
LSD 95%	7.015	10.735	2.891	2.860	0.730	1.075	0.415	0.392
F-test	**	ns	**	**	ns	ns	**	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

1.1.3 น้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น)

น้ำหนักต้นของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ในสัปดาห์ที่ 4 และ 16 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 และ 19.56 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักต้นสูงสุดเท่ากับ 3.68 และ 7.16 กรัมต่อต้น ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3)

1.1.4 น้ำหนักราก (กรัมต่อต้น)

น้ำหนักรากของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 4 และ 16 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 และ 12.93 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักต้นสูงสุดเท่ากับ 2.33 และ 5.06 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แตกต่างจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาและแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 3)

1.1.5 จำนวนหน่อ (หน่อต่อต้น)

จำนวนหน่อของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 4, 8, 12 และ 16 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.6, 2.5, 4.1 และ 7.1 หน่อต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 3)

1.1.6 น้ำหนักมวลชีวภาพ (กรัมต่อต้น)

น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 4 และ 16 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 และ 32.49 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักมวลชีวภาพสูงสุดเท่ากับ 6.02 และ 12.22 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แตกต่างกับหญ้าแฝก 2 แหล่งพันธุ์ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 3)

ตารางที่ 2 น้ำหนักต้น และ น้ำหนักราก ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งพันธุ์	น้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น) /1				น้ำหนักราก (กรัมต่อต้น)			
	สัปดาห์				สัปดาห์			
	4	8	12	16	4	8	12	16
สุราษฎร์ธานี	2.22	3.68a /2	7.16a	19.92	1.48	2.33a	5.06a	13.14
ศรีลังกา	2.07	2.97b	6.45c	19.28	1.32	1.94b	3.95c	12.87
สงขลา 3	2.51	3.56a	6.81b	19.47	1.57	1.92b	4.39b	12.78
เฉลี่ย	2.27	3.40	6.81	19.56	1.46	2.06	4.47	12.93
CV (%)	19.4	6.0	3.3	5.3	8.7	6.5	5.2	4.2
LSD 95%	0.605	0.280	0.311	1.428	0.174	0.184	0.317	0.755
F-test	ns	**	**	ns	ns	**	**	ns

ตารางที่ 3 จำนวนหน่อต่อต้น และ น้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งพันธุ์	จำนวนหน่อ (หน่อต่อต้น) /1				น้ำหนักมวลชีวภาพ (กรัมต่อต้น)			
	สัปดาห์				สัปดาห์			
	4	8	12	16	4	8	12	16
สุราษฎร์ธานี	1.4 /2	2.8	3.2	7.6	3.70	6.02a	12.22a	33.06
ศรีลังกา	2.0	2.2	4.6	6.2	3.39	4.92c	10.40b	32.15
สงขลา 3	1.4	2.4	4.6	7.4	4.08	5.48b	11.20ab	32.25
เฉลี่ย	1.6	2.5	4.1	7.1	3.72	5.47	11.27	32.49
CV (%)	37.8	30.5	44.8	15.9	11.0	5.2	9.6	3.5
LSD 95%	0.834	1.037	2.553	1.551	0.563	0.395	1.488	1.574
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	ns

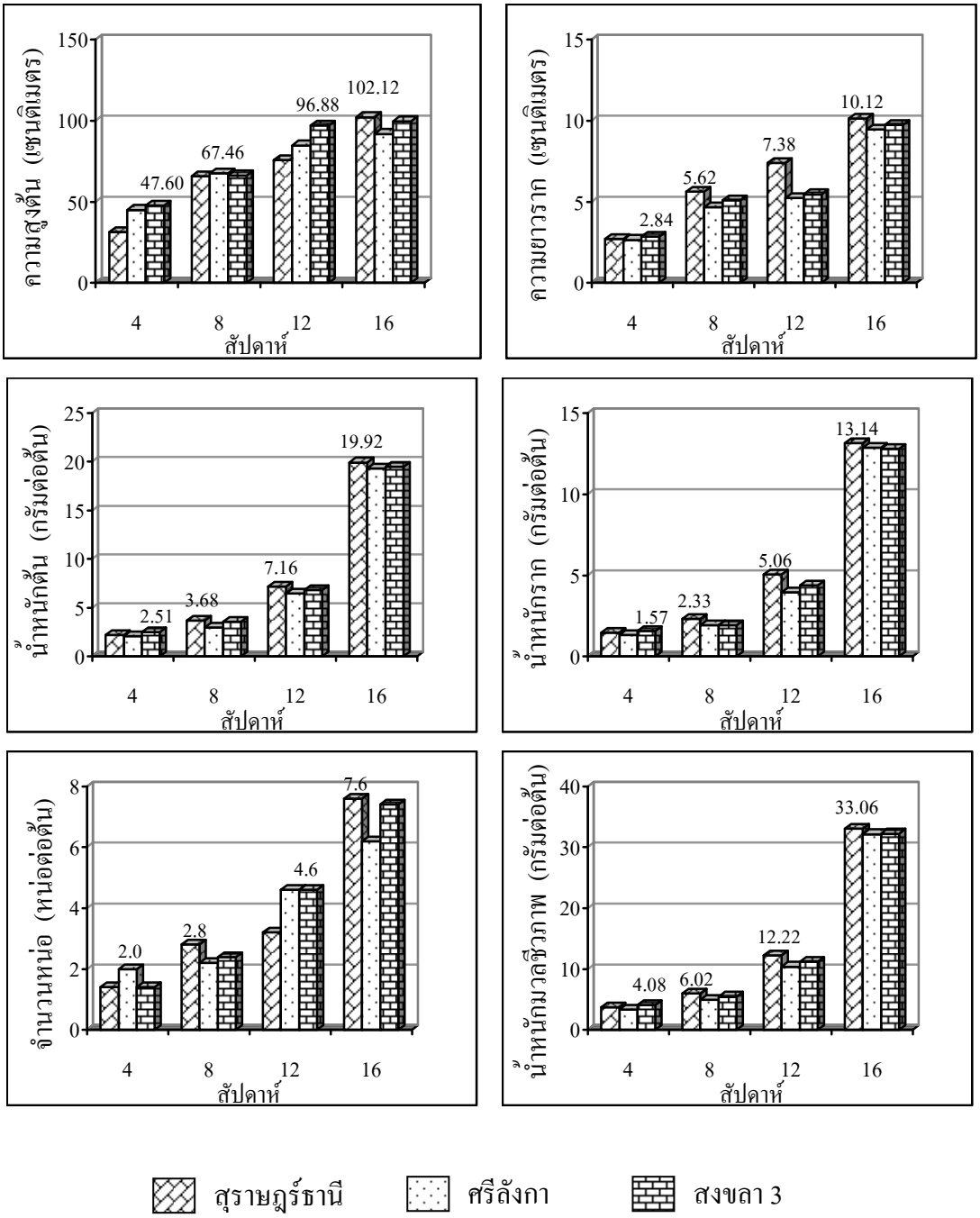
หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 3 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความยาวราก (เซนติเมตร) น้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น) น้ำหนักราก (กรัมต่อต้น) จำนวนหน่อ (หน่อต่อต้น) และน้ำหนักมวลชีวภาพ (กรัมต่อต้น) ของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความสูง ความยาวราก น้ำหนักต้น น้ำหนักราก จำนวนหน่อ และน้ำหนักมวลชีวภาพ เพิ่มขึ้นทุกเดือน หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีความสูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งพันธุ์อื่น สัปดาห์ที่ 4, 8, 12 และ 16 มีค่าเท่ากับ 31.46, 65.76, 75.80 และ 102.12 เซนติเมตร ตามลำดับ เห็นได้จากความสูงของต้นหญ้าแฝกนั้นเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 16 ความสูงของหญ้าแฝกจะคงที่ เริ่มมีการออกดอก และเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ซึ่งเป็นลักษณะของการเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์ (sigmoid growth curve) โดยหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตแบบสิ้นสุด (determinative growth) กล่าวคือ หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตช้าในช่วงระยะแรกของการปลูกในสัปดาห์ที่ 1-2 เนื่องจากหญ้าแฝกจะต้องมีการปรับตัวให้เติบโตได้ในน้ำเสีย หลังจากนั้นหญ้าแฝกจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ซึ่งเป็นระยะ log phase จนถึงระยะ 16 สัปดาห์ เป็นระยะการสร้างดอก การเติบโตของหญ้าแฝกจะเริ่มคงที่ (stationary phase) จึงเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ และตายในที่สุด (decline phase) ภายหลังการสร้างดอก ผล และเมล็ด ซึ่งเป็นลักษณะของพืชล้มลุก (สมบุญ, 2548) สอดคล้องกับ วิภาดา (2550) ที่ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งนากุ้ง พบว่า หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์เช่นกัน และที่ระยะเวลา 16 สัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 150 เซนติเมตร โดยมีความสูงมากกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากโรงนม ทั้งนี้เพราะ การปลูกแฝกในน้ำทิ้งจากนากุ้ง มีการปลูกในดินด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบแห้งสลับเปียก โดยปล่อยน้ำขังในแปลง 7 วัน แล้วระบายน้ำออกทิ้งให้แห้ง 7 วัน จึงทำให้แฝกมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำ ซึ่งรากจะแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลา ส่วนปิยวรรณ (2546) ปลูกหญ้าแฝกแบบแพลอยน้ำในน้ำเสียชุมชน กรมชลประทาน พบว่า ในเดือนที่ 4 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความสูงเพียง 76.60 เซนติเมตร ในขณะที่แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีความสูงมากสุดเท่ากับ 152.00 เซนติเมตร หญ้าแฝกเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้แม้อยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง เนื่องจากหญ้าแฝกมี aerenchyma ทำหน้าที่เก็บสะสมออกซิเจนจึงช่วยให้หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำ (สมบุญ, 2548) การปลูกแฝกในบริเวณที่มีน้ำท่วมขังตลอดเวลา พบว่าแฝกมีความทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้เป็นเวลานาน สามารถเจริญเติบโต และปรับตัวได้ดีในที่ลุ่มน้ำท่วมถึง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) หญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม แบบแพลอยน้ำมีรากสั้นกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในดิน เพราะในสภาพธรรมชาติการปลูกพืชในดินร่วนปนทรายจะมีการระบายน้ำได้ดี ทำให้รากมีการเจริญได้อย่างเต็มที่ โดยปรกติหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แตกกอแน่น มีระบบรากฝอยที่ยาวและแข็งแรง รากที่เจริญเต็มที่ สามารถหยั่งลึกลงดินในแนวดิ่ง อาจลึกมากถึง 3.0 เมตร และแผ่ขยายตามแนวราบ กว้าง 0.5 เมตร (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสาน

งานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2547) ในสภาพน้ำท่วมขังหญ้าแฝกยังคงสามารถเจริญเติบโตได้ แต่การเจริญของรากจะลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ทำให้รากหญ้าแฝกในน้ำมีการเติบโตของรากน้อยกว่าที่ปลูกในดิน นอกจากนี้ ส่วนปลายรากอาจเกิดการย่อยสลายได้ง่ายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งในแต่ละสัปดาห์รากของหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีความยาวรากสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4, 8, 12 และ 16 เท่ากับ 2.70, 5.62, 7.38 และ 10.12 เซนติเมตร ตามลำดับ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำนม น้ำเสียจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ก่อนบำบัดมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด 67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสทั้งหมด 6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูง หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถเจริญเติบโตในน้ำทิ้งโรงนม ได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และสงขลา 3 พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 มีน้ำหนักต้น (19.92 กรัมต่อต้น) น้ำหนักราก (13.14 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักมวลชีวภาพ (33.06 กรัมต่อต้น) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น และเพิ่มขึ้นมากกว่าสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ในขณะที่ธนียา (2539) ปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่างๆ ในดินแล้วรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนม ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของน้ำนมแตกต่างกัน พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักต้นและรากที่ระดับความเข้มข้นของน้ำนม 0 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 33.30 และ 23.875 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ระดับความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 73.765 และ 40.75 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 93.475 และ 47.10 กรัมต่อต้นตามลำดับ ซึ่งแฝกที่ปลูกในดินแล้วรดด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมนมมีน้ำหนักต้นและรากมากกว่าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากโรงนม เพราะในสภาพธรรมชาติการปลูกพืชในดินร่วนปนทรายจะมีการระบายน้ำได้ดี ทำให้รากมีการเจริญได้อย่างเต็มที่ รากมีการดูดธาตุอาหารเข้าไปได้มาก ส่งผลให้ต้นมีการเจริญเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนในสภาพน้ำท่วมขังการเจริญของรากและต้นหญ้าแฝกจะลดลง ทำให้การเติบโตของต้นและรากเป็นไปได้น้อยกว่าในดิน ฐิติณัฏฐ์ (2549) ศึกษาผลกระทบของน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตในหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย สงขลา 3 และศรีลังกา พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีความสูงต้นเท่ากับ 150.20 เซนติเมตร ความยาวราก 10.20 เซนติเมตร น้ำหนักต้น 19.99 กรัมต่อกอ น้ำหนักราก 7.96 กรัมต่อกอ และน้ำหนักมวลชีวภาพ 27.95 กรัมต่อกอ สูงสุด ในขณะที่แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีความสูงต้นเท่ากับ 143.00 เซนติเมตร ความยาวราก 8.50 เซนติเมตร น้ำหนักต้น 18.47 กรัมต่อกอ น้ำหนักราก 8.19 กรัมต่อกอ และน้ำหนักมวลชีวภาพ 26.66 กรัมต่อกอ การที่พืชมีการเจริญเติบโตต่างกัน เนื่องจากน้ำเสียชุมชนมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด (8.74 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.494 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่ำกว่าน้ำทิ้งจากโรงนม ดังนั้นหญ้าแฝกในน้ำทิ้งจากโรงนมจึงมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักมวลชีวภาพสูงกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งชุมชน ส่วนอรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกลุ่มในคลองระบายน้ำทิ้งเขตเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ภายหลังการบำบัด หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโต น้ำหนักต้น น้ำหนักราก มวลชีวภาพเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน เนื่องจากหญ้าแฝกมีการดูดซับธาตุต่างๆ ในน้ำเสียไปใช้ในการเจริญเติบโต หญ้าแฝกจะมีการแตกกอใหม่เพื่อทดแทนหน่อเก่าที่มีอยู่ ทำให้กอหญ้าแฝกมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ส่วนใบของหญ้าแฝกก็จะเจริญออกจากกอใหม่ที่แตกออกมา ทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกเดือน โดยในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีจำนวนหน่อ (7.6 หน่อต่อต้น) สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพันธุ์อื่น วราพร (2550) ปลูกหญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ แบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ พบว่า สัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีจำนวนหน่อต่อกอเท่ากับ 10.80 หน่อต่อกอ ส่วนธนียา (2539) ใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรี สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย ศรีลังกา และบราซิล โดยปลูกในดินแล้วรดด้วยน้ำทิ้งโรงนม พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุดเท่ากับ 16.20 หน่อต่อกอ ซึ่งมีจำนวนหน่อสูงกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยปรกติแล้วนั้นหญ้าแฝกที่ปลูกในดินจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แตกกอแน่น ส่วนการปลูกในสภาพน้ำท่วมขังแฝกจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าที่ปลูกในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ทำให้การแตกกอของแฝกที่ปลูกในดินมีมากกว่าแฝกที่ปลูกในน้ำ หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำทิ้งโรงนม เนื่องจากน้ำทิ้งจากโรงนมเป็นแหล่งธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช โดยพืชสามารถดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้

1.2 การดูดซับธาตุอาหาร

การดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลดังนี้

1.2.1 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน

เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนของต้นและรากหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) พบว่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.125 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไนโตรเจนในต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 (74.38 มิลลิกรัมต่อต้น) มีค่าสูงกว่าหญ้าแฝกทั้ง 2 แหล่งพันธุ์ สำหรับเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในรากหญ้าแฝก พบว่า แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.104 เปอร์เซ็นต์ และ 48.37 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4)

เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ สัปดาห์ที่ 16 ในต้นและรากมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้น (1.655 เปอร์เซ็นต์ และ 318.56 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และในราก (1.715 เปอร์เซ็นต์ และ 220.78 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีและแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16

