บทที่ 1
บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ รวมทั้งการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆเช่น อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และคมนาคม แต่ในปัจจุบันแหล่งน้ำตามธรรมชาติได้ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็วโดยการกระทำของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นน้ำทิ้งจากชุมชนที่อยู่อาศัยหรือน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงได้มีการออกกฎหมายควบคุมให้มีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนที่อยู่อาศัย เพื่อควบคุมให้น้ำทิ้งเหล่านั้นมีคุณลักษณะ (characteristics) ที่ดีก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ สำหรับปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติที่เกิดจากการเกษตรกรรมนั้น ยังไม่มีกฎหมายควบคุมแต่อย่างใด ดังนั้นปัญหาน้ำเสียจากการเกษตรกรรมจึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขต่อไป

น้ำเสียจากเกษตรกรรมแบ่งเป็นน้ำเสียจากการปศุสัตว์และการเพาะปลูก ปัจจุบันน้ำเสียจากการปศุสัตว์ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือน้ำเสียจากฟาร์มสุกร เนื่องจากการเลี้ยงสุกรได้พัฒนาเป็นอุตสาหกรรมการเกษตรและมีการขยายการเลี้ยงเพิ่มมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากในระบบการเลี้ยงและการจัดการตามหลักสุขาภิบาล จากการศึกษาพบว่าสุกรหนึ่งตัวจะใช้น้ำประมาณ 30-40 ลิตรต่อตัวต่อวัน (ไชยยุทธ, 2537ก) ของเสียจากฟาร์มสุกรอาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นของแข็ง ได้แก่ มูลสุกรและเศษอาหารที่ตกค้าง อีกส่วนเป็นของเหลวที่เกิดจากการล้างตัวสุกรและคอก ถึงแม้ว่าฟาร์มสุกรส่วนใหญ่จะมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียอยู่บ้างแล้ว แต่ก็เป็นระบบที่จัดทำขึ้นอย่างง่ายๆและเสียค่าใช้จ่ายไม่มากเช่น ระบบ 3 บ่อ (บ่อหมัก บ่อพัก และบ่อผึ่ง) และระบบ 1 ถัง 2 บ่อ (ถังหมักไร้อากาศ บ่อพักและบ่อผึ่ง) ซึ่งทั้งสองแบบนี้เป็นการบำบัดน้ำเสียแบบขั้นที่หนึ่งและขั้นที่สอง (primary and secondary treatment) ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ (% reduction)ซึ่งวัดอยู่ในรูปของ บีโอดี (biological oxygen demand, BOD) ของระบบ 3 บ่อ มีค่าประมาณร้อยละ 80-90 และระบบ 1 ถัง 2 บ่อ มีค่าประมาณร้อยละ 60 แต่เนื่องจากน้ำเสียจากฟาร์มสุกรก่อนเข้าสู่

ระบบบำบัดน้ำเสีย มีความสกปรกสูงมากคือ มีค่าบีโอดีประมาณ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไชยยุทธ์, 2537ก) จึงทำให้น้ำเสียที่ผ่านออกจากระบบบำบัดยังคงมีความสกปรกสูงคือ มีค่าบีโอดีประมาณ 300-600 มิลลิกรัมต่อลิตรในระบบ 3 บ่อ และมีค่า 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับระบบ 1 ถัง 2 บ่อซึ่งยังถือว่าเป็นค่าที่สูงมาก เมื่อเทียบกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่กฎหมายกำหนดไว้เท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือสูงสุดไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำเสียจากฟาร์มสุกรนอกจากจะมีปริมาณของสารอินทรีย์ (BOD) ในปริมาณสูงแล้ว ยังพบว่ามีของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูงด้วยเช่นกัน (ไชยยุทธ์, 2537ข) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นปัญหาน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจึงควรได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่แล้ว การใช้พืชลอยน้ำ (floating aquatic plant) ในการลดมลสารต่างๆในบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ในฟาร์มสุกร ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาผักตบชวา (*Eichorrnia crassipes* (Mart.) Solms) ซึ่งเป็นพืชลอยน้ำที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อภิชัย, 2533; ธวิชและสร้อยดาว, 2537; Wooten & Dodd, 1976; Dinges, 1978; Wolverton & Mcdonald,1979; Hauser, 1984; Doersam,1987) ทั้งนี้เพราะผักตบชวาเป็นพืชลอยน้ำที่ต้องการสารอินทรีย์ต่างๆรวมทั้งสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เช่นเดียวกับพืชชนิดอื่นๆ (Reddy & Tucker, 1983) นอกจากนี้บริเวณรากของผักตบชวายังเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อีกด้วย (Stowell *et al*., 1981)

การใช้ผักตบชวาเพื่อศึกษาถึงศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรนี้ ถือเป็นการศึกษาวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลรายละเอียดต่างๆเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร เพื่อให้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีคุณลักษณะที่ดี เหมาะสมก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และลดปัญหามลพิษ

1.1 น้ำเสีย

น้ำเสีย (wastewater) หมายถึง น้ำทิ้งหรือน้ำที่เกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ โดยน้ำนั้นได้ผ่านการใช้ประโยชน์ ทำให้น้ำสกปรกขึ้นและปล่อยออกมาเป็นน้ำทิ้งเช่น การใช้น้ำภายในอาคารบ้านเรือน เพื่อการประกอบอาหาร ชำระล้างร่างกายและการขับถ่ายของเสีย หรือการใช้น้ำในกิจการอุตสาหกรรม สำหรับการล้างวัตถุดิบในโรงงาน การล้างเครื่องจักร หรือการหล่อเย็นเครื่องจักร สำหรับน้ำเสียที่เกิดจากการเกษตรกรรม มักจะมีส่วนประกอบที่เป็นสิ่งสกปรกต่างๆเจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ลักษณะของสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสีย จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ของน้ำ ทำให้น้ำเสียที่เกิดจากแต่ละแห่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้น น้ำเสียจึงอาจแบ่งตามแหล่งกำเนิดได้เป็น 3 ประเภทคือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (industrial wastewater) น้ำเสียจากชุมชน (domestic wastewater) และ น้ำเสียจากเกษตรกรรม (agricultural wastewater)

น้ำเสียจากชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น การใช้น้ำสำหรับชำระล้างร่างกาย ประกอบอาหาร การซักล้าง การขับถ่าย เป็นต้น โดยทั่วไปได้แก่ น้ำทิ้งจากที่พักอาศัย อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ น้ำเสียจากชุมชน ส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น ปัจจุบันการขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชนเมือง ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษของแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปราศจากการวางแผนป้องกันการบำบัดน้ำเสียของชุมชน จึงทำให้แหล่งน้ำสาธารณะเกิดสภาพเน่าเสียและเสื่อมโทรมอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งจากประชาชนในชุมชนและส่วนราชการ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ทำการควบคุมการระบายน้ำทิ้งโดยให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้น้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ มีคุณลักษณะที่ดีตามที่กฎหมายกำหนดไว้

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากขบวนการต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร การระบายความร้อน ฯลฯ ดังนั้น สิ่งสกปรกในน้ำเสียจึงมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ

และประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ปัญหาน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำอย่างมาก เนื่องจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกเจือปนออกมาเป็นจำนวนมากกับน้ำเสียด้วย ดังนั้นจึงมีการตราพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ขึ้น เพื่อทำการควบคุมปัญหาน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยให้น้ำทิ้งที่ระบายออกนอกบริเวณโรงงาน ต้องมีคุณสมบัติตามประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539)

น้ำเสียจากเกษตรกรรม หมายถึง น้ำเสียที่ระบายจากการทำเกษตรกรรม ซึ่งรวมทั้งการเพาะปลูกและการปศุสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่น น้ำเสียจากการเพาะปลูกที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีต่างๆ มักจะประกอบด้วยสารจำพวกไนโตรเจน ฟอสเฟต โปแตสเซียม และสารพิษต่างๆในปริมาณที่สูง ส่วนน้ำเสียจากการปศุสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่

น้ำเสียจากการปศุสัตว์ ที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ น้ำเสียจากฟาร์มสุกร เนื่องจากการเลี้ยงสุกรได้มีการพัฒนากลายเป็นอุตสาหกรรมการเกษตร เป็นฟาร์มขนาดใหญ่และมีการเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องมีการใช้น้ำในการทำความสะอาดตัวสุกรและคอกสกร ตามหลักสุขาภิบาล ดังนั้นน้ำทิ้งที่ระบายออกจากฟาร์มสุกรส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยมูลสุกรและเศษอาหาร และหากมีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ได้ทำการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกวิธีแล้ว ย่อมก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแน่นอน ในปัจจุบันยังไม่มีการควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มสุกรลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอย่างจริงจัง เนื่องจากยังไม่มีกฎหมายควบคุมโดยตรงเช่นเดียวกับกฎหมายควบคุมน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน

1.2 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย เป็นการปรับปรุงน้ำเสียให้มีคุณลักษณะที่ดีจนสามารถระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

การบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆนับตั้งแต่น้ำเสียเข้าสู่ระบบ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยเพิ่มคุณลักษณะน้ำเสียให้ดีขึ้นจนสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน (รูปที่ 1) คือ

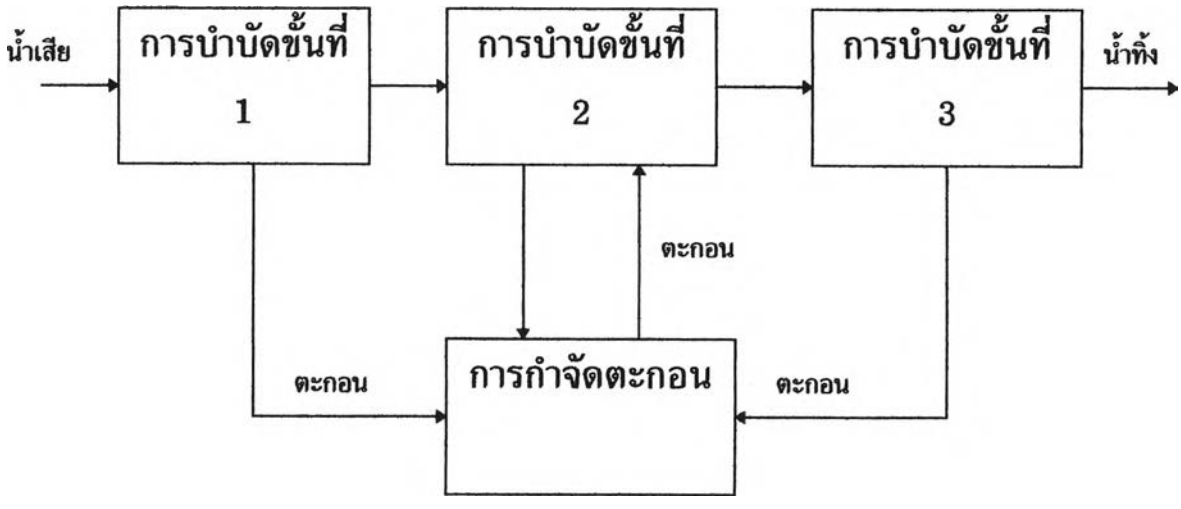
1. การบำบัดน้ำเสียขั้นแรก (primary treatment) เป็นการกำจัดหรือลดปริมาณของตะกอน กรวด ทราย สารแขวนลอย และสารมลพิษต่างๆ ออกจากน้ำเสียด้วยกระบวนการทางกายภาพ หรือเป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมสำหรับการบำบัดในขั้นต่อไป ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียขั้นแรก การดักขยะหยาบ (coarse screening) การดักขยะละเอียด (fine screening) การแยกตะกอนทราย (grit removal) การตกตะกอนขั้นแรก (primary sedimentation) การแยกไขมันและน้ำมัน (oil seperation) การปรับค่าพีเอชของน้ำเสีย (neutralization) การกักเก็บน้ำเสียชั่วคราว เพื่อปรับให้มีคุณสมบัติสม่ำเสมอ (equalization) และ การทำให้ลอย (floating)

2. การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (secondary treatment) เป็นการกำจัดสารมลพิษที่ยังคงเหลืออยู่ในรูปสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพ โดยมีวัตถุประสงค์คือ ทำให้ตะกอนแขวนลอยรวมตัวกัน (coagulate) และตกตะกอนแยกออกจากน้ำเสียและการ stabilize สารอินทรีย์ ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สองได้แก่ ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge process) ระบบบ่อผึ่ง (waste stabilization pond) และระบบบ่อเติมอากาศ (aerated lagoon)

3. การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สาม (tertiary treatment) เป็นการกำจัดสารอาหารพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ลดปริมาณของแข็งแขวนลอย และลดค่าบีโอดี ให้ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตลอดจนกำจัดสารที่กำจัดได้ยากในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง แต่เนื่องจากการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สามนี้ มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สามได้แก่ กระบวนการ Nitrification และ Denitrification Carbon adsorption, Reverse osmosis และ Ion exchange

การบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร

ในปัจจุบันฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ ได้เล็งเห็นความสำคัญของการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรมากขึ้น เนื่องจากการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะเป็นสาเหตุสำคัญที่



การบำบัดน้ำเสียขั้นที่หนึ่ง

กำจัด -น้ำมัน/ไขมัน
-สารลอยน้ำ
-สารแขวนลอย
-ปรับคุณภาพน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง

กำจัด -สารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่
-สารอาหารบางส่วน
-สารอนินทรีย์บางส่วน

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สาม

กำจัด -สารอาหาร
-ตะกอนแขวนลอยที่เหลือ
-สารอนินทรีย์ที่เหลือ
-สารอินทรีย์ที่เหลือ

การกำจัดตะกอน

กำจัด -สารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่
-การตกตะกอนที่ย่อยสลายยาก

รูปที่ 1 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำและสภาวะแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำรวมทั้งประชาชนที่อาศัยแหล่งน้ำนั้นเพื่อการอุปโภคและบริโภค

ระบบบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกรที่นิยมใช้กันเป็นจำนวนมากมี 2 ระบบ ได้แก่

(1) ระบบบ่อหมักและบ่อผึ่ง (stabilization pond, SP) เป็นระบบที่อาศัยกลไกการบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติ (self purification) โดยมีการจัดสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสม โดยอาศัยการเติมอากาศแบบธรรมชาติด้วยการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของสาหร่ายเซลเดียว (algae) เพื่อให้ออกซิเจนแก่ Aerobic bacteria ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจน (ammonia-nitrogen) เป็นไนเตรท (nitrate) ส่วนบริเวณด้านล่างของบ่อบำบัดจะอาศัยจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไม่ต้องการออกซิเจน (suspended anaerobic bacteria) ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ และขบวนการเปลี่ยนไนเตรท เป็นก๊าซไนโตเจน (nitrogen) ระเหยออกสู่บรรยากาศ ทำให้ลดค่าไนโตรเจนในน้ำเสียได้

ฟาร์มสุกรที่พัฒนาเป็นระบบเกษตรอุตสาหกรรม ส่วนมากนิยมใช้การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้ โดยทำการขุดเป็นบ่อดินประมาณ 2-3 บ่อ ขึ้นอยู่กับขนาดของฟาร์ม ทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มที่ไหลลงสู่บ่อแรก ถูกกักเก็บภายในบ่อเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะไหลต่อไปยังบ่อที่สอง ดังนั้นน้ำเสียจะเกิดการเน่าสลายในสองบ่อแรกเรียกว่า บ่อหมัก ส่วนในบ่อสุดท้าย เรียกว่า บ่อผึ่ง คุณภาพน้ำทิ้งจะดีกว่าสองบ่อแรก เนื่องจากมีสาหร่ายเจริญเติบโตช่วยย่อยสารอินทรีย์ ทำให้สามารถระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

(2) ระบบถังหมักและบ่อผึ่ง (ระบบก๊าซชีวภาพ) เป็นระบบกำจัดของเสียที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร เนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมได้ และยังก่อให้เกิดประโยชน์ต่อฟาร์มอีกด้วย เพราะผลผลิตสุดท้ายจะได้ก๊าซชีวภาพ ที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนภายในฟาร์มได้เช่น ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนแก่ลูกสัตว์ ให้แสงสว่าง ใช้หุงต้มอาหาร เป็นต้น ส่วนมูลสัตว์ที่ผ่านการหมักแล้วจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมกับต้นไม้

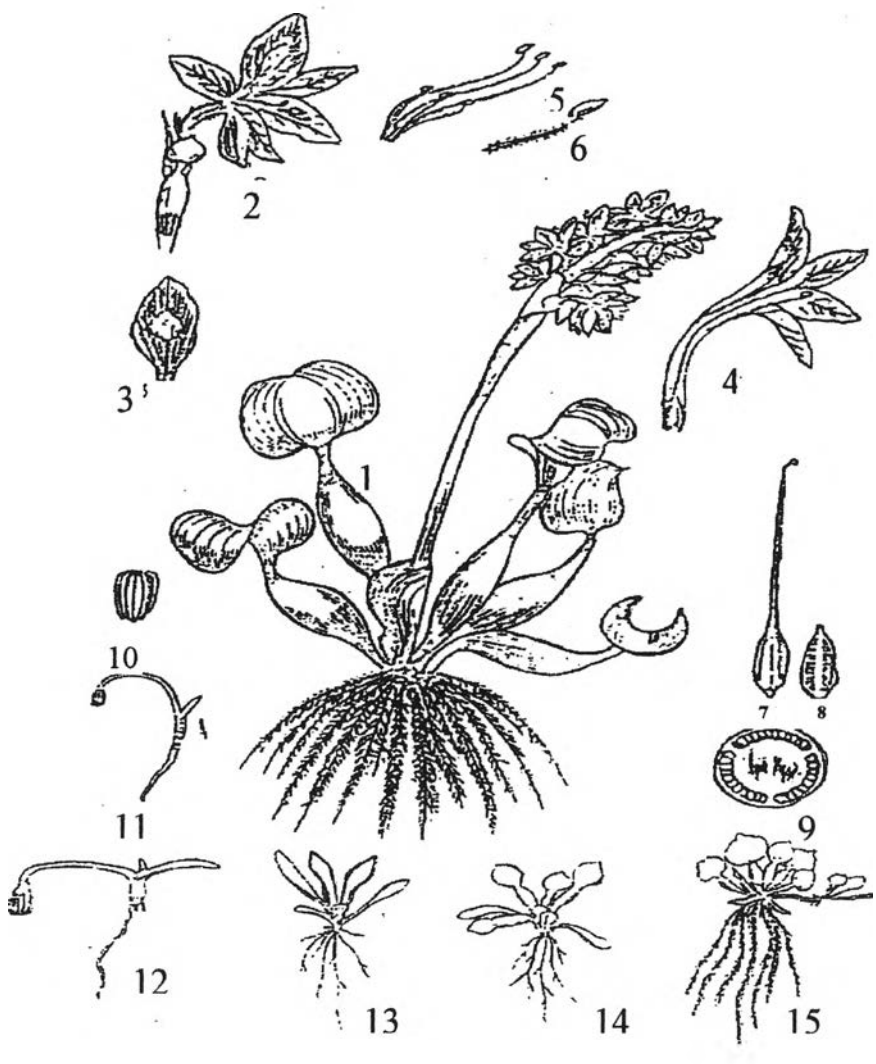
และไม่มีกลิ่นเหม็น สำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำไปใช้ในบ่อเลี้ยงปลา หรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้

1.3 ผักตบชวา

ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ถูกค้นพบโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อ Kall von Martius ในประเทศบราซิล ในปี พ.ศ. 2444 ได้มีการนำเอาผักตบชวาจากประเทศอินโดนีเซียเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นก็พบผักตบชวาแพร่กระจายทั่วไปแทบทุกจังหวัด ก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำตามธรรมชาติอย่างยิ่ง แม้จะมีการออกพระราชบัญญัติ ผักตบชวา พ.ศ. 2456 ขึ้นเพื่อกำจัดผักตบชวาก็ยังไม่สามารถปราบให้หมดได้ (สำนักงานคณะกรรมการบริหารลูกเสือแห่งชาติ, 2520)

ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart.) solms) เป็นพืชที่เจริญอยู่บนผิวน้ำจัดเป็นประเภทลอยน้ำ (floating plant) อยู่ในตระกูล Pontederiaceae เป็นพืชหลายฤดูที่มีอายุนาน (perennial) อยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล น้ำลึกและน้ำตื้น ปกติรากจะไม่ยึดติดกับพื้นดิน ในกรณีน้ำลึก ผักตบชวาจะล่องลอยอย่างอิสระ โดยมีทุ่นลอย (floating structure) โดยเนื้อเยื่อที่ฐานใบพองออกเป็นกระเปาะ ภายในมีลักษณะพรุน เบาคล้ายฟองน้ำ สำหรับชนิดที่เจริญเติบโตในน้ำตื้นที่มีพื้นล่างเป็นดินโคลน รากของผักตบชวาจะหยั่งลงดินไม่ล่องลอยแบบอิสระ มีลำต้นสูงและไม่สร้างทุ่นลอย ผักตบชวาสามารถเชื่อมติดกันโดยมีไหล (stolon) ซึ่งเป็นลำต้นที่ทอดไปตามผิวน้ำ ต้นหนึ่งๆของผักตบชวาจะมีไหลแตกออกได้หลายอัน เมื่อไหลแตกออกไปแล้วก็จะเจริญเติบโตขึ้นเป็นต้นใหม่ แต่ยังติดอยู่กับต้นเดิม รากของผักตบชวา เป็นแบบรากฝอย (fibrous root) จำนวนมากเป็นกระจุก ความยาวของรากจะขึ้นอยู่กับความลึกความตื้นของน้ำ โดยเฉลี่ยจะมีความยาวประมาณ 10-25 เซนติเมตร (สำนักงานคณะกรรมการบริหารลูกเสือแห่งชาติ, 2520) รูปที่ 2 และ 3 แสดงลักษณะภายนอกและโครงสร้างของผักตบชวา

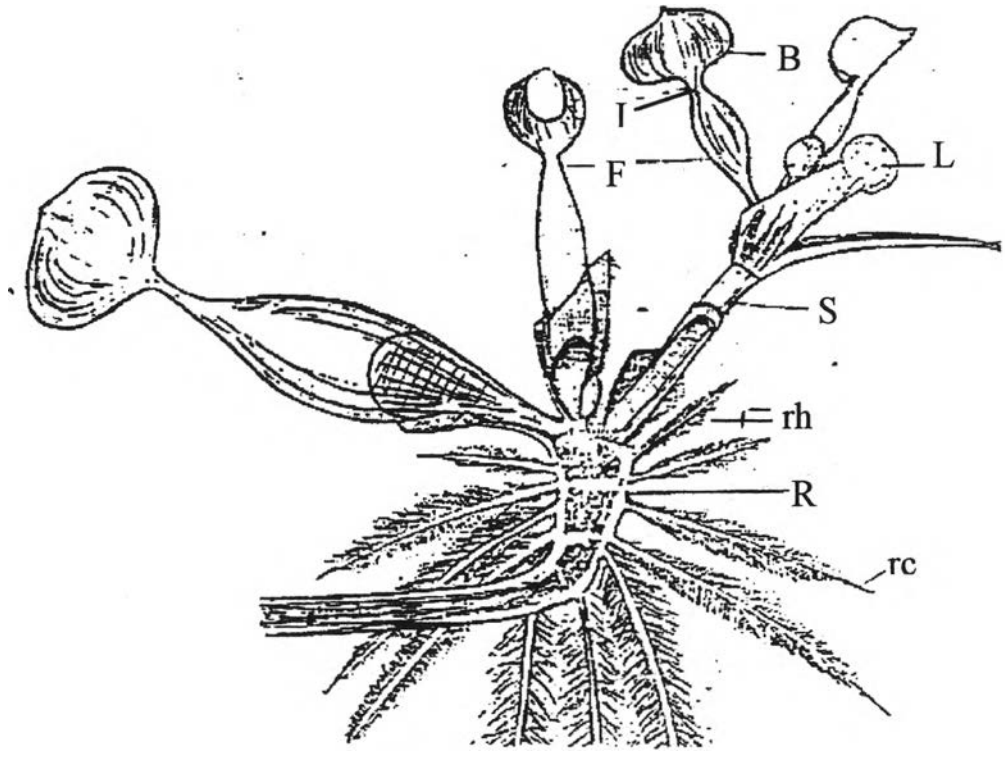
ใบของผักตบชวาเป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วยแผ่นใบ (blade) และก้านใบ (petiole) แผ่นใบมีลักษณะคล้ายรูปไต (reniform) หรือรูปหัวใจ (cordate) มักมีความกว้างมากกว่าความยาว มีสีเขียวแก่กว่าก้านใบมาก ระบบเส้นใบ (venation) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและอาหาร ผักตบชวาที่เจริญอยู่ห่างๆกันลำต้นจะเล็ก และก้านใบจะ



รูปที่ 2 ลักษณะภายนอกของผักตบชวา

(Penfound&Earle, 1984)

1. Plant
2. Flower
3. Prominant
4. L.S. flower
5. Three anterior exserted stamens with pubescent filaments and three included stamens with glabrous filaments
6. Anterior stamen
7. Pistil
8. L.S. ovary
9. T.S. ovary
10. -15. Stages of seed germination



รูปที่ 3 ภาพตัดตามยาวแสดงโครงสร้างต่างๆของผักตบชวา

(Penfound&Earle, 1984)

B	Leaf blade	F	Float
I	Isthmus	L	Ligule
R	Rhizome	rh	Root hairs
rc	Root cap.	S	Stolon

พองออกเป็นทุ่นลอยน้ำ (buoyancy leaf) แต่ถ้าผักตบชวาเจริญในที่เบียดชิดกันมากโดยเฉพาะในน้ำนิ่ง ก้านใบจะไม่พองและจะมีความยาวมาก (เรียม เดชะโสภณมนี, 2530)

สำหรับดอกของผักตบชวาจะออกเป็นช่อ ไม่มีก้านดอก (spike) มีสีม่วงอมน้ำเงิน ในช่อหนึ่งๆจะมีจำนวนดอกแตกต่างออกไปตั้งแต่ 3-35 ดอก และจะบานพร้อมกันหมดทั้งช่อ ดอกแต่ละดอก ประกอบด้วยกลีบดอก (perianth) 6 กลีบ ปลายกลีบแยกเป็นแฉกมีขนาดแตกต่างกัน ส่วนโคนกลีบจะติดต่อกันเป็นหลอด (tube) มีสีเขียว ส่วนกลีบรวมจะมีสีม่วงอ่อน มีกลีบอันหนึ่งซึ่งอยู่ตรงกลางขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่นมีสีเหลืองทับอยู่บนสีม่วง ทำให้ดอกผักตบชวามีสีสันที่สวยงามมาก ดอกจะบานเพียง 1 วัน หลังจากนั้น กลีบดอกก็จะหุบเหี่ยวขดเป็นเกลียว แล้วก้านช่อดอกจะโค้งลงสู่พื้นน้ำ

การสืบพันธุ์ของผักตบชวามี 2 แบบคือ แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้ผักตบชวาสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว พบว่าผักตบชวา 2 ต้นจะสามารถแตกหน่อให้ต้นใหม่ 30 ต้นในเวลา 20 วัน และในเวลา 4 เดือน จะให้ต้นใหม่ถึง 1,200 ต้น สำหรับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการออกดอกนั้น มีส่วนสำคัญในการรักษาสายพันธุ์ไม่ให้สูญพันธุ์ไป เนื่องจากเมล็ดของผักตบชวามีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้นานหลายปี และพร้อมที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ในสภาวะที่เหมาะสม มีรายงานว่า เมล็ดของผักตบชวาสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 7 ปี

ต้นของผักตบชวาจะมีสีเขียวของคลอโรฟิล (chlorophyll) เป็นจำนวนมาก ซึ่งแสดงว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงมาก ดังนั้นผักตบชวาจะมีความสามารถในการสร้างสารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์โดยการสังเคราะห์แสงได้ดีมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำชนิดอื่นๆ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับอากาศบริเวณนั้นด้วย ตารางที่ 1 และ 2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา

ผักตบชวาต้องการสารประกอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชชนิดอื่นๆ (Sheffield, 1967; Rogers and Davis, 1972; Ornes and Sutton, 1975; Shiralipour *et al*., 1981) โดยใช้รากดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำลำเลียงไปยังใบเพื่อทำการสังเคราะห์แสง ผักตบชวาต้องการแสงในการเจริญเติบโตมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 25-30 องศาเซลเซียส นอกจากนี้รากของผักตบชวาซึ่งมีเป็นจำนวนมากยังสามารถช่วยกรองของแข็งแขวนลอยในน้ำได้อีก

ตารางที่ 1 จำนวนต้นและอัตราเพิ่มจำนวนต้นของผักตบชวาต่อวัน

เวลา (วัน)	จำนวนต้น (เฉลี่ย)	อัตราเพิ่มต่อวัน
0	1.0	--
7	4.1	0.586
14	7.8	0.557
21	14.3	0.681
28	24.8	0.885
35	42.7	1.220
42	76.8	1.828

ที่มา : ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิตร (2519)

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตและกำลังผลิตของผักตบชวาตามระยะเวลาต่างๆกัน

เวลา (วัน)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	กำลังผลิต (กรัม/วัน/ตร.ม.)
0	31.03	--	--	--
15	82.90	3.46	51.87	3.46
30	288.07	13.68	257.04	8.57
45	578.67	19.37	547.64	12.17
60	951.67	24.87	920.64	15.34
75	1338.67	25.80	1307.64	17.43
90	1794.50	30.39	1763.47	19.59
105	2130.00	22.37	2098.97	19.99
120	1890.00	-16.00	1858.97	15.49
135	1711.67	-11.89	1680.64	12.45
150	1286.68	-28.33	1255.65	8.37
165	930.00	-23.79	898.97	5.45

ที่มา : ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิตร (2519)

ด้วย และยังมีแบคทีเรียชนิด *Azospirillum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบชนิดที่ต้องการออกซิเจนเกาะอยู่ที่รากของผักตบชวา ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษสามารถตรึงไนโตรเจนได้ จะเห็นได้ว่า ผักตบชวาที่เจริญอยู่ตามแหล่งน้ำต่างๆตามธรรมชาตินั้น ยังคงมีประโยชน์ในการช่วยปรับปรุงให้แหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงมีการนำเอาผักตบชวามาใช้ในการลดมลสารในน้ำเสียจากชุมชน (อภิชัย, 2533; ธวิชและสร้อยดาว, 2537; Wooten & Dodd, 1976; Dinges, 1978; Wolverton & Mcdonald,1979; Hauser, 1984; Doersam,1987) อย่างไรก็ดีรายงานการนำเอาผักตบชวามาช่วยลดมลสารในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรยังมีจำกัด Polprasert และคณะ (1992) รายงานการใช้ผักตบชวาในการลดมลสารในน้ำเสียจากฟาร์มสุกร โดยทำการทดลองในบ่อที่ทำด้วย acrylic ทั้งนี้รายงานดังกล่าวศึกษาเฉพาะผลของผักตบชวาที่เลี้ยงในบ่อทดลองเท่านั้น ไม่มีบ่อควบคุมเปรียบเทียบผลการทดลอง ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาศักยภาพของผักตบชวาในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรมีความสมบูรณ์มากขึ้น จึงควรศึกษาเปรียบเทียบการลดลงของมลสารในบ่อที่มีผักตบชวาและบ่อควบคุมที่ไม่มีผักตบชวาพร้อมกัน

1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 เพื่อศึกษาผลของบีโอดีของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรต่อการเจริญเติบโตของผักตบชวา

1.4.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร