

บทที่ 2

ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มลพิษน้ำ

ปัญหามลพิษน้ำ ส่งผลให้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในบางพื้นที่ หรือในบางช่วงฤดูกาลยิ่งลดจำนวนลง การปนเปื้อนจากมลสารหลากหลายชนิดที่มีในน้ำเสีย เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำลดลงจนอาจถึงระดับที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคหรืออุปโภคในชีวิตประจำวันของมนุษย์ได้ ทำให้ข้อจำกัดด้านทรัพยากรน้ำยังมีความรุนแรงมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการปนเปื้อนมลสารของแหล่งน้ำธรรมชาติ ยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งโดยปกติแหล่งน้ำอาจถูกใช้เป็นแหล่งนันทนาการ หรือแหล่งผลิตทางการประมงด้วย ดังเช่นการพบปัญหาการปนเปื้อนมลสารของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณจังหวัดอ่างทอง เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2550 ซึ่งมีผลทำให้คุณภาพน้ำลดต่ำลงจนเป็นอันตรายต่อปลาในกระชัง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสูญเสียรายได้ และยังทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงส่งผลต่อการใช้น้ำของประชาชนบริเวณที่เกิดปัญหา รวมถึงบริเวณปลายน้ำด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) กรณีปัญหาที่เกิดขึ้นนี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ทั้งนี้การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ โดยมิได้มีการบำบัดอย่างเหมาะสมก่อน เป็นสาเหตุประการสำคัญต่อการเสื่อมโทรมลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ โดยกิจกรรมหลักของมนุษย์ ที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย ได้แก่ กิจกรรมในชีวิตประจำวัน กิจกรรมการเกษตร และกิจกรรมการอุตสาหกรรม ทั้งนี้ จะพบว่าการจัดการหรือบำบัดน้ำเสียที่ได้ถูกผลิตขึ้นนั้น เกิดขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณน้ำเสียที่ถูกระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเป็นอย่างมาก ทำให้การเกิดผลกระทบจากปัญหามลพิษน้ำมีโอกาสดังกล่าวเกิดขึ้นได้สูง

จากผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ โดยกรมควบคุมมลพิษ ในปี 2551 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 จะพบว่าร้อยละ 25 ของแหล่งน้ำทั้งหมด ยังมีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม หรือจัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช่ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถใช่เพื่อการอุตสาหกรรม ขณะที่ส่วนใหญ่ หรือร้อยละ 53 ของแหล่งน้ำที่ติดตามตรวจสอบ มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ หรือจัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถใช่เพื่อการเกษตร ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาค่าของดัชนีคุณภาพน้ำแล้ว พบว่าน้ำทิ้งชุมชนเป็นสาเหตุหลักของความเสื่อมโทรม ร่วมกับการรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ไม่ผ่านการบำบัดด้วย ซึ่ง กรมควบคุมมลพิษ (2552) ได้เสนอมาตรการในการป้องกันและแก้ไขไว้หลายประการ ได้แก่ การจัดทำเกณฑ์หรือแนวปฏิบัติในการลดและป้องกันมลพิษจากแหล่งกำเนิดหรือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด การผลักดันให้มีการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน การส่งเสริมให้ประชาชนลดการใช้น้ำเพื่อลดปริมาณการเกิดน้ำเสียและผลักดันให้มีการจัดการน้ำเสียที่ต้นทาง เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 สถานการณ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญของประเทศ ปี 2551

เกณฑ์ คุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำจัดในภาคต่างๆ ของประเทศ					ร้อยละของ แหล่งน้ำ ทั้งหมด
	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาค ตะวันออก	ภาคใต้	
ดี (แหล่งน้ำ ประเภทที่ 2)	อิง แม่จาง	แควใหญ่ ⁺ แควน้อย ⁺ เพชรบุรีตอนบน ⁺	ลำตะคองตอนบน ⁺ ลำปาว ⁺ มูล ⁺ พอง ⁺	จันทบุรี ⁺ เวฬุ ประแสร์	ตาปีตอนบน พุมดวง ตรัง ⁺⁺ หลังสวน	22
พอใช้ (แหล่งน้ำ ประเภทที่ 3)	กก ปิง วัง ยม น่าน ลี ⁺ บึงบอระเพ็ด ⁺	ท่าจีนตอนบน ⁺ น้อย ป่าสัก ⁺ กุยบุรี ⁺ เจ้าพระยาตอนบน เจ้าพระยาตอนกลาง ปราณบุรี ⁺ แม่กลอง	อุน ซี สงคราม เลย์ ⁺ ลำชี ⁺ หนองหาน เสียว ⁺	ตราด พังราด ระยอง ตอนบน	ตาปีตอนล่าง ชุมพร สายบุรี ⁺ ปากพนัง ⁺	53
เสื่อมโทรม (แหล่งน้ำ ประเภทที่ 4)	กวัง กว๊านพะเยา	-	ลำตะคองตอนล่าง ⁺	ระยอง ตอนล่าง ⁺ นครนายก ⁺ ปราจีนบุรี ⁺ บางปะกง ⁺	ปัตตานีตอนบน ปัตตานีตอนล่าง ทะเลสาบสงขลา ทะเลหลวง ทะเลน้อย คลองเทพา	25
เสื่อมโทรม มาก (แหล่งน้ำ ประเภทที่ 5)	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: ++ : แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำ ดีขึ้น 2 ระดับ เมื่อเทียบกับปี 2550

+ : แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำ ดีขึ้น 1 ระดับ เมื่อเทียบกับปี 2550

- : แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำ ลดลง 1 ระดับ เมื่อเทียบกับปี 2550

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

2.2 น้ำเสียชุมชนและการบำบัด

น้ำเสียชุมชนเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ในการชะล้างทำความสะอาด สระอาร่างกาย ชำระล้างสิ่งปฏิกูล การใช้ในการทำความสะอาดบ้านเรือน การใช้น้ำในการทำความสะดวก วัตถุติดในการประกอบอาหาร ใช้ในกระบวนการประกอบอาหาร การล้างทำความสะอาดเครื่องครัว เป็นต้น

กรมควบคุมมลพิษ (2547ก) ระบุว่า น้ำเสียชุมชน (Domestic wastewater) หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่างๆ เป็นต้น

ปริมาณน้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำใช้ ซึ่งมีจำนวนประชากรเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณการใช้น้ำและการผลิตน้ำเสีย นอกเหนือจากอัตราการใช้ ทั้งนี้ ประชากรในพื้นที่ที่มีความสะดวกในการเข้าถึงแหล่งน้ำใช้ เช่น เมืองใหญ่ต่างๆ จะมีอัตราการใช้น้ำสูงกว่าประชากรในพื้นที่ชนบทที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน น้ำทิ้งชุมชนจึงมีการผลิตและปลดปล่อยลงสู่แหล่งรองรับอยู่ตลอดเวลา

มลสารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย เป็นสิ่งที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบขึ้นกับแหล่งรองรับน้ำเสีย นั้น ซึ่งลักษณะของผลกระทบและความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณของสิ่งปนเปื้อน และลักษณะของ แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งรองรับ โดยทั่วไป น้ำเสียชุมชนจะมีสารอินทรีย์ ของแข็งทั้งที่เป็นสารละลายและสารแขวนลอย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแบคทีเรีย (Coliform bacteria) ปนเปื้อนอยู่เป็นจำนวนมาก กรมควบคุมมลพิษ (2547ก) ได้ระบุถึงองค์ประกอบที่พบปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย หรือน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ดังนี้

1) สารอินทรีย์ ซึ่งเป็นมลสารที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ แต่จะทำให้ปริมาณออกซิเจนใน แหล่งน้ำลดต่ำลง และหากมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณมาก จะทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียได้

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้

3) โลหะหนักและสารพิษ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ โดยปกติน้ำทิ้งชุมชน จะพบการปนเปื้อนโลหะหนักและสารพิษน้อยกว่าน้ำทิ้งประเภทอื่น

4) น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ ซึ่งจะบดบังการรับแสงและการเติมอากาศของแหล่งน้ำ

5) ของแข็ง ซึ่งจะทำให้น้ำในแหล่งน้ำขุ่น ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ รวมถึงทำให้แหล่งน้ำเกิด การตื้นเขิน

6) สารก่อให้เกิดฟอง หรือสารซักฟอก ซึ่งจะขัดขวางการเติมอากาศของแหล่งน้ำ และส่งผลต่อ สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

7) จุลินทรีย์ ซึ่งบางชนิดเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค

8) ธาตุอาหาร ได้แก่ ธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่จะส่งผลให้พืชสีเขียวในแหล่งน้ำเกิด การเพิ่มจำนวนขึ้นมากกว่าปกติอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ และจะทำให้แหล่งน้ำ เกิดการเน่าเสียจากการตายของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำที่เกิดปัญหา

9) กลิ่น ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน จะพบในน้ำที่มีมลสารปนเปื้อนในปริมาณ มากและน้ำมีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการย่อยสลายโดยกระบวนการใช้ออกซิเจน จึงเกิดกลิ่นขึ้นจากการย่อย สลายโดยกระบวนการย่อยที่ไม่ใช้ออกซิเจน

การบำบัดน้ำเสียก่อนการระบายน้ำเสียนั้นลงสู่แหล่งรองรับตามธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อ เป็นการป้องกันและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับแหล่งน้ำ และสิ่งแวดล้อมโดยรอบ รวมถึงเพื่อรักษา ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งการบำบัดน้ำเสียหรือการ ปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนการระบายทั้งนี้ ควรดำเนินการกับน้ำเสียทุกประเภท ทั้งนี้รวมถึงน้ำเสียชุมชน ด้วย

กระบวนการหรือวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียมีหลากหลายวิธี ซึ่งการเลือกระบบ หรือวิธีการที่เหมาะสมนั้น มีปัจจัยในการพิจารณา ดังนี้ ลักษณะของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด คุณภาพของ น้ำหลังการบำบัด ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่บำบัด และราคา ค่าลงทุนในการก่อสร้างและการ ดำเนินการ เป็นต้น ทั้งนี้ระบบที่ใช้ในการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียชุมชนอาจแบ่งตามลักษณะ ของการจัดการแบบแยกการบำบัดเป็นรายย่อยขนาดเล็ก หรือการจัดการบำบัดแบบรวม โดยสามารถแบ่ง รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนได้เป็น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment) และ ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งจะมีการรวบรวมน้ำเสียทั้งที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดขนาดเล็กมาบ้าง แล้ว และน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านกระบวนการบำบัดเข้าสู่การบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่น บำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือน โรงเรียน อาคารสำนักงาน เป็นต้น ซึ่งระบบที่มีการใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ บ่อดักไขมัน บ่อเกรอะ ระบบบ่อกกรองไร้อากาศ เป็นต้น สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียรวม เป็นการรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่หนึ่งๆ โดยมีระบบระบายและระบบรวบรวมน้ำเสีย ทำการรวบรวมและนำน้ำเสียนั้นเข้าสู่ระบบบำบัดขนาดใหญ่เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียนั้นก่อนปล่อยออกสู่แหล่งรองรับน้ำ ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียรวมที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน ได้แก่ บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) บึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) คลองวนเวียน (Oxidation Ditch) และระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotation Biological Contactor) ทั้งนี้ ในกระบวนการบำบัดไม่ว่าจะเป็นการบำบัดในรูปแบบย่อย หรือการบำบัดรวม กระบวนการในการบำบัดน้ำเสียจะเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะ คือ กระบวนการบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment) ซึ่งเป็นการแยกเอาของแข็ง สารแขวนลอยที่ปนอยู่ในน้ำเสียออกด้วยแรงประเภต่างๆ กระบวนการบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment) ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการทางเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) ซึ่งเป็นการบำบัดโดยการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบ ซึ่งจะต้องดูแลให้ระบบอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ กรมควบคุมมลพิษ (2547ก)

2.3 ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง

ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง เป็นบึงประดิษฐ์ประเภทหนึ่ง ซึ่งสามารถจำแนกระบบบึงประดิษฐ์ตามลักษณะการไหลของน้ำในระบบ ได้เป็น 3 ประเภท อันได้แก่ ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว (Free water surface flow constructed wetland: FWS CW) ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวนอน (Horizontal subsurface flow constructed wetland: HSF CW) และระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง (Vertical subsurface flow constructed wetland: VSF CW) (Shutes, 2001; Kadlec and Knight, 1996; Crites, 1994) ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่งนี้ ได้ถูกใช้ในการบำบัดน้ำเสียอย่างแพร่หลาย เช่นเดียวกับระบบบึงประดิษฐ์ประเภทอื่น ทั้งนี้ เนื่องจากระบบบึงประดิษฐ์เป็นระบบที่ง่ายในการดูแลและดำเนินการ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษามีราคาถูก กระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในระบบบึงประดิษฐ์ทุกประเภทร่นั้น เป็นการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบภายในระบบ จึงเป็นระบบบำบัดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (Shutes, 2001; Ayaz and Akca, 2001; U.S. EPA, 2000; Chen *et al.*, 2008)

ทั้งนี้ กระบวนการบำบัดหลัก ที่เกิดขึ้นภายในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง มีดังนี้ น้ำเสียที่ระบายลงสู่ระบบจะผ่านกระบวนการกรองโดยรากพืช และตัวกลางหรือวัสดุกรองประเภทต่างๆ ที่บรรจุอยู่ภายในระบบ ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยกรองสารแขวนลอยประเภทต่างๆ ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ออกจากน้ำเสีย นอกจากนั้น มลสารในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปด้วยจุลินทรีย์ในระบบทั้งจากจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งกระบวนการย่อยสลายนี้จะเกิดบริเวณส่วนบนของระบบซึ่งมีโอกาสดำรงการสัมผัสกับอากาศและได้รับการเติมออกซิเจนส่วนหนึ่งจากรากพืช ขณะที่ มลสารบางส่วนจะถูกย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่บริเวณส่วนล่างของระบบ สำหรับกระบวนการในการลดแบคทีเรียก่อโรคที่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียนั้น เกิดจากการที่น้ำเสียถูกระบายเข้าสู่ระบบที่มีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการ

ดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกลุ่มดังกล่าว ทำให้เชื้อก่อโรคเหล่านั้นไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ในส่วนของการบำบัดธาตุอาหารที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสนั้น ธาตุอาหารไนโตรเจนจะถูกดูดซึมโดยพืชภายในระบบ นอกจากนั้น ไนโตรเจนบางรูปจะถูกย่อยสลายและเปลี่ยนรูปโดยจุลินทรีย์ ไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ และบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปก๊าซ ซึ่งจะระเหยออกจากระบบ จึงช่วยลดการปนเปื้อนของไนโตรเจนในน้ำเสียได้ ขณะที่ ฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้น บางส่วนจะถูกดูดซึมไปใช้โดยพืช บางส่วนจะเกิดปฏิกิริยารวมตัวหรือจับตัวกับธาตุอื่นที่เป็นองค์ประกอบของตัวกลาง (media) ที่บรรจุอยู่ภายในระบบ (Tanner *et al.*, 2002; U.S. EPA, 2000; Kadlec and Knight, 1996; U.S. EPA, 1993) ดังนั้น จะพบว่ากระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้ เกิดขึ้นได้โดยการทำงานขององค์ประกอบที่มีอยู่ภายในระบบ โดยไม่ต้องการพลังงานหรือสารเคมีเพิ่มเติม จึงไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมข้างเคียง ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการออกแบบ และการจัดการระบบอย่างเหมาะสม ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีความเหมาะสมและสะดวกต่อการนำไปใช้ และเกิดระบบที่มีลักษณะเฉพาะที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่มีความเฉพาะได้ จะช่วยให้เกิดแนวทางหรือทางเลือกในการลดปัญหามลพิษที่มีประสิทธิภาพ

พืชที่ปลูกในระบบบึงประดิษฐ์ เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียของระบบ โดยส่วนต่างๆ ของพืชจะทำหน้าที่ในการกรองของเสีย และเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ประเภท Attached microbial รากของพืชจะช่วยนำออกซิเจนจากอากาศลงสู่บริเวณราก ทำให้จุลินทรีย์บริเวณดังกล่าวได้ใช้ออกซิเจนนั้นในกระบวนการบำบัด นอกจากนั้นพืชยังช่วยดูดซึมธาตุอาหารที่ปนเปื้อนในน้ำเสียเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืชเอง (Brix, 1994; Brix, 1997; Sakadevan and Bavor, 1999; Greenway, 1997) ดังนั้น การเลือกชนิดของพืชที่ใช้ในระบบ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนั้น ยังส่งผลถึงการดูแลระบบและการจัดการพืช เมื่อต้องทำการเก็บเกี่ยวพืชออกจากระบบด้วย โดยทั่วไปแล้ว พืชที่ใช้ในระบบบึงประดิษฐ์นั้นต้องเป็นพืชที่สามารถทนอยู่ได้ในภาวะน้ำท่วมขัง และต้องสามารถทนได้กับลักษณะเฉพาะของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด เช่น หากต้องการบำบัดน้ำที่มีค่าความเค็มสูงกว่าปกติ พืชที่ใช้จะต้องเป็นพืชที่ทนน้ำท่วมขังและทนเค็ม หรือในกรณีที่ต้องการบำบัดมลสารที่มีลักษณะเฉพาะที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย ก็จะต้องคัดเลือกพืชที่มีความสามารถสูงในการบำบัดมลสารประเภทนั้นๆ ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยจะช่วยในการกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการคัดเลือกชนิดพืช เช่น ผลการศึกษาของ Koottatep and Polprasert (1997) ได้รายงานถึงประสิทธิภาพการดูดซึมไนโตรเจนของธูปฤาษีในระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในเขตร้อน ซึ่งพบว่าสามารถดูดซึมได้ $0.29 \text{ g/m}^2/\text{d}$ Klomjek and Nitisoravut (2005) รายงานถึงประสิทธิภาพการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ของพืชจำนวน 8 ชนิด อันได้แก่ ธูปฤาษี กกกลม หญ้าแฝก หญ้าคา ลำหญ้าจอร์เจีย อะเมซอน หญ้าขน และ Asia crabgrass ในระบบบึงประดิษฐ์ที่บำบัดน้ำเสียซึ่งมีค่าความเค็มมากกว่าปกติ ซึ่งพบว่าพืชสามารถดูดซึมไนโตรเจนได้ $0.006\text{--}0.061 \text{ g/m}^2/\text{d}$ โดยธูปฤาษีมีความสามารถในการดูดซึมไนโตรเจนสูงที่สุด ในขณะที่กกกลมสามารถดูดซึมฟอสฟอรัสได้มากที่สุด โดยพบว่าฟอสฟอรัสถูกดูดซึมภายในระบบดังกล่าว $0.0002\text{--}0.0024 \text{ g/m}^2/\text{d}$ และ Ennabili *et al.* (1998) รายงานถึงการกักเก็บไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ของพืชในบึงประดิษฐ์ที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งพบว่า *T. angustifolia*, *P. angustifolia* และ *S. erectum* สามารถกักเก็บไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไว้ในเนื้อเยื่อ เท่ากับ $922, 561$ และ 375 kg N ha^{-1} และ $114, 72.1$ และ $84.8 \text{ kg P ha}^{-1}$

ตามลำดับ ขณะที่ Madyiwa *et al.* (2003) ได้รายงานถึงความสามารถของ Star grass (*Cynodon nlemfuensis*) ในการบำบัด Pb และ Cd ในน้ำเสีย เหล่านี้เป็นต้น

นอกเหนือจากเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อคัดเลือกพืชดังกล่าวข้างต้นแล้ว การจัดการพืชโดยการเก็บเกี่ยวออกจากระบบเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบ ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง ดังนั้น หากพืชที่เลือกใช้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ก็จะเกิดเป็นผลพลอยได้จากระบบและไม่เกิดเป็นปัญหาของเหลือที่ต้องทำการจัดการในลำดับต่อไป ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้พิจารณาถึงการเลือกใช้หญ้าอาหารสัตว์เพื่อปลูกในระบบ ซึ่งนอกเหนือจากการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำแล้ว จะทำการศึกษาถึงผลผลิตที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งผลการศึกษาจะให้แนวทางหนึ่งในการผลิตหญ้าอาหารสัตว์ด้วยน้ำเสียชุมชน ซึ่งเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งหรือในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรน้ำ

2.4 การใช้บึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง ในการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียนั้น สามารถดำเนินการได้หลายวิธีการด้วยกัน ซึ่งการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และนิยมใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือชุมชน หรือการใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ได้มีการปนเปื้อนมลสารที่มีความเป็นพิษสูง ดังจะพบว่าในกรุงปักกิ่ง ประเทศจีน บึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง ได้ถูกสร้างขึ้นในปี 2004 บริเวณใกล้แม่น้ำ Longdao เพื่อทำการบำบัดน้ำเสีย และเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศของแหล่งน้ำข้างเคียง ซึ่งพบว่าระบบบึงประดิษฐ์นี้สามารถลดธาตุอาหาร และลดผลกระทบจากการระบายธาตุอาหารลงสู่แหล่งน้ำได้ดี ทั้งนี้ระบบสามารถบำบัด BOD₅, COD, TSS และ TP ได้ถึงร้อยละ 87.2, 81.8, 85.1 และ 98.8 ตามลำดับ (Chen *et al.*, 2008)

ในประเทศ Estonia ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวนอน ถูกใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงเรียน ซึ่งพบว่าระบบสามารถบำบัด BOD₇, TSS, TP, TN และ NH₄-N ได้ถึงร้อยละ 91, 78, 89, 63 และ 77 ตามลำดับ (Oovel *et al.*, 2007) ขณะที่ สมปอง และศุวศา (2549) ได้ใช้ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง ในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ซึ่งพบว่า รูปถ่ายซี กกอียิปต์ และหญ้าแฝก สามารถบำบัดซีโอไซด์และไนโตรเจนได้เป็นอย่างดี เหล่านี้เป็นต้น จะพบว่าระบบบึงประดิษฐ์มีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งข้อดีของระบบนี้ นอกเหนือจากการมีราคาถูก ดำเนินการได้ง่ายแล้ว ยังสามารถปรับขนาดของระบบให้มีความเหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ต้องการบำบัด จึงมีผลทำให้การนำไปประยุกต์ใช้จริงสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในพื้นที่ที่เป็นชุมชนขนาดเล็ก

นอกจากปัญหามลพิษน้ำแล้ว ปัญหาการขาดแคลนน้ำก็เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต โดยเฉพาะในกลุ่มคนที่ต้องใช้น้ำเป็นต้นทุนสำคัญในการประกอบอาชีพ เช่นอาชีพเกษตรกรรม การขาดแคลนน้ำจะส่งผลกระทบต่อรายได้ และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในที่สุด ซึ่งการวิจัยเพื่อนำเสนอแนวทางในการผลิตผลผลิตโดยการนำน้ำเสียมาใช้ประโยชน์นั้น จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างบูรณาการ ในการวิจัยครั้งนี้จึงจะได้ศึกษาถึงการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นการดำเนินการบำบัดน้ำเสียไปพร้อมๆ กับการผลิตหญ้าอาหารสัตว์ที่ทำการปลูกไว้ในระบบ ในปัจจุบันพบว่า หญ้าซึ่งเป็นอาหารหายากที่สำคัญของโคมีปริมาณไม่เพียงพอต่อโค เนื่องจากมีการเลี้ยงโคมากขึ้น และการขาดแคลนน้ำยังเป็นปัจจัยประการสำคัญต่อความไม่เพียงพอของหญ้า ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร และระบบการผลิตสัตว์ ดังนั้นจึงได้มีการพิจารณาเลือกใช้นิเวศของหญ้าอาหารสัตว์ที่

โดยพื้นฐานเบื้องต้นพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ในภาวะน้ำท่วมขัง อันได้แก่ หญ้าขน หญ้าแพงโกล่า และ หญ้าอะตราตัม (กรมปศุสัตว์, 2539; กรมปศุสัตว์, 2545ก; กรมปศุสัตว์, 2545ข; สายัณห์, 2548) มา ทำการศึกษาภายใต้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลได้ผิวในแนวดิ่ง ซึ่งผลการศึกษาจะ นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้และการประยุกต์ใช้ต่อไป

2.5 พืชอาหารสัตว์

การปศุสัตว์ เป็นกิจกรรมการเกษตรประเภทหนึ่งของเกษตรกรในประเทศ ซึ่งการปศุสัตว์หรือการ เลี้ยงสัตว์นี้ มีความต้องการอาหารสัตว์ปริมาณมากในกระบวนการเลี้ยง และสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ อาหารข้น (Concentrate) ซึ่งเป็น อาหารที่มีสารอาหารสูง และอาหารหยาบ (Roughage) ซึ่งเป็นกลุ่มของอาหารที่มีเยื่อใยสูง และให้โภชนา ที่ย่อยได้ต่ำ แต่เป็นอาหารหลักที่สำคัญที่สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องกินทุกวัน และอาหารหยาบที่ได้ส่วนใหญ่้นั้นได้ จากพืชถึงมากกว่า 70 % ของวัตถุดิบที่สัตว์กิน ซึ่งพืชที่นำมาใช้เป็นอาหารของสัตว์หรือ พืชอาหารสัตว์ นั้น จะหมายถึงพืชชนิดใดก็ได้ที่สัตว์สามารถใช้เป็นอาหารได้โดยไม่เป็นพิษต่อสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจาก พืชตระกูลหญ้าและพืชตระกูลถั่ว (สายัณห์, 2540) สำหรับพืชในวงศ์หญ้า ซึ่งมีประมาณ 10,000 ชนิดนั้น สามารถใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ประมาณ 40 ชนิด ซึ่งหญ้ากลุ่มที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่เป็นที่นิยมใน การเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ หญ้ามอริสส์ หญ้ารูซี่ หญ้าเนเปียร์ หญ้ากินนี หญ้าซิกแนล ส่วนหญ้าพื้นเมืองที่เป็นที่ นิยมในการเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ หญ้าชันกาด หญ้าคา หญ้าหนวดเสือ เป็นต้น ส่วนพืชในวงศ์ถั่วที่นิยมใช้เป็น พืชอาหารสัตว์ ได้แก่ กระถิน แค ถั่วฮามาต้า ถั่วลาย เป็นต้น และนอกจากพืชตระกูลหญ้าและพืชตระกูล ถั่วแล้ว ยังมีพืชในวงศ์อื่น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้ยืนต้นที่สามารถใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น ข่อย ขนุน เป็นต้น (ชาญชัย, ม.ป.ป.)

ในการผลิตหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด จะต้องพิจารณาถึงลักษณะเฉพาะของหญ้า วิธีการผลิต สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต เมล็ดหรือท่อนพันธุ์ที่ใช้ในการผลิต รวมถึงความต้องการหญ้าอาหารสัตว์ชนิด นั้นๆ ด้วย สำหรับชนิดของหญ้าอาหารสัตว์ที่จะศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัด รวมถึงปริมาณและ คุณภาพของหญ้าที่ผลิตในระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์นั้น ได้แก่ หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) หญ้า อะตราตัม (*Paspalum atratum*) และหญ้าแพงโกล่า (*Digitaria decumbens*) ซึ่งเป็นหญ้าอาหารสัตว์ ชนิดที่เติบโตได้ในพื้นที่ลุ่ม ซึ่งมีน้ำท่วมขังเป็นบางช่วงเวลา

หญ้าอะตราตัม (*Paspalum atratum*) หรือหญ้าอุบลพาสพาลัม เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินกรด และทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง แต่ไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้งยาวนาน ใบดก สีเขียวสดเป็นมัน ลำต้นตั้งเป็นกอ มีระบบรากฝอยที่หนาแน่น เริ่มตัดเลี้ยงสัตว์ได้ เมื่อหญ้าอายุประมาณ 60 วัน และตัดครั้งต่อไปทุก 30-40 วัน หญ้าอะตราตัมให้ ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.5-3.5 ton/rai/yr มีโปรตีน 7-8 % หญ้าอะตราตัมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในรูปตัดสด ปล่อยให้สัตว์แทะเล็ม หรือทำหญ้าหมัก แต่ไม่เหมาะสำหรับทำหญ้าแห้ง (กรมปศุสัตว์, 2545ก)

หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria decumbens*) เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,000 mm/yr ขึ้นได้ในดินหลายชนิด ตั้งแต่ดินทรายถึงดินเหนียว ทนแล้งได้ดี แต่ก็สามารถเติบโตได้ในพื้นที่ชื้นแฉะ ที่ชุ่มน้ำ ทนน้ำขัง จึงสามารถปลูกได้ทั้งในที่ลุ่มและที่ดอน หลังการปลูกครั้งแรก 60 วัน สามารถตัด เลี้ยงสัตว์ได้ และตัดครั้งต่อไปทุก 40 วัน แต่ถ้าเจริญเติบโตดีสามารถตัดได้ทุก 30 วัน การตัดหญ้าในที่ลุ่ม

และที่ตอนแต่ละครั้งจะได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 800-1,200 kg/rai ขึ้นกับสภาพแวดล้อม และการจัดการแปลงหญ้า หญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 40 วัน จะมีโปรตีนหยาบประมาณ 10 % ไขมัน 2.3 % และเยื่อใย 29 % (กรมปศุสัตว์, 2545ข)

หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เจริญเติบโตแบบกึ่งตั้งกึ่งเลื้อย ลำต้นทอดยาวไปตามพื้นดิน เจริญเติบโตได้ดีในดินหลายชนิด ตั้งแต่ดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้นาน หลังการปลูกครั้งแรก 60 วัน สามารถตัดเลี้ยงสัตว์ได้ และตัดครั้งต่อไปทุก 30-45 วัน จะได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งประมาณ 1.4-3.7 ton/rai/yr (กรมปศุสัตว์, 2539)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาถึงการใช้น้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียชุมชนในการผลิตพืชนั้น พบว่า Parameswaran (1999) ได้ใช้น้ำเสียจากบ้านเรือนในการผลิตแก่นตะวันหรือทานตะวันหัว (*Helianthus tuberosus* L.) ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกับทานตะวัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพืชสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ ขณะที่ Fonseca *et al.* (2007) ได้ใช้น้ำเสียหลังการบำบัดเป็นน้ำและแหล่งไนโตรเจนในการผลิต Tifton 85 bermudagrass ซึ่งเป็นหญ้าอาหารสัตว์ชนิดหนึ่ง และพบว่าสามารถใช้น้ำเสียในการผลิตหญ้าประเภทนี้ได้เช่นกัน

ในประเทศจีน Jun-feng *et al.* (2007) ได้ใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในการผลิตพืช 7 ชนิด คือ ขึ้นฉ่าย ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง แอปเปิ้ล ถั่วเหลือง และ Rapeseed (เมล็ดสมุนไพรรชนิดหนึ่ง) ซึ่งพบว่าพืชทั้ง 7 ชนิด ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการปลูกพืชตามปกติ โดยขึ้นฉ่าย ข้าวสาลี และข้าวโพด ให้ผลผลิตสูงกว่าปกติเกือบ 2 เท่า ซึ่งจะพบว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในการผลิตพืช

ในประเทศเม็กซิโก Zurita *et al.* (2009) ได้ศึกษาถึงการใช้ไม้เศรษฐกิจ ประเภทไม้ดอก จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ คาล่า ลิลลี่ (*Zantedeschia aethiopica*), เบิร์ดออฟพาราไดซ์ (*Strelitzia reginae*), หน้าวัว (*Anthurium andreanum*) และ ลิลลี่ แอฟริกัน (*Agapanthus africanus*) ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวทั้งแบบการไหลในแนวตั้ง และในแนวนอน ผลการศึกษาพบว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง มีประสิทธิภาพในการบำบัดมลสารในน้ำเสียหลายชนิดสูงกว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวนอน โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการบำบัด BOD, COD, Org-N, NH_4^+ , Total-P และ TC เท่ากับ 80.0, 80.0, 50.6, 72.2, 50.0 และ 96.9 % ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวนอน มีประสิทธิภาพสูงกว่าในการบำบัด NO_3^- และ TSS ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.7 และ 82.0 % ทั้งนี้พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดเช่นเดียวกับการบำบัดด้วยพืชที่นิยมใช้กันในระบบบึงประดิษฐ์โดยทั่วไป ผลการศึกษา พบว่าไม้ดอกที่ปลูกในระบบโดยส่วนใหญ่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตลอด 12 เดือน ของการศึกษา ทั้งนี้ การเจริญเติบโตของไม้ดอก ขึ้นกับประเภทของระบบบึงประดิษฐ์ โดย *Z. aethiopica* เติบโตได้ดีและให้ดอกประมาณ 60 ดอก ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวนอน ขณะที่ ไม้ดอกอีก 3 ชนิด เจริญเติบโตได้ดีกว่าในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง แม้ว่า *A. andreanum* จะตายในฤดูหนาว แต่จะพบว่า *S. reginae* และ *A. Agapanthus* สามารถให้ดอกได้ ซึ่งผลการศึกษายังได้สรุปว่า มีความเป็นไปได้ในการผลิตไม้ดอกเหล่านี้ในระบบบึงประดิษฐ์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

Dan *et al.* (2011) ได้ศึกษาถึงการใช้ไสน้ไต้หวัน (*Sesbania sesban*) ซึ่เป็นไม้พุ่มที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากเป็นน้ำเสียชุมชนผสมกับน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ด้วยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลได้ผิว ทั้ง 2 ประเภท โดยน้ำเสียได้ถูกระบายลงสู่ระบบด้วยอัตราบรรทุกทางชลศาสตร์ (HLR) 3 ค่า คือ 80, 160 และ 320 mm/d ผลการศึกษา พบว่า *S. sesban* เจริญเติบโตได้ดี และสามารถให้ผลผลิตแห้งที่มีไนโตรเจนสูง เท่ากับ 17.2–20.2 kg/m²/year โดยแปลงบำบัดที่ปลูก *S. sesban* มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าแปลงควบคุมที่ไม่มีการปลูกพืช การศึกษาครั้งนี้ได้มีการสรุปในเบื้องต้นว่า *S. sesban* สามารถใช้บำบัดน้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์ พร้อมๆ กับการผลิตมวลชีวภาพที่มีค่าไนโตรเจนสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพืชอาหารสัตว์หรือใช้ในการปรับปรุงดินได้