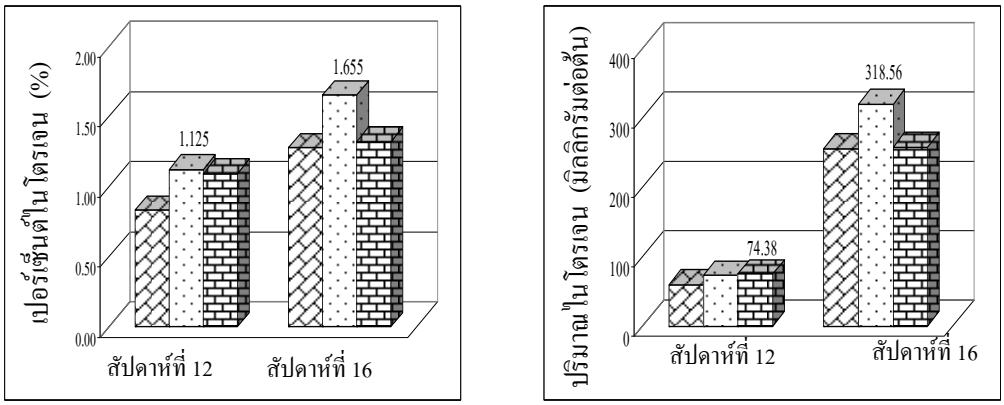
แหล่งพันธุ์	สัปดาห์ที่ 12				สัปดาห์ที่ 16			
	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) /1		ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น)		เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สุราษฎร์ธานี	0.833b /2	0.725b	59.66b	36.68c	1.276b	1.280b	254.51b	168.28b
ศรีลังกา	1.125a	1.082ab	72.61ab	42.72b	1.655a	1.715a	318.56a	220.78a
สงขลา 3	1.093ab	1.104a	74.38a	48.37a	1.320b	1.290b	256.98b	164.58b
เฉลี่ย	1.017	0.970	68.883	42.590	1.417	1.428	276.683	184.547
CV (%)	5.4	7.4	5.2	9.0	6.4	4.9	7.4	5.6
LSD 95%	0.075	0.099	4.89	5.25	0.125	0.097	28.32	14.16
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

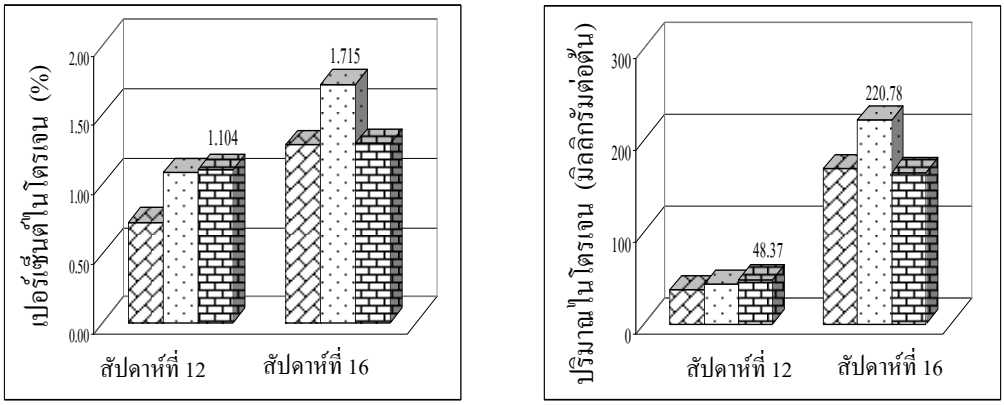
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ต้นหญ้าแฝก



รากหญ้าแฝก

สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3

ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (%) และปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในต้นและรากของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ พอร์ไฟริน โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ (สมบุญ, 2548) หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งโรงนม พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนของหญ้าแฝกในต้นและรากมีค่าสูงกว่าสัปดาห์ที่ 12 นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนในต้นมีค่าสูงกว่าในราก ซึ่งในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้น (1.655 เปอร์เซ็นต์) ในราก (1.715 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น และมีปริมาณไนโตรเจนในต้น (318.56 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าในราก (220.78 มิลลิกรัมต่อต้น) เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ จึงมีการเคลื่อนย้ายจากรากไปสู่ลำต้นแล้วนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อสร้างสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในส่วนของต้นและใบ (ยงยุทธ, 2546) และในสัปดาห์ที่ 16 อยู่ในระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ จึงมีการดูดไนโตรเจนไปใช้และสะสมในต้นสูง เช่นเดียวกับวิภาดา (2550) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้ง จังหวัดนครปฐม โดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์พระราชทาน ศรีลังกา สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี พบว่า เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในสัปดาห์ที่ 16 มีค่าสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 12 ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้น และในราก เท่ากับ 0.74 และ 0.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม เนื่องจากในน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าไนโตรเจน (67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าน้ำทิ้งจากนากุ้ง (6.72 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนปริมาณไนโตรเจนในต้น (630.47 มิลลิกรัมต่อต้น) และในราก (122.65 มิลลิกรัมต่อต้น) มีค่าสูงกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม เนื่องจากหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากนากุ้ง เป็นระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ปลูกในดิน แบบเปียกสลับแห้ง ทำให้แฝกเจริญเติบโตได้ดี มีมวลชีวภาพสูง และปริมาณการสะสมธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชขึ้นอยู่กับน้ำหนักต้นและรากที่เพิ่มขึ้น ทำให้แฝกในนากุ้งมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในหญ้าแฝกสูง ธนียา (2539) ปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่างๆ ในดินแล้วรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนมที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นและรากมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนมสูงขึ้น หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา ที่ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไนโตรเจนต้นและรากเท่ากับ 0.389 และ 0.236 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไนโตรเจนในต้นและรากเท่ากับ 0.449 และ 0.307 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไนโตรเจนในต้นและรากเท่ากับ 0.453 และ 0.299 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากในน้ำทิ้งโรงนมเป็นแหล่งธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อความเข้มข้นของน้ำทิ้งสูงขึ้น จึงมีปริมาณธาตุอาหารเข้มข้นขึ้นด้วย แต่ถ้ามีปริมาณธาตุอาหารเข้มข้นมากเกินไปก็อาจเป็นอันตรายต่อพืชได้

1.2.2 เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส

เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นและรากของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) พบว่า เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าสูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เท่ากับ 0.034 เปอร์เซ็นต์ และ 2.34 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในรากหญ้าแฝก แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (0.073 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณฟอสฟอรัส (2.87 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีและแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5)

เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสของหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ สัปดาห์ที่ 16 ในต้นและรากมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นและราก (0.055 และ 0.128 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นและราก (10.53 และ 16.48 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5)

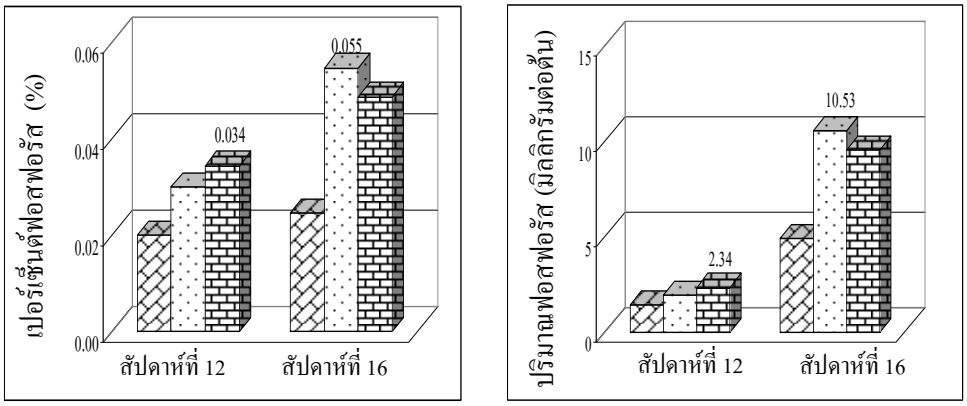
ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส ของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 12 และ 16

แหล่งพันธุ์	สัปดาห์ที่ 12				สัปดาห์ที่ 16			
	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) /1		ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น)		เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สุราษฎร์ธานี	0.020b /2	0.056b	1.44c	2.84a	0.025b	0.112b	4.88b	14.73a
ศรีลังกา	0.030ab	0.073a	1.93b	2.87a	0.055a	0.128a	10.53a	16.48a
สงขลา 3	0.034a	0.049c	2.34a	2.14b	0.049a	0.090c	9.53a	11.55b
เฉลี่ย	0.028	0.059	1.90	2.62	0.043	0.110	8.31	14.25
CV (%)	14.7	8.9	13.3	7.5	16.5	8.1	18.8	10.2
LSD 95%	0.006	0.007	34.81	26.87	0.010	0.012	215.8	199.5
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**

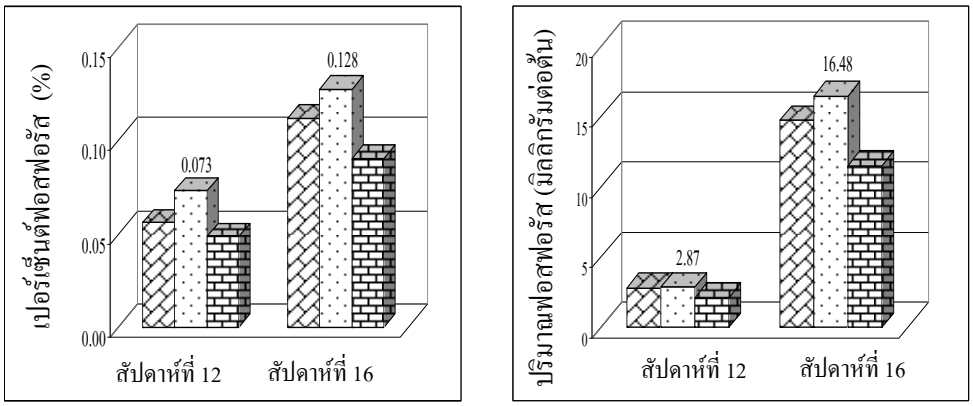
หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ต้นหญ้าแฝก

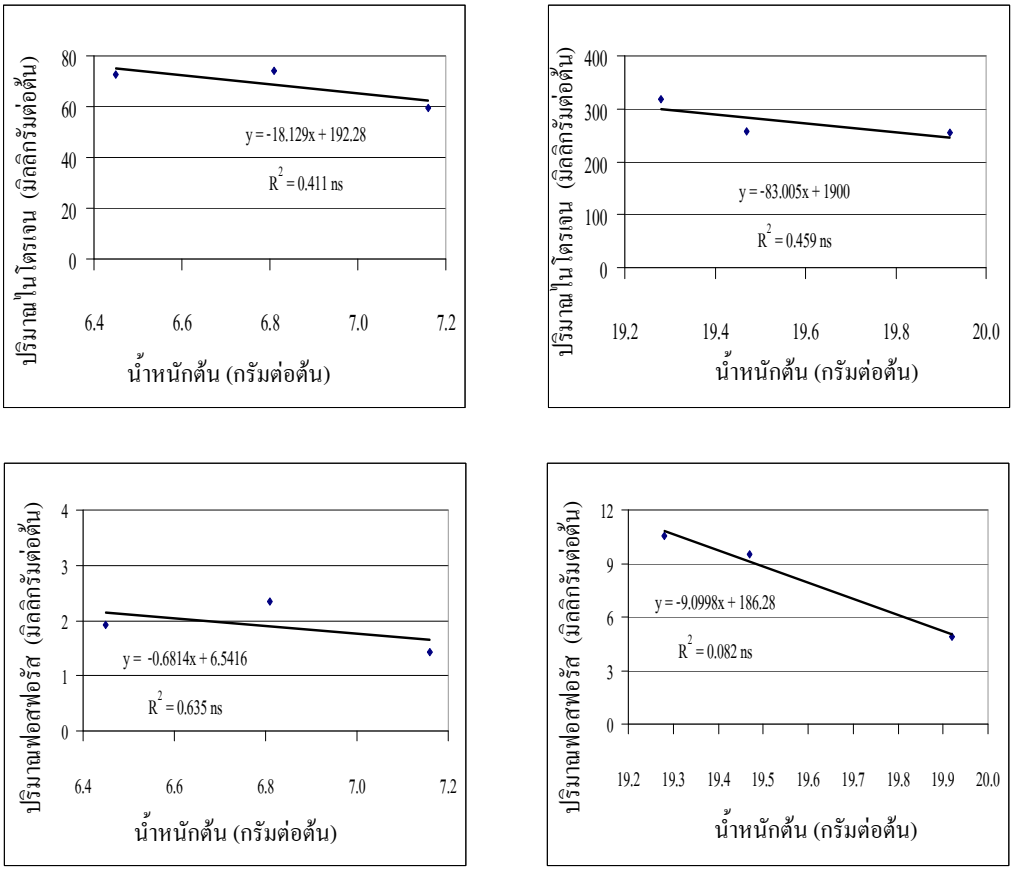


รากหญ้าแฝก

สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3

ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%) และปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในต้นและรากของหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่สำคัญของพืช เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิพิด กรดไฟติก กรดนิวคลีอิก และโคเอนไซม์ บางชนิดเป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์ และมีบทบาทในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบของ ADP, ATP, NADP เป็นต้น (สมบุญ, 2548) เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นและรากของหญ้าแฝกสัปดาห์ที่ 16 มีค่าสูงกว่าสัปดาห์ที่ 12 ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้น (0.055 เปอร์เซ็นต์) และในราก (0.128 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในหญ้าแฝกที่ศึกษาโดยวิภาดา (2550) ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้น (0.128 เปอร์เซ็นต์) และในราก (0.148 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นเท่ากับ 0.116 เปอร์เซ็นต์ และในรากเท่ากับ 0.157 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในรากมีค่าสูงกว่าในต้น เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก (ยงยุทธ, 2546) จึงทำให้เกิดการสะสมฟอสฟอรัสในรากมากกว่าในต้น ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในต้นหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากนากุ้ง มีค่าเท่ากับ 106.125 มิลลิกรัมต่อต้น และในราก มีค่าเท่ากับ 25.487 มิลลิกรัมต่อต้น สูงกว่าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำในน้ำทิ้งจากโรงนม ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสในต้น (10.52 มิลลิกรัมต่อต้น) และในราก (16.48 มิลลิกรัมต่อต้น) การปลูกแฝกในดินจะช่วยทำให้รากสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าแฝกที่ปลูกแบบแพลอยน้ำ ซึ่งรากแฝกที่ปลูกในดินสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้มาก และยังแผ่ขยายในแนวระนาบได้ดี จึงทำให้แฝกสามารถดูดซับฟอสฟอรัสที่มีในน้ำทิ้งจากนากุ้งได้มาก มีการเจริญเติบโตดี ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในต้นสูง ซึ่งการสะสมฟอสฟอรัสในต้นและรากหญ้าแฝก ขึ้นอยู่กับน้ำหนักต้นและรากหญ้าแฝก คือ ถ้าหญ้าแฝกมีน้ำหนักต้นมากจะมีการสะสมของฟอสฟอรัสในต้นมาก Danh *et al*. (2007) ใช้หญ้าแฝกอายุ 5 และ 7 เดือน บำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ประเทศเวียดนาม พบว่า หญ้าแฝกสามารถลดปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้มากเมื่อหญ้าแฝกมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกที่มีอายุมากจะมีระบบรากที่แข็งแรง มีพื้นที่ผิวของรากมากทำให้มีการดูดซับธาตุอาหารได้มาก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ทำให้ความสูง ความยาวราก จำนวนต้นต่อกอ เพิ่มมากขึ้น มีการดูดธาตุอาหารไปสะสมในต้นและรากได้ดี น้ำทิ้งจากโรงนมถือได้ว่าเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่พืช เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต เนื่องจากในน้ำทิ้งจากโรงนมนั้นมีปริมาณไนโตรเจน ไนเทรต และ ฟอสฟอรัส สูง ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้



สัปดาห์ที่ 12 สัปดาห์ที่ 16

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ สมการรีเกรซชันเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างน้ำหนักต้นกับปริมาณไนโตรเจนและปริมาณฟอสฟอรัส ในหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สัปดาห์ที่ 12 และ 16 ของการทดลอง

สัปดาห์ที่ 12 และ 16 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นหญ้าแฝกกับปริมาณไนโตรเจนสะสมในต้นหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางลบ กล่าวคือเมื่อน้ำหนักต้นเพิ่มมากขึ้น การสะสมไนโตรเจนในต้นจะลดลง ในขณะที่สหสัมพันธ์ (R^2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.411 และ 0.459 ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

สัปดาห์ที่ 12 และ 16 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต้นหญ้าแฝกกับปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในต้นหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางลบ กล่าวคือเมื่อน้ำหนักต้นเพิ่มมากขึ้น การสะสมฟอสฟอรัสในต้นจะลดลง ในขณะที่สหสัมพันธ์ (R^2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.635 และ 0.082 ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

2. คุณภาพน้ำ และประสิทธิภาพของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในบ่อจำลอง

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ปลูกเป็นแพลอยน้ำในบ่อจำลอง เพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีน้ำทิ้งจากโรงนมในบ่อที่ไม่ปลูกแฝกเป็นชุดควบคุม ซึ่งน้ำทิ้งจากโรงนม ก่อนการบำบัดมีอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-เบส 7.30 ไนโตรเจนทั้งหมด 67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเทรต 0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไทรต์ 0.087 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมด 6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร การนำไฟฟ้า 1,224 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ของแข็งละลายน้ำ 664 กรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 225 มิลลิกรัมต่อลิตร เหล็ก 5.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่น 394 FTU และ คลอโรฟิลล์ 0.306 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝก พบว่า น้ำมีคุณภาพดังนี้ (ตารางที่ 6-8)

2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งจากโรงนมภายหลังการบำบัดในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุมสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 35.09, 22.35 และ 14.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 48.21, 67.02 และ 78.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 และ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ มีค่าเท่ากับ 22.03 และ 4.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนในน้ำทิ้งสูงสุดเท่ากับ 67.49 และ 93.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดต่ำเท่ากับ 13.81 มิลลิกรัมต่อลิตร และ มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งสูงสุดเท่ากับ 79.62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 79.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

2.2 ไนเทรต (Nitrate)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าไนเทรตลดลงทุกหน่วยการทดลองแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าไนเทรต เท่ากับ 0.62, 0.47 และ 0.183 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนเทรตต่ำสุดเท่ากับ 14.02, 34.72 และ 74.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าไนเทรตต่ำในสัปดาห์ที่ 6 และ 10 เท่ากับ 0.49 และ 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดค่าไนเทรตในน้ำทิ้งสูงสุด 31.94 และ 56.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าไนเทรตได้สูงเท่ากับ 0.137 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนเทรตในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 80.97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนเทรตในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 55.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

2.3 ไนไทรต์ (Nitrite)

หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และ ชุดควบคุม สามารถลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งจากโรงนม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 ได้ในทุกหน่วยการทดลองมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าไนไทรต์เท่ากับ 0.071, 0.067 และ 0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 18.11, 23.27 และ 80.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 และ 14 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งได้ดี มีค่าเท่ากับ 0.042 และ 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี ทางสถิติ โดยมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งสูงสุด เท่ากับ 52.35 และ 92.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าไนไทรต์ต่ำ เท่ากับ 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนไทรต์ในน้ำทิ้งได้สูงสุด 89.13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 75.60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

2.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)

น้ำทิ้งจากโรงนมภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุมสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 4.54, 1.89 และ 1.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งต่ำสุดเท่ากับ 26.10, 69.25 และ 76.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำ เท่ากับ 3.71 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงสุด 39.62 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาทำให้น้ำทิ้งมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่า 1.37 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้ 77.74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำ เท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ไม่แตกต่างกับหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และศรีลังกา และมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 89.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 66.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

จากการใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และ แหล่งพันธุ์สงขลา 3 ปลูกเป็นแพในบ่อจำลอง โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงนม ซึ่งมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด (67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูง ภายหลังการบำบัด พบว่าช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 6 และ 10 หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไนเทรต ไนไทรต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำ เนื่องจากรากและลำต้นหญ้าแฝกยังเจริญเติบโตได้น้อย ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ ดังนั้นหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ จึงมีความสามารถในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมได้ดี โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูง มีค่าเท่ากับ 4.60 และ 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้ดีเท่ากับ 93.21 และ 89.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งได้สูง มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนไทรต์เท่ากับ 92.58 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าไนเทรตในน้ำทิ้งได้ดี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนเทรตเท่ากับ 80.97 เปอร์เซ็นต์

เช่นเดียวกับการทดลองบำบัดน้ำเสียชุมชน ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 มีอัตราการไหลของน้ำเสีย 0.075 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน ก่อนการบำบัดน้ำเสียมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 52.806 และ 6.657 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้เท่ากับ 19.094 และ 4.239 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด (19.831 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (4.276 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้สูงกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี (Boonsong and Chansiri, 2007) แต่การลดค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของหญ้าแฝกมีค่าต่ำกว่าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม เนื่องจากหญ้าแฝกยังมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ส่วนการบำบัดน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย สงขลา 3 และ ศรีลังกา น้ำเสียก่อนบำบัดมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด 10.71 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.388 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝก พบว่าในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งสุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด (6.83 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.304 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งมีประสิทธิภาพการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 36.19 และ 35.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ฐิติณัฏฐ์, 2549) สำหรับวราพร (2550) ใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มไก่ ก่อนบำบัดมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด 7.840 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.265 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเทรต 0.230 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไทรต์ 0.0345 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังการบำบัดพบว่า ในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 5.180 และ 0.620 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 33.93 และ 32.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าไนเทรตได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.141 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการลดค่าไนเทรตเท่ากับ 38.59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าไนไทรต์ เท่ากับ 0.0266 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดไนไทรต์เท่ากับ 22.83 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าสูงกว่าแฝกที่ปลูกในน้ำเสียชุมชน และน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ เนื่องจากน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าไนโตรเจน (67.76 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัส (6.15 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าน้ำเสียชุมชน (10.71 และ 0.388 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) และน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ (7.84 และ 1.265 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) การที่ค่าไนโตรเจน ไนไทรต ไนไทรต์ และฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลงนั้น เนื่องมาจากหญ้าแฝกมีการดูดซับสารอาหารเหล่านี้ไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งฟอสฟอรัส และไนโตรเจนนั้นเป็นธาตุอาหารหลักที่

พืชต้องการนำไปใช้ในการเจริญเติบโต โดยที่ไนโตรเจนจะมีการเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้คือ ในรูปของไนเทรต (NO_3^-) และ แอมโมเนียม (NH_4^+) ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบในเซลล์พืชหลายชนิด ได้แก่ กรดนิวคลิอิก กรดอะมิโนชนิดต่างๆ โคเอนไซม์ รงควัตถุหลายชนิด ไวตามิน ฮอร์โมนบางชนิด และโปรตีน ซึ่งพืชต้องการในปริมาณที่มาก นำไปใช้ในการสร้างใบ แตกหน่อ แตกกอของหญ้าแฝก ส่วนฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่สำคัญต่อพืช เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิปิด กรดไฟติก กรดนิวคลีอิก และ โคเอนไซม์บางชนิด เป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์ และมีบทบาทอย่างมากในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะองค์ประกอบของ ADP, ATP, NADP เป็นต้น (สมบุญ, 2548) การที่หญ้าแฝกสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงนมได้ เนื่องจากหญ้าแฝกมีการดูดน้ำทิ้งไปใช้ น้ำทิ้งประกอบไปด้วยธาตุอาหารจำเป็นโดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งอยู่ในรูปแร่ธาตุที่ละลายน้ำ ทำให้แฝกสามารถดูดเข้าไปเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต โดยวิธีแอคทีฟแทรนสปอร์ต (active transport) เป็นกระบวนการเลือกดูดไอออนของรากพืช โดยอาศัยตัวพาที่ผิวของเมมเบรน และจำเป็นต้องอาศัยพลังงาน ATP จากกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้เกิดการสะสมไอออนหรือแร่ธาตุในเซลล์พืชได้ ส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียลดลง ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นได้

2.5 บีโอดี (Biochemical Oxygen demand: BOD)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าบีโอดีในทุกหน่วยการทดลองลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าบีโอดีเท่ากับ 880, 287 และ 245 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีต่ำเท่ากับ 36.23, 79.22 และ 82.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 6 และ10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูง มีค่าเท่ากับ 660 และ 204 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 52.17 และ 85.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูง เท่ากับ 172 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 และมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 87.54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝก

แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 74.82 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

2.6 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen: DO)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 0.41, 1.58 และ 2.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดเท่ากับ 15.25, 77.85 และ 87.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำทิ้งในบ่อที่ปลูกแฝกทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ พบว่า ภายหลังการบำบัด คุณภาพน้ำมีค่าออกซิเจนละลายน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สัปดาห์ที่ 6 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำ 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้ง ได้สูงเท่ากับ 54.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาทำให้น้ำทิ้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 2.97 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งเท่ากับ 88.20 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ทำให้น้ำทิ้งมีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงเท่ากับ 4.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งสูงถึง 91.30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 76.76 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 2)

2.7 ความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC)

ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าความนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,172, 877 และ 724 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการลดความนำไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 4.27, 28.37 และ 40.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำสุด เท่ากับ 897 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ มีประสิทธิภาพการบำบัดความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 28.16 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์

ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำ 747 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และสงขลา 3 และมีประสิทธิภาพการบำบัดความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งเท่ากับ 38.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาทำให้น้ำทิ้งมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำเท่ากับ 555 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และไม่แตกต่างทางสถิติกับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดความนำไฟฟ้าได้สูงถึง 54.66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 39.18 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 3)

ค่าบีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ และค่าการนำไฟฟ้า ของน้ำทิ้งโรงนม ที่ปลูกแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี (87.54 เปอร์เซ็นต์) และความนำไฟฟ้า (54.66 เปอร์เซ็นต์) ได้ดี และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ (91.30 เปอร์เซ็นต์) ได้สูงสุด จะเห็นได้ว่าการใช้หญ้าแฝกสามารถลดค่าบีโอดี ความนำไฟฟ้า และเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทิ้งได้ดีกว่าน้ำทิ้งในบ่อควบคุม ในขณะที่เกษม และคณะ (2546) ใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย และ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา บำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบุรี พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียสามารถลดค่าบีโอดีได้เท่ากับ 85.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าบีโอดีได้เท่ากับ 82.2 เปอร์เซ็นต์ อรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในคลองระบายน้ำทิ้งในเขตเทศบาลเมืองหัวหินโดยใช้แฝกลุ่ม พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.5 เป็น 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนวราพร (2550) ใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มไก่ในสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีได้เท่ากับ 22.90 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำได้มากสุดเท่ากับ 24.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีและเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม เนื่องจาก ก่อนการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าบีโอดี 1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงกว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ ซึ่งมีค่าบีโอดีเพียง 18.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนออกซิเจนละลายน้ำน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าเท่ากับ 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 3.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความสกปรกของน้ำ (กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545) ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด มีค่า 1,380 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือได้ว่าเป็นน้ำเสีย โดยมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

ที่กำหนดไว้ว่าน้ำทิ้งที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีเกินมาตรฐานมาก เนื่องจากในน้ำทิ้งจากโรงนม จะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำนม เมื่อมีปริมาณสารอินทรีย์มาก ทำให้จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากตามไปด้วย ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำลง ส่งผลให้ค่าบีโอดีสูงขึ้น และภายหลังการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝก พบว่าสามารถลดค่าบีโอดีลงได้มาก แม้ว่าค่าบีโอดีจะยังคงสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งก็ตาม การที่ค่าบีโอดีมีค่าลดลงเพราะ หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงในใบและต้น ส่งผลให้มีการลำเลียงออกซิเจนไปยังราก และเมื่อมีออกซิเจนเพิ่มขึ้น จะเป็นการเพิ่มจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ทำให้ค่าบีโอดีลดลงและออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และเนื่องจาก หญ้าแฝกมีการลำเลียงออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปยังราก ทำให้บริเวณรอบๆ รากพืชมีปริมาณออกซิเจนละลายจึงเพิ่มขึ้นเช่นกัน

2.8 ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids: TDS)

หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ได้ในทุกหน่วยการทดลองมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าของแข็งละลายน้ำเท่ากับ 956, 453 และ 405 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งละลายน้ำต่ำเท่ากับ 10.24, 31.73 และ 39.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 และ 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูง มีค่าเท่ากับ 495 และ 255 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 25.50 และ 61.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 325 กรัมต่อลิตร แต่มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติกับแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งเท่ากับ 51.01 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 44.43 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 3)

2.9 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids: TSS)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และ ชุดควบคุม มีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเท่ากับ 148.7, 56.3 และ 31.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยต่ำ มีค่าเท่ากับ 33.91, 74.98 และ 86.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่ำเท่ากับ 57.7 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดสูงสุด 74.36 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา ทำให้น้ำทิ้งมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่ำ มีค่าเท่ากับ 28.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งสูงสุด เท่ากับ 87.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีทำให้น้ำทิ้งมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่ำ (14.3 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ และมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งสูงสุด 93.64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 83.85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 3)

2.10 เหล็ก (Iron)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และ ชุดควบคุม ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าเหล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าเหล็กเท่ากับ 4.72, 2.26 และ 1.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเหล็กได้ต่ำสุดเท่ากับ 12.59, 58.09 และ 64.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 6 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าเหล็กต่ำ (2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ และมีประสิทธิภาพการบำบัดเหล็กในน้ำทิ้งได้ดีที่สุดคือ 48.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกา ทำให้น้ำทิ้งมีค่าเหล็กต่ำในสัปดาห์ที่ 10 (1.47 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 มีประสิทธิภาพการบำบัดเหล็กในน้ำทิ้งสูงสุดมีค่า 72.78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร มี

ประสิทธิภาพการบำบัดเหล็กในน้ำทิ้งได้สูงที่สุดเท่ากับ 95.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 69.81 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 3)

2.11 ความขุ่น (Turbidity: TU)

น้ำทิ้งจากโรงนมที่ผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าความขุ่นลดลงทุกหน่วยการทดลองแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำทิ้งในบ่อชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าความขุ่นเท่ากับ 352, 181 และ 103 FTU และมีประสิทธิภาพการลดความขุ่นต่ำสุดเท่ากับ 10.66, 54.14 และ 73.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าความขุ่นในน้ำทิ้งได้มากในสัปดาห์ที่ 6 และ 14 มีค่าเท่ากับ 221 และ 91 FTU ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 43.91 และ 76.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 10 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ทำให้น้ำทิ้งมีค่าความขุ่นเท่ากับ 129.0 FTU แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และสงขลา 3 และมีประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นในน้ำทิ้งได้สูงสุด เท่ากับ 67.26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความขุ่นในน้ำทิ้งได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 62.49 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6-8 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 3)

2.12 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

น้ำทิ้งจากโรงนมภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุมในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 มีค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งหญ้าแฝกทั้ง 3แหล่งพันธุ์ไม่สามารถลดค่าคลอโรฟิลล์ได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งที่ปลูกหญ้าแฝกทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ กับชุดควบคุม พบว่า หญ้าแฝกทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งต่ำกว่าในชุดควบคุม ในสัปดาห์ที่ 6 10 และ 14 ชุดควบคุมมีค่าคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.524 0.866 และ 0.873 มิลลิกรัมต่อลิตร สัปดาห์ที่ 6 และ 10 หญ้าแฝกทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุมมีค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยในสัปดาห์ที่ 6 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งเท่ากับ 0.995 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำทิ้ง

จากโรงนม ก่อนการบำบัด เท่ากับ -225.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งเท่ากับ 0.516 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการบำบัดค่าคลอโรฟิลล์ -68.63 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งค่าน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดมีค่าคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แหล่งพันธุ์สงขลา 3 ทำให้น้ำทิ้งมีค่าคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 0.581 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีประสิทธิภาพการบำบัดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้ง -89.87 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 14 พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำทิ้งจากโรงนม ก่อนการบำบัดมีค่า -147.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าหญ้าแฝกไม่สามารถบำบัดคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งได้ (ตารางที่ 6-8 และตาราง ผนวกที่ 3)

ของแข็งละลายน้ำ คือ เกลือ สารอินทรีย์ หรือ อนินทรีย์ ที่ละลายน้ำได้ ส่วนของแข็งแขวนลอย คือของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ตะกอนมีขนาดเล็ก ก่อนการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมมีค่าของแข็งละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 664 และ 225.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีค่าของแข็งละลายน้ำไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งละลายน้ำจากน้ำทิ้งโรงนมมีค่าสูงกว่ามาตรฐานมาก โดยเกิดจากสารอินทรีย์ที่มีในน้ำทิ้งโรงนมจับตัวกันเป็นก้อน ส่งผลให้ค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งโรงนมมีค่าสูง และหลังจากที่ใช้หญ้าแฝกในการบำบัด พบว่า ในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย และความขุ่นได้สูงสุดมีค่า 61.55 และ 76.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำ และเหล็ก ได้สูงถึง 93.64 และ 95.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่น้ำทิ้งในบ่อควบคุมมีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำ (39.01 เปอร์เซ็นต์) ของแข็งแขวนลอย (86.22 เปอร์เซ็นต์) ความขุ่น (73.78 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณเหล็ก (64.94 เปอร์เซ็นต์) ได้ต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าแฝกสามารถบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย ความขุ่น และเหล็กได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ ภัทรา (2548) พบว่า หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 90.98 เปอร์เซ็นต์ ในระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์โดยใช้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การปลูกพืชเหนือน้ำนั้นเป็นการช่วยป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายในน้ำมีปริมาณลดลง และระยะเวลาที่มากขึ้นจะช่วยให้เกิดการตกตะกอนได้มากขึ้น จึงทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำลดลง ส่วนปริมาณเหล็กที่ลดลงนั้น เนื่องจากเหล็กมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นองค์ประกอบของฮีม (heme) นอนฮีม (nonheme) เอนไซม์ และตัวพา (carrier) หลายชนิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง

และการหายใจ พืชจึงมีการนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และส่วนหนึ่งมีการตกตะกอนลง เนื่องจากเกิดการรวมตัวกับฟอสเฟตในน้ำอยู่ในรูปของ ferric phosphate (เปี่ยมศักดิ์, 2543) ฐิติณัฏฐ์ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย สงขลา 3 และศรีลังกา พบว่า ในสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยสูงสุด เท่ากับ 57.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 32.49 เปอร์เซ็นต์ และความขุ่น 64.19 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้ง โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์พระราชทาน ศรีลังกา สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี พบว่า สัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 7.26 เปอร์เซ็นต์ และความขุ่น 36.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ53.72 เปอร์เซ็นต์ และเหล็กเท่ากับ 48.00 เปอร์เซ็นต์ (วิภาดา, 2550)

เมื่อหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมเพิ่มขึ้นตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 6 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มีค่าต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 10 และ 14 ตามลำดับ โดยในระยะที่ 10 สัปดาห์ หญ้าแฝกที่ให้ผลดีในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมคือ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกทุกแหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะนี้ หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารได้สูง และหลังจากระยะ 14 สัปดาห์แล้วหญ้าแฝกจะเริ่มสร้างดอกผล และเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ทำให้มีความต้องการธาตุอาหารน้อยลง ฐิติณัฏฐ์ (2549) รายงานว่าหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 12 มีประสิทธิภาพการบำบัดได้ดีกว่าในสัปดาห์ที่ 16 เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกอยู่ในระยะออกดอก การสร้างใบเริ่มชะงัก หรือหยุดการเจริญเติบโต เข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกวิเคราะห์คุณภาพน้ำจนถึงระยะที่หญ้าแฝกมีอายุ 14 สัปดาห์ ซึ่งน่าจะเป็นระยะที่หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด ส่วนน้ำทิ้งในบ่อควบคุม พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และมลสารต่างๆ ในน้ำมีค่าลดลง เนื่องจาก บ่อควบคุมเป็นลักษณะบ่อผึ่ง (oxidation pond) มีการบำบัดตามธรรมชาติ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ในการย่อยสลายมลสารในน้ำทิ้งจากโรงนม จึงทำให้มลสารในน้ำทิ้งมีค่าลดลง ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งจากโรงนมที่วัดได้นั้น เป็นการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ของแพลงก์ตอนพืช โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์จะผันแปรตามความหนาแน่นของสาหร่าย และมวลชีวภาพของสาหร่าย

(ศิริเพ็ญ, 2543) ลักษณะน้ำทิ้งในบ่อทดลอง พบว่า น้ำในบ่อควบคุมมีสีเขียว เนื่องจากมีสาหร่ายเจริญเติบโตอยู่มาก สำหรับในบ่อที่ปลูกแฝก เมื่อหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น กอและใบแฝกเจริญปกคลุมพื้นที่แสงที่จะส่องลงสู่แหล่งน้ำในบ่อทดลอง ทำให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลง และตายในที่สุด จึงทำให้ในบ่อควบคุมมีสีเขียวมากกว่าในบ่อที่ปลูกแฝก ซึ่งสาหร่ายเป็นพืชสีเขียวชนิดหนึ่งที่เจริญเติบโตในน้ำ ทำให้มีส่วนช่วยในการเพิ่มออกซิเจนในน้ำจากกระบวนการสังเคราะห์แสง สาหร่ายสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต เป็นการลดค่ามลสารที่มีอยู่ในน้ำทิ้งอีกทางหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าบ่อควบคุม น้ำทิ้งจะมีค่ามลสารลดลง แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำกว่าบ่อที่มีหญ้าแฝก ดังนั้นจึงควรนำหญ้าแฝกมาช่วยในการบำบัดน้ำทิ้งด้วย ซึ่งจากการทดลองเมื่อใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีและศรีลังการ่วมกันในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม พบว่า ที่ระยะ 14 สัปดาห์ หลังปลูกหญ้าแฝกจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้สูงที่สุด

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 6 สัปดาห์ หลังปลูก

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ[1]					CV (%)	LSD 95%	LSD 99%	F test
	แหล่งพันธุ์								
	ก่อนบำบัด	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3				
Temperature (°C)	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	-	-	-	-
pH	7.3	7.2	7.2	7.4	7.3	-	-	-	-
Total N (mg/l)	67.76	35.09a[2]	22.03b	23.89b	23.24b	9.2	4.768	7.223	**
Nitrate (mg/l)	0.72	0.62a	0.49b	0.53b	0.62a	7.7	0.087	0.131	*
Nitrite (mg/l)	0.087	0.071a	0.048b	0.042b	0.049b	14.4	0.015	0.023	*
Total P (mg/l)	6.15	4.54a	4.12b	3.87bc	3.71c	3.1	0.253	0.383	**
BOD (mg/l)	1,380	880a	673c	770b	660c	4.2	62.89	95.30	**
DO (mg/l)	0.35	0.41a	0.66b	0.71b	0.76b	15.3	0.195	0.296	*
EC (mS/cm)	1,224	1,172a	1,064b	978c	879d	2.7	55.46	84.10	**
TDS (gm/l)	664	596a	519b	495b	563a	4.0	43.59	66.10	**
TSS (mg/l)	225.0	148.7a	73.3c	99.0b	57.7c	11.4	21.65	32.80	**
Fe^{2+} (mg/l)	5.40	4.72a	3.14b	2.87b	2.80b	7.0	0.476	0.722	**
TU (FTU)	394	352a	249bc	221c	264b	6.8	37.10	56.20	**
Chlorophyll (mg/l)	0.306	1.524a	1.143b	1.136b	0.995b	8.4	0.202	0.306	**

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 10 สัปดาห์ หลังปลูก

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ[1]					CV	LSD	LSD	F
	แหล่งพันธุ์					(%)	95%	99%	test
	ก่อนบำบัด	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3				
Temperature (°C)	34.0	33.0	33.0	33.0	33.0	-	-	-	-
pH	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	-	-	-	-
Total N (mg/l)	67.76	22.35a[2]	15.49c	19.36b	13.81c	7.2	2.563	3.883	**
Nitrate (mg/l)	0.72	0.47a	0.31b	0.37b	0.380a	12.5	0.095	0.144	*
Nitrite (mg/l)	0.087	0.067a	0.010b	0.016b	0.018b	27.2	0.015	0.023	**
Total P (mg/l)	6.15	1.89a	1.47b	1.37c	1.66b	6.3	0.199	0.302	**
BOD (mg/l)	1,380	287a	234ab	246ab	204b	11.9	57.62	-	*
DO (mg/l)	0.35	1.58a	2.58b	2.97b	2.57b	8.6	0.417	0.631	**
EC (mS/cm)	1,224	877a	747b	764b	774b	4.5	71.63	108.6	*
TDS (gm/l)	664	453a	325b	357b	335b	6.5	47.79	72.40	**
TSS (mg/l)	225.0	56.3a	38.7b	28.0c	33.3bc	11.3	8.810	13.40	**
Fe^{2+} (mg/l)	5.40	2.26a	1.50b	1.47b	1.77b	12.5	0.438	0.664	**
TU (FTU)	394	181a	129c	132c	150b	3.2	9.400	14.30	**
Chlorophyll (mg/l)	0.306	0.866a	0.725ab	0.516ab	0.720ab	19.0	0.268	-	*

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และชุดควบคุม เมื่อครบ 14 สัปดาห์ หลังปลูก

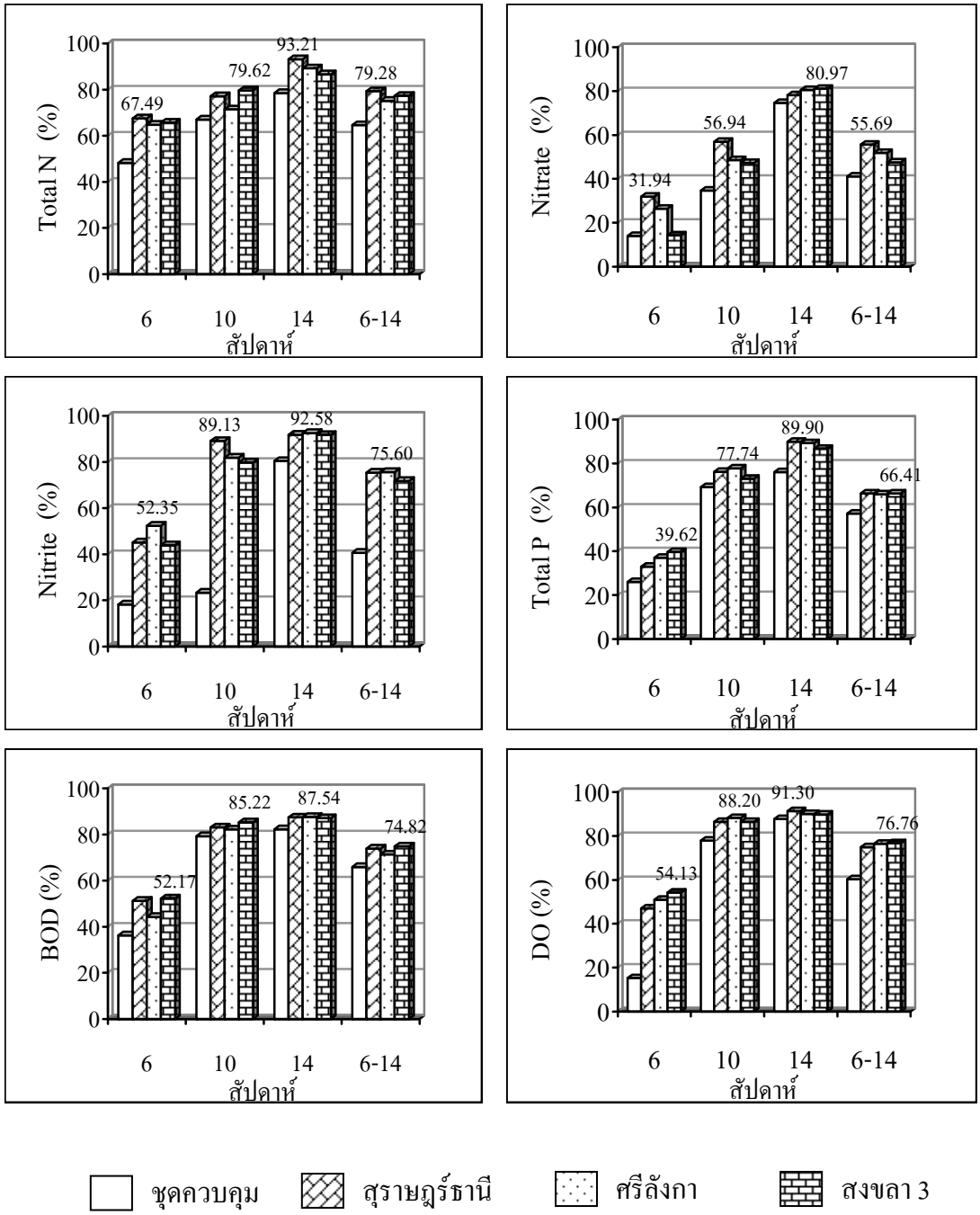
คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ[1]					CV	LSD	LSD	F
	แหล่งพันธุ์					(%)	95%	99%	test
	ก่อนบำบัด	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3				
Temperature (°C)	34.0	35.0	35.0	35.0	35.0	-	-	-	-
pH	7.3	6.8	7.1	6.9	6.5	-	-	-	-
Total N (mg/l)	67.76	14.56a[2]	4.60c	7.28b	9.11b	11.4	2.016	3.055	**
Nitrate (mg/l)	0.720	0.183a	0.157ab	0.140b	0.137b	12.1	0.037	-	*
Nitrite (mg/l)	0.087	0.017a	0.007b	0.006b	0.007b	23.1	0.004	0.007	**
Total P (mg/l)	6.15	1.47a	0.62b	0.66b	0.82b	13.6	0.243	0.368	**
BOD (mg/l)	1,380	245a	174b	172b	178b	3.5	13.26	20.10	**
DO (mg/l)	0.35	2.85a	4.02b	3.53b	3.42ab	8.5	0.602	0.913	*
EC (mS/cm)	1,224	724a	571b	555b	580b	2.5	30.22	45.80	**
TDS (gm/l)	664	405a	287b	255c	289b	4.0	24.77	37.50	**
TSS (mg/l)	225.0	31.0a	14.3b	16.7b	18.0b	15.7	6.250	9.500	**
Fe^{2+} (mg/l)	5.40	1.89a	0.25c	0.59b	0.79b	18.0	0.317	0.481	**
TU (FTU)	394	103a	92b	91b	92b	3.0	5.700	8.600	**
Chlorophyll (mg/l)	0.306	0.873	0.635	0.617	0.581	24.6	0.333	-	ns

หมายเหตุ [1] = ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

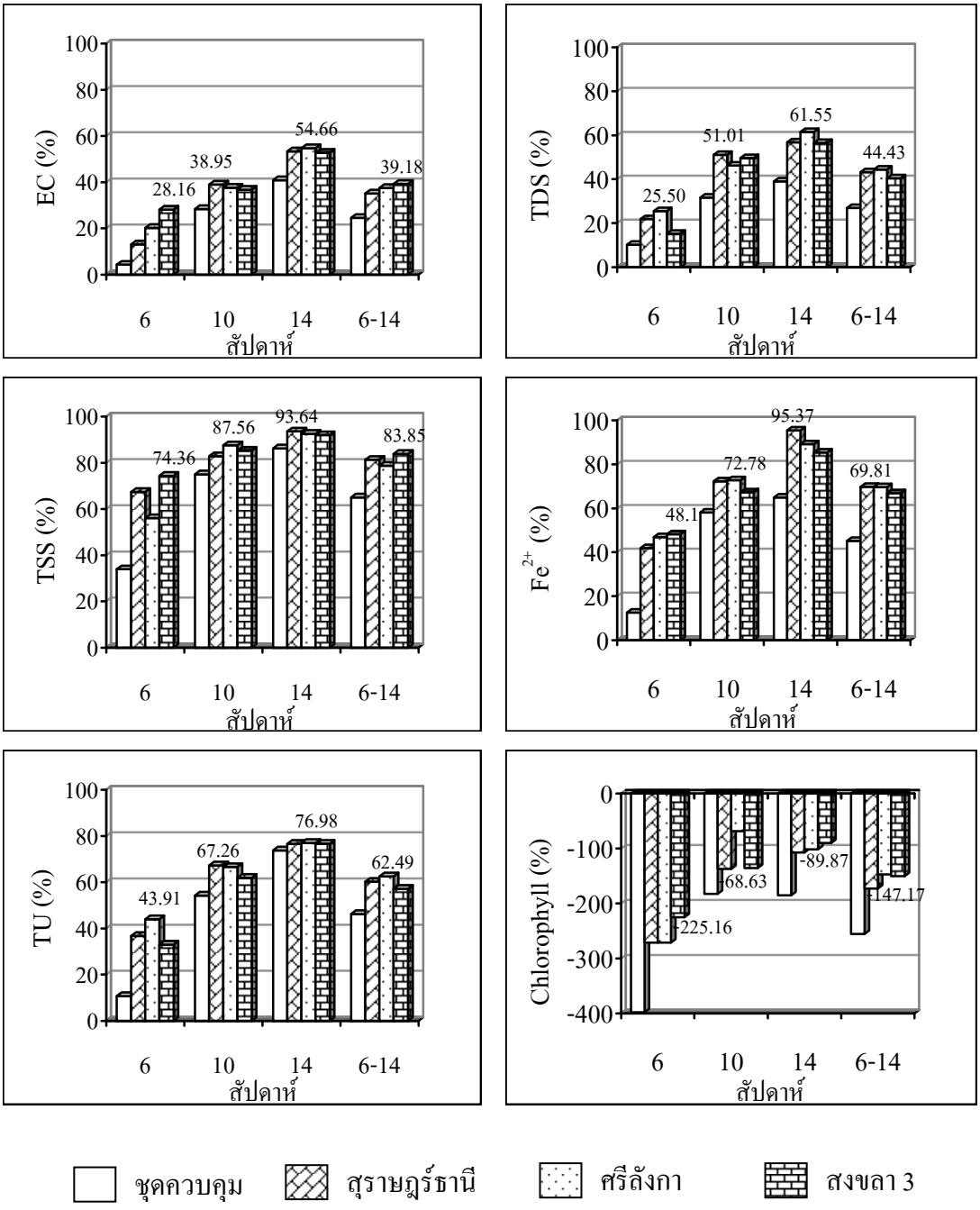
[2] = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพในการบำบัด Total N (%), Nitrate (%), Nitrite (%), Total P (%), BOD (%) และ DO (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม ทดลองในบ่อจำลอง สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก



ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพในการบำบัด EC (%), TDS (%), TSS (%), Fe^{2+} (%), TU (%) และ Chlorophyll (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุมทดลองในบ่อจำลอง สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก

3. คุณภาพน้ำ และประสิทธิภาพของหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ในการบำบัดน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกแบบแพลอยน้ำในบ่อน้ำทิ้งโรงนม

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ปลูกเป็นแพลอยน้ำ เพื่อบำบัดน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในช่วงเดือนตุลาคม - เดือนกุมภาพันธ์ มีทางน้ำไหลเข้า - ออก เก็บตัวอย่างน้ำในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 ของการทดลอง ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝก พบว่า น้ำทิ้งมีคุณภาพดังนี้

3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

ไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเท่ากับ 39.76, 33.05, 25.72 และ 16.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งได้มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 20.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8 และ 20 พบว่า แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนมสูงสุดเท่ากับ 52.41 และ 22.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 39.28 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดในสัปดาห์ที่ 16 เท่ากับ 36.17 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.08, 36.08, 34.57 และ 20.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่าเท่ากับ 36.37 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และ ตารางภาคผนวกที่ 4)

3.2 ไนเทรต (Nitrate)

ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 ไนเทรตในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด มีค่าเท่ากับ 0.69, 0.37, 3.90 และ 20.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าไนเทรตในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 12, 16 และ 20 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีแนวโน้มให้ค่าไนเทรตต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.18, 2.28 และ 13.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรต (71.01 เปอร์เซ็นต์) ต่ำสุด ส่วนในสัปดาห์ที่ 12, 16 และ 20 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรตได้สูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 51.35, 41.63 และ 33.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรตได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.08, 49.85, 39.37 และ 30.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนเทรตในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 48.53 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 4)

3.3 ไนไทรต์ (Nitrite)

ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 ไนไทรต์ในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด มีค่าเท่ากับ 0.518, 0.228, 0.119 และ 0.057 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีค่าไนไทรต์ต่ำ มีค่าเท่ากับ 0.017, 0.068 และ 0.036 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 20 ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีค่าไนไทรต์ต่ำ มีค่าเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก พบว่าแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์สูงสุด มีค่าเท่ากับ 96.66, 70.11 และ 38.10 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 20 ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพใน

การลดค่าไนไทรต์สูงสุด เท่ากับ 47.68 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.57, 68.69, 46.43 และ 35.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 62.36 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 4)

3.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)

ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 5.92, 4.41, 6.23 และ 2.45 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์สามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 และ 20 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าฟอสฟอรัสได้มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.53 และ 2.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8, 16 และ 20 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสสูงสุด 23.55, 43.46 และ 10.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (20.64 เปอร์เซ็นต์) ได้สูงสุด ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.99, 19.72, 42.75 และ 9.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งได้สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 24.16 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 5)

จากการปลูกหญ้าแฝกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 พบว่า หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำทิ้งได้ ภายหลังการบำบัด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์

สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดและไนเทรตได้มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 36.37 และ 48.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ (62.36 เปอร์เซ็นต์) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (24.16 เปอร์เซ็นต์) วราพร (2550) รายงานว่า ในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดและไนเทรตในน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่เท่ากับ 42.65 และ 42.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์และฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 31.59 และ 48.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าไนโตรเจน ไนไทรต์ และไนเทรต ที่ลดลงนั้นเนื่องจากหญ้าแฝกมีการดูดซับธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมด ไนไทรต์ ไนเทรต และฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งลดลง Zheng *et al*. (1997) ศึกษาการใช้หญ้าแฝกปลูกแบบแพลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ พบว่า สามารถลดค่าไนโตรเจน ไนเทรต ไนไทรต์ และฟอสฟอรัสได้ เช่นเดียวกันกับ Chunrong *et al*. (2007) ทดลองปลูกแฝกบนทุ่นลอยน้ำ พบว่า หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในน้ำได้ดี และสามารถลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้สูงถึง 74 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ การบำบัดน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียจากการเกษตร พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีการเจริญเติบโต และมีการดูดซับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีที่สุดเท่ากับ 6,711 และ 850 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมด ได้เท่ากับ 5,949 และ 730 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ (Wantawin *et al*., 2008) Danh *et al*. (2008) บำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารทะเล ประเทศเวียดนาม โดยการนำหญ้าแฝกที่มีอายุ 5 และ 7 เดือน มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้เวลาแตกต่างกันคือ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า หญ้าแฝกที่มีอายุ 5 เดือน สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 25, 63 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ และสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 30, 72 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกที่อายุ 7 เดือน ที่ระยะเวลาการบำบัด 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้ 88 และ 91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ 80 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปิยะวรรณ (2546) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน กรมชลประทาน โดยใช้หญ้าแฝก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์อินโดนีเซีย มอนโต สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 พบว่า สัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด และไนเทรต มีค่าเท่ากับ 55.79 และ 72.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่แหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจน (77.89 เปอร์เซ็นต์) และ

ไนไทรต์ (63.03 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเทรต (73.21 เปอร์เซ็นต์) ได้สูงสุด และแหล่งพันธุ์มอนโตมีประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้สูงสุด เท่ากับ 46.18 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำทิ้งอาจมีการเปลี่ยนจากเดิมอยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไปเป็นไนเทรต โดย nitrifying bacteria ในสภาพที่มีออกซิเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น และ ไนโตรเจนในรูปไนเทรตจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน โดยแบคทีเรียชนิด denitrifying bacteria ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น ซึ่งไนเทรตที่เกิดขึ้น รากพืชมีการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ส่วนก๊าซไนโตรเจน จะระเหยและสูญเสียออกนอกระบบขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ (เปี่ยมศักดิ์, 2543) ส่วนฟอสฟอรัสในน้ำเสียจะลดลงด้วยกระบวนการตกตะกอน การดูดซึม และการแลกเปลี่ยนระหว่างดินและชั้นน้ำ (Boonsong and Chansiri, 2007) การที่หญ้าแฝกสามารถลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไนเทรต ไนไทรต์ และฟอสฟอรัส ในน้ำทิ้งจากโรงนมได้ เนื่องจากหญ้าแฝกมีการดูดธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ไนไทรต์ ไนเทรต ที่มีในน้ำเสียเพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมด (51.08 เปอร์เซ็นต์) ไนไทรต์ (96.57 เปอร์เซ็นต์) ไนเทรต (69.08 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยสูงกว่าสัปดาห์อื่น ในสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมด (34.57 เปอร์เซ็นต์) ไนไทรต์ (46.43 เปอร์เซ็นต์) ไนเทรต (39.37 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยลดลงจากสัปดาห์ที่ 8 เนื่องจากในช่วงสัปดาห์ที่ 8 เป็นช่วงระยะที่แฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจากระยะเริ่มปลูก หลังจากนี้ เมื่อแฝกดูดไนโตรเจนเข้าไป จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงมีการดูดธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนจากน้ำทิ้งโรงนม เพื่อไปใช้ในการสร้างหน่อและใบ ทั้งนี้เพราะ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบในเซลล์พืชหลายชนิด ได้แก่ กรดนิวคลิอิก กรดอะมิโนชนิดต่างๆ โคเอนไซม์ รงควัตถุหลายชนิด ไวตามิน ฮอร์โมนบางชนิด และโปรตีน ส่งเสริมการสร้างส่วนต้นและใบ จึงต้องมีการดูดไนโตรเจนให้เพียงพอ ในปริมาณมาก เพื่อการเจริญเติบโตในระยะนี้ ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมดและไนเทรต สูงกว่าสัปดาห์อื่น ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด ไนไทรต์ และไนเทรต จะลดลง เนื่องจากแฝกจะมีการสร้างดอก และ เมล็ด ซึ่งสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการบำบัดค่าฟอสฟอรัส จะสูงสุดในสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าเท่ากับ 42.75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ สัปดาห์ที่ 8 พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสมีค่าเพียง 22.99 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 16 เป็นระยะที่แฝกเริ่มแทงช่อดอก มีการออกดอก แฝกจึงดูดฟอสฟอรัสได้มากเพื่อมาใช้ในการสร้างดอก ผล และเมล็ด ส่วนในสัปดาห์ที่ 16-20 นั้นเป็นช่วงที่หญ้าแฝกเริ่มเสื่อมสภาพ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งของหญ้าแฝกลดลง ดังนั้น หากต้องการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ควรปลูกหญ้าแฝกที่ระยะการบำบัด 8-12 สัปดาห์ และหากต้องการบำบัดค่าฟอสฟอรัส

ควรปลูกหญ้าแฝกถึงระยะการบำบัดที่ 16 สัปดาห์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามไม่ควรปลูกหญ้าแฝกเกิน 16 สัปดาห์ หากมีการปลูกเกินควรตัดแต่งใบให้สั้น เพื่อให้แฝกเริ่มการเจริญเติบโตใหม่อีกครั้ง

3.5 บีโอดี (Biochemical oxygen demand: BOD)

บีโอดีในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 900, 580, 400 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8 และ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 49.96 และ 45.83 เปอร์เซ็นต์ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 50.86 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 และสัปดาห์ที่ 20 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.89 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.75, 48.47, 44.58 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 40.07 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 5)

3.6 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen: DO)

ออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.20, 0.28, 0.61 และ 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 16 และ 20 มีแนวโน้มว่าแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีผลทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.14 และ 2.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (43.99 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด สัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงสุด มีค่าเท่ากับ 49.96 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 16 และ 20 พบว่าแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 45.81 และ 21.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.22, 44.83, 45.18 และ 20.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงสุด มีค่าเท่ากับ 38.64 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 5)

3.7 ความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC)

ความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 645, 650, 1,100 และ 690 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์สามารถลดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสัปดาห์ที่ 16 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ สุราษฎร์ธานีมีค่าความนำไฟฟ้า (782 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับหญ้าแฝกลุ่มอีก 2 แหล่งพันธุ์ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก พบว่าในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 29.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสัปดาห์ที่ 12, 16 และ 20 พบว่า แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า (5.39, 28.91 และ 20.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงสุด ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้าได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.73, 4.99, 26.63 และ 18.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งได้เท่ากับ 20.66 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหญ้าแฝกอีก 2 แหล่งพันธุ์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 6)

ค่าบีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าบีโอดีในน้ำทิ้งโรงนม เท่ากับ 900, 580, 400 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และออกซิเจนละลายน้ำ 0.20, 0.28, 0.61 และ 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อผ่านการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่ม พบว่า หญ้าแฝกสามารถลดค่าบีโอดี และ เพิ่มค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ได้ในทุกการทดลองเมื่อเทียบกับค่าก่อนการบำบัด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 40.07 และ 38.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่หญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียได้เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บริเวณรากพืช และส่วนของพืชที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะนำออกซิเจนไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในขณะที่ออกซิเจนจากอากาศจะถูกพืชน้ำดูดซับและแพร่ออกในบริเวณรอบๆรากพืช ก่อให้เกิดสภาวะออกซิเดชั่น ทำให้เพิ่มจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในการลดค่าสารอินทรีย์ละลาย และสารอินทรีย์แขวนลอยในน้ำเสียให้ลดลง และเมื่อความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนสูงขึ้นอีกด้วย (Hammer and Bastian, 1989; Boonsong and Chansiri, 2007) นอกจากนี้ Njau and Mlay (2003) รายงานว่า หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากยาว เป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ได้ดี เป็นการเพิ่มการย่อยสลายสารอินทรีย์อีกทางหนึ่งด้วย และจากการศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกลุ่มและกกในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ใน Venezuela พบว่า หญ้าแฝกลุ่มมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีได้ดีกว่าต้นกก มีค่าเท่ากับ 67.47 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้หญ้าแฝกยังมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำอัดลม ที่ระยะเวลากักเก็บ 20 วัน และอัตราการไหล 30 ลิตรต่อวัน โดยมีค่าเท่ากับ 96.86 เปอร์เซ็นต์ (Scavo *et al*., 2006) พืชน้ำบางชนิด เช่น ผักตบชวา และใบบัวบก มีความ สามารถในการส่งผ่านออกซิเจนได้สูง โดยมีการส่งผ่านลงมาตามใบ ลำต้น และราก ปริมาณออกซิเจนที่ส่งผ่านมานี้ บางส่วนรากจะนำไปใช้ในการหายใจ ขณะที่ออกซิเจนส่วนที่เหลือจะส่งผ่านมาที่ชั้นน้ำเสีย ซึ่งแบคทีเรียสามารถนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำลดลง (พัฒนี, 2536) อรุณ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกลุ่มในคลองระบายน้ำทิ้งในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ภายหลังการบำบัดน้ำเสีย หญ้าแฝกสามารถเพิ่มค่าออกซิเจนละลายในน้ำได้ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.5 เป็น 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากรากหญ้าแฝกมีการปลดปล่อยออกซิเจนลงไปในน้ำ เช่นเดียวกับมงคลและคณะ (2549) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในหนองน้ำชุมชนเพื่อปรับคุณภาพน้ำ โดยใช้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่ผูกกันเป็นแพแล้วนำไปบำบัดน้ำเสียของหนองน้ำ ณ ชุมชนบ้านศรีฐาน ตำบลในเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย สามารถลดค่าบีโอดีได้ดังนี้ ระยะที่ได้รับมลภาวะมากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 85, 84, 68 และ 76

มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ก่อนการบำบัดมีค่าบีโอดีเท่ากับ 398 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 3.2, 3.3, 3.8 และ 4.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ก่อนการบำบัดมีค่าออกซิเจนละลายเท่ากับ 2.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) มนต์ชัย (2548) ปลูกหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 ด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีค่าความเข้มข้นต่างกัน คือ ความเข้มข้นสูง (ค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 61.13 – 115.50 มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นต่ำ (ค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 36.00 – 51.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) ผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลากักพัก 7 วัน หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ความเข้มข้นสูง ได้ดีกว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดี คือ บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟต เท่ากับ 91.46, 62.48, 35.87 และ 23.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลอง พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 16 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมได้ดี โดยสามารถลดค่าบีโอดีในน้ำทิ้งโรงนม ได้เฉลี่ย 49.75, 48.47 และ 44.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้เฉลี่ยเท่ากับ 40.22, 44.83 และ 45.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 20 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี (15.63 เปอร์เซ็นต์) และ เพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ (20.55 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยต่ำกว่าสัปดาห์อื่น เนื่องจากหญ้าแฝกอยู่ในระยะเสื่อมสภาพ การเจริญเติบโตลดลง การดูดธาตุอาหาร และมลสารในน้ำทิ้งโรงนม ลดลงด้วย จึงทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งลดลง

3.8 ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids: TDS)

ของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 319, 440, 565 และ 360 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำได้สูง โดยมีค่าเท่ากับ 229, 309 และ 272 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์ศรีลังกาสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 405 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8, 12 และ 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 28.11, 29.69 และ 24.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 แหล่ง

พันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำเฉลี่ยสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 28.26 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.81, 29.22,26.51 และ 24.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 27.31 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 6)

3.9 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solid: TSS)

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 326, 145, 121 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 8 และ 16 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้ดี มีค่าเท่ากับ 75.7 และ 54.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้สูง โดยมีค่าเท่ากับ 50.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 และ 16 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.79 และ 55.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 65.06 เปอร์เซ็นต์ และในสัปดาห์ที่ 20 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด เท่ากับ 40.95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.08, 64.41, 54.91 และ 38.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 58.61 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 6)

3.10 ความขุ่น (Turbidity: TU)

ความขุ่นในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 237, 180, 165 และ 86 FTU ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ พบว่า ค่าความขุ่นในน้ำทิ้งโรงนมลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำทิ้งก่อนการบำบัด ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกลุ่มแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าความขุ่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์ศรีลังกา สามารถลดค่าความขุ่นได้ มีค่าเท่ากับ 86 มิลลิกรัมต่อลิตร และในสัปดาห์ที่ 20 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดค่าความขุ่นเฉลี่ยเท่ากับ 62 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก สัปดาห์ที่ 8 และ 12 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นเฉลี่ยสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 52.46 และ 48.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นเฉลี่ย เท่ากับ 47.88 เปอร์เซ็นต์ และในสัปดาห์ที่ 20 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นเฉลี่ยสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 28.10 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.85, 47.90, 47.24 และ 26.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความขุ่นในน้ำทิ้งมีแนวโน้มสูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น มีค่าเท่ากับ 43.73 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 7)

3.11 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.184, 0.148, 0.161 และ 0.521 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ ทำให้ค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งโรงนม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก ในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 หญ้าแฝกลุ่ม ทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ไม่สามารถบำบัดคลอโรฟิลล์ได้ ส่วนสัปดาห์ที่ 20 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์

สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการบำบัดคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งได้สูงสุดเท่ากับ 56.50 เปอร์เซ็นต์ และสัปดาห์ที่ 16 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งได้สูงสุด 54.74 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -17.27, -11.43, 53.96 และ 52.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 22.44 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 7)

3.12 เหล็ก (Iron)

เหล็กในน้ำทิ้งโรงนม ก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52, 2.40, 13.50 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแต่ละแหล่งพันธุ์ สามารถลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งโรงนม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9-12)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งโรงนมของหญ้าแฝก สัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กเฉลี่ยเท่ากับ 44.71, 50.55, 41.60 และ 35.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะทางการบำบัด 16 เมตร หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กได้สูงสุด โดยในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.14, 50.09, 35.02 และ 34.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 20 พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้สูงเท่ากับ 43.19 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 7)

ของแข็งละลายน้ำ ได้แก่ เกลือ อนินทรียสาร หรืออินทรียสาร ที่ละลายในน้ำได้ ส่วนค่าความนำไฟฟ้า คือ ความสามารถของสารละลายในการนำกระแสไฟฟ้า ค่าความนำไฟฟ้านี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้น ค่าความนำไฟฟ้าจึงสัมพันธ์กับค่าของแข็งละลายน้ำ จากการทดลอง หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย และความขุ่น ในน้ำทิ้งโรงนม เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.66, 58.61 และ 43.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ ในน้ำทิ้งโรงนม เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.31 เปอร์เซ็นต์ การใช้หญ้าแฝกลุ่มในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มไก่ พบว่า

สัปดาห์ที่ 10 แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า และความขุ่น เท่ากับ 28.09 และ 41.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 12 แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 24.54 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 51.79 เปอร์เซ็นต์ (วราพร, 2550) จากการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งโรงนม ได้สูงสุดเท่ากับ 76.79 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการปลูกหญ้าแฝกในน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง ได้สูงสุดเท่ากับ 78.33 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นในน้ำทิ้ง ได้เท่ากับ 63.51 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 ส่วนสัปดาห์ที่ 14 แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า เท่ากับ 35.34 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 32.49 เปอร์เซ็นต์ (ฐิติณัฏฐ์, 2549) Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) กล่าวว่า ระบบบำบัดแบบพืชน้ำจะมีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และสารอินทรีย์ขึ้นอยู่กับสาหร่ายที่อยู่ในระบบ และความเข้มข้นของน้ำเสีย ดังนั้น การปลูกพืชเหนือน้ำจะเป็นการป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายมีปริมาณลดลง และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและสารอินทรีย์ลดลงด้วย และการที่หญ้าแฝกสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำ ความนำไฟฟ้า ความขุ่น และของแข็งแขวนลอยเนื่องจากความหนาแน่นของหญ้าแฝกที่กีดขวางทางไหลของน้ำส่งผลให้น้ำไหลช้าลง ก่อให้เกิดการตกตะกอนของมลสารในน้ำ อีกทั้งการดูดมลสารต่างๆ ไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้ค่าเหล่านี้ลดลงได้

เหล็กเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นองค์ประกอบของฮีม (heme) นอนฮีม (nonheme) เอนไซม์ และตัวพา (carrier) หลายชนิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ และยังช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์อีกด้วย (สมบุญ, 2548) ก่อนการบำบัดในน้ำทิ้งโรงนม มีค่าเหล็ก อยู่ในช่วง 0.85 - 13.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกลุ่ม พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กในน้ำทิ้ง เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 43.19 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 12 แฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าเหล็กในน้ำทิ้งได้สูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 50.55 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 12 อยู่ในระยะที่แฝกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีการดูดธาตุเหล็กที่ละลายในน้ำ ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักเข้าไปใช้ในการเจริญเติบโตมาก เช่นเดียวกันกับฐิติณัฏฐ์ (2549) ศึกษาการใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า สัปดาห์ที่ 12 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งสูงสุดเท่ากับ 80.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวราพร (2550) ทำการศึกษาโดยใช้หญ้าแฝกลุ่มในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มไก่ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 14 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งสูงสุดเท่ากับ 67.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหล่งพันธุ์สงขลา 3 ประสิทธิภาพในการลดค่าเหล็กในน้ำทิ้งเท่ากับ 62.88 เปอร์เซ็นต์ หญ้าแฝกสามารถดูดธาตุเหล็กที่ละลายได้ในน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ในน้ำเสีย สามารถดูดเหล็กไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เช่นกัน นอกจากนี้ ถ้าในน้ำมีสภาวะเป็นด่างเล็กน้อย (pH 8.0 - 9.0) และมีออกซิเจนสูงกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เหล็กในน้ำจะอยู่ในรูป ferric hydroxide ทำให้ตกตะกอนลงสู่พื้นก้นแหล่งน้ำ และเหล็กยังสามารถรวมตัวกับฟอสเฟตในน้ำ โดยถ้ามีออกซิเจนก็จะอยู่ในรูป ferric phosphate แล้วก็ตกตะกอนเช่นกัน (เปี่ยมศักดิ์, 2543) จึงทำให้ค่าเหล็กที่ละลายได้ในน้ำมีค่าลดลง

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (primary productivity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะขึ้นกับปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในน้ำ และปัจจัยอื่นๆ โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์จะมีค่าผันแปรตามความหนาแน่นของสาหร่าย องค์ประกอบ และมวลชีวภาพของสาหร่าย (ศิริเพ็ญ, 2543) จากการทดลองก่อนการบำบัดในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 น้ำทิ้งโรงนม มีค่าคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.184, 0.148, 0.161 และ 0.521 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝก พบว่า แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดคลอโรฟิลล์ในน้ำทิ้ง เฉลี่ยได้มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่าเท่ากับ 22.44 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 8-12 เป็นช่วงที่แฝกเพิ่งเริ่มเจริญเติบโต การแตกกิ่ง ก้าน ใบ ยังไม่มาก ทำให้ไม่สามารถลดค่าคลอโรฟิลล์ได้ ส่วนสัปดาห์ที่ 16-20 แฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ การแตกกิ่ง ก้าน ใบ มาก ทำให้พื้นที่แสงที่จะส่องลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณลดลง และการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลงอีกด้วย ซึ่ง Kanabkaew and Puetpaiboon (2004) รายงานว่า การปลูกพืชเหนือน้ำจะเป็นการป้องกันแสงแดดที่จะส่องลงสู่น้ำ ทำให้สาหร่ายมีปริมาณลดลง ดังนั้นคลอโรฟิลล์ในน้ำมีค่าลดลงด้วย

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในการลดค่ามลสารต่างๆ ในน้ำทิ้งโรงนม ในสัปดาห์ที่ 8-12 หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการดูดซับมลสาร และธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำทิ้งโรงนมอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะไนโตรเจนทั้งหมด ไนไทรต์ และไนเทรต เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต การสร้างกิ่งก้าน และใบ ทำให้แฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 8-12 ในสัปดาห์ที่ 16 เป็นช่วงที่แฝกเริ่มแทงช่อดอก จึงต้องการฟอสฟอรัส

เพื่อนำไปใช้ในการสร้างดอก ผล และเมล็ด จึงทำให้แฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสได้ดี ส่วนในช่วงสัปดาห์ที่ 20 เป็นช่วงที่หญ้าแฝกเริ่มเสื่อมสภาพลง การเจริญเติบโตลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งน้อยกว่าในสัปดาห์อื่น แต่อย่างไรก็ตามหญ้าแฝกลุ่มก็ยังสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้เมื่อเทียบกับค่าก่อนการบำบัด และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกลุ่มในทุกสัปดาห์ที่เก็บตัวอย่าง (สัปดาห์ที่ 8-20) พบว่า หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ในน้ำทิ้งโรงนม เท่ากับ 62.36 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 24.16 เปอร์เซ็นต์ บีโอดี 40.07 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งละลายน้ำ 27.31 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 38.64 เปอร์เซ็นต์ แหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 36.37 เปอร์เซ็นต์ ไนเทรต 48.53 เปอร์เซ็นต์ และเหล็ก 43.19 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า เท่ากับ 20.66 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งแขวนลอย 58.61 เปอร์เซ็นต์ และความขุ่น 43.73 เปอร์เซ็นต์

การใช้หญ้าแฝกลุ่มในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม เป็นวิธีการหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัด มีขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติในการบำบัด ซึ่งน้ำที่ผ่านการบำบัดนี้มีคุณภาพของน้ำดีขึ้น ก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ดังนั้น การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพดี

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 8 สัปดาห์ หลังปลูก

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1 แหล่งพันธุ์				CV	LSD	LSD	F
	ก่อนบำบัด	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	(%)	95%	99%	test
Temperature (°C)	25.3	26.0	26.0	26.0	-	-	-	-
pH	6.8	6.6	6.5	6.6	-	-	-	-
Total N (mg/l)	39.76	20.04	19.39	18.92	5.3	1.373	1.997	ns
Nitrate (mg/l)	0.69	0.22	0.20	0.22	16.1	0.046	0.067	ns
Nitrite (mg/l)	0.518	0.018	0.017	0.018	12.6	0.003	0.004	ns
Total P (mg/l)	5.92	4.55a /2	4.53b	4.60a	0.9	0.057	0.084	**
BOD (mg/l)	900	450	450	456	3.1	18.500	26.90	ns
DO (mg/l)	0.20	0.37	0.38	0.39	14.2	0.070	0.102	ns
EC (mS/cm)	645	464	459	457	2.8	17.420	19.830	ns
TDS (gm/l)	319	230	232	229	3.0	9.100	13.30	ns
TSS (mg/l)	326.0	83.7	84.3	75.7	12.2	13.200	19.20	ns
TU (FTU)	237	113	114	116	2.8	4.200	6.200	ns
Chlorophyll	0.184	0.202	0.206	0.240	31.4	0.156	0.227	ns
Fe^{2+} (mg/l)	2.52	1.41	1.42	1.40	7.3	0.137	0.199	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 12 สัปดาห์ หลังปลูก

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1 แหล่งพันธุ์				CV	LSD	LSD	F
	ก่อนบำบัด	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	(%)	95%	99%	test
Temperature (°C)	28.3	27.5	27.5	27.5	-	-	-	-
pH	6.7	6.6	6.6	6.6	-	-	-	-
Total N (mg/l)	33.05	21.75a /2	20.07b	21.56a	4.1	1.152	1.676	**
Nitrate (mg/l)	0.37	0.19	0.19	0.18	9.7	0.024	0.035	ns
Nitrite (mg/l)	0.228	0.072	0.068	0.074	5.8	0.006	0.008	ns
Total P (mg/l)	4.41	3.57	3.56	3.50	4.3	0.203	0.295	ns
BOD (mg/l)	580	312	285	300	11.1	44.200	64.200	ns
DO (mg/l)	0.28	0.62	0.58	0.57	7.2	0.057	0.082	ns
EC (mS/cm)	650	615	621	617	1.2	17.500	25.500	ns
TDS (gm/l)	440	314	311	309	1.9	7.900	11.500	ns
TSS (mg/l)	145.0	51.5	50.7	52.7	7.7	5.300	7.700	ns
TU (FTU)	180	93	94	94	4.2	5.200	7.600	ns
Chlorophyll	0.148	0.166	0.156	0.173	25.2	0.096	0.139	ns
Fe^{2+} (mg/l)	2.40	1.21	1.20	1.19	2.9	0.047	0.068	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 16 สัปดาห์ หลังปลูก

คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1 แหล่งพันธุ์				CV	LSD	LSD	F
	ก่อนบำบัด	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	(%)	95%	99%	test
Temperature (°C)	28.5	28.0	28.0	28.0	-	-	-	-
pH	7.8	7.3	7.3	7.2	-	-	-	-
Total N (mg/l)	25.72	16.42	17.55	16.52	5.7	1.268	1.845	ns
Nitrate (mg/l)	3.90	2.47	2.34	2.28	8.1	0.257	0.374	ns
Nitrite (mg/l)	0.119	0.062	0.066	0.063	137.2	0.298	0.433	ns
Total P (mg/l)	6.23	3.59	3.52	3.59	6.2	0.295	0.430	ns
BOD (mg/l)	400	217	220	228	9.2	27.000	39.300	ns
DO (mg/l)	0.61	1.12	1.14	1.13	6.6	0.099	0.144	ns
EC (mS/cm)	1100	782b /2	840a	799b	3.4	36.200	52.700	**
TDS (gm/l)	565	427	405	414	5.0	47.600	69.300	ns
TSS (mg/l)	121.0	54.8	54.7	54.2	9.5	6.900	10.100	ns
TU (FTU)	165	87	86	89	3.6	4.100	6.000	ns
Chlorophyll	0.161	0.075	0.074	0.073	31.7	0.031	0.045	ns
Fe^{2+} (mg/l)	13.50	9.67a	8.77ab	8.33b	10.1	1.195	1.738	**

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อนและหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 เมื่อครบ 20 สัปดาห์ หลังปลูก

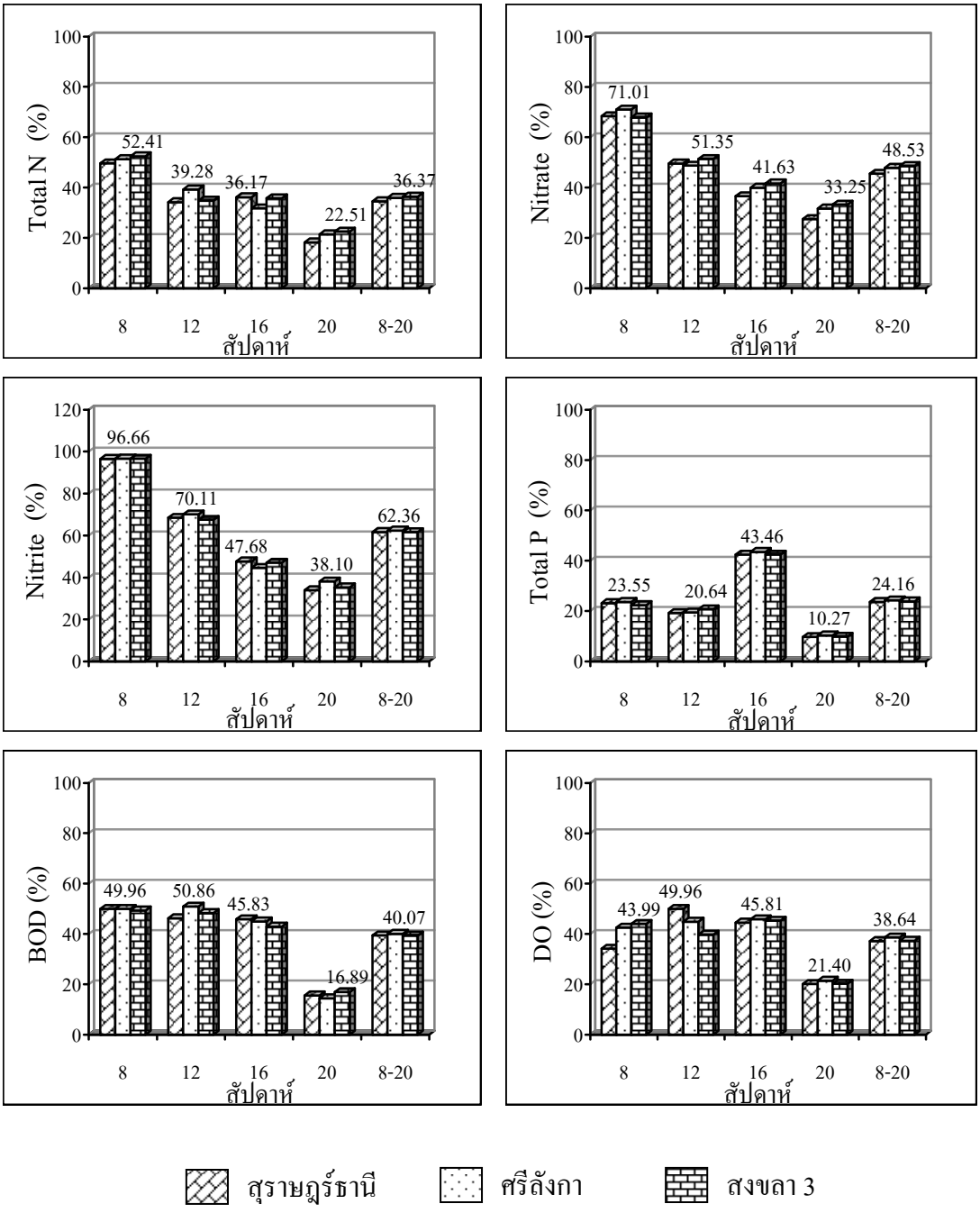
คุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ /1 แหล่งพันธุ์				CV	LSD	LSD	F
	ก่อนบำบัด	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	(%)	95%	99%	test
Temperature (°C)	26.8	25.5	25.5	25.5	-	-	-	-
pH	7.1	7.0	7.0	7.0	-	-	-	-
Total N (mg/l)	16.28	13.32	12.79	12.62	5.6	0.958	1.394	ns
Nitrate (mg/l)	20.20	14.65	13.80	13.48	6.4	2.056	2.991	ns
Nitrite (mg/l)	0.057	0.038	0.036	0.037	10.1	0.005	0.007	ns
Total P (mg/l)	2.45	2.21a /2	2.20b	2.21a	1.8	0.005	0.076	**
BOD (mg/l)	150	127	128	125	4.3	7.200	10.500	ns
DO (mg/l)	2.03	2.55	2.60	2.57	1.7	0.058	0.085	ns
EC (mS/cm)	690	551	575	565	3.9	29.100	42.400	ns
TDS (gm/l)	360	274	272	272	4.3	15.500	22.500	ns
TSS (mg/l)	35.0	20.7	22.2	21.8	13.1	3.800	5.500	ns
TU (FTU)	86	63	65	62	5.8	4.900	7.200	ns
Chlorophyll	0.521	0.227	0.247	0.243	9.7	0.032	0.047	ns
Fe^{2+} (mg/l)	0.85	0.58	0.56	0.55	9.4	0.070	0.102	ns

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

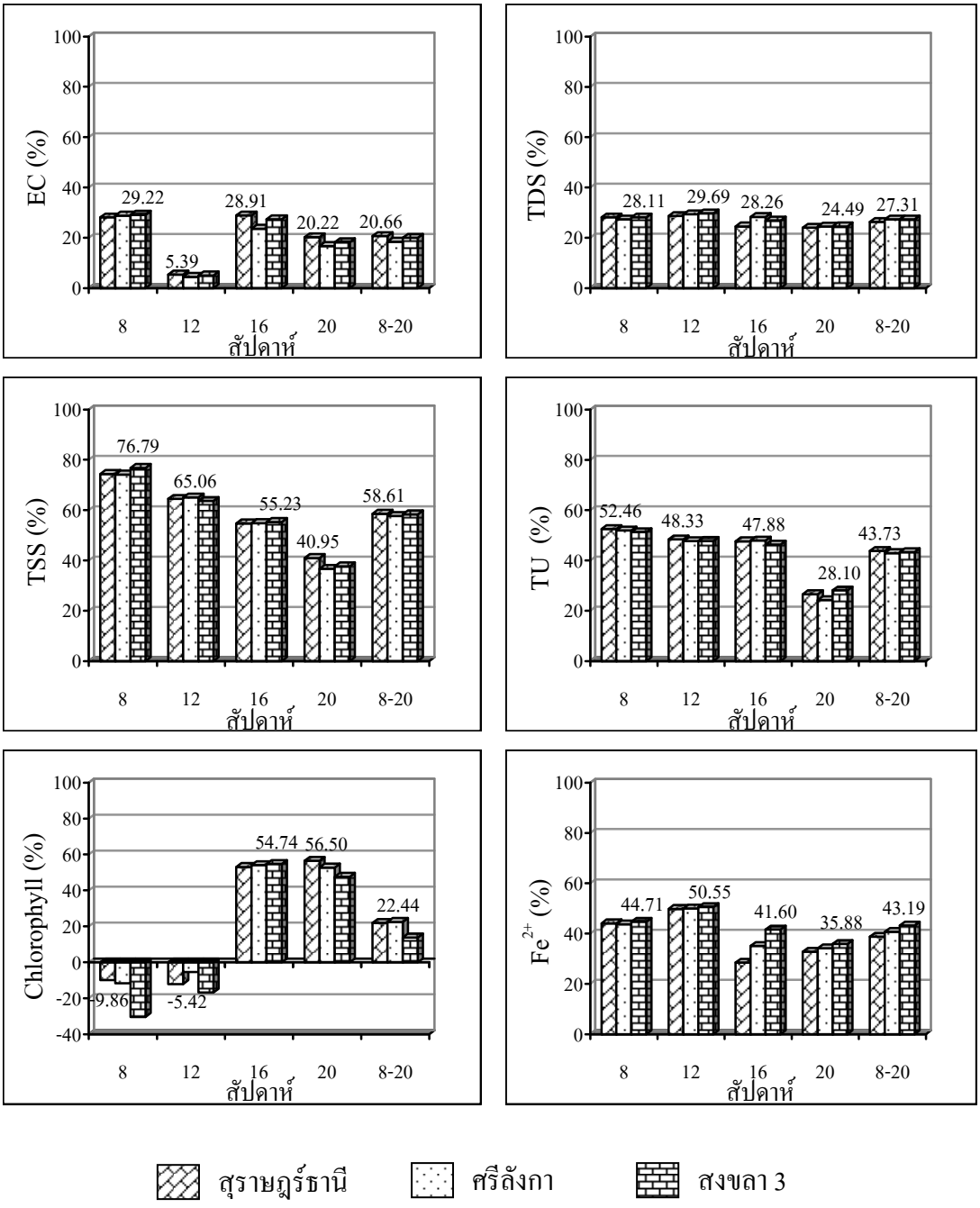
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพในการบำบัด Total N (%), Nitrate (%), Nitrite (%), Total P (%), BOD (%) และ DO (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หลังปลูก



ภาพที่ 10 ประสิทธิภาพในการบำบัด EC (%), TDS (%), TSS (%), TU (%), Chlorophyll (%) และ Fe^{2+} (%) ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 หลังปลูก

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 โดยปลูกแบบแพลอยน้ำในบ่อจำลอง บริเวณเรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบ่อน้ำทิ้งภายในโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า

1. การเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักต้น น้ำหนักราก น้ำหนักมวลชีวภาพ และจำนวนหน่อต่อต้น มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น โดยมีค่าเท่ากับ 102.12 และ 10.12 เซนติเมตร 19.92, 13.14 และ 33.06 กรัมต่อต้น และ 7.6 หน่อต่อต้น ตามลำดับ

1.2 การดูดซับธาตุอาหารของหญ้าแฝกลุ่มอายุ 12 สัปดาห์ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นสูงสุดเท่ากับ 1.125 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในราก (1.082 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนในต้น (74.38 มิลลิกรัมต่อต้น) และในราก (48.37 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ส่วนหญ้าแฝกลุ่มอายุ 16 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้นสูงสุดเท่ากับ 1.655 เปอร์เซ็นต์ และ 318.56 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ และในรากสูงสุดเท่ากับ 1.715 เปอร์เซ็นต์ และ 220.78 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ

1.3 หญ้าแฝกลุ่มอายุ 12 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์ศรีลังกามีค่าเปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในรากสูงสุดเท่ากับ 0.073 เปอร์เซ็นต์ และ 2.87 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ และแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในราก (0.034 เปอร์เซ็นต์ และ 2.34มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ส่วนหญ้าแฝกลุ่มที่อายุ 16 สัปดาห์ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีเปอร์เซ็นต์และ

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้น (0.055 เปอร์เซ็นต์ และ 10.53 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และในราก (0.128 เปอร์เซ็นต์ และ 16.48 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น

2. การใช้หญ้าแฝกลุ่มบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในบ่อจำลอง วัดผลในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 ภายหลังการปลูก พบว่า

2.1 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไนเทรต และเหล็ก ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 79.28, 55.69 และ 69.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.2 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนไทรต์ ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 68.01, 75.60, 44.43 และ 62.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดี ความนำไฟฟ้า และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ในน้ำทิ้งจากโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 74.82, 39.18 และ 83.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 76.76 เปอร์เซ็นต์

3. การใช้หญ้าแฝกลุ่มบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกแบบแพลอยน้ำ ในบ่อน้ำทิ้งโรงนม วัดผลในสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 ภายหลังการปลูก พบว่า

3.1 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการลดค่าไนไทรต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด บีโอดี ของแข็งละลายน้ำ และคลอโรฟิลล์ ในน้ำทิ้งโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 62.36, 24.16, 40.07, 27.31 และ22.44เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 38.64 เปอร์เซ็นต์

3.2 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไนเทรต และเหล็ก ในน้ำทิ้งโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.37, 48.53 และ43.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

3.3 หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย และความขุ่น ในน้ำทิ้งโรงนม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.66, 58.61 และ 43.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. หญ้าแฝกลุ่มทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม ได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งแหล่งพันธุ์ศรีลังกา มีแนวโน้มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีกว่าแหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี จึงน่าจะนำหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกานี้ไปใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมในพื้นที่จริง

2. ในการใช้หญ้าแฝกลุ่มบำบัดน้ำทิ้งในพื้นที่จริง ในกรณีที่น้ำทิ้งมีค่ามลสารสูงมากๆ อาจมีการเพิ่มระยะทางในการบำบัดให้ยาวขึ้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากขึ้น และพืชมีการเจริญเติบโตมากๆ ควรมีการตัดแต่งใบให้สั้นลง เพื่อให้แฝกมีการเจริญเติบโตอีกครั้ง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งให้ดียิ่งขึ้น

3. ในการทดลองนี้เหมาะกับโรงนมขนาดเล็ก รายย่อย เช่น โรงนมรายย่อยที่จังหวัดราชบุรี ส่วนโรงนมที่มีขนาดใหญ่ ควรมีการกักน้ำไว้ในบ่อผึ่งระยะหนึ่งก่อนที่จะใช้หญ้าแฝกมาบำบัดน้ำทิ้งนี้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีก่อนปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. **น้ำเสียชุมชน.** แหล่งที่มา: http://cc.msnscache.com/cache.aspx?q=8310739015394&lang=en-US&mkt=en-US&FORM=CVRE, 23 สิงหาคม 2550.

_____. 2551. **มาตรฐานน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s1, 22 มีนาคม 2551.

กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. **ศัพท์บัญญัติและนิยามน้ำเสีย.** เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

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

_____. 2541. **ความรู้เรื่องแฝก Vetiver Grass Overview.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

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

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2542. **มลพิษทางน้ำ.** กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2547. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

จุฑารัจน์ หนูสุข. 2546. **การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินเพื่อการบำบัดขั้นที่สาม สำหรับน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

ดวงแก้ว ผุงเพิ่มตระกูล. 2547. **หญ้าแฝก กำแพงชีวิต อนุรักษ์ดิน คืนน้ำใส.** แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/NewsIndex/20040829-1.html, 18 มกราคม 2550.

ธนียา เจติยานุกรกุล. 2539. **ความเป็นไปได้ของการใช้หญ้าแฝกจากแหล่งพันธุ์ต่างๆในการบำบัดน้ำทิ้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระ สมหวัง, อำนวย โยธาศิริ, สุเมศ ทับเงิน, กิ่งกานท์ พานิชนอก และ สมชัย ลิ่มอรุณ. 2548. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม, น. 549-557. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช ครั้งที่ 43.** กรุงเทพฯ.

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

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

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

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

_____. 2546. **อนามัยสิ่งแวดล้อม**. ครั้งที่ 3. บริษัทซิกม่า ดีไซน์ กราฟฟิก จำกัด, กรุงเทพฯ.

พัฒนี จันทรโรทัย. 2536. ข้อพิจารณาในการใช้พืชปรับปรุงคุณภาพน้ำ. **วารสารวิทยาศาสตร์ ม. ก.** 11(3): 154-157.

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

มนพ รุ่งสุข. 2538. **การเจริญของหญ้าแฝกหอม *Vetiver zizanioides* (L.) Nash ที่รดด้วยน้ำทิ้งจากชุมชนจังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

มนต์ชัย จันทร์ศิริ. 2548. **ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกที่ปลูกด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

รัตนา ตรีรัตนภรณ์. 2542. **การกำจัดแคดเมียมจากน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดบึงประดิษฐ์แบบน้ำขังใต้ดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลักษมี คณานิธินันท์. 2539. **ประสิทธิภาพของกกกลม *Cyperus corymbosus* ธูปฤาษี *Typha angustifolia* อ้อ *Phragmites australis* และแห้วทรงกระเทียม *Eleocharis dulcis* ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสีย จากโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราพร เกียรติศิริอนันต์. 2550. **การใช้หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) บำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทูร ชินพันธุ์. 2541. **ความรู้เรื่องหญ้าแฝก.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิทูร ชินพันธุ์ และ อาทิตย์ ศุขเกษม. 2536. การศึกษาเปรียบเทียบสายพันธ์หญ้าแฝกในประเทศไทย, น. 1-31. *ใน* **รายงานผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2536**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิภาดา ปิ่นเกษร. 2550. **ประสิทธิภาพการใช้หญ้าแฝกบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระชัย ณ นคร. 2535. หญ้าแฝก (*Vetiver* spp.) สายพันธุ์ในประเทศไทย, น. 1-20. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2536**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เชียงราย.

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

ศิริลักษณ์ กล้าการขาย. 2548. **การบำบัดแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินโดยใช้หญ้าแฝก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุรนารี.

ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551. **ประวัติและความเป็นมา**. แหล่งที่มา: http://www.dairy.ku.ac.th/story.html, 22 มีนาคม 2551.

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. 2551. **การบำบัดน้ำเสีย.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา: http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=81&i2=25, 22 มีนาคม 2551.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2547. **สาระน่ารู้เรื่องหญ้าแฝก**, กรุงเทพฯ.

เสริมพล รัตตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2518. **การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน.** สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

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

สุชาดา ศรีเพ็ญ, สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, สมเจตน์ จันทวัฒน์ และ ธนียา เจตนานุกรกุล. 2539. การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย, น. 1-59. *ใน* **รายงานผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2538**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุชาติ เหลืองประเสริฐ. 2538. **การศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยระบบเอสบีอาร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนิศา แสงจันทร์. 2543. **การศึกษารูปที่อาจเป็นพิษได้ของแคดเมียมและตะกั่วในดินในระบบบำบัดน้ำเสียแบบหญ้ากรอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 4. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ.

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

อุษากร นิยม. 2535. **การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมด้วยระบบแอคติเวคสลัดจ์และระบบฟิกส์เบดแอเรชัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกพล เหมรา. 2536. **การบำบัดน้ำทิ้งโรงนมโดยใช้ airlift bioreactor**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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 Association, Washington, D.C.

Boonsong, K. and M. Chansiri. 2008. 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, Jan 19, 2008.

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.

Chunrong, Z., T. Cong and C. Huairnan. 2007. **Preliminary study on purification of eutrophic water with vetiver**. Available Source: http://www.vetiver.com/CHN_Water%20purification.htm, April 9, 2007.

Danh, L.T., L. Phong, L. Dung and P. Truong. 2008. 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, Jan 19, 2008.

Dhitivara, D., T. Srisatit and T. Kosaku. 2003. Efficiency of Arsenic Removal from Soil by *Vetiveria zizanioides* and *Vetiveria nemoralis*. pp. 416-421. *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.

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.

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.

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.

Mohan S.V., V.L. Babu and P.N Sarma. 2007. Anaerobic biohydrogen production from dairy wastewater treatment in sequencing batch reactor (AnSBR): Effect of organic loading rate. Enzyme and Microbial Technology. 41: 506-515.

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.

Scavo, M., O. Rodriguez and O. Luque. 2008. 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, Jan 20, 2008.

Sengsai, W. 2001. **Chromium removal efficiency by *Vetiver zizanioides* and *Vetiver nemoralis* in constructed wetlands for tannery post – treatment wastewater**. M.S.Thesis, Chulalongkorn University.

Shiming, L., X. Liao, 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 Agricultural Sciences, South China Institute of Botany, Chinese Academy Sciences, South China Agricultural University, Guangdong Association of Grass Industry and Environment, Guangzhou.

Turan, M. 2004. Influence of filtration conditions on the performance of nanofitration and reverse osmosis membranes in dairy wastewater treatment. **Desalination**. 170: 83-90.

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

Xia, H., H. Ke, Z. Deng, P. Tan and S. Liu. 2003. Ecological effectiveness of vetiver constructed wetlands in treating oil-refined wastewater. pp. 115-127. *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, Guangz.

Wantawin, C., W. Nittaya, I. Udomsak, B. Tavicha and P. Padungsak. 2008. 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, Jan 19, 2008.

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 มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5.5-9.0
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 3,000
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 50
4. อุณหภูมิ (Temperature)	องศาเซลเซียส	ไม่เกิน 40
5. สีหรือกลิ่น	-	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H2S)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.2
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 5.0
9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	-	ต้องไม่พบเลย
13. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 20
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 100
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 120
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)		
1. สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 5.0
2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.25
3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.75
4. ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 2.0
5. แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.03
6. แบเรียม (Ba)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
7. ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.2

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
8. นิคเกิล (Ni)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
9. แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 5.0
10. อาร์เซนิค (As)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.25
11. เซเลเนียม (Se)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.02
12. ปรอท (Hg)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.005

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

ตารางผนวกที่ 2 ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเทรต, ไนไทรต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด, บีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก

สัปดาห์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
	Total N				Nitrate				Nitrite			
	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3
6	48.21	67.49	64.74	65.70	14.02	31.94	26.39	14.31	18.11	45.04	52.35	43.86
10	67.02	77.14	71.43	79.62	34.72	56.94	48.61	47.22	23.27	89.13	81.86	79.71
14	78.51	93.21	89.26	86.56	74.58	78.19	80.56	80.97	80.41	91.85	92.58	91.77
เฉลี่ย	**64.58**	**79.28**	**75.14**	**77.29**	**41.11**	**55.69**	**51.85**	**47.50**	**40.60**	**75.34**	**75.60**	**71.78**
	Total P				BOD				DO			
	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3
6	26.10	33.03	37.03	39.62	36.23	51.21	44.20	52.17	15.25	46.97	50.91	54.13
10	69.25	76.17	77.74	73.02	79.22	83.04	82.17	85.22	77.85	86.42	88.20	86.38
14	76.08	89.90	89.25	86.60	82.25	87.39	87.54	87.08	87.73	91.30	90.09	89.78
เฉลี่ย	**57.14**	**66.37**	**68.01**	**66.41**	**65.90**	**73.88**	**71.30**	**74.82**	**60.28**	**74.90**	**76.40**	**76.76**

ตารางผนวกที่ 3 ประสิทธิภาพการบำบัดความนำไฟฟ้า, ของแข็งละลายน้ำ, ของแข็งแขวนลอย, เหล็ก, ความขุ่น และคลอโรฟิลล์ ในน้ำทิ้งโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ และชุดควบคุม สัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังปลูก

สัปดาห์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
	EC				TDS				TSS			
	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3
6	4.27	13.05	20.12	28.16	10.24	21.88	25.50	15.17	33.91	67.42	56.00	74.36
10	28.37	38.95	37.56	36.74	31.73	51.01	46.23	49.59	74.98	82.80	87.56	85.20
14	40.85	53.35	54.66	52.64	39.01	56.82	61.55	56.52	86.22	93.64	92.58	92.00
เฉลี่ย	**24.50**	**35.12**	**37.45**	**39.18**	**26.99**	**43.24**	**44.43**	**40.43**	**65.04**	**81.29**	**78.71**	**83.85**

	Fe^{2+}				TU				Chlorophyll			
	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	ชุดควบคุม	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3
6	12.59	41.85	46.85	48.15	10.66	36.73	43.91	32.99	-398.04	-273.53	-271.24	-225.16
10	58.09	72.22	72.78	67.28	54.14	67.26	66.57	61.93	-182.84	-137.06	-68.63	-135.42
14	64.94	95.37	89.13	85.31	73.78	76.65	76.98	76.65	-185.29	-107.52	-101.63	-89.87
เฉลี่ย	**45.21**	**69.81**	**69.59**	**66.91**	**46.19**	**60.21**	**62.49**	**57.19**	**-255.39**	**-172.70**	**-147.17**	**-150.15**

ตารางผนวกที่ 4 ประสิทธิภาพในการลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเทรต และไนไทรต์ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		Total N				NO_3^-				NO_2^-			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
8	0	30.48	34.00	33.30	**32.59**	53.62	63.04	52.17	**56.28**	94.37	94.48	94.75	**94.53**
	8	54.93	55.63	59.15	**56.57**	74.64	71.74	73.91	**73.43**	97.63	97.78	97.65	**97.69**
	16	63.38	64.08	64.79	**64.08**	76.81	78.26	77.54	**77.54**	97.41	97.71	97.31	**97.48**
	เฉลี่ย	**49.60**	**51.24**	**52.41**	**51.08**	**68.36**	**71.01**	**67.87**	**69.08**	**96.47**	**96.66**	**96.57**	**96.57**
12	0	21.21	24.60	19.52	**21.78**	36.49	37.84	41.89	**38.74**	47.21	52.39	45.29	**48.30**
	8	36.46	39.85	33.07	**36.46**	51.35	48.65	51.35	**50.45**	75.64	74.50	75.92	**75.35**
	16	44.93	53.40	51.71	**50.01**	60.81	59.46	60.81	**60.36**	82.54	83.44	81.27	**82.42**
	เฉลี่ย	**34.20**	**39.28**	**34.77**	**36.08**	**49.55**	**48.65**	**51.35**	**49.85**	**68.46**	**70.11**	**67.49**	**68.69**

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		Total N				NO_3^-				NO_2^-			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
16	0	22.82	15.09	22.71	**20.21**	7.69	17.95	16.67	**14.10**	23.04	15.15	22.32	**20.17**
	8	36.86	33.59	37.95	**36.13**	37.18	35.38	47.18	**39.91**	47.47	47.55	46.67	**47.23**
	16	48.83	46.66	46.66	**47.38**	64.87	66.41	61.03	**64.10**	72.53	71.05	72.11	**71.90**
	เฉลี่ย	**36.17**	**31.78**	**35.77**	**34.57**	**36.58**	**39.91**	**41.63**	**39.37**	**47.68**	**44.58**	**47.03**	**46.43**
20	0	8.29	14.00	8.45	**10.25**	0.74	20.05	15.59	**12.13**	9.51	26.88	18.06	**18.15**
	8	22.45	16.89	24.08	**21.14**	36.63	37.87	39.60	**38.03**	44.94	41.97	40.66	**42.52**
	16	23.83	33.35	35.01	**30.73**	45.05	37.13	44.55	**42.24**	47.38	45.46	47.21	**46.68**
	เฉลี่ย	**18.19**	**21.41**	**22.51**	**20.71**	**27.47**	**31.68**	**33.25**	**30.80**	**33.94**	**38.10**	**35.31**	**35.79**
ค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 8-20		**34.54**	**35.93**	**36.37**	**35.61**	**45.49**	**47.81**	**48.53**	**47.28**	**61.64**	**62.36**	**61.60**	**61.87**

ตารางผนวกที่ 5 ประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด, บีโอดี และออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝก 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		Total P				BOD				DO			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
8	0	18.79	19.07	17.67	**18.51**	45.11	45.44	43.89	**44.81**	2.44	21.57	21.57	**15.19**
	8	24.91	24.29	22.86	**24.02**	50.67	50.39	49.11	**50.06**	45.95	48.05	51.22	**48.41**
	16	25.62	27.29	26.44	**26.45**	54.11	54.06	55.00	**54.39**	54.11	57.89	59.18	**57.06**
	เฉลี่ย	**23.11**	**23.55**	**22.32**	**22.99**	**49.96**	**49.96**	**49.33**	**49.75**	**34.17**	**42.50**	**43.99**	**40.22**
12	0	7.48	8.23	10.52	**8.74**	15.52	18.97	14.66	**16.38**	29.11	16.42	1.75	**15.76**
	8	22.28	22.95	23.28	**22.84**	50.86	62.07	52.59	**55.17**	53.33	53.33	50.88	**52.51**
	16	27.73	26.92	28.12	**27.59**	72.41	71.55	77.59	**73.85**	67.44	64.78	66.47	**66.23**
	เฉลี่ย	**19.16**	**19.37**	**20.64**	**19.72**	**46.26**	**50.86**	**48.28**	**48.47**	**49.96**	**44.84**	**39.70**	**44.83**

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		Total P				BOD				DO			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
16	0	24.62	22.30	21.51	**22.81**	28.75	25.00	17.50	**23.75**	34.76	37.11	37.44	**36.44**
	8	41.51	44.34	44.95	**43.60**	47.50	40.00	42.50	**43.33**	46.96	48.74	47.64	**47.78**
	16	61.10	63.73	60.73	**61.85**	61.25	70.00	68.75	**66.67**	51.78	51.59	50.61	**51.33**
	เฉลี่ย	**42.41**	**43.46**	**42.40**	**42.75**	**45.83**	**45.00**	**42.92**	**44.58**	**44.50**	**45.81**	**45.23**	**45.18**
20	0	3.39	6.64	5.34	**5.12**	13.33	6.67	11.67	**10.56**	14.71	14.71	13.80	**14.41**
	8	9.58	8.24	7.04	**8.29**	13.33	10.00	17.33	**13.55**	17.65	19.60	17.31	**18.19**
	16	15.90	15.93	16.95	**16.26**	20.00	26.67	21.67	**22.78**	27.76	29.88	29.51	**29.05**
	เฉลี่ย	**9.62**	**10.27**	**9.78**	**9.89**	**15.55**	**14.45**	**16.89**	**15.63**	**20.04**	**21.40**	**20.21**	**20.55**
ค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 8-20		**23.58**	**24.16**	**23.79**	**23.84**	**39.40**	**40.07**	**39.36**	**39.61**	**37.17**	**38.64**	**37.28**	**37.70**

ตารางผนวกที่ 6 ประสิทธิภาพในการลดค่าความนำไฟฟ้า, ของแข็งละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		EC				TDS				TSS			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
8	0	21.94	23.80	25.12	**23.62**	22.57	21.47	21.47	**21.84**	46.47	46.01	50.00	**47.49**
	8	25.12	26.12	27.98	**26.41**	27.43	26.18	27.27	**26.96**	85.89	85.12	87.42	**86.14**
	16	37.29	36.59	34.57	**36.15**	34.17	34.17	35.58	**34.64**	90.64	91.26	92.94	**91.61**
	เฉลี่ย	**28.12**	**28.84**	**29.22**	**28.73**	**28.06**	**27.27**	**28.11**	**27.81**	**74.33**	**74.13**	**76.79**	**75.08**
12	0	5.62	4.08	5.69	**5.13**	16.59	17.84	18.86	**17.76**	32.76	33.79	33.45	**33.33**
	8	5.92	4.31	4.15	**4.79**	30.57	29.20	29.20	**29.66**	75.52	74.48	73.79	**74.60**
	16	4.62	5.15	5.38	**5.05**	38.75	40.91	41.02	**40.23**	85.17	86.90	83.79	**85.29**
	เฉลี่ย	**5.39**	**4.51**	**5.07**	**4.99**	**28.64**	**29.32**	**29.69**	**29.22**	**64.48**	**65.06**	**63.68**	**64.41**

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		EC				TDS				TSS			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
16	0	18.00	9.55	14.82	**14.12**	1.59	16.55	12.21	**10.12**	26.86	25.62	33.47	**28.65**
	8	25.09	19.09	23.64	**22.61**	27.61	24.34	25.66	**25.87**	51.24	52.07	44.63	**49.31**
	16	43.64	42.18	43.64	**43.15**	44.25	43.89	42.48	**43.54**	85.95	86.78	87.60	**86.78**
	เฉลี่ย	**28.91**	**23.61**	**27.37**	**26.63**	**24.48**	**28.26**	**26.78**	**26.51**	**54.68**	**54.82**	**55.23**	**54.91**
20	0	11.01	3.19	4.53	**6.24**	2.36	2.50	6.53	**3.80**	28.57	12.86	11.43	**17.62**
	8	21.67	15.72	21.81	**19.73**	17.92	19.03	18.06	**18.34**	38.57	32.86	38.57	**36.67**
	16	27.97	31.16	28.26	**29.13**	51.53	51.67	48.89	**50.70**	55.71	64.29	62.86	**60.95**
	เฉลี่ย	**20.22**	**16.69**	**18.20**	**18.37**	**23.94**	**24.40**	**24.49**	**24.28**	**40.95**	**36.67**	**37.62**	**38.41**
ค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 8-20		**20.66**	**18.41**	**19.97**	**19.68**	**26.28**	**27.31**	**27.27**	**26.96**	**58.61**	**57.67**	**58.33**	**58.20**

ตารางผนวกที่ 7 ประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่น, คลอโรฟิลล์ และเหล็ก ในน้ำทิ้งจากโรงนม ด้วยหญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ที่ระยะเวลาต่างกัน (สัปดาห์ที่ 8-20)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		TU				Chlorophyll				Fe^{2+}			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
8	0	23.63	21.94	20.89	**22.15**	-4.59	-8.11	-6.47	**-6.39**	34.52	31.75	32.34	**32.87**
	8	67.51	65.82	65.19	**66.17**	-11.84	-17.14	-43.33	**-24.10**	46.43	46.23	49.40	**47.35**
	16	66.24	67.93	67.51	**67.23**	-13.14	-9.63	-41.21	**-21.33**	51.19	52.98	52.38	**52.18**
	เฉลี่ย	**52.46**	**51.90**	**51.20**	**51.85**	**-9.86**	**-11.63**	**-30.34**	**-17.27**	**44.05**	**43.65**	**44.71**	**44.14**
12	0	10.83	11.39	9.17	**10.46**	-22.36	-9.17	-18.47	**-16.67**	45.21	45.42	46.25	**45.63**
	8	65.00	60.83	61.11	**62.31**	-6.31	4.29	-22.32	**-8.11**	50.42	50.63	50.83	**50.63**
	16	69.17	70.83	72.78	**70.93**	-7.57	-11.39	-9.60	**-9.52**	53.75	53.75	54.58	**54.03**
	เฉลี่ย	**48.33**	**47.68**	**47.69**	**47.90**	**-12.08**	**-5.42**	**-16.80**	**-11.43**	**49.79**	**49.93**	**50.55**	**50.09**

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สัปดาห์	ระยะทาง (เมตร)	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)											
		TU				Chlorophyll				Fe^{2+}			
		สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**	สุราษฎร์ธานี	ศรีลังกา	สงขลา 3	**เฉลี่ย**
16	0	5.76	6.06	4.85	**5.56**	2.19	17.38	3.83	**7.80**	4.44	21.48	22.96	**16.29**
	8	58.79	62.12	57.58	**59.50**	73.41	66.24	77.08	**72.24**	29.63	31.11	38.52	**33.09**
	16	78.18	75.45	76.36	**76.66**	83.62	78.59	83.31	**81.84**	51.11	52.59	63.33	**55.68**
	เฉลี่ย	**47.58**	**47.88**	**46.26**	**47.24**	**53.07**	**54.07**	**54.74**	**53.96**	**28.39**	**35.06**	**41.60**	**35.02**
20	0	15.70	8.14	16.28	**13.37**	45.49	42.71	37.62	**41.94**	10.00	12.35	15.88	**12.74**
	8	26.16	26.74	26.16	**26.35**	55.09	53.07	42.23	**50.13**	38.24	40.00	38.24	**38.83**
	16	37.79	37.79	41.86	**39.15**	68.91	62.38	62.86	**64.72**	50.00	50.00	53.53	**51.18**
	เฉลี่ย	**26.55**	**24.22**	**28.10**	**26.29**	**56.50**	**52.72**	**47.57**	**52.26**	**32.75**	**34.12**	**35.88**	**34.25**
ค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 8-20		**43.73**	**42.92**	**43.31**	**43.32**	**21.91**	**22.44**	**13.79**	**19.38**	**38.75**	**40.69**	**43.19**	**40.88**

แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 4

แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 8

ภาพผนวกที่ 1 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ในสัปดาห์ 4 และ 8 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี

แหล่งพันธุ์ศรีลังกา

แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 12

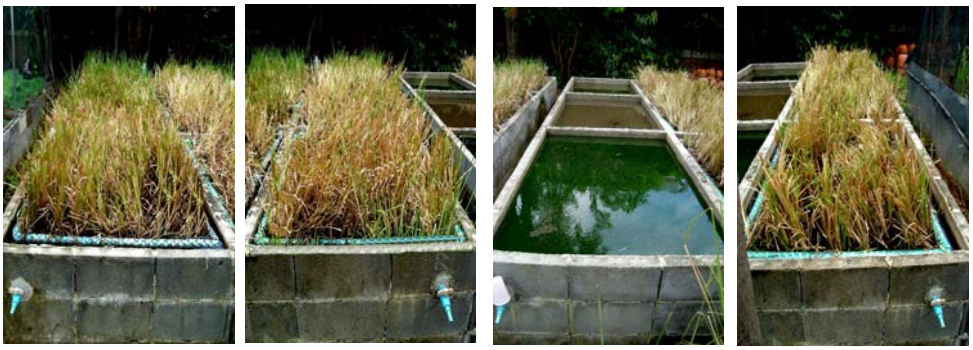
แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี

แหล่งพันธุ์ศรีลังกา

แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 16

ภาพผนวกที่ 2 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา และสงขลา 3 ในสัปดาห์ 12 และ16 ที่เจริญเติบโตในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา ชุดควบคุม แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 6

แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา ชุดควบคุม แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 10

แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี แหล่งพันธุ์ศรีลังกา ชุดควบคุม แหล่งพันธุ์สงขลา 3

สัปดาห์ที่ 14

ภาพผนวกที่ 3 หญ้าแฝกลุ่ม 3 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ศรีลังกา สงขลา 3 และชุดควบคุม ที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในบ่อจำลอง ในสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14

สัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่ 12

ภาพผนวกที่ 4 แปลงหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 8 และ 12

สัปดาห์ที่ 16

สัปดาห์ที่ 20

ภาพผนวกที่ 5 แปลงหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกในน้ำทิ้งจากโรงนม ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสัปดาห์ที่ 16 และ 20

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวดารินทร์ แซ่ตั้ง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พืชสวน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง