ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารวิชาการ เรื่อง

บทบาทของหญ้าแฝกในการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำและสิ่งแวดล้อม

นายภัจจ์ งามสิทธิโชค

ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กันยายน 2558

b 9826

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน
วันที่ 04 ส.ค. 2561
เลขหมู่ อ.เรื่อง ส.ว.ร.
เลขทะเบียน b 9826

เอกสารวิชาการ เรื่อง

บทบาทของหญ้าแฝกในการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำและสิ่งแวดล้อม

นายภัจจ์ งามสิทธิโชค

ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กันยายน 2558

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทคัดย่อ	1
บทนำ	2
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการดำเนินงาน	3
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน	4
ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	4
ผลการดำเนินงาน	4
1. หญ้าแฝก	4
2. น้ำเสีย	15
3. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย	19
4. วิเคราะห์สรุปผลแนวทางการนำไปใช้และการจัดการที่เหมาะสม	30
สรุปผลการดำเนินงาน	31
ประโยชน์ที่ได้รับ	33
ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบไซยาไนด์ที่เหลืออยู่ในน้ำหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝก และความทนทานของหญ้าแฝกต่อพิษไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนในน้ำจากการทดลอง	29

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์ศรีลังกา	5
2	หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี	6

บทบาทของหญ้าแฝกในการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำและในสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

หญ้าแฝกเป็นพืชตระกูลหญ้าพบกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาค ประเทศไทยได้มีการนำหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากหญ้าแฝกมีลักษณะเด่นทางพฤกษศาสตร์ คือ รากสามารถหยั่งลึกลงในดินตามแนวดิ่ง ปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดิน และสภาพอากาศในช่วงกว้าง อีกทั้งยังสามารถดูดซับสารต่างๆ ได้ดี จากคุณสมบัติเด่นดังกล่าวจึงทำการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์แนวทางสำหรับการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในด้านการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำ เพื่อการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

น้ำเสียเป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต และความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างยิ่ง จึงควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ได้ และไม่ส่งผลกระทบจนเกิดปัญหาการสะสมในสิ่งแวดล้อม จากการรวบรวมและวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย พบว่าหญ้าแฝกสามารถช่วยบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายและได้ผลอย่างรวดเร็ว ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการใช้ประโยชน์หญ้าแฝก เพื่อบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำและในสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่าหญ้าแฝกสามารถบำบัดน้ำเสียได้หลายรูปแบบ เช่น การปลูกหญ้าแฝกบนแพลอยน้ำ การปลูกหญ้าแฝกในระบบบึงประดิษฐ์ และการปลูกหญ้าแฝกในแหล่งน้ำเสีย โดยหลังการบำบัดแล้วน้ำมีค่าบีโอดี ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัสทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมดลดลง และมีค่าดีโอเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ โดยสายพันธุ์หญ้าแฝกให้ผลในการบำบัดน้ำเสียไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยส่วนใหญ่นิยมศึกษาหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีในการบำบัดน้ำเสีย นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถบำบัดโครเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำเสียได้ หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์ได้ หญ้าแฝกสามารถดูดซึมโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว และแคดเมียม โดยสะสมไว้ที่รากเป็นส่วนใหญ่ และยังสามารถช่วยกรองสารพิษรอบกองขยะได้ โดยสะสมสารอาร์เซนิคไว้ที่ใบได้อีกด้วย

บทนำ

การปลูกหญ้าแฝกส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นในเรื่องของการอนุรักษ์ดินและน้ำ ลดการชะล้างพังทลายของดิน การช่วยเก็บกักตะกอนดินในพื้นที่ลาดชัน แต่จากการวิจัยหลายด้านพบว่าหญ้าแฝกยังมีความสามารถในด้านการฟื้นฟูทรัพยากรดินด้วย โดยช่วยให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม หรือพื้นที่ดินมีปัญหา จึงมีส่วนช่วยฟื้นฟู และปรับปรุงดินให้มีสภาพดีขึ้น เนื่องจากผลของอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้น และกิจกรรมของจุลินทรีย์บริเวณรากหญ้าแฝก รวมทั้งการมีความชื้นที่ยาวนานขึ้น สภาพดินจึงมีการพัฒนา และความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่มีโลหะหนัก ดังนั้นจึงมีการนำหญ้าแฝกมาปลูกเพื่อใช้บำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เพื่อจุดประสงค์ในการรักษาสภาพแวดล้อม

ปัจจุบันน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต ทั้งในการอุปโภค บริโภคในครัวเรือน ใช้ในการอุตสาหกรรมและการเกษตร แต่ในขณะเดียวกันมนุษย์กลับใช้น้ำอย่างไม่รู้คุณค่า มีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลอง ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติเกิดการเสื่อมโทรม ส่งกลิ่นเหม็น มีสารปนเปื้อน คุณภาพน้ำไม่ดี ส่งผลให้สัตว์น้ำตายจำนวนมาก และไม่สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ ส่งผลต่อคุณภาพชีวิต สุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม ปัญหาน้ำเสียมาจากหลายแหล่ง คือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการทำเกษตรกรรม ซึ่งไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดและปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะน้ำเสียจากชุมชน (Domestic wastewater) พบว่ามีแนวโน้มอัตราการเกิดน้ำเสียเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี โดยภาคกลางมีอัตราการเกิดน้ำเสียมากที่สุดในประเทศซึ่งคาดว่าในปี 2560 อัตราการเกิดน้ำเสียจะสูงสุดที่ประมาณ 482 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2555 ที่มีปริมาตรสูงสุด 406 ลิตรต่อคนต่อวัน และภาคใต้มีอัตราการเกิดน้ำเสียน้อยที่สุด คาดว่าในปี 2560 จะมีอัตราการเกิดน้ำเสียอยู่ที่ประมาณ 275 ลิตรต่อคนต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี 2555 ที่มีปริมาตร 249 ลิตรต่อคนต่อวัน (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538) มีสาเหตุมาจากการปล่อยน้ำที่ใช้ในกระบวนการซักล้าง ซึ่งจะมีการปนเปื้อนของสารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจากผงซักฟอก เมื่อละลายน้ำแล้วจะอยู่ในรูปของ Orthophosphate ion $(PO_4)^{3-}$ ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโตทางชีววิทยา ธาตุฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณที่มากเกินจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ Eutrophication จนทำให้เกิดสภาวะน้ำเน่าเสียที่มีการปนเปื้อนธาตุอาหารในน้ำสูงตามมา และทำให้ปริมาณของสาหร่ายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (algae bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง เกิดภาวะน้ำเน่าเสียมีผลต่อคุณภาพแหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตามมา จากการประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน (Water Quality Index: WQI) พบว่า คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ร้อยละ 43 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 31 และเกณฑ์เสื่อมโทรม ร้อยละ 26

แหล่งน้ำในภาคเหนือมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมากกว่าภาคอื่น รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้และภาคตะวันออก แม่น้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดที่ตรวจวัดได้ เมื่อเทียบกับแม่น้ำสายอื่น คือ แม่น้ำตาปีตอนบน

นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพน้ำในรอบ 10 ปี (2548-2557) ส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีแหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ดีอย่างต่อเนื่อง เช่น แม่น้ำจาง เวฬุ ตรัง ตาปีตอนบน และแควน้อย และมีแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่อง เช่น แม่น้ำกวง ลำตะคองตอนล่าง ระยองตอนล่าง ป่าสัก ลพบุรี เจ้าพระยาตอนบน ท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง เพชรบุรีตอนล่าง ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการลงทุนระบบบำบัดน้ำเสีย (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

จากปัญหาน้ำเสียที่เพิ่มสูงขึ้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งแก้ไข และบำบัดน้ำเสียเพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่มีอยู่ ซึ่งการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีต้นทุนน้อยและได้ผลดี การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชเป็นการบำบัดที่ผสมผสานทั้งทางกายภาพ และชีวภาพ ประกอบด้วยการบำบัดโดยใช้ระบบพืชกรอง และการปลูกพืชในน้ำโดยตรง โดยพืชจะดูดซึมธาตุอาหาร สารพิษ และโลหะหนักต่างๆ ซึ่งพืชสามารถนำธาตุต่างๆ ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และมีกระบวนการบำบัดหรือทำให้มีปริมาณน้อยลง จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าหญ้าแฝกเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการบำบัดการปนเปื้อนของน้ำทิ้งได้เป็นอย่างดี และสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในปริมาณสูงได้ อีกทั้งระบบรากของหญ้าแฝกมีคุณสมบัติในการดูดซึมสารต่างๆ ได้ จึงเป็นพืชที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าหญ้าแฝกมีบทบาทสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดี การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำ และสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการใช้ประโยชน์หญ้าแฝก เพื่อบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำ และในสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อสรุปแนวทางการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตการดำเนินงาน

รวบรวมผลการศึกษา วิจัยที่เกี่ยวข้องกับหญ้าแฝก ทั้งเรื่องสายพันธุ์ ระบบการปลูก (แพลอยน้ำ แพประดิษฐ์) จากเอกสารทั้งในและต่างประเทศ เพื่อรวบรวม และวิเคราะห์แนวทางสำหรับการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในด้านการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำ

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

1. ระยะเวลาดำเนินงาน เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2558
2. สถานที่ดำเนินงาน สถานีพัฒนาที่ดินพิษณุโลก สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

รวบรวม และวิเคราะห์เอกสารทั้งในและต่างประเทศ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ผลการดำเนินงาน

1. หญ้าแฝก

1.1 แหล่งที่มาของหญ้าแฝก

หญ้าแฝกเป็นพืชตระกูลหญ้า พบกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ในอดีตมีการใช้ประโยชน์ในการนำไปทำเป็นวัสดุมุงหลังคา มีการสันนิษฐานว่าแหล่งเดิมหรือศูนย์กลางของหญ้าแฝกกระจายอยู่บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของประเทศอินเดีย ต่อมาได้มีการนำไปปลูกในหลายเขตของโลก ในปัจจุบันปรากฏกระจายแพร่หลายอยู่ทั่วไป ประเทศไทยได้มีการนำหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างจริงจังตั้งแต่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงมีพระราชดำริในการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2534 โดยกรมพัฒนาที่ดิน และสำนักงานคณะกรรมการประสานงานโครงการในพระราชดำริ (กปร.) เป็นหน่วยงานหลักที่สนองพระราชดำริในเรื่องดังกล่าว โดยดำเนินการทั้งด้านการวิจัยและพัฒนาหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการฟื้นฟูทรัพยากรดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

1.2 สายพันธุ์หญ้าแฝก

กรมพัฒนาที่ดินและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างหญ้าแฝกทั่วประเทศ มาทำการจัดหมวดหมู่จนสามารถจัดหญ้าแฝกออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน ซึ่งมีลักษณะประจำในแต่ละชนิดดังนี้

1.2.1 หญ้าแฝกลุ่ม

หญ้าแฝกลุ่มเป็นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีและค่อนข้างเร็ว หญ้าแฝกลุ่มที่นำเข้ามาจากต่างประเทศส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ที่นำมาจากประเทศอินเดีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย เป็นหญ้าที่ได้รับคัดเลือกพันธุ์ และปลูกภายใต้การดูแลที่มีปัจจัยต่างจากสภาพในธรรมชาติ อาทิ มีการตัดแต่งอย่างสม่ำเสมอเพื่อเร่งราก เร่งการแตกกอ และเพื่อไม่ให้เกิดช่อดอก ทำให้ไม่เกิดการผสมและไม่กลายพันธุ์โดยยังคงลักษณะเดิมต่างๆ ไว้อย่างสม่ำเสมอ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) หญ้าแฝกลุ่มที่พบในสภาพธรรมชาติจะขึ้นในพื้นที่ลุ่มมีความชื้นสูงหรือมีน้ำขัง

ใบมีความยาว 45-100 เซนติเมตร กว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร ด้านหลังใบมีลักษณะโค้งมนถึงเหลี่ยม สีเขียว เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมากทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ หญ้าแฝกลุ่มที่มีอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากหยั่งลึกได้มากกว่า 1 เมตร ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และความอุดมสมบูรณ์ของต้น ในสภาพธรรมชาติดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดี หญ้าแฝกจะให้รากยาวที่สุด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) ตัวอย่างเช่น หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่มีอายุได้ 7 เดือน ส่วนของต้นสูง 1.50 เมตร ที่ปลูกในพื้นที่ที่เป็นดินสีแดงชั้นปนร่วน และชั้นล่างเหนียว พบว่ามีความยาวของรากตามแนวดิ่งถึง 3.10 เมตร และรากประสานกันอย่างหนาแน่น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) สำหรับพันธุ์หญ้าแฝกลุ่มที่แนะนำในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต่างๆ ตามโครงการรณรงค์การปลูกหญ้าแฝกของกรมพัฒนาที่ดิน มีทั้งหมด 4 พันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดและลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

1) พันธุ์ศรีลังกา เป็นสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินลูกรัง อากาศหนาวเย็น แตกกอประมาณ 10 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 11 เซนติเมตร สูง 101 เซนติเมตร แตกกอค่อนข้างหลวม หน่อกลม ยืดปล้องเร็ว โคนกอเล็ก ใบแก่ค่อนข้างเล็ก ท้องใบสีขาวน้อย ใกล้เคียงไปทางด้านใบหญ้าแฝกดอน ดอกมีสีม่วง หลังจากปลูกขยายพันธุ์ง่ายในสภาพที่มีความชื้นสูง แต่จะไม่ต้านทานโรคโคนเน่า แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์ศรีลังกา

2) พันธุ์กำแพงเพชร 2 เป็นสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินลูกรัง แตกกอ 18 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 8 เซนติเมตร สูง 94 เซนติเมตร แตกกอค่อนข้างหลวม หน่อกลมค่อนข้างเล็ก ยืดปล้องเร็วทรงพุ่มกาง ใบสีเขียวเข้ม ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง

ออกดอกเมื่ออายุประมาณครึ่งเดือนหลังจากปลูก ต้นโตปล้องไม่โต ให้น้ำหนักสดสูง ให้คุณค่าทางอาหารสัตว์ดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ทั้งในด้านปริมาณโปรตีน (มีโปรตีน 5.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และวัตถุแห้งที่ย่อยได้ มีอายุตัดใบ 4 สัปดาห์

3) พันธุ์สุราษฎร์ธานี เป็นสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียวและดินลูกรัง แตกกอ 22 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร ความสูง 108 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ทรงพุ่มกางมาก ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี

4) สายพันธุ์สงขลา 3 เป็นสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียวดินทรายถึงลูกรัง แตกกอ 24 ต้นตอกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 112 เซนติเมตร แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

1.2.2 หญ้าแฝกดอน

หญ้าแฝกดอน มีการกระจายพันธุ์อยู่ในวงแคบๆ ตามสภาพธรรมชาติเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย ลาว กัมพูชาและเวียดนาม ไม่พบหลักฐานที่ชัดเจนว่ามีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางใด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

หญ้าแฝกดอนจะพบได้ทั่วไปในที่ค่อนข้างแล้งสามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่แดดจัด และแดดปานกลาง ยอดกอปลายจะแผ่โค้งลงคล้ายกอตะไคร้ หญ้าแฝกดอนมีใบยาว 35-80 เซนติเมตร กว้าง 0.4-0.8 เซนติเมตร ใบสีเขียว หลังใบพับเป็นสันสามเหลี่ยม เนื้อหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อยทำให้

ดูกร้านไม่เหลือบมัน ท้องใบสีเดียวกับด้านหลังใบ แต่มีสีซีดกว่า เส้นกลางใบสังเกตได้ชัดเจน มีลักษณะแข็งเป็นแกนนูนทางด้านหลังใบ หญ้าแฝกดอน และหญ้าแฝกลุ่มที่มีอายุเท่ากัน หญ้าแฝกดอนจะมีรากสั้นกว่า โดยทั่วไปหญ้าแฝกดอนที่มีอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากลึกประมาณ 80-100 เซนติเมตร ช่อดอกของหญ้าแฝกดอนจะมีได้หลายสี ซึ่งเป็นลักษณะปกติประจำถิ่น ที่พบทั่วไป ได้แก่ ช่อดอกสีขาวครีมถึงสีม่วงแดง พันธุ์ที่กรมพัฒนาที่ดินส่งเสริม ได้แก่ ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เลย นครสวรรค์ ร้อยเอ็ดและกำแพงเพชร 1 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

การเลือกชนิดของหญ้าแฝกลุ่มหรือหญ้าแฝกดอน ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ด้วย เช่น ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและมีความชุ่มชื้น โดยปลูกพืชหลักเป็นไม้ผลหรือพืชที่ต้องดูแลและเอาใจใส่สูง สำหรับในพื้นที่ลุ่มใกล้แหล่งน้ำควรใช้สายพันธุ์หญ้าแฝกลุ่ม เพราะจะสะดวกในการปฏิบัติงาน เนื่องจากใบหญ้าแฝกลุ่มจะไม่คม และระคายเคืองเหมือนหญ้าแฝกดอน การใส่ปุ๋ยและการดูแลพืชหลัก ทำให้หญ้าแฝกได้น้ำและปุ๋ยด้วย ส่วนในพื้นที่ที่ปลูกพืชหลักที่เป็นพืชไร่ ซึ่งมีการดูแลรักษาน้อย ควรใช้พันธุ์หญ้าแฝกดอน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

สำหรับสายพันธุ์หญ้าแฝกดอนที่แนะนำในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต่างๆ ตามโครงการรณรงค์การปลูกหญ้าแฝกของกรมพัฒนาที่ดิน มี 6 พันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดและลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

1) พันธุ์นครสวรรค์ เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงร่วนเหนียว แตกกอ 35 ต้นต่อกอ สูง 89 เซนติเมตร การแตกกอแน่นแต่กางออกเป็นทรงพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวเข้มนวลเทา ดอกสีม่วง

2) พันธุ์กำแพงเพชร 1 เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินร่วนเหนียว แตกกอ 34 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 12 เซนติเมตร สูง 106 เซนติเมตร แตกกอแน่น ตั้งตรง ใบสีเขียวนวล กาบใบสีฟ้านวล ดอกสีม่วง

3) พันธุ์ร้อยเอ็ด เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทราย แตกกอ 26 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร แตกกอแน่น หน่อมีขนาดเล็ก ตั้งตรง ใบสีเขียว ดอกสีน้ำตาล

4) พันธุ์เลย เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว แตกกอ 26 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 13 เซนติเมตร สูง 108 เซนติเมตร การแตกกอแน่น ตั้งตรง ใบสีเขียว กาบใบสีชมพู ดอกสีม่วง

5) พันธุ์ราชบุรี เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินร่วนเหนียว แตกกอ 32 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางกอ 12 เซนติเมตร สูง 110 เซนติเมตร แตกกอแน่น ตั้งตรง ใบสีเขียวเข้ม กาบใบออกสีน้ำตาล พันธุ์ราชบุรี ในสภาพธรรมชาติออกดอกช่วงปลายธันวาคมถึงมกราคม เป็นพันธุ์ที่ให้น้ำหนักสดดี ต้น กอ หน่อ และใบใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ

6) พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียวและลูกรัง แตกกอ 26 ต้นต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 112 เซนติเมตร แตกกอแน่น หน่อใหญ่ ตั้งตรง ใบหนามีสีเขียวเข้ม ร่องโคนใบขาว กาบใบออกสีขาวนวล ออกดอกช้า บางแห่งใน 2 ปีแรก ยังไม่ออกดอกหรือมีเปอร์เซ็นต์ออกดอกน้อย ดอกสีม่วง ช่อดอกเล็ก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

1.3 การขยายพันธุ์หญ้าแฝก

การขยายพันธุ์หญ้าแฝกเป็นการเพิ่มปริมาณกล้าหญ้าแฝก เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกในงานด้านต่างๆ โดยเฉพาะงานส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

1.3.1 การเพิ่มจำนวนหน่อหญ้าแฝก

1) การปลูกลงดินในแปลงขนาดใหญ่

วิธีนี้เป็นการขยายพันธุ์เป็นแปลงใหญ่ โดยเลือกพื้นที่ซึ่งอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งหลังจากการไถพรวนพื้นที่เป็นอย่างเดียว ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักแล้วนำหน่อพันธุ์หญ้าแฝก โดยใช้ กล้าเพาะชำถุงขนาด 2×6 นิ้ว ซึ่งแตกหน่อ 2-3 หน่อขึ้นไป ปลูกลงแปลงในขณะที่ดินมีความชุ่มชื้น โดยใช้ระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร และเพื่อให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตดี ควรทำการกำจัดวัชพืช และให้น้ำตามความเหมาะสม ควรมีการตัดใบหญ้าแฝกที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตร อย่างสม่ำเสมอทุก 1 เดือน เพื่อเร่งการแตกหน่อ เมื่อหญ้าแฝกแตกหน่อ 25-30 หน่อ ทำการขุดแยกไปขยายพันธุ์ได้

2) การปลูกลงดินในแปลงยกร่อง

การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการนี้จะทำในที่ชลประทาน หรือพื้นที่ที่มีการจัดระบบการให้น้ำหญ้าแฝกได้เป็นอย่างดี โดยในบางพื้นที่อาจมีสภาพเป็นที่ลุ่ม หากต้องการปลูกหญ้าแฝกก็ให้ทำการยกร่องปลูก ขนาดแปลงกว้าง 1.5 เมตร และระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร แล้วนำหน่อพันธุ์หญ้าแฝกโดยใช้กล้าเพาะชำถุงขนาด 2×6 นิ้ว ที่มีการแตกหน่อ 2-3 หน่อขึ้นไป ปลูกลงแปลงยกร่องในขณะที่ดินมีความชื้น โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร และระยะแถว 50 เซนติเมตร กำจัดวัชพืชตามความเหมาะสมและตัดใบหญ้าแฝกที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตร อย่างสม่ำเสมอทุก 1 เดือน เพื่อเร่งการแตกหน่อ เมื่อหญ้าแฝกแตกหน่อ 25-30 หน่อ ให้ทำการขุดแยกไปขยายพันธุ์ต่อไป

3) การปลูกในถุงพลาสติกขนาดใหญ่

การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการนี้จะทำในที่ชลประทาน หรือพื้นที่ที่มีการจัดระบบการให้น้ำหญ้าแฝกได้เป็นอย่างดี เตรียมถุงหญ้าแฝกพับข้างขนาด 5×11 นิ้ว ใช้ดินผสมที่มีดินร่วนหรือทราย: ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมักอัตรา3:1:1วางถุงเป็นระบบแถวคู่ตามยาวแปลง เว้นระยะห่างระหว่างแถวคู่ 1 เมตร ติดตั้งระบบน้ำสปริงค์เกอร์ หรือใช้สายยางรดน้ำ แล้วนำหน่อพันธุ์หญ้าแฝก โดยใช้กล้าเพาะชำ

ถุงขนาด 2×6 นิ้ว ซึ่งแตกหน่อ 2-3 หน่อขึ้นไป มาปลูกตัดใบหญ้าแฝกที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตร อย่างสม่ำเสมอทุก 1 เดือน เพื่อเร่งการแตกหน่อ จนกระทั่งได้หน่อเต็มถุงจึงแยกหน่อไปขยายพันธุ์ได้

1.3.2 การเพาะชำหน่อหญ้าแฝก

1) กล้าหญ้าแฝกในถุงพลาสติกขนาดเล็ก

กล้าหญ้าแฝกที่ได้จากแม่พันธุ์ที่แข็งแรง ซึ่งได้จากแปลงขยายพันธุ์ขนาดใหญ่ หรือแปลงยกร่อง หรือจากแม่พันธุ์ในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ นำมาทำการขยายพันธุ์ปลูกในถุงพลาสติกขนาด 2×6 นิ้ว ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปปลูกลงดินหรือในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อประโยชน์ทางด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ปลูกเป็นแถวเพื่อเป็นแนวรั้วหญ้าแฝก หรือปลูกตามขอบถนน ไหล่ทาง ขอบบ่อ คันนา เพื่อยึดดินให้มีความแข็งแรงในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง ดินเลว ดินเค็ม หรือพื้นที่ซึ่งต้องการให้หญ้าแฝกมีการตั้งตัวเร็ว การปลูกหญ้าแฝกที่ได้จากการขยายพันธุ์ในถุงขนาดเล็กนี้ จะช่วยให้หญ้าแฝกรอดตายสูง มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ สำหรับการขยายพันธุ์หญ้าแฝกให้มีคุณภาพในถุงพลาสติก มีดังนี้

การเตรียมหน่อโดยใช้หน่อพันธุ์อายุตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป เตรียมการโดยตัดใบในกอแม่พันธุ์ให้สั้นสูงจากดิน 10 เซนติเมตร หน่อที่ออกดอกแล้วซึ่งจะตาย และงอกไม่ดีจะถูกกำจัดออกไม่นำมาใช้เพาะชำ ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยหมัก ให้น้ำ โดยที่ยังไม่ต้องขุดกอขึ้นมาปล่อยให้หน่ออ่อนหรือใบแตกใหม่ขึ้นมาเป็นเวลา 15 วันแล้วจึงขุดแยกกอและแยกหน่อเดี่ยว ตัดยอดให้สั้นเหลือความยาวประมาณ10เซนติเมตรและตัดรากให้สั้นที่สุด ซึ่งจะทำให้ได้หน่อหญ้าแฝกที่แข็งแรง ลอกกาบใบที่แก่ออกให้หมดล้างน้ำให้สะอาด มัดรวมกันเป็นมัดๆ ละ 50 หรือ 100 หน่อ นำไปแช่ในน้ำ หรือผสมสารฮอร์โมนเร่งราก หรือวางบนขุยมะพร้าวละเอียดที่ชุ่มชื้น ภายใต้ร่มเงา หรือแสงรำไร เป็นเวลา 3-5 วันหญ้าแฝกจะแตกรากออกมาใหม่ จึงคัดเลือกเอาไปชำลงถุงต่อไป ในขั้นตอนนี้สามารถนำหน่อหญ้าแฝกไปปลูกเป็นกล้ารากเปลือยได้เลย หากเป็นช่วงต้นฤดูฝนที่มีฝนตกอย่างต่อเนื่อง หากเลยต้นฤดูฝนไปแล้วควรใช้กล้าเพาะชำถุง

วัสดุเพาะชำหรือดินปลูก ดินปลูกควรมีการระบายน้ำดี ซึ่งอาจใช้ส่วนผสมระหว่างดินร่วน หรือทราย : ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก เป็นสัดส่วน 3 : 1 : 1 ก็ได้ ควรเพาะชำกล้าภายใต้โรงเรือนพรางแสงเป็นเวลา 15 วัน หลังจากนั้นให้กล้าได้รับแสงแดดเต็มที่ และใช้ปุ๋ยน้ำหมัก พด.2 ฉีดพ่น และควรรักษาความชุ่มชื้นของดินปลูกให้สม่ำเสมอ สำหรับหญ้าแฝกที่เพาะชำลงในถุงขนาดเล็ก เมื่อกล้าอายุ 45 วัน ขึ้นไปจนถึง 60 วัน จึงพร้อมที่จะนำไปปลูกได้ ซึ่งแตกหน่อ 3-5 หน่อ ก่อนนำไปปลูก 3 วัน ควรลดการให้น้ำลง และดึงถุงขึ้นมาเพื่อให้กล้าหญ้าแฝกปรับสภาพต้นก่อน เมื่อปลูกหญ้าแฝกด้วยถุงเสร็จแล้ว ต้องรดน้ำต่อไปอย่างต่อเนื่อง จนกว่าหญ้าแฝกจะตั้งตัวได้ โดยทั่วไปประมาณ 15 วัน หรือช่วงที่มีฝนตกติดต่อกัน 2 สัปดาห์ เมื่อหญ้าแฝกตั้งตัวได้ ก็จะมีการปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ได้ต่อไป

2) กล้าหญ้าแฝกแบบรากเปลือย

การปลูกหญ้าแฝกโดยใช้กล้าแบบรากเปลือย เป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญมาก เนื่องจากกล้าแบบรากเปลือย จะทำให้การปลูกหญ้าแฝกทำได้รวดเร็ว ขนส่งไปได้ปริมาณมากและสามารถปลูกได้ปริมาณงานมาก แต่ก็จะมีความเสี่ยงในช่วงหลังจากปลูกสูง เนื่องจากกล้าอาจจะตายได้หากขาดน้ำและกล้ารากเปลือยจะมีการแตกหน่อช้า ดังนั้นผู้ปลูกควรจะให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมหน่อกล้ารากเปลือยโดยใช้หน่อพันธุ์อายุตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป เตรียมโดยการตัดใบในกอแม่พันธุ์ให้สั้นสูงจากดิน 10 เซนติเมตร หน่อที่ออกดอกแล้วจะตายและงอก ไม่ดีจะถูกกำจัดออก หว่านปุ๋ยสูตร 15-15-15 แล้วให้น้ำ โดยที่ยังไม่ต้องขุดกอขึ้นมา ปล่อยให้หน่ออ่อน หรือใบแตกใหม่ขึ้นมาเป็นเวลา 15 วัน จึงขุดแยกกอและแยกเป็นหน่อเดี่ยวๆ ตัดยอดให้สั้นเหลือความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร และตัดรากให้สั้นที่สุด ลอกกาบใบที่แก่ออกให้หมดล้างน้ำให้สะอาด มัดรวมกันเป็นมัดๆ ละ 50 หรือ 100 หน่อ นำไปแช่ในน้ำ หรือผสมสารฮอร์โมนเร่งราก หรือวางบนขุยมะพร้าวละเอียดที่ชุ่มชื้น ภายใต้ร่มเงา หรือแสงรำไรเป็นเวลา 3-5 วัน หญ้าแฝกจะแตกรากออกมาใหม่ ยาว 1 เซนติเมตร จำนวน 2-3 ราก จึงคัดเลือกไปปลูกช่วงต้นฤดูฝนที่มีฝนตกอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

1.4 การดูแลรักษาหญ้าแฝก

หญ้าแฝกเหมือนพืชทั่วไป จำเป็นต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมจึงเจริญเติบโตได้ดีการให้น้ำเพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้น จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ไม่ว่าจะใช้กล้าเป็นถุงพลาสติกหรือกล้ารากเปลือย ดังนั้นจึงควรปลูกในขณะที่มีฝนตกติดต่อกันหลายวัน หรือภายหลังจากการปลูกหญ้าแฝกควรรดน้ำให้ดินมีความชุ่มชื้นต่อเนื่องอย่างน้อย 15 วัน และควรปลูกซ่อมแซมต้นที่ตาย เมื่อหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความสูงมากกว่า 1.20 เมตร ซึ่งหากพื้นที่นั้นมีหญ้าอื่นปกคลุมจะทำให้สังเกตแนวหญ้าแฝกได้ไม่ชัดเจน การตัดใบหญ้าแฝกทุกๆ 3-4 เดือน จะเป็นการช่วยให้แนวหญ้าแฝกมีการแตกกอเพิ่มขึ้น ตัดช่อดอก และยังเป็นการกำจัดโรคแมลงที่มาทำลายแนวหญ้าแฝก โดยในช่วงต้นฤดูฝนให้ตัดใบหญ้าแฝกให้สั้น สูงจากผิวดิน 30 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดการแตกหน่อใหม่สูงขึ้น และกำจัดหน่อแก่ที่แห้งตาย สำหรับในช่วงกลางฤดูฝนควรตัดให้ใบสูงไม่ต่ำกว่า 40-50 เซนติเมตร เพื่อให้มีแนวกอที่หนาแน่นในการรับแรงปะทะของน้ำไหลบ่าและทำให้หญ้าแฝกแตกใบเขียวในช่วงฤดูแล้ง เมื่อตัดใบหลายครั้งหญ้าแฝกจะเริ่มเป็นก้านแข็ง ให้ตัดใบชิดดินเพื่อให้เกิดต้นใหม่ขึ้นมาทั้งหมด เป็นการล้างกอเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชไปในตัว และนำใบไปคลุมพื้นที่หรือทำปุ๋ยหมัก ทำเช่นนี้สลับกับการตัดใบ แบบปกติที่ให้สูงจากผิวดิน 30 เซนติเมตร ทุกครั้งที่พบว่ากอหญ้าแฝกเริ่มมีต้นเป็นก้านแข็ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

1.5 การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ

1.5.1 การใช้ประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำในการเกษตรบนพื้นที่ลาดชันและพื้นที่สูงมักก่อให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อทรัพยากรที่ดินและสภาพแวดล้อม ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืชลดลงและแหล่งน้ำตื้นเขิน การควบคุมและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดินกระทำได้โดยการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่ เพื่อดักตะกอนดินและยึดต้นไม้ไม่ให้พังทลาย ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ดี นอกจากนี้ยังมีการใช้หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำนอกพื้นที่การเกษตร เช่น การปลูกหญ้าแฝกเป็นกำแพงกั้นชะลอความเร็วของน้ำและดักตะกอนดินไม่ให้ไหลลงสู่พื้นที่ตอนล่าง การป้องกันการชะกร่อนของดินบริเวณพื้นที่ป่าไม้ ไหล่ทาง ถนน สะพาน อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำและลำคลองต่างๆ

1.5.2 การใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงบำรุงดินหญ้าแฝกนอกจากจะช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว ยังมีบทบาทที่สำคัญในการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งใบและรากของหญ้าแฝกนั้น เมื่อมีการย่อยสลายแล้วสามารถปล่อยธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองแก่ดิน รากหญ้าแฝกจะช่วยให้ดินร่วนซุย เนื่องจากรากหญ้าแฝกหยั่งลึกลงดิน จึงมีการดูดธาตุอาหารจากดินล่างขึ้นมาหมุนเวียน และยังพบจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณรากของหญ้าแฝก เมื่อรากหญ้าแฝกตายลงเกิดช่องว่างสำหรับน้ำ และอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือช่วยให้ธาตุอาหารพืชซึมลงดินได้มากขึ้น

1.5.3 การใช้ประโยชน์ด้านการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าแฝกที่โดดเด่น คือ รากสามารถหยั่งลึกลงในดินตามแนวดิ่ง ปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินและสภาพอากาศในช่วงกว้าง สามารถดูดซับสารต่างๆ ได้ดี จึงได้มีการนำหญ้าแฝกมาใช้ในการบำบัดและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมกันอย่างกว้างขวาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) มีรายงานว่าหญ้าแฝกมีความสามารถในการดูดซับสารต่างๆ ได้ดี จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้นำหญ้าแฝกมาใช้ในการรักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1) การใช้ประโยชน์ในการกำจัดสารพิษจากขยะเป็นการปลูกสกัดไม่ให้สารพิษในส่วนที่เป็นน้ำไหลออกมานอกกองขยะ ทำได้โดยปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวเช่นเดียวกับการปลูกล้อมต้นไม้ แต่เป็นการปลูกล้อมกองขยะ โดยการปลูกชิดติดกันเหมือนการปลูกอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 3-5 วง ห่างกันวงละ 2 เมตร หรือเป็นเส้นขวางทางน้ำจากกองขยะที่จะไหลไปปนเปื้อนบริเวณที่ต่ำกว่า จำนวน 3-5 แถว ห่างกันแถวละ 2 เมตร

2) การปลูกเพื่อลดระดับน้ำใต้ดิน เป็นการปลูกเพื่อป้องกันดินเค็มหรือลดความเป็นกรดเป็นด่าง โดยปลูกให้เต็มพื้นที่เช่นเดียวกับการปลูกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน ปกติใช้ระยะปลูกประมาณ 50×50 ตารางเซนติเมตร จะช่วยลดระดับน้ำใต้ดินที่เค็มหรือลดระดับน้ำใต้ดินที่ไปละลายธาตุที่ทำให้ดินเค็มและเป็นกรดเพิ่มขึ้น

3) การใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียทำได้ 2 แบบ คือ แบบพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยปลูกหญ้าแฝกระยะประมาณ 50×50 เซนติเมตร เมื่อหญ้าแฝกเจริญเติบโตมีอายุ 3-4 เดือน จึงปล่อยน้ำเสียลงไปอย่าให้ล้นคันคู ให้มีน้ำท่วมขังสูง 10-15 เซนติเมตร เป็นเวลา 5-7 วัน จึงระบายน้ำออกและไขน้ำเสียเข้ามาบำบัดใหม่ ปฏิบัติอย่างนี้หมุนวนไปตลอดและควรตัดใบหญ้าแฝกทุก 1-2 เดือน นำใบที่ตัดออกมาไปทำปุ๋ยหมัก พันธุ์หญ้าแฝกที่เจริญเติบโตในน้ำเสียได้ดี ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์ใหม่ห้วยหวาย ฟิจิ และอินโดนีเซีย น้ำเสียที่บำบัดได้ดี ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียจากการเลี้ยงปศุสัตว์

นอกจากนี้ยังมีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบราก โดยให้รากหญ้าแฝกแช่ลงในน้ำโดยตรง วิธีนี้เหมาะสำหรับหญ้าแฝกที่มีรากยาว โดยปลูกหญ้าแฝกลงในแพท่อพีวีซีที่ทำเป็นทุ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าประมาณ 1×1.20 เมตร ด้านล่างกรุด้วยตะแกรงพลาสติกขนาดช่อง 1×1 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำหญ้าแฝกที่ปลูกแบบรากเปลือยไปทำเป็นแพลอยน้ำที่จะบำบัด โดยให้แถวของหญ้าแฝกในแพขวางทางน้ำไหล หลังจากนั้นตัดใบหญ้าแฝกทุกๆ 1 เดือน เพื่อเร่งการแตกกอและการเจริญเติบโต เมื่อหญ้าแฝกอายุ 10-12 เดือน หรือต้นเป็นก้านแข็งไม่สามารถตัดได้ควรเปลี่ยนหญ้าแฝกใหม่ พันธุ์หญ้าแฝกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดโดยวิธีนี้ได้แก่ พันธุ์ใหม่ห้วยหวาย ฟิจิ และสุราษฎร์ธานี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

1.6 กลไกการนำไอออนในดินมาสู่รากพืช

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ คือ ความเป็นประโยชน์ของธาตุนั้นในดิน การเคลื่อนย้ายของไอออนมาสู่ผิวราก และอัตราการดูดไอออนของรากพืช ไอออนของดินมาสู่รากพืชได้ 3 วิธี ดังนี้ (ชยพร, 2559)

1.6.1 ไอออนไหลแบบกลุ่มก้อนตามกระแสน้ำ (mass flow) ในขณะที่พืชกำลังดำรงชีพอยู่นั้นรากย่อมดูดน้ำจากดินมาใช้อยู่เสมอ โดยน้ำในดินถูกดูดเข้าสู่รากพืช เคลื่อนย้ายไปในรากและลำต้น น้ำส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต แต่ส่วนมากจะเป็นไอออกทางปากใบ ซึ่งเรียกว่าการคายน้ำ จากการที่พืชดูดน้ำทางรากและคายน้ำทางใบอย่างต่อเนื่องนี้ สารละลายของดินปริมาณมากเคลื่อนย้ายจากดินมาสู่ผิวราก ทำให้ไอออนต่างๆ ในสารละลายดินมากับกระแสน้ำ หลังจากนั้นรากพืชจะมีกลไกการดูดไอออน โดยการไหลมาพร้อมกับกระแสน้ำ ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำของพืชและความเข้มข้นของไอออนในสารละลายของดินจากการศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเข้าสู่รากข้าวโพดโดยกระบวนการนี้ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์

1.6.2 การแพร่ (diffusion) เมื่อรากพืชได้ดูดไอออนชนิดหนึ่งจากสารละลายดินเข้าไปในรากแล้วความเข้มข้นของไอออนชนิดนั้นๆ ในสารละลายดินบริเวณใกล้รากพืชย่อมลดต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง ไอออนประเภทเดียวกันจากบริเวณอื่นๆ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าสามารถแพร่มาสู่จุดที่ต่ำกว่าเพื่อรักษาสมดุลไว้ จากการศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเข้าสู่รากข้าวโพดโดยกระบวนนี้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์

1.6.3 รากไชชอนไปสัมผัสคอลลอยด์ดินและไอออนที่อยู่ห่างจากบริเวณเดิม (root interception) รากพืชรวมถึงรากขนอ่อนมีการเจริญเติบโตในแง่การขยายขนาดและเพิ่มความยาว จึงไชชอนออกไปสัมผัสกับดินได้กว้างขวางและทั่วถึงยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเข้าสู่รากข้าวโพดโดยกระบวนการนี้ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการแผ่ขยายของรากไปสัมผัสกับคอลลอยด์ดินและไอออนจะเกิดผล 2 ประการ คือ

1) เมื่อรากสัมผัสแนบชิดกับผิวคอลลอยด์ จะมีการแลกเปลี่ยนระหว่าง H^+ ที่ผิวรากซึ่งมาจากเมแทบอลิซึมของรากเอง กับแคตไอออนซึ่งดูดซับอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ เช่น K^+ Ca^{++} เป็นต้น ทำให้แคตไอออนดังกล่าวย้ายไปดูดซับที่ผนังเซลล์ของราก แล้ว H^+ ออกมาดูดซับกับผิวของคอลลอยด์แทน ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่าการแลกเปลี่ยนไอออน เมื่อสัมผัส (contact exchange) ทำให้แคตไอออนแลกเปลี่ยนได้มาดูดซับกับผนังของเซลล์ราก ส่วนการดูดเข้าไปในเซลล์รากนั้นเป็นอีกกลไกหนึ่ง อย่างไรก็ตามกลไกนี้มีส่วนสนับสนุนให้รากพืชได้รับธาตุอาหารไม่มากนัก จากการศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเข้าสู่รากข้าวโพดโดยกระบวนการนี้ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์

2) รากมีโอกาสสัมผัสไอออนต่างๆ ในสารละลายของดินจำนวนมากและทั่วถึงกว่าเดิม เมื่อรากไชชอนขยายบริเวณออกไปยังช่วยลดระยะทางและเวลาที่ไอออนในส่วนอื่นๆ จะต้องเคลื่อนย้ายมาสู่ผิวราก ซึ่งอาจจะไหลแบบกลุ่มก้อนตามกระแสน้ำหรือการแพร่ได้เป็นอันมาก ผิวรากที่แผ่ขยายออกไปจึงสัมผัสกับไอออนได้รวดเร็วและทั่วถึง

อย่างไรก็ตามแม้การไชชอนของรากจะก่อให้เกิดผลดังกล่าว แต่การแพร่ของไอออนในสารละลายดินและการไหลแบบกลุ่มก้อนของไอออนตามกระแสน้ำ ยังมีบทบาทในการสนองธาตุอาหารจากบริเวณใกล้เคียงให้แก่รากพืช แม้ว่ากลไกทั้ง 3 แบบ จะรับผิดชอบโดยตรงต่ออัตราการเคลื่อนย้ายของไอออนมาสู่ผิวรากก็ตาม ยังมีปัจจัยเสริมอีก 2 ประการที่ช่วยเร่งให้รากพืชได้รับไอออนมากขึ้น คือ เอ็กซูเดตของราก (root exudates) และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในไรโซสเฟียร์ (rhizosphere) การที่รากพืชคายคาร์บอนไดออกไซด์ และขับอินทรียสารหลายชนิดออกมาสู่ดิน ของเหลวที่ถูกขับออกมานี้ เรียกว่าเอ็กซูเดตของราก นอกจากนี้ยังมีเยื่อหมวกรากเก่าในบริเวณนั้นอีกด้วย ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้เป็นอาหารและแหล่งพลังงานที่ดีของจุลินทรีย์ดิน ทำให้ดินที่อยู่ชิดผิวรากในอาณาบริเวณใกล้ๆ มีกิจกรรมทางชีวเคมีสูง ซึ่งก่อประโยชน์หลายประการแก่พืช จึงเรียกบริเวณนี้ว่าไรโซสเฟียร์ กิจกรรมดังกล่าวมีส่วนช่วยให้ไอออนของธาตุอาหารมาสู่ผิวรากได้เร็วขึ้น

1.7 กลไกการดูดไอออนของเซลล์พืช

มีทฤษฎีที่อธิบายกลไกการดูดไอออนเข้าไปในเซลล์พืช (ราก) หรือที่เรียกว่ากลไกการดูดซึม (absorption, transport หรือ uptake) แคตไอออนหรือแอนไอออนผ่านเม็มเบรนเข้าสู่เซลล์ 2 วิธี (อนงนาฏ, 2558) ดังนี้

1.7.1 Passive absorption หรือการดูดซึมแบบแพสซีพ หมายถึงกลไกการดูดไอออนของเซลล์โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากเมแทบอลิซึม ได้แก่ พลังงานจากการสังเคราะห์แสงและการหายใจ แต่จะใช้พลังงานทางฟิสิกส์ คือ ถ้าศักดิ์เคมีทางไฟฟ้า (electrochemical potential) ของไอออนนั้นภายนอกเซลล์สูงกว่าภายในเซลล์ ไอออนดังกล่าวก็เคลื่อนผ่านเม็มเบรนเข้าสู่เซลล์ได้ เพราะความแตกต่างศักดิ์ไฟฟ้าระหว่างภายในและภายนอกเซลล์มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการดูดไอออน เช่นเดียวกับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสองบริเวณดังกล่าว หากศักดิ์ไฟฟ้าด้านประจุลบภายในสูง ไอออนบวกในสารละลายภายนอกจะเข้าไปในเซลล์เพื่อสะเทินประจุ การทราบทั้งสององค์ประกอบคือศักดิ์เคมีและศักดิ์ไฟฟ้าทั้งภายในและภายนอกเซลล์ หรือที่เรียกรวมกันว่าความต่างศักดิ์เคมีไฟฟ้าของสองบริเวณจำเป็นในการคำนวณหาพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการดูดไอออน

1.7.2 Active absorption หรือการดูดซึมแบบแอกทีฟ หมายถึงกลไกการดูดไอออนของเซลล์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงานจากเมแทบอลิซึมช่วยในการเคลื่อนย้ายไอออนจากผิวเม็มเบรนด้านนอกเข้าไปภายในเซลล์ แนวความคิดที่ยึดถือกันในปัจจุบันเกี่ยวกับการดูดไอออนของพืช แบบแอกทีฟ คือ ทฤษฎีตัวลำเลียงไอออน (carrier theory) ซึ่งกล่าวว่ามีตัวลำเลียงไอออน (carrier) อยู่ในเม็มเบรนเป็นตัวชักนำไอออนเฉพาะชนิดจากเม็มเบรนด้านนอกสู่ด้านใน การทำงานของกลไกดังกล่าวจะสัมฤทธิ์ผลเมื่อตัวลำเลียงได้รับพลังงานจากเมแทบอลิซึม แล้วยอมให้ไอออนที่เหมาะกับตัวลำเลียงนี้เข้าไปเกาะ (ตัวลำเลียงมีความจำเพาะต่อไอออน) จากนั้นพากันเข้าสู่ด้านในของเม็มเบรนแล้วปลดปล่อยไอออนดังกล่าวไว้ในเซลล์ เมื่อเสร็จภาระนี้แล้วตัวลำเลียงจะรับพลังงานอีกครั้งหนึ่งและพร้อมที่จะชักนำไอออนเข้ามาใหม่ ดังนั้นอัตราการดูดไอออนของรากพืชจะลดลงอย่างมาก เมื่อรากขาดออกซิเจน อุณหภูมิของดินต่ำหรือสูงเกินไป หรือพืชได้รับสารพิษต่อการหายใจเป็นผลให้อัตราการหายใจของรากลดลง สาเหตุที่เชื่อกันว่าการดูดซึมแบบแอกทีฟเป็นกลไกหนึ่งทำหน้าที่ดูดธาตุอาหาร คือ

1) สารละลายของดินมีไอออนอยู่อย่างเจือจาง แต่ในเซลล์พืชสะสมไอออนไว้มาก หากสภาพการไม่เข้าข่ายของกลไกแรก คือ การดูดซึมแบบแพสซีฟ พืชจะดูดไอออนเข้าสู่เซลล์ไม่ได้ แต่ในความเป็นจริงรากพืชสามารถดูดไอออนต่างๆ เข้าไปได้เสมอแม้ความเข้มข้นภายในเซลล์จะสูงกว่าก็ตาม กลไกนี้ช่วยให้มีการสะสม (accumulation) ของไอออนในเนื้อเยื่อพืช

2) รากมิได้ดูดไอออนมากหรือน้อยตามสัดส่วนที่มีอยู่ในสารละลายดิน แต่รากพืชสามารถเลือกดูดไอออนบางชนิดที่มีอยู่ในความเข้มข้นต่ำเข้าไปสะสมไว้มาก ไอออนบางชนิดแม้จะมี

ในสารละลายดินมากกว่ารากพืชอาจดูดน้อยกว่าได้ ลักษณะเด่นของกลไกนี้คือความสามารถของเซลล์เม็มเบรนในการคัดเลือก (selectivity) ไอออนที่จะดูดเข้าไป

3) เมื่อสภาพแวดล้อมบังคับให้อัตราการหายใจของรากพืชลดลง เช่น อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ขาดแคลนออกซิเจนหรือได้รับสารพิษ จะทำให้อัตราการดูดไอออนลดลงด้วย ที่น่าสังเกตประการหนึ่ง คือ ในช่วงอุณหภูมิปกติการเพิ่มอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะเร่งอัตราการดูดไอออนขึ้นไปประมาณ 2 เท่า หรือกล่าวได้ว่ามี Q10 ประมาณ 2 นั่นเอง หากเป็นกระบวนการทางฟิสิกส์ Q10 จะมีค่าประมาณ 1.1 ถึง 1.2 เท่านั้น แสดงว่ากลไกที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์กับเมแทบอลิซึมของรากอย่างใกล้ชิด

2. น้ำเสีย

2.1 นิยามและความหมาย

น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหาย (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

2.2 ลักษณะของน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสียแบ่งออกได้ 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

2.2.1. ลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ

1) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว และนำน้ำที่กรองได้ไประเหยจนแห้งแล้วจึงนำไปอบ

2) ของแข็งแขวนลอย หมายถึงปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยแก้ว

3) ความขุ่น หมายถึง สมบัติทางแสงของสารแขวนลอยซึ่งทำให้แสงกระจาย และดูดกลืนมากกว่าที่จะยอมให้แสงผ่านเป็นเส้นตรง ความขุ่นของน้ำเกิดการมีสารแขวนลอยต่างๆ เช่น ดิน ดินตะกอน

2.2.2 ลักษณะของน้ำเสียทางเคมี เช่น

1) ออกซิเจนละลาย การหาดีโอ (DO) หรือออกซิเจนละลาย สามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมี และใช้เครื่องวัดโดยตรง

2) บีโอดี (BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย

3) ซีโอดี (COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำ ด้วยสารเคมีซึ่งมีอำนาจในการออกซิไดส์สูงในสารละลายที่เป็นกรดให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำทิ้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ค่า COD มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

4) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำและน้ำเสียให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เพื่อไม่ให้เกิดการกัดกร่อนของท่อ เพื่อใช้ในการควบคุมสารเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสียให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปน้ำมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-8 เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ

5) ไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

6) สารโลหะหนักชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม สารโลหะหนักยอมให้มีในน้ำได้ในปริมาณที่น้อยมาก เนื่องจากบางชนิดให้ความเป็นพิษสูง แต่บางชนิดหากที่ปริมาณไม่มากนักจะมีผลดีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2.2.3 ลักษณะของเสียทางชีวภาพ เช่น

1) แบคทีเรีย คือ จุลินทรีย์เซลล์เดียวมีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เป็นผู้ย่อยสลายในแหล่งน้ำ

2) รา เป็นจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรฟีลล์ รามีความสำคัญในการย่อยสลายพวกคาร์บอนที่มีค่า pH ต่ำ รามีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบ

2.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

2.3.1 น้ำเสียจากชุมชน (domestic wastewaters) หมายถึง น้ำที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ และระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ แหล่งรองรับน้ำเสีย หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ได้ผ่านการบำบัดมาก่อน ได้แก่ บ้านพักอาศัย ภัตตาคาร โรงแรม สถานที่ทำงาน ย่านการค้า ตลาด เป็นต้น องค์ประกอบของน้ำเสียชุมชน เช่น ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ของแข็งจมตัวได้ บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนีย สารฟอสฟอรัสในรูปของสารอินทรีย์และฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน โคลีฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลีฟอร์ม

2.3.2 น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastewater) ได้แก่ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม น้ำเสียจากการล้างเครื่องจักร การล้างสถานประกอบการ

2.3.3 น้ำเสียจากการเกษตรกรรม (agriculture wastewaters) ได้แก่ น้ำจากการเพาะปลูก น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ น้ำจากบ่อกุ้งและบ่อปลา เป็นน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมีทางการเกษตร ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

2.4 ผลกระทบจากน้ำเสีย

ปัจจุบันจะพบแหล่งน้ำที่เน่าสกปรกอยู่ทั่วไป น้ำในลักษณะเช่นนี้ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคและบริโภคได้ ทั้งก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายและความเสียหายอย่างมหาศาลต่อการประมง การเกษตร การสาธารณสุข ประการสำคัญคือ ทำให้ระบบนิเวศธรรมชาติถูกทำลาย หรือเสื่อมคุณภาพจนไม่เหมาะที่สิ่งมีชีวิตจะอาศัยอยู่ได้ ทำให้เกิดการตายของสัตว์และพืชน้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าและขาดออกซิเจนที่ละลายน้ำ แหล่งน้ำที่มีสารพิษพวกยาฆ่าแมลง และสารปราบศัตรูพืชสะสมอยู่มาก รวมทั้งแหล่งน้ำที่มีคราบน้ำมันปกคลุม และ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ปล่อยสารพิษ และความร้อนลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลกระทบจากน้ำเสียด้านต่างๆ ได้ดังนี้ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

2.4.1 ด้านสาธารณสุข เชื้อโรคหลายชนิดที่สามารถแพร่กระจายทางน้ำได้ เช่น อหิวาตกโรค บิดไทฟอยด์ ฯลฯ นอกจากนี้โลหะหนักทำให้เกิดโรค เช่น สารปรอททำให้เกิดโรคมินามาตะ และแคดเมียมทำให้เกิดโรคอิไต-อิไต

2.4.2 ด้านอุปโภคและบริโภค กลิ่นของน้ำที่เน่าเสียจะเปลี่ยนไปเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำจะย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้ได้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีกลิ่นเหม็นมากและสารอื่นๆ รสของน้ำเปลี่ยนไปเพราะน้ำได้รับสารเคมีกรด-เบส เกลือจากโรงงานอุตสาหกรรมจากอาคารบ้านเรือน เมื่อนำมาใช้จะเกิดอันตรายเป็นผลให้ขาดแหล่งน้ำดิบในการทำน้ำประปา คุณภาพน้ำลดลงทำให้ค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิตสูงขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำเข้าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม

2.4.3 ด้านการเกษตร น้ำเสียที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือมีสารพิษไม่เหมาะสำหรับการนำมาเลี้ยงสัตว์หรือเพาะปลูก

2.4.4 ด้านการประมง น้ำเสียจะทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง และยังมีสารพิษที่ทำให้พืชน้ำและสัตว์น้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

2.4.5 ทำลายระบบนิเวศในแหล่งน้ำระบบนิเวศจะเสียสมดุล เนื่องจากสัตว์ และพืชน้ำได้รับผลกระทบ

2.4.6 ด้านทัศนียภาพสภาพของแหล่งน้ำที่เน่าเหม็นและมีสีดำ ทำให้ความสวยงามลดลงและกระทบถึงอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในแหล่งสถานที่ท่องเที่ยว (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

2.5 การบำบัดน้ำเสีย

การเลือกบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนในการก่อสร้าง ค่าดำเนินการดูแลรักษาและขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

2.5.1 การบำบัดทางกายภาพเป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่กระดาษพลาสติก เศษอาหาร ไขมัน น้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์บำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

2.5.2 การบำบัดทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสียวิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษมีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรองและฆ่าเชื้อโรค

2.5.3 การบำบัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดโดยใช้วิธีการทางชีวภาพหรือจุลินทรีย์ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยสารเหล่านี้ถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโตทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้

2.6 ระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย (Plant and Grass Filtration)

ระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย เป็นระบบที่ให้พืชช่วยดูดซับธาตุอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชต้องการของจุลินทรีย์ในดิน การปลดปล่อยออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากระบบราก สาหร่าย และแพลงค์ตอน สำหรับพืชและหญ้าที่ใช้ในการบำบัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หญ้าอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้าคาล์ลา หญ้าโคสครอส และหญ้าสตาร์ พืชทั่วไป ได้แก่ ธูปฤาษี กกกลม (กกจันทบูร) และหญ้าแฝกพันธุ์อินโดนีเซีย เมื่อครบระยะเวลา 45 วัน (ยกเว้นธูปฤาษี 90 วัน) จะตัดพืชและหญ้าเหล่านั้นออก เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งหญ้าเหล่านี้นำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากการปนเปื้อนของมลสารไม่เกินมาตรฐานสำหรับสัตว์ ส่วนพืชทั่วไปนำไปใช้ในการจักสานได้เป็นอย่างดี โดยมีหลักการให้พืชกึ่งบกกึ่งน้ำ คือ รากอยู่ในน้ำ ลำต้นอยู่บนบก เช่น ธูปฤาษี กกกลม เป็นต้น รวมถึงพืชหญ้าต่างๆ ที่เป็นอาหารสัตว์และหญ้าทั่วไป ด้วยการดึงออกซิเจน (O_2) ผ่านใบพืชสู่ลำต้นและดินรากเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์บริเวณรอบๆ รากพืช โดยให้ดินเป็นตัวกรองของเสียและจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยของเสียซึ่งของเสียที่ย่อยแล้วพืชจะดูดเอาไปเป็นอาหารเจริญเติบโตต่อไป ทำให้ของเสียเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ น้ำจะมีคุณภาพดีและสามารถระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ แต่การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพืชต้องมีคนคอยดูแลสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการตัดเกี่ยวหญ้า และใช้พื้นที่มาก และมีระยะทางในการไหลจนน้ำเสียเป็นน้ำดีปล่อยสู่ธรรมชาติได้ ต้องคอยปรับแต่งความลาดเทให้ได้ขนาด 1: 1,000 ในกำหนดเวลา และพักบ่อยอีกเป็นระยะหนึ่ง (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, ม.ป.ป.)

3. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย

มีงานวิจัยที่ศึกษาการปลูกหญ้าแฝกเพื่อแก้ปัญหาน้ำเสีย โดยมงคล และคณะ (2549) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของหนองน้ำเสียชุมชน โดยเพาะเลี้ยงหญ้าแฝกให้เจริญเต็มที่และผูกเป็นแพบำบัดน้ำเสีย ณ ชุมชนบ้านศรีฐาน ตำบลในเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยแบ่งแหล่งได้รับมลภาวะ 4 ระยะทาง คือ ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะมากที่สุด ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะมาก ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะปานกลาง และระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะน้อย พบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสียตลอดระยะเวลา 1 ปี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและราก (น้ำหนักแห้ง) เฉลี่ยที่อายุ 4 เดือน เท่ากับ 11.7 และ 2.6 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ที่อายุ 8 เดือน เท่ากับ 19.8 และ 4.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และอายุ 1 ปี เท่ากับ 16.7 และ 5.3 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ หญ้าแฝกสามารถลดความรุนแรงการเกิดมลภาวะน้ำเสียได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน (เมษายน) ที่ก่อความรุนแรงมากที่สุด โดยลดความเหม็นของกลิ่นซึ่งจะเกิดเฉพาะในช่วงกลางคืนถึงเช้า ขณะที่ช่วงบ่ายถึงเย็น หญ้าแฝกสามารถลดกลิ่นให้อยู่ในระดับปกติที่ไม่รบกวนได้ และสามารถทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นมีค่าบีโอดีลดลง ดังนี้คือ ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะมากที่สุด ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะมาก ระยะทางต่อศักยภาพ ได้รับมลภาวะปานกลาง ระยะทางต่อศักยภาพได้รับมลภาวะน้อย มีค่าเท่ากับ 85 84 68 และ 76 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แหล่งมลภาวะมีค่าเท่ากับ 398 มิลลิลิตรต่อลิตร

ณัฐสิมา และคณะ (2559) ศึกษาประสิทธิภาพของ แหนแดงและหญ้าแฝกกลุ่มในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียในเดือนมิถุนายน 2558 นำมาเจือจางด้วยน้ำประปาที่ไม่ผสมคอรีนให้มีความเข้มข้นของน้ำเสีย 0 50 100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (v/v) โดยใช้แหนแดงอายุ 15 วัน และหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีความสูง 30 เซนติเมตร สุ่มเก็บตัวอย่างแหนแดงและน้ำหลังการบำบัด 7 15 30 วัน เนื่องจากแหนแดงมีอายุเพียง 30 วัน ในขณะที่หญ้าแฝก สุ่มเก็บตัวอย่างและวัดความสูง ตัวอย่างหลังการบำบัด 15 30 45 60 วัน ผลการทดลองพบว่า แหนแดงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย 100 เปอร์เซ็นต์ โดยช่วยลดค่าบีโอดี ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และธาตุอาหารในรูปออร์โธฟอสเฟต (OP) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) และไนโตรเจนทั้งหมด (TN) คิดเป็น 3-100 เปอร์เซ็นต์ ใน 15 วันแรก หลังจากนั้นประสิทธิภาพการบำบัดจะลดลงจนไม่สามารถบำบัดได้ โดยแหนแดงมีประสิทธิภาพในการบำบัดออร์โธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสทั้งหมด ในน้ำเสียชุมชนได้ทั้งหมดคิดเป็น 81-100 เปอร์เซ็นต์ และมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 3.77 เท่า ภายใน 15 วัน หลังจาก 15 วันแล้ว แหนแดงจะเริ่มตายอาจมีผลในการเพิ่มธาตุอาหารในน้ำเสียแทน สำหรับหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัด น้ำเสีย โดยลดค่าความสกปรกน้ำเสียในรูปของบีโอดี ที่ความเข้มข้นน้ำเสีย 50 100 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 16-89 ตลอดช่วงการบำบัด 60 วัน และค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนโตรเจนทั้งหมด ออร์โธ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ฟอสเฟต ลดลงในช่วง 45 วันแรกของการบำบัด คิดเป็น 20-100 เปอร์เซ็นต์ และความสูงของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัด เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพสด

Badejo *et al*. (2017) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลเมือง โดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Biological Nutrient Removal Activated Sludge ; BNRAS) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นพืชในชั้นกรอง (Vegetated Submerged Bed Constructed Wetlands ; VSBCW) เพื่อตรวจสอบระบบต่อเนื่องที่ประกอบด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (BNRAS) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นพืชในชั้นกรอง (VSBCW) ซึ่งการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลเมือง โดยนำน้ำเสียที่ได้จากน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (BNRAS) ของทั้ง 3 บริเวณนี้ (anaerobic, anoxic และ aerobic) จะถูกส่งมายังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นพืชในชั้นกรอง (VSBCW) ซึ่งตัวถังบำบัดจะมีขนาด 1,000 ลิตร มีความลึก 500 มิลลิเมตร และบริเวณพื้นผิวมีหินแกรนิตเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10-15 มิลลิเมตร เพื่อปลูกหญ้าแฝกภายในถังบำบัด การวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นพืชในชั้นกรอง (VSBCW) ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ตามวิธีการมาตรฐาน ผลจากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของน้ำทั้งบริเวณ 3 นี้ (anaerobic, anoxic และ aerobic) ที่ผ่านการบำบัดหรือการกำจัดของเสียในรูปซีโอดี (Chemical Oxygen Demand ; COD) ร้อยละ 96.6 96.3 และ 97.21 ซัลเฟตร้อยละ 53.51 46.45 และ 88.78 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดร้อยละ 98.34 99.72 และ 99.60 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าประสิทธิในการบำบัดน้ำทิ้งจากบริเวณที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) นั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา และยังพบอีกว่าการบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลเมืองที่มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่มีการปลูกหญ้าแฝกในชั้นรองใต้น้ำ (VSBCW) ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (BNRAS) นั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (BNRAS) เพียงอย่างเดียว

Mathew *et al*. (2016) มีความสนใจในความสามารถพิเศษของหญ้าแฝก ซึ่งเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายสภาวะที่มีความเครียดสูง เช่น สภาวะที่มีความเค็มจัด เป็นกรดเป็นด่าง และ/หรือสภาวะที่มีโลหะ ซึ่งในโรงแรมชั้นนำจะมีห้องพักมากกว่า 800 ห้อง ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียที่ต้องการบำบัดเป็นจำนวนมากต่อวัน โดยเฉพาะน้ำเสียที่มาจากห้องครัวจะถูกปล่อยออกมามากที่สุด โดยงานวิจัยนี้ได้จำลองระบบน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากห้องครัวปริมาณ 300 ลิตร โดยแบ่งออกเป็นบ่อบำบัด 5 บ่อ ซึ่งบรรจุดินเอาไว้และทำการปลูกหญ้าแฝกไว้ภายในท่อ โดยเชื่อมต่อกันแต่ละบ่อ โดยปลูกหญ้าแฝกให้มีความหนาแน่นต่างกัน ปล่อยน้ำทิ้งลงกักในบ่อที่ 1 ก่อนจากนั้นจึงปล่อยผ่านไปบ่อที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ และทำการวัดคุณภาพน้ำในบ่อที่ 5 เพื่อบันทึกข้อมูลสำหรับวิเคราะห์การบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝก จากการทดลองพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

หญ้าแฝกสามารถลดค่าบีโอดีได้ 80-85 เปอร์เซ็นต์ ลดค่าซีโอดีได้ 85-90 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดจำนวนแบคทีเรีย *E.coli* ได้ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่ถูกบำบัดทั้งหมดอยู่ภายใต้มาตรฐานของ IS2292, 1992

ดารินทร์ (2551) ศึกษาการปลูกหญ้าแฝกในน้ำทิ้งจากโรงนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อลดปัญหาจากน้ำเสีย โดยใช้หญ้าแฝก 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ปลูกในลักษณะแพลอยน้ำ และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมด ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ไนไตรต์ ไนเตรต บีโอดีดีโอ และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด พบว่าหญ้าแฝกทั้ง 3 พันธุ์มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 ของการปลูก เมื่อพิจารณาค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด บีโอดีและดีโอซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงนม พบว่าหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าบีโอดีได้ถึง 88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มค่าดีโอถึง 91 เปอร์เซ็นต์ ลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด 93 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสทั้งหมด 90 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกาและแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีในการบำบัดน้ำทิ้งร่วมกัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด

กนกพร (2549) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกที่ปลูกด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 1 เพื่อคัดเลือกพันธุ์หญ้าแฝก 6 พันธุ์ คือ กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี ในถังน้ำที่บรรจุน้ำเสียชุมชนความเข้มข้นต่ำ (ค่าเฉลี่ยบีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมด 55.88 40.297 และ 6.022 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) นาน 8 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในระบบจำลองในระยะที่ 2 จากการทดลองระยะที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี ฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสเฟตทั้งหมดสูงเป็น 2 ลำดับแรก มีค่าอยู่ในช่วง 80.07-81.06 16.38-16.81 และ 10.39-12.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รวมทั้งมีการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหาร (ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด) สูง และนำแฝกทั้ง 2 กลุ่มพันธุ์มาศึกษาในระยะที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนของหญ้าแฝกในระบบบำบัดจำลอง โดยปลูกหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานีในบ่อพีวีซีขนาด 0.85x1.55x0.50 เมตร โดยชุดควบคุมไม่ปลูกพืช ใช้น้ำเสียชุมชนความเข้มข้นต่ำ (ค่าเฉลี่ยบีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมด 44.28-58.92 34.731-42.144 และ 4.838-5.482 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) และความเข้มข้นสูง (ค่าเฉลี่ยบีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมด 90.12-94.88 41.025-52.806 และ 5.892-6.657 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) แบ่งการทดลองเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 8 สัปดาห์ แต่ละช่วงใช้ระยะเวลากักเก็บ 75 และ 3 วัน ตามลำดับ และใช้การปล่อยน้ำเสียแบบต่อเนื่อง ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บและความเข้มข้น

ของน้ำเสียต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด โดยชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นสูงมีประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสเฟตทั้งหมดสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วง 90.54-91.46 61.01-62.48 17.78-35.87 และ 15.40-23.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ มีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วง 50.22-58.62 เปอร์เซ็นต์ แต่ประสิทธิภาพการบำบัดของหญ้าแฝกต่างกลุ่มพันธุ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าชุดทดลองที่ปลูกหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าชุดควบคุม (ไม่ปลูกพืช) สำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพบว่า หญ้าแฝกทั้ง 2 กลุ่มพันธุ์มีการเจริญเติบโตดี และมีแนวโน้มว่าหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีการเจริญเติบโตของรากดีกว่าพันธุ์สงขลา 3 และพบหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นสูง ขณะที่กลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีมวลชีวภาพเพิ่มสูงสุด เมื่อได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ สำหรับการสะสมธาตุอาหารในต้น และรากของหญ้าแฝก พบว่าโดยทั่วไปการสะสมธาตุอาหารมีค่าแปรผันตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย และเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน หญ้าแฝกมีการสะสมธาตุอาหารในรากได้สูงสุด ดังนั้นผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการปลูกหญ้าแฝกด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนควรใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน และใช้หญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี แต่หากน้ำเสียมีบีโอดี และธาตุอาหารสูงสามารถใช้ หญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 ได้

ทัศนี และคณะ (2557) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียในชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคามโดยใช้ระบบพืชปลูกบนแพลอยน้ำ ได้แก่ หญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และผักตบชวา โดยวางแผนแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ทั้งหมด 9 บล็อก ทำการทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม 2556 รวมระยะเวลา 6 เดือน โดยเก็บตัวอย่างทุกวันที่ 1 ของเดือน พบว่าภายหลังการบำบัดน้ำเสียมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง7.4 ±0.1 ถึง 8.5±0.1 บล็อกที่เป็นผักตบชวาทั้งหมด มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงสุดโดยมีค่า บีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 69.0±1 67.63±1.53 69.75±1 ตามลำดับ และในบล็อกที่เป็นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีทั้งหมดมีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสทั้งหมดรองลงมาเฉลี่ยที่ร้อยละ 65.33±1 61.36±1 และ 65.23±1 จากรูปแบบการบำบัดแบบจัดเรียงพืช 3 ชนิด สลับกัน พบว่ารูปแบบที่มีการบำบัดได้ดีที่สุด ประกอบด้วยหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และผักตบชวา เนื่องจากหญ้าแฝกอาศัยรากที่ยาวทำหน้าที่ในการเป็นตัวกลางในการยึดเกาะของจุลินทรีย์ และสามารถดูดสารอินทรีย์มาเป็นอาหาร และมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ผักตบชวามีประสิทธิภาพสามารถดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมด และทีเคเอ็นได้ดี

Xiao *et al.* (2009) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงโดยการผสมผสานบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝกทางตอนเหนือของประเทศจีนเนื่องจากสภาพธรรมชาติของน้ำท้ายเขื่อนหรือน้ำดิบนั้นจะปนเปื้อน และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ แต่ก็มีบ่อยครั้งที่มีการใช้น้ำโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัด ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝก Integrated Vertical Flow Constructed Wetland (IVFCW) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำได้ง่าย และปลอดภัยต่อการใช้งาน โดยสร้างระบบบำบัดบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝก (IVFCW) ขึ้นในปี 2008 ซึ่งตั้งอยู่ติดกับสถานีบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเหมืองแร่ในจีน และถูกนำมาใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ในเขตเทศบาลเมือง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในขั้นแรกที่โรงบำบัดทางชีวภาพของมหาวิทยาลัยแล้วจะถูกส่งไปยังบึงประดิษฐ์ที่มีขนาด 1 เมตร x 1 เมตร x 0.75 เมตร ซึ่งเป็นการบำบัดขั้นที่ 2 สำหรับบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งที่ปลูกหญ้าแฝกไว้ภายใน ซึ่งตัวกรองหรือพื้นผิวสำหรับให้หญ้าแฝกยึดเกาะนั้นจะประกอบด้วยกรวด 15 เซนติเมตร ถ่านหินตะกรัน 30 เซนติเมตร และกรวดจากบนลงล่างอีก 10 เซนติเมตร จากการทดลองพบว่าการบำบัดน้ำเสียแบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝก (IVFCW) มีประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียในรูปซีโอดี ร้อยละ 71 แอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 67 และไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 80 หลังจาก 5 วัน ที่มีการให้อัตราภาระการรับน้ำทางชลศาสตร์ ที่ 0.6-0.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวันในช่วงฤดูร้อน แต่ในช่วงที่อุณหภูมิต่ำประสิทธิภาพการกำจัดสารมลพิษมีอัตราที่ต่ำกว่า เมื่อเทียบกับในช่วงฤดูร้อน และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นั้นมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียในรูปซีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 51.71 19.87 และ 29.76 ตามลำดับ

เบญจนี (2545) ศึกษาคัดเลือกพืชน้ำที่สามารถทนทานและบำบัดน้ำเสียชุมชนจากเขตเทศบาลสกลนคร โดยปลูกพืชในระบบบึงประดิษฐ์เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พืชที่ทำการทดลองมีทั้งหมด 20 ชนิด เป็นพืชเหนือผิวน้ำ 15 ชนิด และพืชใต้ผิวน้ำ 5 ชนิด แบ่งแปลงทดลองเป็น 4 หน่วย และมีน้ำเสียที่มีการบำบัดเบื้องต้นในอนุกรมบ่อเติมออกซิเจน และบ่อบ่มแล้ว รวม 2 ระบบในแต่ละหน่วยแบ่งเป็น 3 หน่วยย่อยต่อเนื่อง คือ หนองน้ำตื้น หนองน้ำลึก หนองน้ำตื้น ในหนองน้ำตื้นปลูกพืชน้ำประเภทที่มีใบโผล่ชูพ้นเหนือผิวน้ำ และรากจับยึดดิน คละกัน 5-9 ชนิด รวมพืชที่ปลูกทั้งหมด 15 ชนิด และในหนองน้ำลึกปลูกพืชประเภทมีใบโผล่เหนือหรือระดับผิวน้ำ รากมีดินหรือไม่มีดิน 2-4 ชนิด คละกันรวมพืชที่ปลูกทั้งหมด 5 ชนิด ในระยะแรกให้น้ำดีพืชมีการปรับตัวและเจริญได้ดี และต่อมาเมื่อให้น้ำเสียจนครบระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่าหนองน้ำตื้นพืชที่สามารถมีชีวิตรอด และเจริญเติบโตได้ดีมี 5 ชนิด ได้แก่ ธูปฤาษี พุทธรักษา แห้ว ทรงกระเทียม และกกอียิปต์ สำหรับ

หนองน้ำลึก พืชที่มีชีวิตรอด และเจริญเติบโตได้ดี มี 3 ชนิด ได้แก่ บัวสาย ดีปลีน้ำ และสาหร่ายหางกระรอก ซึ่งโดยเฉลี่ยพืชสามารบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดี โดยสามารถลดค่าบีโอดี (10.1-12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) และไนเตรท (0.36-0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยหน่วยต่างๆ ของระบบบึงประดิษฐ์ได้ประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ และ 65 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 14 สัปดาห์ รวมถึงมีการศึกษาประสิทธิภาพของพืชน้ำ 3 ชนิด คือ ผักตบชวา บัวสาย และธูปฤาษี ปลูกระบบเดี่ยว และผสม ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชและระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย (HRT) ในการบำบัดของระบบพืช 10 วัน 15 วัน และ 20 วัน พบว่าในระบบเดี่ยว ผักตบชวาลดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Suspended Solids; TSS) ได้ดีที่สุด คือร้อยละ 94.59 ที่ระยะเวลา 10 วัน, ธูปฤาษีลดค่าบีโอดีได้ดีที่สุดคือร้อยละ 89.81 ที่ระยะเวลา 10 วัน และผักตบชวาลดค่าฟอสฟอรัส (TP) ได้สูงสุด คือ ร้อยละ 97.93 และในระบบผสมค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ที่ดีที่สุดคือร้อยละ 93.38 ระยะเวลา 10 วัน ค่าบีโอดีที่ดีที่สุด คือ ร้อยละ 81.56 ระยะเวลา 10 วัน และค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ที่ดีที่สุดคือ ร้อยละ 97.31 ระยะเวลา 20 วัน นอกจากนี้พืชทุกชนิดสามารถลดค่าปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) ของได้เท่าๆ กันมีค่าเข้าใกล้ร้อยละ 100 โดยมีค่าปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์ของน้ำเสียที่เข้าระบบอยู่ระหว่าง 0.24-4.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย เมื่อขยายผลการทดลองสู่พื้นที่จริง พบว่าระบบผักตบชวาให้ประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) สูงสุด คือร้อยละ 92.14-94.59 ระบบธูปฤาษีให้ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีสูงสุดคือร้อยละ 79.81-89.81 และค่าฟอสฟอรัส (TP) นั้นทุกระบบพืชให้ผลที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 88.48-97.94 สำหรับค่าปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์ทุกระบบพืชมีค่าเข้าใกล้ ร้อยละ 100 ในน้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์ เข้าระบบอยู่ในช่วง 0.24-4.34 มิลลิกรัมต่อลิตร (บุญรอด, 2545)

อรุโณทัย (2554) ศึกษาประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสารอนินทรีย์ไนโตรเจนของพืชน้ำเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยศึกษาในพืชลอยน้ำ 2 ชนิด คือ จอกหูหนูและผักบุ้ง และพืชโผล่เหนือน้ำ 2 ชนิด คือ กกรังกา และหญ้าแฝก นำพืชทั้ง 4 ชนิด มาปลูกในสารละลายที่เตรียมจากสูตร Start and Barko (1985) มีการให้ไนโตรเจนอนินทรีย์ในรูปแบบที่ต่างกัน คือ ไนเตรต แอมโมเนียมหรือแอมโมเนียมไนเตรต ในความเข้มข้น 500 ไมโครโมล พบว่าจอกหูหนูมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ดีที่สุด (Relative Growth Rate, RGR=0.12 d^{-1}) รองลงมาคือผักบุ้งและหญ้าแฝก สำหรับการดูดซึมไนโตรเจน พบว่าพืชลอยน้ำมีค่าสูงกว่าพืชเหนือน้ำ จึงทำการคัดเลือกจอกหูหนู และผักบุ้ง มาศึกษาความสามารถในการทนต่อแอมโมเนียมความเข้มข้นสูง โดยปลูกในสารละลายที่มีแอมโมเนียมเข้มข้น 0.5 1 5 10 มิลลิโมล พบว่าพืชทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการเจริญสูงที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมล ในขณะเดียวกันที่ความเข้มข้น 5 10 15 มิลลิโมล พืชทั้ง 2 ชนิด มีอัตรา

การเจริญลดลง โดยมีใบขนาดเล็กและรากสั้น ดังนั้นพืชทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้แต่น้ำเสียควรมีการปนเปื้อนแอมโมเนียไม่เกิน 5 มิลลิโมล

วิลาวัลย์ (2552) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานีและสงขลา 3 ปลูกด้วยเทคนิคแพลอยน้ำในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย รวมทั้งการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยทดลองน้ำชะมูลฝอยทั้งหมด 3 ระดับ คือ น้ำชะมูลฝอยดิบ น้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดแล้ว และน้ำคลอง ปลูกหญ้าแฝกเป็นลักษณะแพลอยน้ำ บำบัดนาน 12 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าหญ้าแฝกทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าชุดควบคุม (ไม่ปลูกพืช) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่มีความเข้มข้นต่างกันให้ผลการทดลองที่ต่างกัน ดังนี้ น้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดแล้วมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดี ฟอสฟอรัสทั้งหมดและครอไรด์สูงสุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.77-86.36 86.46-89.58 และ 18.70-21.58 ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำชะมูลฝอยดิบมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยสูงสุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 97.04-98.19 และหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำคลองมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าทีเคเอ็นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 95.40-96.76 สำหรับการเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารในหญ้าแฝกพบว่าทั้ง 2 พันธุ์ สามารถเจริญเติบโตและสะสมอาหารได้ในน้ำชะมูลฝอยทุกระดับความเข้มข้น และมีแนวโน้มว่าหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเติบโตได้ดีในน้ำชะมูลฝอยดิบ ส่วนพันธุ์สงขลา 3 เจริญเติบโตได้ดีในน้ำชะมูลฝอยที่ได้รับการบำบัดแล้วและน้ำคลอง

อัจจิมา (2546) ศึกษาการดูดซึมโลหะหนัก 3 ชนิด คือ สารหนู ตะกั่ว และแคตเมียม ที่ปนเปื้อนในดิน และปริมาณโลหะหนักที่สะสมในส่วนต่างๆ ของหญ้าแฝกชุดดินปากช่อง โดยใช้หญ้าแฝก 3 พันธุ์ คือ มอนโต ราชบุรี และสุราษฎร์ธานี โดยปลูกหญ้าแฝกในกระถาง และเตรียมสภาวะการปนเปื้อนสารละลายมาตรฐาน สารหนู ตะกั่ว และแคตเมียมเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าหญ้าแฝกทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถดูดซึมโลหะหนักได้ โดยมีแนวโน้มไม่ต่างกัน ปริมาณโลหะหนักสะสมมากที่สุดอยู่ในราก รองลงมาคือส่วนใบและลำต้น และหญ้าแฝกพันธุ์มอนโตเจริญเติบโตทนต่อความเป็นพิษของโลหะหนักได้มากที่สุด และพบกสารหนูตกค้างในดินปริมาณ 50.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วตกค้างปริมาณ 50.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคตเมียมมีปริมาณตกค้างน้อยมากไม่สามารถตรวจวัดได้

สุทธิรักษ์ และคณะ (2549) ศึกษาศักยภาพการใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมจาก 4 แหล่ง ได้แก่ โรงงานนม โรงงานแบตเตอร์รี่ โรงงานผลิตโคมไฟ และโรงงานหมึกพิมพ์ โดยใช้หญ้าแฝก 3 พันธุ์ ในการบำบัดน้ำเสีย คือ กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา และสุราษฎร์ธานี พบว่าหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเสียทั้ง 4 แหล่ง โดยแฝกที่ปลูกในน้ำเสียจากโรงงานนมมีการเจริญเติบโตดีกว่าน้ำเสียจากแหล่งอื่น และแฝกที่ปลูกในน้ำเสียจากโรงงานหมึกพิมพ์มีการเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด

เนื่องจากเป็นน้ำเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนจำนวนมาก และพบว่าความสูงและน้ำหนักของหญ้าแฝกพันธุ์กำแพงเพชร 2 และพันธุ์ศรีลังกามากกว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกสามารถลดค่าบีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้สูงถึง 71 55 84 97 และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถลดปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียได้อีกด้วย เช่น ลดตะกั่วจากน้ำเสียโรงงานแบตเตอร์รี่ได้ 5.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดสังกะสีจากน้ำเสียโรงงานผลิตโคมไฟได้ 6.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดเหล็ก และทองแดงจากน้ำเสียโรงงานหมึกพิมพ์ได้ 8.00 และ 11.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้นหญ้าแฝกจึงมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

ชาลินี และคณะ (2550) ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และธูปฤาษี ในการบำบัดโครเมียม และอาร์เซนิคในระบบบึงประดิษฐ์ โดยทำการทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของโครเมียมอยู่ในช่วง 7.44-11.68 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาร์เซนิคมีค่าอยู่ในช่วง 0.98-1.19 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดลองระยะเวลาต่อเนื่อง 100 วัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 7 วัน พบว่า ความเข้มข้นของโครเมียมของน้ำเสียในบ่อทดลองที่ปลูกด้วยหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และบ่อที่ปลูกด้วยธูปฤาษีมีค่าลดลงมากกว่าร้อยละ 98 ส่วนบ่อควบคุมมีค่าต่ำสุดอยู่ คือร้อยละ 69.3 และธูปฤาษีเป็นพืช ที่มีความเหมาะสมในการบำบัดโครเมียมมากกว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า และมีแมลงศัตรูพืชรบกวนน้อยกว่า สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดอาร์เซนิค พบว่าพืชทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำในการบำบัดอาร์เซนิค อย่างไรก็ดีพืชทั้งสองชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี และไม่พบพืชตายเนื่องจากน้ำเสียที่ปนเปื้อนโครเมียมและอาร์เซนิค

สุมล และคณะ (2552) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมโดยต้นธูปฤาษี ในเชิงการบำบัดสีจากอุตสาหกรรมฟอกย้อม พบว่า ต้นธูปฤาษี (*Typha anguo tifolia* Linn.) มีประสิทธิภาพในการบำบัดสีจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสีย้อมชนิดรีแอคทีฟอะโซ 141 (azo eractive 141) และมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของสีที่เป็นพิษต่อพืช คือ 25.33 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยจาก 9 เป็น 8 สามารถบำบัดสีย้อมได้ร้อยละ 60 ในระยะเวลา 14 วัน และยังสามารถลดค่าซีโอดี และละปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้อีกด้วย และพบว่าต้นธูปฤาษีใบแคบที่ปลูกในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสีฟอกย้อม และธูปฤาษีมีกลไกการหลีกเลี่ยงสภาวะเครียดจากสีย้อมและเกลือผ่านกลไกพิเศษ เช่น การสะสมเกลือในราก การหลุดร่วงของใบแก่ หรือการสร้างโลหะในรูปของแคลเซียม เหล็ก หรือซิลิกอนที่จับกับสี นอกจากนี้ยังพบว่าแคลเซียมซิลิเกต แคลเซียมออกซาเลต ไซลอกเซนและเอไมด์ ในต้นธูปฤาษีใบแคบ มีบทบาทสำคัญในการบำบัดสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์โรงงานฟอกย้อมอีกด้วย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาการปลูกหญ้าแฝกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาการปลูกหญ้าแฝกรอบกองขยะเพื่อกรองสารพิษในพื้นที่เทศบาลหลังสวน ตำบลนาพญา อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ระยะเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึง เดือนกันยายน 2553 ทำการศึกษา 5 ตำรับการทดลอง คือ ตำรับที่ 1 ไม่ปลูกหญ้าแฝก ตำรับที่ 2 ปลูกหญ้าแฝก 2 แถว ตำรับที่ 3 ปลูกหญ้าแฝก 3 แถว ตำรับที่ 4 ปลูกหญ้าแฝก 2 แถว 2 แถบ และตำรับที่ 5 ปลูกหญ้าแฝก 3 แถว 2 แถบ ผลการทดลองพบว่าทุกตำรับมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น โดยตำรับที่ 2 เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 5.42 ในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น โดยตำรับที่ 2 มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 0.85 จากปริมาณอาร์เซนิคในดินพบว่าตำรับที่มีการปลูกหญ้าแฝกในปีแรก (2551) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ในปีที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ตำรับที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในใบหญ้าแฝกทุกตำรับมีแนวโน้มในการสะสมอาร์เซนิคเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยตำรับที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 0.89 ในรากหญ้าแฝกมีปริมาณอาร์เซนิคในปีแรก (2551) และปีที่ 2 (ชัยชนะ, 2553)

ธนพล และพิมพวัฒน์ (2557) ศึกษาการสลายสารฟีนอลในน้ำเสียลักลอบทิ้งโดยทุ่นลอยหญ้าแฝก ซึ่งวัตถุประสงคหลักของโครงการวิจัยนี้คือการสาธิตและประเมินประสิทธิภาพของการใช้ระบบหญ่าแฝกเพื่อบำบัดฟนฟูดินและน้ำที่ปนเปอนสารฟนอลจากการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมในตำบลหนองแหน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อปกปองสุขภาพของชาวชุมชนที่ไดรับผลกระทบจากการปนเปอนสารได้รายงานผลวิจัยว่าหญ้าแฝกสามารถหลั่งสาร peroxide และ peroxidase ที่สามารถสลายสารฟีนอล (ไม่ใช่กระบวนการดูดซับแต่เป็นการสลายให้แปรสภาพเป็นสารอื่นที่ไม่มีพิษ) ทั้งนี้สารฟีนอลเป็นสารอันตรายที่ถูกลักลอบทิ้งในพื้นที่ ตำบลหนองแหน โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในตู้กระจก 3 กรณี กรณีแรก คือ เติมสารฟีนอลลงไป 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำกลั่นปราศจากไอออน (DI water) โดยไม่ใช้หญ้าแฝก กรณีที่สองกรณีแรกคือเติมสารฟีนอลลงไป 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำกลั่นปราศจากไอออน (DI water) และใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกในการบำบัดและกรณีสุดท้ายคือการใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมลักลอบทิ้งจากพื้นที่ของนายมนัส สวัสดี โดยมีการเติมสารฟีนอลลงไปเป็น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม 500 เท่า ซึ่งได้ผลการทดลองทั้ง 3 กรณีจะเห็นได้ว่าหากไม่มีการใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกสารฟีนอลในน้ำจะสลายตัวเองได้ช้ามาก (ด้วยกระบวนการ Hydrolysis และ photodegradation) คือ สลายที่อัตรา $5x10^{-4}$ ต่อชั่วโมง ถ้าจะรอให้สารปนเปื้อนนี้สลายตัวเองต้องใช้เวลาถึง 7,900 ชั่วโมงอย่างไรก็ดีเมื่อมีการใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำ DI ปนเปื้อนสารฟีนอล พบว่าในช่วง 250 ชั่วโมงแรก ทุ่นลอยหญ้าแฝกไม่ได้เร่งการสลายสารฟีนอลแต่อย่างได้ แต่สลายที่อัตราใกล้เคียงกับกรณีไม่มีทุ่นลอยหญ้าแฝก (อัตราการสลาย $8x10^{-4}$ ต่อชั่วโมง) อย่างไรก็ดีหลังจาก 250 ชั่วโมงผ่านไป ทุ่นลอยหญ้าแฝกเร่งการสลายสาร ฟีนอลด้วยอัตราที่เร็วกว่ากรณีที่ไม่ใช้

ทุ่นลอยหญ้าแฝกถึง 23 เท่า (อัตราการสลายเท่ากับ $115x10^{-4}$ ต่อชั่วโมง) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วง 250 ชั่วโมงแรก สารฟีนอลอาจจะยังไม่ได้สร้างความระคายเคืองให้กับรากของหญ้าแฝกจนถึงขั้นที่รากหญ้าแฝกต้องหลั่งสาร Peroxide และ Peroxidase ออกมาปกป้องตัวเอง โดยการสลายสารฟีนอลหลังจาก 250 ชั่วโมง อาจเกิดความเสียหายจนกระทั่งหญ้าแฝกทนไม่ไหวต้องหลั่งสารชีวเคมีออกมาตอบโต้ดังกล่าว และสลายสารฟีนอลจากน้ำ DI อย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์เดียวกันถูกตรวจพบสำหรับกรณีการใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมลักลอบทิ้ง กล่าวคือสารฟีนอลสลายด้วยอัตราช้าๆ ใน 500 ชั่วโมงแรกจากนั้นก็สลายอย่างรวดเร็วมากๆ เร็วกว่ากรณีที่ไม่ใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝกถึง 42 เท่า (อัตราการสลายเท่ากับ $203x10^{-4}$ ต่อชั่วโมง) คาดว่าน่าจะมาจากสมมุติฐานดังกล่าวข้างต้นด้วยเหตุนี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าทุ่นลอยหญ้าแฝกมีศักยภาพในการสลายสารฟีนอลในน้ำเสียอุตสาหกรรมที่ปนเปื้อนมากกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมถึง 550 เท่า ให้ปลอดภัยได้ในเวลาประมาณ 900 ชั่วโมง ในขณะที่หากไม่ใช้ทุ่นลอยหญ้าแฝก และให้ธรรมชาติบำบัดตัวเองจะต้องใช้เวลาถึง 7,900 ชั่วโมง

ปิยะดา (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการบำบัดไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนในน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 3 พันธุ์ คือ ศรีลังกา สงขลา และสุราษฎร์ธานี อายุ 3 เดือน โดยใช้หญ้าแฝก 1 ต้น มาบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์ในน้ำ 5 ลิตร ในถังพลาสติก เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าความสูงและความยาวของรากหญ้าแฝกที่ปลูกในน้ำที่ปนเปื้อนไซยาไนด์มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปลูกในน้ำกลั่น และหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกามีการดูดซับไซยาไนด์ได้ดีที่สุด ในขณะที่พันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ไม่สามารถทนต่อน้ำที่ปนเปื้อนไซยาไนด์ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และยังคงเหลือไซยาไนด์ปนเปื้อนในน้ำเกินมาตรฐาน ดังนั้นพันธุ์ศรีลังกาจึงมีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์มากที่สุด

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบไซยาไนด์ที่เหลืออยู่ในน้ำหลังการบำบัดด้วยหญ้าแฝกและความทนทานของหญ้าแฝกต่อพิษของไซนาไนด์ที่ปนเปื้อนในน้ำจากการทดลอง

ความเข้มข้นไซยาไนด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณไซยาไนด์ที่เหลือในน้ำ (มิลลิลิตร)/ความทนของหญ้าแฝก (สัปดาห์)		
	พันธุ์ศรีลังกา	พันธุ์สงขลา 3	พันธุ์สุราษฎร์ธานี
5	(-)/8	(-)/6	(-)/8
10	(-)/8	(-)/6	(-)/7
15	(-)/8	(-)/5	(-)/7
20	(-)/6	(-)/4	(-)/6
25	(-)/6	(-)/4	(-)/5
30	(-)/6	(-)/4	(-)/5
35	(-)/5	5.78/4	1.25/5
40	2.66/5	9.24/4	11.46/4
45	3.11/5	12.78/4	11.14/4
50	9.87/5	14.32/4	17.42/4

ที่มา : ปิยะดา (2557)

Darajeh *et al.* (2016) ศึกษารูปแบบการลดปริมาณค่าบีโอดีและซีโอดีของน้ำทิ้งที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มในประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีการผลิตน้ำมันปาล์มเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากประเทศอินโดนีเซียทำให้ เกิดปัญหาน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมัน (Palm oil mill effluent ; POME) ซึ่งเป็นปัญหาที่ยากต่อการแก้ไข เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ทำให้ยากต่อการบำบัดทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ในการทดลองนี้จึงนำเทคนิคหญ้าแฝกลอยน้ำ ในสภาวะที่เหมาะสมมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมัน (Palm oil mill secondary effluent ; POMSE) โดยจำลองสภาวะบ่อกักเก็บน้ำทิ้งในถังใหญ่ขนาด 40 ลิตร ทำการทดสอบหน่วยที่ใช้ในการทดลองที่ต่างกัน และใช้วิธี response surface methodology (RSM) ในการวัดค่าหากระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ปัจจัยสำคัญในการทดลองนี้ คือ 1) ค่าความเข้มข้น POMSE 2) ความหนาแน่นหญ้าแฝกที่นำมาใช้ และ 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย 1-4 สัปดาห์ โดยแผนการทดลองที่นำมาใช้ คือ central composite design (CCD) ซึ่งอาศัยการประเมินค่าบีโอดีและซีโอดี จากการทดลองพบว่าสสารในน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าบีโอดี และซีโอดีลดลงไปถึง 96 และ 94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยบันทึกข้อมูลตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยหน่วยทดลองที่ให้ค่าบีโอดีดีที่สุดมีค่าบีโอดีเพียง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีการปลูกหญ้าแฝก 15 กอ ระยะเวลา 13 วัน โดยมีค่าความเข้มข้น POMSE เริ่มต้นที่ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หน่วยการทดลองที่ดีรองลงมาคือ มีค่าบีโอดี 32 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้หญ้าแฝกจำนวน 30 กอ ระยะเวลา 24 วัน และมีค่าความเข้มข้นของ POMSE

175 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองจะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและการตอบสนองต่อการบำบัดมีนัยสำคัญหรือมีแนวโน้มเป็นไปตามทฤษฎี จึงสรุปได้ว่าหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมัน

4. วิเคราะห์สรุปผลแนวทางการนำไปใช้และการจัดการที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์และศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย สามารถสรุปผลแนวทางการนำไปใช้และการจัดการที่เหมาะสม ได้ดังนี้

4.1 หญ้าแฝกลุ่มมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย สามารถบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลทั้งในระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Biological Nutrient Removal Activated Sludge ;BNRAS) หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นพืชในชั้นกรอง (Vegetated Submerged Bed Constructed Wetlands ;VSBCW) พบอีกว่าการบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลเมืองที่มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่มีการปลูกหญ้าแฝกในชั้นกรองใต้น้ำร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ นั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์เพียงอย่างเดียว

4.2 หญ้าแฝกมีความสามารถพิเศษที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายสภาวะที่มีความเครียดสูง เช่น สภาวะที่มีความเค็มจัด เป็นกรด เป็นด่างและ/หรือสภาวะที่มีโลหะ ซึ่งในโรงแรมชั้นนำมีปริมาณน้ำเสียที่ต้องการบำบัดเป็นจำนวนมากต่อวัน และระบบบำบัดน้ำเสียด้วยหญ้าแฝกสามารถลดค่าบีโอดีได้ 80-85 เปอร์เซ็นต์ ลดค่าซีโอดีได้ 85-90 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดจำนวนแบคทีเรีย *E.coli* ได้ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่ถูกบำบัดทั้งหมดอยู่ภายใต้มาตรฐานของ IS2292, 1992

4.3 หญ้าแฝกสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกในลักษณะแพลอยน้ำ โดยพันธุ์ศรีลังกา และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีในการบำบัดน้ำทิ้งร่วมกันจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด และการปลูกหญ้าแฝกด้วยเทคนิคแท่นลอยน้ำ เพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนสามารถใช้ในการบำบัดได้ดี

4.4 หญ้าแฝกมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม (โรงงานนม โรงงานแบตเตอร์รี่ โรงงานผลิตโคมไฟ และโรงงานหมึกพิมพ์ อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม) โดยสามารถลดปริมาณค่าบีโอดีและซีโอดีของน้ำทิ้งที่ได้เป็นอย่างดี

4.5 หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในรูปซีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน และไนโตรเจน ด้วยระบบบำบัดน้ำเสียขั้นสูงโดยการผสมผสานบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝก

4.6 หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา สงขลา และสุราษฎร์ธานี สามารถนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำของน้ำเสียชุมชนได้ และสารมาถบำบัดไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนในน้ำได้ โดยหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกามีการดูดซับไซยาไนด์ได้ดีที่สุด จึงมีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์มากที่สุด

4.7 หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 สามารถบำบัดโครเมียมและอาร์เซนิคในระบบบึงประดิษฐ์สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดอาร์เซนิคต่ำ แต่ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดี และไม่พบพืชตายเนื่องจากน้ำเสียที่ปนเปื้อนโครเมียมและอาร์เซนิค ใบหญ้าแฝกจะมีการสะสมอาร์เซนิคเพิ่มมากขึ้นทุกปี

4.8 หญ้าแฝกพันธุ์มอนโต ราชบุรี และสุราษฎร์ธานี สามารถดูดซึมโลหะหนักได้ไม่ต่างกัน โดยมีปริมาณโลหะหนักสะสมมากที่สุดอยู่ในราก รองลงมาคือส่วนใบ และลำต้น

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาบทบาทของหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมข้างต้น จะเห็นได้ว่าหญ้าแฝกมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดีทั้งในระบบแพลอยน้ำ ระบบบึงประดิษฐ์และการปลูกหญ้าแฝกในแหล่งน้ำเสีย โดยหลังจากการบำบัดน้ำเสียแล้วพบว่าค่าบีโอดี ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัสทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมดลดลง และมีค่าดีโอเพิ่มสูงขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดีสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ ซึ่งความแตกต่างของพันธุ์หญ้าแฝกให้ผลการบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันไม่มากนัก ระบบการปลูกหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสีย มี 2 ระบบ คือ ระบบแพลอยน้ำ และระบบการปลูกหญ้าแฝกลงดินในแหล่งน้ำเสีย คือ

การปลูกหญ้าแฝกในระบบแพลอยน้ำสามารถใช้บำบัดน้ำเสียได้จากหลายแหล่ง ได้แก่

1. การบำบัดน้ำเสียชุมชนควรใช้หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี (กนกพร, 2549 ทัศนี และคณะ, 2557) แต่หากน้ำเสียมีบีโอดีและธาตุอาหารสูงสามารถใช้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ได้ (กนกพร, 2549) และมงคล และคณะ (2549) ยังพบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 สามารถลดกลิ่นของน้ำเสียให้อยู่ในระดับปกติที่ไม่รบกวนได้นอกจากนี้การปลูกหญ้าแฝกร่วมกับผักตบชวาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้มากขึ้นอีกด้วย เนื่องจากหญ้าแฝกอาศัยรากที่ยาวทำหน้าที่ในการเป็นตัวกลางในการยึดเกาะของจุลินทรีย์และสามารถดูดสารอินทรีย์มาเป็นอาหาร และมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ผักตบชวามีประสิทธิภาพสามารถดูดซับฟอสฟอรัสทั้งหมดและทีเคเอ็นได้ดี (ทัศนี และคณะ, 2557)

2. หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนมได้ดี (ดารินทร์, 2551)

3. การบำบัดน้ำชะมูลฝอยดิบ ควรใช้หญ้าแฝกหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี เจริญเติบโตได้ดีในน้ำชะมูลฝอยที่ได้รับการบำบัดแล้วและน้ำคลองควรใช้หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 (วิลาวัลย์ และคณะ, 2552)

4. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มควรมีการใช้หญ้าแฝก 15 กอต่อปริมาณน้ำเสีย 40 ลิตร และมีระยะเวลาในการบำบัด 13 วัน (Darajeh *et al*., 2016) การบำบัดน้ำเสียโดยระบบบึงประดิษฐ์ ได้แก่

4.1 การบำบัดโครเมียมหญ้าแฝกพันธ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดี (ชาลินี และคณะ, 2550)

4.2 การบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ที่มีการปลูกหญ้าแฝกในชั้นกรองใต้น้ำ (Vegetated Submerged Bed Constructed Wetlands ;VSBCW) ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ (Biological Nutrient Removal Activated Sludge ;BNRAS) นั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์เพียงอย่างเดียว (Badejo *et al*., 2017)

4.3 การบำบัดน้ำท้ายเขื่อนหรือน้ำดิบที่ไม่ได้รับการบำบัด โดยการผสมผสานบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่งกับหญ้าแฝก มีประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียในรูปซีโอดี แอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดได้เป็นอย่างดี (Xiao *et al*., 2009)

ระบบการปลูกหญ้าแฝกลงดินในแหล่งน้ำเสีย ได้แก่

1. การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโต และบำบัดน้ำเสียได้ทั้งโรงงานนม โรงงานแบตเตอร์รี่ โรงงานผลิตโคมไฟ และโรงงานหมึกพิมพ์ ซึ่งโรงงานหมึกพิมพ์น้ำเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนจำนวนมากควรปลูกหญ้าแฝกพันธุ์กำแพงเพชร2 เนื่องจากเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถลดโลหะหนักในน้ำเสียได้อีกด้วย เช่น ลดตะกั่วจากน้ำเสียโรงงานแบตเตอร์รี่ ลดสังกะสีจากน้ำเสียโรงงานผลิตโคมไฟ ลดเหล็กและทองแดงจากน้ำเสียโรงงานหมึกพิมพ์ ดังนั้นหญ้าแฝกจึงมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี (สุทธิรักษ์, 2549)

2. การบำบัดน้ำทิ้งจากห้องครัวในโรงแรม การบำบัดด้วยหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้เป็นอย่างดีซึ่งตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่ถูกบำบัดทั้งหมดอยู่ภายใต้มาตรฐานของ IS2292, 1992 และยังสามารถลดจำนวนแบคทีเรีย *E.coli* ได้ถึง 85% (Mathew *et al*., 2016)

นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย ได้แก่ หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์ได้เป็นอย่างดี (ปิยะดา, 2557) อีกทั้งยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถดูดซึมโลหะหนักได้แก่ สารหนู ตะกั่ว และแคดเมียม โดยมีปริมาณโลหะหนักสะสมมากที่สุดอยู่ในราก รองลงมาคือส่วนใบและลำต้น โดยหญ้าแฝกพันธุ์มอนโตเจริญเติบโตทน

ต่อความเป็นพิษของโลหะหนักได้มากที่สุด (อัจจิมา, 2546) และหญ้าแฝกยังช่วยกรองสารพิษรอบกองขยะโดยปลูกหญ้าแฝก 3 แถว โดยสะสมสารอาร์เซนิคไว้ที่ใบของหญ้าแฝก (ชัยชนะ, 2553)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ข้อมูลในการใช้หญ้าแฝกด้านการบำบัดสารปนเปื้อนในน้ำ และในสิ่งแวดล้อม
2. เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้สนใจ และนักวิชาการในการดำเนินการต่อไป

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียด้วยหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในเบื้องต้นควรทราบแหล่งที่มาของน้ำเสีย ลักษณะการปนเปื้อนว่ามีการปนเปื้อนสารชนิดใด และทราบระดับความรุนแรงของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด รวมถึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะทำการบำบัดว่ามีความรุนแรงอยู่ในระดับใด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกวิธีการที่จะใช้ในการบำบัดและเลือกพันธุ์หญ้าแฝกให้เหมาะสมต่อลักษณะน้ำเสียที่ต้องการ ซึ่งอาจใช้หญ้าแฝกพันธุ์เดียวหรือใช้หญ้าแฝกหลายพันธุ์ร่วมกันนอกจากนี้ยังสามารถใช้หญ้าแฝกร่วมกับพืชบำบัดน้ำเสียชนิดอื่น ซึ่งอาจให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้หญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้การบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญส่ง. 2549. **ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกที่ปลูกด้วยเทคนิคลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชน**. รายงานการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร

กรมควบคุมมลพิษ.2545. **น้ำเสียในชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย.** โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2558. **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2557.**บริษัท เท็กแอนด์เจอนัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2559. **การบำบัดน้ำเสีย**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html, 23 พฤศจิกายน 2559.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. **คู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการขยายและการปลูกหญ้าแฝก.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. **คู่มือเรื่องการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการพัฒนาที่ดิน.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. **เอกสารคำแนะนำรูปแบบการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการพัฒนาที่ดินอย่างยั่งยืน.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

ชยพร แอคะรัจน์. 2559. **วิชาการเกษตร.** แหล่งที่มา: https://www.gotoknow.org/posts/416719, 23 พฤศจิกายน 2559.

ชัยชนะ บัวชุม. 2553. **การปลูกหญ้าแฝกรอบกองขยะเพื่อกรองสารพิษ**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

ชาลินี ศักดิ์แสน และศศิธร พุทะวงษ์. 2550. **การบำบัดโครเมียมและอาร์เซนิกด้วยหญ้าแฝกและธูปฤาษีในบึงประดิษฐ์**. การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐสิมา โทขันธ์ ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย และเมทินี กัญจนา. 2559. **ประสิทธิภาพของแหนแดงและหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำเสียชุมชน.** วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 40(1): 991-998.

ดารินทร์ แซ่ตั้ง. 2551. **การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ทัศนี วิสาขะ สุนันทา เลาวัณย์ศิริ และสร้อยดาว วินิจนันทรัตน์. 2557. **การบำบัดน้ำเสียชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคามโดยระบบพืชปลูกบนแพลอยน้ำ**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประชุมวิชาการ มหาสารคามวิจัยครั้งที่ 10, 467-478.

ธนพล เพ็ญรัตน์ และพิมพวัฒน์ ธีรฐิตยางกูร. 2557. **หญ้าแฝกกับการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย: กรณีลักลอบทิ้งน้ำเสียอุตสาหกรรมที่ ตำบลหนองแหน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา.** รายงานผลการประชุมสัมมนา การพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ครั้งที่ 6.

บุญรอด สวัสดิ์พานิช. 2540. **ประสิทธิภาพของระบบพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชน**. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย, กรุงเทพฯ.

เบญจนี เครือแก้ว. 2545. **การคัดเลือกพืชน้ำบางชนิดในท้องถิ่นเพื่อบำบัดน้ำเสียจากเขตเทศบาลเมืองสกลนคร**. กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

ปิยะดา วชิระวงศกร. 2557. **ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการดูดซับและทนต่อสารพิษพวกไซยาไนด์ในน้ำ**. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย” และนิทรรศการ“การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว” จากท้องถิ่นสู่อาเซียน 2557, 460-467. พืชน้ำเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสีย. ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร.

มงคล ต๊ะอุ่น สันติภาพ บัญจพรรค์ พัชรี ธีรจินดาขจร และวันเพ็ญ วิโรจน์กูฎ. 2559. **การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของหนองน้ำเสียชุมชน.** วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 34(4): 267-273.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. **มลพิษในแหล่งน้ำ**. แหล่งที่มา:http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/fisher/fi16/page_9.htm, 23 พฤศจิกายน 2559.

วิลาวัลย์ ฤทธิกาญจน์. 2552. **ประสิทธิภาพของหญ้าแฝกที่ปลูกด้วยเทคนิคแพลอยน้ำในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. **การบำบัดน้ำเสียโดยธรรมชาติ**. แหล่งที่มา:http://km.rdpb.go.th/Knowledge/View/76, 27 พฤศจิกายน 2559.

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2538. **โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน**. บริษัท ซีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

สุทธิรักษ์ ตั้งเรืองเกียรติ นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ และฤทธี มีสัตย์. 2549. **ศักยภาพการใช้แฝกในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม.**วารสารดินและปุ๋ย, 28(2): 91-105.

สุมล นิลรัตน์นิศากร และไพทิพย์ ธีรเวชญาณ. 2552. **โครงการการบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมด้วยต้นธูปฤาษี**. ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร.

อนงนาฏ ศรีประโชติ. 2558. **ความอุดมสมบูรณ์ของดินและโภชนาการพืช**. แหล่งที่มา: https://ag2.kku.ac.th/eLearning/132351/Doc%5C122351_Lec7NutrTransport-57(Dr.Anongnat). pdf, 27 พฤศจิกายน 2559.

อรุโณทัย จำปีทอง. 2554. **การประเมินประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสารอินทรีย์ไนโตรเจนของพืชน้ำเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสีย**. ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร.

อัจจิมา มีพริ้ง. 2546. **การศึกษาความสามารถดูดซับโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินของหญ้าแฝกต่างกลุ่มพันธุ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

Badejo, A.A., D.O. Omolea, J.M. Ndambukia and W.K. Kupolati. 2017. **Municipal wastewater treatment using sequential activated sludgereactor and vegetated submerged bed constructed wetland planted with Vetiveriazizanioides**. Ecological Engineering 99: 525–529.

Darajeh, N., A. Idris, H.R.F. Masoumi, A. Nourani, P.Truong and N.A. Sairi. 2016. **Modeling BOD and COD removal from Palm Oil Mill Secondary Effluent in Floating wetland by *zizanioides* (L.) using response surface methodology.** Journal of Environmental Management 181: 343-352.

Mathew, M., Sr.C. Rosaryb, M.Sebastianc and S.M. Cheriand. 2016. **Effectiveness of Vetiver System for the Treatment of Wastewater from an Institutional Kitchen.** Procedia Technology 24: 203-209.

Xiao, W., H. Bao-ping, S.Ying-zheng and P.Zong-qiang. 2009**. Advanced wastewater Treatment by integrated vertical flow constructed wetland with *vetiveriazizanioides*in north China.** ProcediaEarth and Planetary Science 1: 1258-1262.

กรมพัฒนาที่ดิน