บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยมีความสนใจและเล็งเห็นถึงปัญหาน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น ซึ่งในน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นมีปริมาณไนโตรเจนมากทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย ทางคณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบการกำจัดไนโตรเจน ในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นโดยใช้ผักตบชวาและจอก ซึ่งมีเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวซึ่งผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกาก หรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้น

ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และแหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันนี้ก็เกิดปัญหามลภาวะมลพิษต่าง ๆ ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนแต่ก่อน ซึ่งจำเป็นต้องนำมาบำบัดก่อนนำมาใช้เพื่อการบริโภคอุปโภค โดยวัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเสียคือ

- เพื่อทำลายตัวการที่ทำให้เกิดโรค
- เพื่อเปลี่ยนสภาพน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่สามารถนำกลับมาใช้ได้
- เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ ซึ่งความรำคาญที่เกิดขึ้น เช่น กลิ่นของน้ำเสีย หรือสีที่เป็นที่น่ารังเกียจ
- และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ

2.1.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

โดยทั่วไปแล้วแหล่งกำเนิดของน้ำเสียแบ่งได้ 3 แหล่ง คือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการเกษตร

น้ำเสียจากชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของประชาชนในชุมชน โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชยกรรม ตลาดสด ร้านอาหาร สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ความสกปรกในชุมชนส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการธรรมชาติ

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม น้ำเสียอุตสาหกรรมบางแห่งอาจปนเปื้อนโลหะหนัก หรือสารประกอบที่ต้องอาศัยกระบวนการบำบัดที่ซับซ้อนกว่าน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่น น้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง เช่น คอกหมู คอกวัว เล้าไก่ น้ำเสียจากนาข้าว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น โดยน้ำเสียจากเกษตรกรรมส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย

2.1.3 คุณลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสียแบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ

1. ลักษณะทางกายภาพ (Physicals Characteristics) ลักษณะทางกายภาพได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิของแข็งต่าง ๆ ความขุ่น และความหนาแน่น เป็นต้น

2. ลักษณะทางเคมี (Chemicals Characteristics) ซึ่งได้แก่ คามเป็นกรด - ด่าง สารอินทรีย์ ไขมัน สารซักฟอก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก เป็นต้น

3. ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics) จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะในน้ำเสียมีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ในขณะเดียวกันในระบบบำบัดน้ำเสียก็ใช้จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งเป็นตัวย่อยสลายสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ซึ่งเป็นตัวที่ช่วยย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย 95 % นอกนั้นก็จะเป็น รา สาหร่าย และโปรโตซัว

2.1.4 การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมพอที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสียนั้น ๆ ซึ่งวิธีการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

2.1.4.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ (Physical Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ เป็นการใช้หลักการทางกายภาพ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง แรงหนีศูนย์กลาง เป็นต้น เพื่อกำจัดหรือขจัดเอาสิ่งสกปรกออกจากน้ำเสีย โดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำ จึงนับเป็นหน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นแรกที่ถูกนำมาใช้ก่อนที่น้ำเสียจะถูกนำไปบำบัดขั้นต่อไป จนกว่าจะมีคุณภาพดีพอที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีหลายวิธีได้แก่ การกรองด้วยตะแกรง การทำให้ลอย การตัดย่อย รางดักกรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแรงเหวี่ยง การตกตะกอน และการกรอง เป็นต้น

1. การกรองด้วยตะแกรง (Screening) เป็นการดักเศษอาหารต่าง ๆ จำพวกเศษไม้ เศษกระดาษ ผ้า พลาสติก ที่ไหลมากับน้ำเสีย

2. การทำให้ลอย (Flotation) เป็นการแยกของแข็งที่ตกตะกอนได้ยากหรือมีลักษณะครึ่งจมครึ่งลอย หรือมีน้ำหนักเบาออกจากส่วนที่เป็นของเหลวโดยใช้ฟองอากาศเป็นตัวพาหรือยกสิ่งสกปรกให้ลอยสูงขึ้นสู่ผิวของของเหลวกลายเป็นฝ้า ซึ่งกวาดออกหรือตักออกโดยใช้คนหรือเครื่องมือกล

3. การตัดย่อย (Comminution) การตัดย่อย เป็นการลดขนาดหรือปริมาตรของของแข็งให้มีขนาดเล็กลงและมีขนาดสม่ำเสมอ มักเป็นของแข็งที่เน่าเปื่อยได้ เช่น เศษเนื้อ กระดูกหมู กระดูกไก่ เป็นต้น

4. รางดักกรวดทราย (Grit Chamber) รางดักกรวดทรายเป็นเครื่องมือที่ใช้แยกเอาของแข็งที่น้ำหนักมากออกจากน้ำเสีย เช่น กรวดทราย เศษโลหะ เศษไม้ เศษกระดูก เป็นต้น

5. การปรับสภาพการไหล (Flow Equalization) การปรับสภาพการไหลเป็นการเก็บกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเสียซึ่งไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความสม่ำเสมอและต่อเนื่องและทำให้ความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำเสียมีค่าคงที่และสม่ำเสมอ

6. การตกตะกอน (Sedimentation) การตกตะกอนเป็นการแยกเอาของแข็งที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำออกจากน้ำเสียโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก

2.1.4.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี (Chemical Wastewater Treatment)

การบำบัดด้วยวิธีทางเคมี เป็นการใช้สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้มีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเรียกตะกอนดังกล่าวว่า Floc และกระบวนดังกล่าวว่า การสร้างตะกอน (coagulation) และการรวมตะกอน (flocculation)

2. เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้ เรียกกระบวนดังกล่าวว่า การตกตะกอนผลึก (precipitation)

3. เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไป เช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น

4. เพื่อทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือก่อนที่จะบำบัดด้วยวิธีการอื่นๆต่อไปโดยทั่วไปแล้วการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนี้มักจะทำร่วมกันกับหน่วยบำบัดน้ำเสียทากายภาพ ตัวอย่างเช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยการใช้สารเคมีเพื่อทำให้ตกตะกอน เป็นต้น ในปัจจุบันนี้มีการใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีหลายอย่างด้วยกันแต่จะขอกล่าวเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ คือ การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (chemical coagulation หรือ precipitation) เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี (coagulant) ลงไป เพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกกระบวนดังกล่าวว่า (flocculation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) เป็นการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH ให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่นต่อไป โดยเฉพาะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพต้องการน้ำเสียที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดีแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพพีเอชอยู่ในช่วง 5-9 ถ้า pH ต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง ด่างที่นิยมนำมาใช้คือ โซดาไฟ (NaOH) ปูนขาว (CaO) หรือ แอมโมเนีย (NH_3) เป็นต้น และถ้าน้ำเสียมีค่าพีเอชสูงต้องทำการปรับ

สภาพพีเอชให้เป็นกลางโดยใช้กรด กรดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดเกลือ (HCl) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

การทำลายเชื้อโรค (disinfection) การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคมาสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน ฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

2.1.4.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เปลี่ยนให้กลายเป็นแก๊ส ทำให้มีกลิ่นเหม็น เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสียคือพวกจุลินทรีย์ ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตรซัว สาหร่าย รา และโรติเฟอร์ และจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย คือ พวกแบคทีเรีย

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ใช้สำหรับน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย ได้แก่

1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส (**Activated Sludge)** และระบบดัดแปลงต่าง ๆ ของ เอเอส เช่น คลองวนเวียน ระบบเอสบีอาร์

2. ระบบบำบัดน้ำเสียฟิล์มตรึง เช่น ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

3. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อธรรมชาติ เช่น บ่อปรับเสถียร

4. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ ระบบสระเติมอากาศ

5. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ตัวกลางเติมอากาศ

2.1.5 น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

2.1.5.1 น้ำยางพารา

น้ำยางสดจากต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม ในทางเคมีจัดเป็นสารแขวนลอย มีความหนาแน่น 0.975-0.980 mg/L มี pH ประมาณ 6.5-7.0 ความหนืดไม่แน่นอน มีส่วนประกอบของสารต่างๆไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง การกรีดยาง และฤดู (วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2536) สำหรับสมบัติและส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติโดยปริมาตร แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ส่วนประกอบของน้ำยางสดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้ (วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2536)

1. ส่วนที่เป็นยาง (Dry Rubber Sheet) เป็นสารประกอบไฮโดรเจนที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม เขียนเป็นสูตรเคมี คือ $(C_5H_8)_n$ เรียกชื่อทางเคมีว่า โพลีไอโซพรีน (polyisoprene) มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 100,000 รูปร่างของอนุภาคยางเป็นรูปกลม หรือรูปลูกแพร์ ขนาด 0.05-5 ไมครอน มีประจุไฟฟ้าที่ผิวเป็นลบ เคลื่อนที่แบบบราวเนียนไปมาตลอดเวลา ยางมีความยืดหยุ่นได้ เนื่อง

จากโมเลกุลขนาดใหญ่ของยางแต่ละโมเลกุล เป็นสายของโมเลกุลที่เกิดจากหน่วยย่อยไอโซพรีนต่อเนื่องกัน ยางชั้นหนึ่งๆจะประกอบด้วยขดของสายโมเลกุลที่พันกันอย่างยุ่งเหยิง สายโมเลกุลเหล่านี้มีสมบัติถูกหักงอหรือยืดได้ การดึงหรือยืดชิ้นยางก็เท่ากับยืดสายโมเลกุลของยางให้คลายออกแต่เมื่อปล่อยคืนให้ความอิสระกับชิ้นยาง สายโมเลกุลยางก็จะพยายามหดตัวกลับมาขดอยู่ในสภาพเดิม

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบต่างๆของน้ำยางสดโดยปริมาตร

Constituent	% Composition
Rubber particle (cis-1 , 4-polyisoprene)	30-40
Protein	2-3
Water	55-65
Sterol glycosides	0.1-0.5
Resins	1.5-3.5
Ash	0.5-1.0
Sugar	1.0-2.0

ที่มา www.smlt.co.uk/MDRK/Gloves/jowepaper96/jowe-glove-paper-what-is-latex.html

ปริมาณเนื้อยางของน้ำยางธรรมชาติ อาจแปรปรวนตั้งแต่ 25-40 % ปริมาณความแตกต่างระหว่างสารที่เป็นเนื้อยางแข็งทั้งหมดในน้ำยาง กับปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณ 3 % แต่ถ้าเป็นกรณีของน้ำยางที่ปั่นทำให้ข้นแล้ว ความแตกต่างดังกล่าวลดเหลือเพียงประมาณ 1-2 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและการปรับเครื่องปั่น

2. ส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยาง (Non Rubber content) เป็นส่วนประกอบอื่นๆทั้งหมดที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นยาง ซึ่งพบว่าประกอบด้วย

2.1 คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นพวกแอลเมธิลไลโนซินอล (L-Methylinosital) ส่วนคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ซึ่งมีอยู่จำนวนน้อย ได้แก่ กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และกาแลคโตศ น้ำตาลเหล่านี้เมื่อถูกออกซิไดซ์โดยจุลินทรีย์ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดระเหยได้ (Volatile Fatty Acid) เช่น กรดฟอร์มิค กรดอะซิติก และกรดโพรไมโอนิค

2.2 โปรตีนและกรดอะมิโน มีหลายชนิดที่สำคัญ คือ

2.2.1 แอลฟา โกรบูลิน (Alpha Globulin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเป็น Surfaceactive จะอยู่บนรอยต่อระหว่างน้ำและอากาศ และน้ำมันกับน้ำได้ทันที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในกรด ด่าง และเกลือ มี Isoelectric Point ที่ pH เท่ากับ 4.8 ซึ่งเป็นจุดที่ใกล้เคียงกับน้ำยางมาก

2.2.2 เฮวาลิน (Hevalin) จะอยู่ที่อนุภาคของแม็คยาง และละลายอยู่ในชั้นน้ำมีค่า Isoelectric Point ที่ pH เท่ากับ 4.5 มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบอยู่ 5% เมื่อน้ำยางเกิดการบูดเน่า โปรตีนส่วนหนึ่งละลายน้ำให้สารประกอบพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารเมอริแคบแทน ซึ่งทำให้มีกลิ่นเหม็นได้

2.3 องค์ประกอบอื่นๆ มีสารพวกที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนอิสระ เช่น โคลีน (Choline) เมธิลลามีน (Methylamine) กรดอินทรีย์ (Organic Acid) กรดอนินทรีย์ (Iorganic Acid) อนุมูลของสารอินทรีย์โดยเฉพาะพวกฟอสเฟตและคาร์บอเนตและอนุมูลของโลหะซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกเหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ทองแดง นอกจากนี้ยังมีไซยาไนด์ประมาณ 0.25 %

2.1.5.1.1 น้ำยางสด (คุณภาพ การรักษาสภาพ การรวบรวมเข้าโรงงาน)

คุณภาพน้ำยางสดเป็นตัวกำหนดคุณภาพน้ำยางข้น มีบางค่าจำเป็นต้องใช้ในการพิจารณาก่อนนำน้ำยางสดปั่นเป็นน้ำยางข้นได้แก่

2.1.5.1.2 กรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty acid , VFA)

กรดไขมันระเหยได้ที่พบในน้ำยางเป็นพวกกรด formic acetic และ propionic ซึ่งกรดเหล่านี้ทำให้น้ำยางสูญเสียความเสถียรโดยการเพิ่ม ionic strength ในส่วนของซีรั่ม การเติมแอมโมเนีย (Ammoniation) จะเป็นการเพิ่มกรดไขมันระเหยไม่ได้ (Non-volatile fatty acid) พวก Stearic oleic amino acids polypeptides และ protein ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเสถียรให้กับน้ำยาง โดยแอมโมเนียเป็นสารที่กีดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การใช้สารแอมโมเนียร่วมกับสารช่วยซึ่งได้แก่ NH/Tetramethyl Thiuram Disulphide / Zinc- oxzide (TZ) ระดับแอมโมเนียไม่ควรน้อยกว่า 0.2 % โดยปริมาณน้ำยางข้น อย่างไรก็ตามค่าเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงทั้งนี้ต้องขึ้นกับสภาพอากาศและฤดูกาล

น้ำยางที่รักษาสภาพดีจะมีค่าจำนวนกรดไขมันระเหยได้ (VFA. NO) ซึ่งหมายถึง จำนวนกรัมของโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดไขมันที่ระเหยได้ซึ่งอยู่ในน้ำยางที่มีปริมาณของแข็ง 100 กรัม โดยทั่วไปการผลิตยางข้นต้องการน้ำยางสด VFA. NO 0.02-0.04 ที่ระดับน้ำยางสดมีค่า VFA. NO สูงไม่เหมาะที่จะนำไปปั่นเป็นน้ำยางข้น

2.1.5.1.3 ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content , DRC)

ความเข้มข้นของเนื้อยางแห้ง มีผลต่อความเข้มข้นและประสิทธิภาพของการปั่นน้ำยางข้นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางสดให้สูงสุดเท่าที่จะหาได้ เพื่อนำมารวบรวมและปรับให้ได้ระดับสม่ำเสมอตามที่ต้องการ โดยทั่วไปไม่ควรใช้น้ำยางที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่า 25 % เพราะประสิทธิภาพการปั่นจะลดต่ำมาก

2.1.5.1.4 ปริมาณแมกนีเซียม (Magnesium content)

ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเนื่องจากมีผลในการกระทำให้น้ำยางสูญเสียความเสถียรทางกล (Mechanical stability) ทั้งนี้เนื่องจากการเกิด insoluble magnesium lighter fatty acid ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดหรือลดปริมาณแมกนีเซียมก่อนนำน้ำยางไปปั่นโดยการเติม diammonium hydrogen phosohate (DAHP) ซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบ magnesium ammonium phosphate ตกตะกอนรวมกับสลัดจ์

2.1.5.1.5 การรวบรวมและรับน้ำยางเข้าโรงงาน

เนื่องจากสวนยางของประเทศโดยส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็ก การรวบรวมน้ำยางจากสวนต่างๆ ยังมีจุดรวบรวมก่อนส่งเข้าโรงงาน โดยมีการควบคุมการเติมแอมโมเนียในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อน้ำยางสดถูกนำเข้าโรงงานจะถูกผ่านเครื่องกรองขนาด 60 เมช ลงสู่แทงค์รับน้ำยาง ซึ่งมีการนำน้ำยางไปตรวจคุณภาพได้แก่ DRC ammonia VFA และ magnesium เพื่อนำผลมาพิจารณาปรับสภาพก่อนเข้ากระบวนการปั่นต่อไป

2.1.5.2 กระบวนการผลิตและการใช้วัตถุดิบ

ชนิดของน้ำยางข้น

การจำแนกน้ำยางข้นยึดหลักวิธีการทำให้น้ำยางสดมีความเข้มข้นมากขึ้น และยึดหลักการรักษาสภาพน้ำยางข้น โดยทั่วไปวิธีการทำน้ำยางข้นมีหลายวิธีได้แก่ การปั่นแยกด้วยเครื่อง (Centrifugation) วิธีการทำให้เกิดครีม (Creaming) วิธีการระเหย (Evaporation) เป็นต้น สำหรับการผลิตน้ำยางข้นในประเทศไทยนิยมใช้วิธีการปั่นแยกด้วยเครื่อง เนื่องจากน้ำยางธรรมชาติเป็นสารละลายที่มีอนุภาคยางแขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในซีรั่ม และเนื่องจากอนุภาคยางเบากว่าซีรั่ม อนุภาคยางจึงเป็นแนวโน้มลอยตัวสู่ผิวหน้าของน้ำยาง ดังกล่าวได้ว่าอัตราการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก หากสามารถเพิ่มแรงดึงดูดได้ก็สามารถเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้ ซึ่งการปั่นเพิ่มแรงดึงดูดได้ 2,000-3,000 เท่า จึงสามารถเร่งการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้

ชนิดของน้ำยางข้นส่วนใหญ่เป็นชนิด (High Ammonia) ที่รักษาสภาพด้วยแอมโมเนีย 0.7 % ส่วนอีกชนิดหนึ่งที่มีการผลิตเป็นส่วนน้อย คือชนิด Low Ammonia-Tetramethyl Thiuram Disulphide/Zinc Oxide (LATZ) โดยรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติด้วย NH_3 0.2 % + TMTD 0.0.13 % + ZnO 0.013 % + Lauric acid 0.05 %

วิธีการปั่นน้ำยางข้น

หลักสำคัญของการปั่นน้ำยางข้นประกอบด้วยการผ่านน้ำยางสดเข้าเครื่องปั่นที่ใช้แรงแยกเหวี่ยงโดยความเร็วสูงแยกเป็นส่วนน้ำยางข้น 60 % DRC และส่วนหางน้ำยาง (Skim) การผลิตน้ำยางข้นและผลพลอยได้ในรูปแบบของยางสกิม (Skim rubber) โดยปกติการผลิต DRC ของน้ำยางสดที่ป้อนเข้าและประสิทธิภาพของเครื่องปั่นมีความสัมพันธ์กัน คือ DRC ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ DRC ของน้ำยางสดที่ป้อนเข้า อัตราเร็วของการป้อน ขนาดของความยาวของ Skim-Screw และระยะเวลาการเดินเครื่อง โดยประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อลดอัตราการป้อนน้ำยางสด DRC จะลดเมื่อลด DRC ของน้ำยางสดและใช้ Skim-Screw ขนาดยาว

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

ปัญหาสำคัญที่เกิดกับโรงงานน้ำยางข้นโดยทั่วไป คือ ปัญหากลิ่นเน่าเหม็นจากโรงงานหมักเศษยางที่หลงอยู่กับน้ำที่มาจากขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิต กลิ่นเหม็นจากบ่อน้ำเสียและกลิ่นเหม็นของแอมโมเนีย รวมทั้งสลัดจ์ที่เกิดจากขั้นตอนต่างๆดังภาพที่ 2.1

บ่อรวบรวมน้ำยางสด

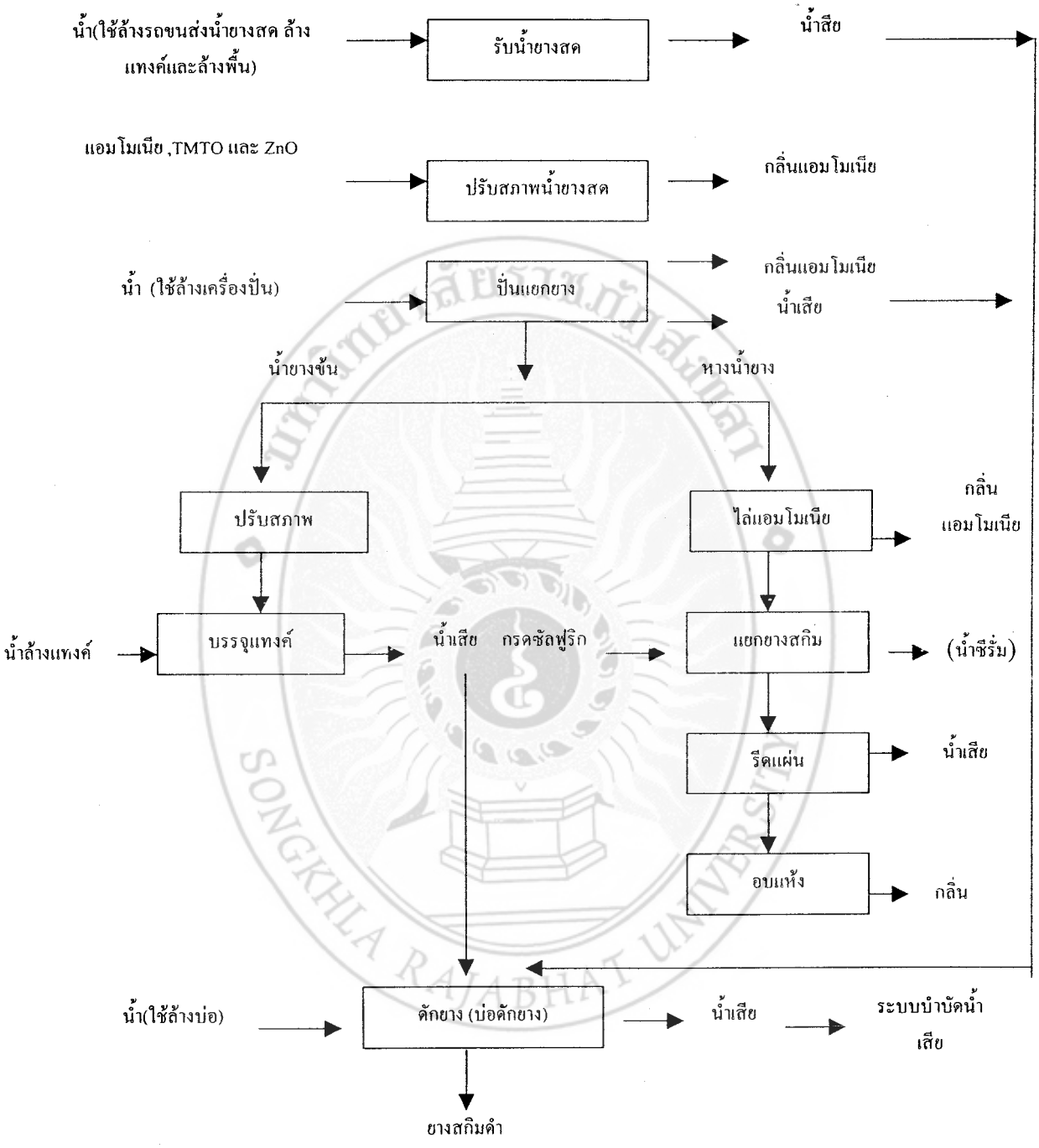
น้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำยางสดมาจากการล้างบ่อ และน้ำยางที่หกระหว่างการเคลื่อนย้ายจากรถที่ขนจากสวนตลอดจนน้ำที่ใช้ในการล้างรถและภาชนะที่ใช้ในการขนส่ง กลิ่นแอมโมเนียที่บ่อรวบรวมน้ำยางสดที่ใช้ในการรักษาสภาพน้ำยางสด ซึ่งกลิ่นจะฟุ้งระหว่างการเคลื่อนย้ายและระหว่างการกรองน้ำยางลงบ่อรวบรวม หรือสามารถที่จะระเหยออกมาได้ตลอดเวลาของการบรรจุภาชนะที่จะใช้กับน้ำยางสด หรือเกิดจากการระเหยเนื่องมาจากภาชนะปิดไม่สนิทหรือมีรอยรั่ว เป็นต้น สลัดจ์ที่เกิดมาจากการตกตะกอนแมกนีเซียมและสิ่งเจือปนต่างๆที่มีอยู่ในน้ำยางหรือที่ปนเปื้อนมากับน้ำยางระหว่างการกรีดหรือเก็บรักษา

บริเวณเครื่องปั่น

บริเวณเครื่องปั่นจะมีการใช้น้ำในขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ ใช้ทำความสะอาดจานแยก (Bowl) เพื่อล้างสลัดจ์ออกมาจากหัวปั่น น้ำล้างน้ำยางที่ไหลล้นเครื่องปั่น น้ำล้างแทงค์เก็บน้ำยางตลอดจนน้ำที่ใช้ล้างอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น กลิ่นแอมโมเนียบริเวณเครื่องปั่นระเหยจากหางน้ำยางที่ปล่อยให้ไหลลงสู่โรงทำยางสกิมและกลิ่นแอมโมเนียจากน้ำยางสดที่กำลังป้อนเข้าเครื่องปั่น และระหว่างการปั่นน้ำยางข้นทุกๆ 2 ชั่วโมงจะทำการหยุดเครื่องปั่นเพื่อทำความสะอาดแกนปั่นโดยการแยกสลัดจ์ออก

บริเวณที่ทำการผลิตยางสกิม

หางน้ำยางที่แยกออกจากเครื่องปั่นจะมีเนื้อยางอยู่ประมาณ4-5%ดังนั้นจะถูกแยกออกในกระบวนการทำยางสกิมด้วยการเติมกรดซัลฟิวริก เนื้อยางจะจับตัวเป็นก้อนและแยกออกไป ส่วนน้ำที่เหลือเรียกว่าน้ำซีรั่ม ซึ่งมีสภาพเป็นกรดค่า pH ประมาณ 2-4 จะถูกนำไปผสมน้ำยางต่างๆก่อนเข้าบ่อดักยาง ส่วนยางที่แยกออกมาจะนำไปทำยางสกิมเครฟหรือสกิมบล็อค ซึ่งในกระบวนการนี้ยังมีน้ำเสียที่มาจากการล้างก้องยางสกิมก่อนเข้าเครื่องรีดเครฟ เพื่อทำเป็นยางสกิมเครฟหรือสกิมบล็อค น้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นแสดงด้วยภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 น้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

ที่มา : วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2536

2.1.5.3 ระบบบำบัดน้ำเสียของกระบวนการผลิตโรงงานน้ำยางข้น

กัลยา ศรีสุวรรณ (2540) กล่าวว่า โรงงานผลิตน้ำยางข้นส่วนใหญ่มีกระบวนการทำยางสกิมเพื่อดึงเนื้อยางที่ตกค้างในหางน้ำยาง ดังนั้นน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นมี 2 แหล่ง คือ

- น้ำเสียจากกระบวนการทำยางสกิม
- น้ำเสียจากการล้างเครื่องแยกเหวี่ยงและน้ำล้างอื่นๆในโรงงาน

กระบวนการกำจัดน้ำเสียก่อนเข้าสู่การบำบัดทางชีวภาพมี 2 วิธี คือ

1. น้ำเสียจากกระบวนการสกิมยางกับน้ำล้างต่างๆแยกกันเข้าบ่อดักยาง หลังจากผ่านการดักยางที่บ่อดักยางจะทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยปูนขาวก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดชีวภาพ

ในบางโรงงานใช้สารพอลิเมอร์ในการแยกยางจากน้ำเสียก่อนเข้าสู่บ่อดักยาง พบว่ายางที่แยกได้มีคุณภาพดีกว่ายางที่ได้จากการแยกยางที่บ่อดักยาง แต่วิธีการนี้ไม่สามารถแยกยางออกมาได้มากแม้ว่าน้ำที่ได้จะมีลักษณะใส แต่ค่า BOD_5 และ COD ยังสูงอยู่

2. น้ำเสียจากกระบวนการทำยางสกิมและน้ำล้างต่างๆไหลรวมกันก่อนเข้าสู่บ่อดักยาง โดยจะต้องมีบ่อพักน้ำเสียทั้งสองเพื่อปล่อยให้มีการผสมในเวลาเดียวกันก่อนเข้าสู่บ่อดักยางพบว่าประสิทธิภาพในการแยกยางในบ่อดักยางวิธีนี้ดีกว่าวิธีที่ 1 เนื่องจากวิธีที่ 1 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้งสองออกมาไม่พร้อมกันจึงไม่มีการผสมกันในบ่อดักยางทำให้แยกยางได้ไม่ดีเพราะน้ำเสียจากกระบวนการทำยางสกิมซึ่งมีความเป็นกรดสูง มีอนุภาคยางเล็กๆ จำนวนมากไม่ได้ผสมกับน้ำล้างต่างๆซึ่งมีความเป็นกรดด่างสูง ทำให้ยางไม่สามารถแยกตัวออกมาได้ เนื่องจากที่ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจะทำให้ยางมีการจับตัวและลอยแยกตัวจากบ่อดักยางดังนี้

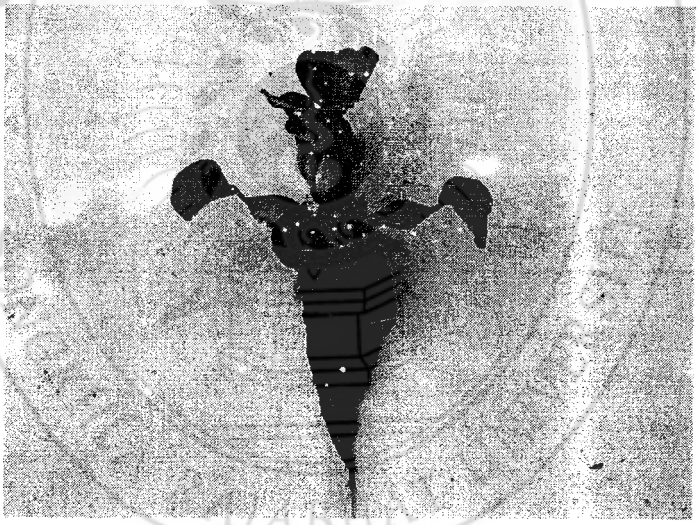
บ่อดักยาง (Rubber trap)

บ่อดักยางเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้นเพราะการมีบ่อดักยางที่มีขีดความสามารถในการกักเก็บน้ำเสียที่ดี โดยทั่วไปแล้วควรมีระยะพักน้ำประมาณ 16-24 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เข่าระบบบำบัดทางชีวภาพได้อย่างต่ำ 40 % บริเวณด้านบนของบ่อดักยางแบ่งเป็นช่องเล็กๆ หลายๆ ช่อง ทางด้านล่างมีช่องทางให้น้ำไหลผ่านทะลุกันได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้การเก็บยางที่ลอยบริเวณผิวหน้าทำได้ง่ายกว่า เพราะเป็นช่องเล็กๆอยู่แล้วไม่ต้องตัดเป็นแผ่นเล็ก ซึ่งขั้นตอนการเก็บยางในบ่อดักยางต้องใช้เวลาน้อยที่สุด เนื่องจากขั้นตอนนี้มีปัญหากลิ่นเหม็นของก๊าซต่างๆ ที่สะสมในแผ่นยาง

2.1.6 ผักตบชวา

2.1.6.1 คุณสมบัติผักตบชวา

ผักตบชวามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms อยู่ในตระกูล Pontederiaceae เป็นพืชหลายฤดูที่มีอายุนาน (perennial) อยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล น้ำลึกและน้ำตื้น ในกรณีที่เจริญในน้ำลึก เช่น แม่น้ำลำคลอง ผักตบชวาจะล่องลอยอยู่อย่างอิสระโดยมีทุ่นลอย (floating structure) ซึ่งประกอบด้วยหัวรากลอย (floating rhizomes) และการเจริญของเนื้อเยื่อที่ฐานใบพองออกเป็นกระเปาะ ภายในมีลักษณะพรุน เบาคล้ายฟองน้ำ ส่วนต้นมีสีเขียวสูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าผักตบชวาที่เจริญในดินโคลน เพราะมีรากหยั่งลงถึงดินให้ลำต้นเจริญได้ดีและอาจสูงถึง 50 เซนติเมตร การเจริญของผักตบชวาต้องการปัจจัยคล้ายคลึงกับพืชสีเขียวทั่วไป คือ แสงสว่างและสารอาหารที่นำไปใช้ได้ ผักตบชวาจะเจริญได้ดีในน้ำตื้นที่มีพื้นเบื้องล่างเป็นดินโคลน ประกอบด้วยซากสัตว์และพืชที่ทับถมกันนานๆ และอุดมด้วยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ผักตบชวามีรากหยั่งลงดินไม่ล่องลอยอิสระแบบที่เจริญในน้ำลึกและจะมีลำต้นสูง ใบสีเขียวปนแดง ไม่สร้างทุ่นลอย ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะผักตบชวา

การกินอาหารของผักตบชวาใช้วิธีดูดซับทางราก ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเดียวไม่แตกแขนง และอาจมีความยาวถึง 10 เซนติเมตร จำนวนเส้นรากจะมีมากอยู่เป็นกระจุกแน่นจนทำให้น้ำหนักรากมีมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักผักตบชวาทั้งหมด ระบบรากมีความแข็งแรงและมีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับสารอาหารที่ละลายในน้ำ เหตุนี้ทำให้ผักตบชวาเจริญในที่ต่างๆได้ดีทนต่อทุกสภาพน้ำ ภูมิอากาศและสามารถมีชีวิตอยู่รอดแพร่พันธุ์ง่าย

การสืบพันธุ์ของผักตบชวามีอยู่ 2 วิธี คือ แบบอาศัยเพศโดยการออกดอกและแบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อหรือไหล วิธีสำคัญที่ทำให้ผักตบชวาเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว คือการแตกหน่อที่เกิดขึ้นทุก 6-8 วัน โดยใช้ไหลซึ่งเกิดจากต้นเดิมเป็นต้นใหม่เรื่อยๆจนทำให้ลำต้นและใบสามารถครอบคลุมพื้นที่ผิวน้ำได้ร้อยละ 8 ต่อวัน จากการศึกษาพบว่าการแพร่พันธุ์จะเป็นไปอย่างรวดเร็วถ้ามีหลักให้เกาะและมีน้ำไหลผ่านเสมอ สำหรับการสืบพันธุ์อีกแบบหนึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์เมื่อออกดอกนั้น นับได้ว่ามีส่วนในการเพิ่มจำนวนต้นไม่มากนัก แต่มีส่วนในการรักษาสายพันธุ์ไม่ให้สูญหาย การออกดอกของผักตบชวาจะมีมากที่สุดในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ดอกจะออกเป็นช่อ ประกอบด้วยก้านช่อดอกยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ล้อมรอบเป็นชั้นด้วยดอกเล็กๆ สีม่วงครามอ่อนๆช่อละ 5-30 ดอก กลีบดอกม้วนซ้อนกันมีลักษณะคล้ายกล้วยไม้จึงได้รับสมญานามว่า กล้วยไม้น้ำ

2.1.6.2 ประโยชน์ของผักตบชวา

จากการที่ผักตบชวามีเป็นจำนวนมากแพร่กระจายพันธุ์รวดเร็วและยากแก่การกำจัดให้หมดสิ้นทำให้นักวิจัยหลายฝ่ายได้พยายามค้นคว้าถึงลักษณะแสวงหาวิธีใช้ประโยชน์จากผักตบชวาในรูปแบบต่างๆ กันคือ (ข้าวทิพย์ เจนธนกิจ และคณะ , 2533)

1. เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตแก๊สชีวภาพ
2. เป็นวัตถุดิบในการทำเยื่อกระดาษ
3. ใช้ทดลองผลิตเส้นใยเพื่อสิ่งทอ
4. เป็นอาหารสัตว์
5. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตโปรตีนเซลล์เดี่ยว
6. ใช้เป็นวัตถุดิบประกอบสำหรับเตรียมยาฆ่าแมลง
7. เป็นเชื้อเพลิง
8. ใช้หมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์
9. ทำเป็นวัสดุเพาะเห็ด
10. ใช้อัดเป็นแท่งเพาะชำ
11. ตากแห้งและดัดแปลงเป็นเครื่องใช้ เช่น กระเป๋า
12. ใช้บำบัดน้ำเสียเพื่อลดมลสารที่มีอยู่ในน้ำโสโครกให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น

2.1.6.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยผักตบชวา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ เพื่อการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นปัญหาที่เกิดจากน้ำทิ้งจึงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต ไม่ว่าจะเป็นปัญหาขาดแคลนน้ำหรือปัญหาคุณภาพน้ำ โดยทั่วไปแล้วน้ำจากแหล่งต่างๆมีคุณภาพแตกต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า BOD ของคุณภาพน้ำโดยทั่วไป

คุณภาพน้ำ	BOD (mg/L)
ดีเยี่ยม	0-1.5
ดีมาก	1.5-3.0
ดี	3.0-6.0
พอใช้	6.0-12.0
เลว	มากกว่า 12.0

ที่มา:ข้าวทิพย์ เจนธนกิจและคณะ, 2533

การที่น้ำมีคุณภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารสกปรกที่เจือปนสารนั้นเรียกว่า มลสาร แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ สารพิษและสารอินทรีย์ปราศจากพิษ

สารพิษ ได้แก่ โลหะหนัก สารหนู ตะกั่ว ปรอท โครเมียม ทองแดง และอื่นๆรวมทั้งยาฆ่าแมลง

สารอินทรีย์ปราศจากพิษ ได้แก่ สารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ เศษอาหาร ตลอดจนน้ำทิ้งจากชุมชนและอุตสาหกรรมบางชนิด

มลสารในน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือโลหะหนัก สามารถลดปริมาณให้เหลือน้อยลงหรือแปรสภาพเป็นสารไร้พิษได้ด้วยกรรมวิธีการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีหลายวิธีและมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกัน การบำบัดน้ำเสียด้วยผักตบชวาเป็นวิธีที่อาศัยคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ

1. ทำหน้าที่กรอง

ผักตบชวาที่ขึ้นอย่างหนาแน่นเปรียบได้กับการบรรจุวัสดุพรุนในกรวยกรองน้ำที่ไหลผ่านกอผักตบชวาอย่างช้าๆ จะทำให้ของแข็งแขวนลอยต่างๆที่ปนอยู่ในน้ำถูกสกัดกั้น นอกจากนั้นแบบรากผักตบชวาที่มีจำนวนมากจะช่วยกรองสารอินทรีย์ที่ละเอียดและอาศัยจุลินทรีย์ที่เกาะที่รากช่วยดูดสารไว้อีกทางหนึ่ง

2. ดูดมลสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ในการปลูกพืชโดยทั่วไปที่ใช้ดินปลูก พืชจะใช้รากขนอ่อนดูดน้ำและอาหารจากดิน สารอาหารที่พืชต้องการได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ผักตบชวามีความต้องการไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเช่นเดียวกัน แตกต่างกันที่ผักตบชวาเป็นพืชที่เจริญเติบโตในน้ำ ดังนั้นการกินอาหารจึงใช้รากดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำลำเลียงไปยังใบเพื่อใช้สังเคราะห์แสง ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียจัดเป็นมลสารที่ต้องการกำจัดให้หมดไปการดูดกินอาหารจากน้ำของผักตบชวาจึงเป็นการลดมลสารดังกล่าวให้น้อยลง อย่างไรก็ตามไนโตรเจนในน้ำเสียส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมี เช่น สารอินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรตไนโตรเจน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า

ผักตบชวาสามารถดูดไนโตรเจนได้ทั้ง 3 ชนิด แต่ในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ในสภาพที่ใช้ผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าการบรรทุกไนโตรเจน 11.6-76.1 กิโลกรัม/เฮคแทร์-วัน ผักตบชวาจะสามารถดูดมลสารอินทรีย์ไนโตรเจนได้สูงกว่าไนโตรเจนรูปอื่น คือ ประมาณร้อยละ 95 ในขณะที่มลสารไนเตรตไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจนจะลดลงประมาณร้อยละ 80 และ 77 ตามลำดับ

จากการลดสารประเภทฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวาให้ผลที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าไนโตรเจน เพราะผักตบชวาสามารถดูดฟอสฟอรัสได้ในปริมาณที่ต่ำกว่า

3. การลดมลสารอื่น

นอกจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแล้ว ผักตบชวาสามารถลดมลสารอื่นๆได้ดังต่อไปนี้

คาร์บอน	28	กรัม/ตารางเมตร/วัน
โพแทสเซียม	2	กรัม/ตารางเมตร/วัน
แคลเซียม	1	กรัม/ตารางเมตร/วัน
แมกนีเซียม	0.2	กรัม/ตารางเมตร/วัน
โซเดียม	2	กรัม/ตารางเมตร/วัน

ด้วยคุณสมบัตินี้ จึงมีทางเป็นไปได้ที่จะใช้ผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาด 5,000 คน โดยใช้บ่อบำบัดขนาดประมาณ 200 X 200 เมตร ที่บรรจุผักตบชวาร้อยละ 40 ของพื้นที่ผิวน้ำ (ข้าวทิพย์ เจนธนกิจ และคณะ, 2533)

2.1.7 จอก

จอกเป็นพรรณไม้น้ำ จัดจำแนกอยู่ในประเภท พืชลอยน้ำ เช่นเดียวกับ ผักตบชวา จัดอยู่ในวงศ์บอน ชื่อสามัญ Water Lettuce , shell Flower ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pistia stratiotes* Linn ชื่อวงศ์ Araceae และชื่ออื่น จอก (ภาคกลาง) , กากอก (ภาคเหนือ) , ผักกอก (เชียงใหม่) ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของจอก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลำต้น จอกเป็นพืชลอยน้ำขนาดเล็ก ลำต้นมีทั้งที่เป็นกอลอยน้ำและเป็นไหลทอดขนานและเจริญเติบโต ติดกันเป็นกลุ่มลอยอยู่บนผิวน้ำ ลำต้นมีไหลซึ่งทำหน้าที่ขยายพันธุ์เพื่อเป็นต้นใหม่ โดยออกจากโคนต้นและเกิดบนไหล รากเกิดใต้กอใบเป็นกระจุกใหญ่ๆ กอต้น ประกอบด้วยกลุ่มของใบเกิดเรียงกันเป็นวงรอบลำต้นสั้นๆ กอต้นลอยน้ำอยู่ได้ ใบ เป็นใบเดี่ยว เกิดจากส่วนโคนของลำต้น ไม่มีก้าน แผ่นใบยาวประมาณ 15 ซม. รูปรีหรือสามเหลี่ยมปลายหยักเป็นลอนเล็กน้อย ขอบใบเรียบ สีแดงอวบหนาแผ่กว้าง ผิวใบมีขนละเอียดขึ้น ปกคลุมใบเรียงซ้อนกันหลายชั้น รอบโคนต้นฐานมนใบสอบแคบและพองออก มีลักษณะคล้ายฟองน้ำช่วยให้ลอยน้ำได้ ดอกเป็นช่อขนาดเล็ก เป็นช่อแบบช่อเชิงลดมีกาบ (spadix) ออกดอกตามโคนซอกใบ ก้านช่อดอกสั้นสีเขียวอ่อนมีใบรองรับช่อดอกยาวประมาณ 1.5 ซม. ดอกด้านบนมีขนละเอียดปกคลุมช่อดอก แยกเป็นช่อดอกเพศผู้อยู่ตอนบนมีประมาณ 3-8 ดอก และช่อดอกเพศเมีย อยู่ตอนล่างมีใบรองรับช่อดอกหุ้มไว้มีเพียง 1 ดอกเท่านั้น และภายในดอกมีแต่รังไข่ มีไข่อ่อนหลายใบส่วนดอกเพศผู้มีเพียงเกสรเพศผู้ 2-8 อันติดกัน ไม่มีกลีบเลี้ยง ผลเดี่ยวขนาดเล็กภายในผลมีเมล็ด 2-3 เมล็ด สีน้ำตาลอ่อน เปลือกเมล็ดจะมีรอยย่นๆ จอกเป็นพืชลอยน้ำ เจริญเติบโตเป็นกอขยายพันธุ์โดยส่วนของไหลและเมล็ด พบตามแหล่งน้ำทั่วไป หนองน้ำ บ่อเลี้ยงปลา นาข้าว พบทั้งในน้ำตื้นและน้ำลึกทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล อยู่หลายฤดูกาล (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2542 :67)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มณเฑียน แก้วกล และคณะ (2544) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นโดยใช้แบบบึงประดิษฐ์ โดยนำน้ำเสียมาบำบัดในแบบจำลองที่สร้าง ด้วยการทำแบบจำลองขึ้นมาสองชุดด้วยกัน เป็นแบบจำลองแบบ Vertical Sub Surface Flow และพืชที่ใช้ปลูกแบ่งออกเป็นสองชนิดด้วยกัน คือแบบจำลองที่ 1 พืชที่ใช้ปลูก คือ ต้นกก ส่วนแบบจำลองที่ 2 พืชที่ใช้ปลูก คือ ต้นเสม็ด โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่างทุก 4-5 วัน มาวิเคราะห์หาค่าตัวแปรคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา ได้แก่ BOD , TKN , pH และของแข็งแขวนลอย (SS) ผลการศึกษาพบว่า ในแบบจำลองทั้งสองชุดใช้ปริมาณน้ำเสียประมาณ 10 L/d หรือคิดเป็นอัตราภาระทางชลศาสตร์ เท่ากับ 0.015 $m^3/m^2.d$ ในแบบจำลองชุดที่ 1 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดค่า BOD , TKN และ SS เท่ากับ 81.4,86.4 และ 61.3 % ตามลำดับ ส่วนแบบจำลองที่ 2 มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD TKN และ SS เท่ากับ 80.7,87.4 และ 59.4 %ตามลำดับ โดยแบบจำลองแต่ละชุดจะมีค่าระดับความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างคงที่ คือ อยู่ในช่วง 6.82-7.10 ผลการทดลองพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำแบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น

กิตสดา รัตมณี และคณะ (2544) ได้ทำการศึกษาการใช้ผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสีย บริเวณศูนย์อาหารบริเวณสถาบันราชภัฏสงขลา เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ผักตบชวา โดยเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 4 เดือนเมษายน ถึงวันที่ 23 เดือนพฤษภาคม 2545 พบว่าค่า BOD น้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 32.81 mg/L ค่า BOD น้ำออกมีค่าเฉลี่ย 10.31 mg/L ประสิทธิภาพการบำบัด BOD เฉลี่ย 68.57 mg/L ค่า TKN น้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 11.28 mg/L ค่า TKN น้ำออกมีค่าเฉลี่ย 9.52 mg/L

ประสิทธิภาพการบำบัด TKN เฉลี่ย 15.64 mg/L ค่า pH น้ำเข้าเฉลี่ย 9.11 ค่า pH น้ำออกเฉลี่ย 8.79 ประสิทธิภาพการบำบัดค่า pH เฉลี่ย 3.57 ค่าอุณหภูมิน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 30 – 50^{0}C อุณหภูมิน้ำออกเฉลี่ย 29 – 96^{0}C ประสิทธิภาพการบำบัดอุณหภูมิเฉลี่ย 1.76^{0}C ซึ่งเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจะไม่พบค่าเฉลี่ยน้ำออกพารามิเตอร์ตัวใดเกินมาตรฐานน้ำทิ้งเลย

การใช้ผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียบริเวณศูนย์อาหารสถาบันราชภัฏสงขลา พบว่าผักตบชวาสามารถลดปริมาณมลสารที่อยู่ในน้ำเสียได้

ประพนธ์ พรหมทองและคณะ (2539) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยโครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาระบบจำลอง แบบ Constructed Wetland โดยใช้พืชน้ำหลายชนิดที่หาได้ง่ายในภูมิภาคเป็นตัวบำบัด เช่น ผักตบชวา ต้นจอก พุทธรักษา เป็นต้น ระบบนี้ใช้ระดับความลึกไม่เกิน 0.6 m ขบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง ราก ลำต้นของพืชน้ำ กับจุลินทรีย์ที่ติดอยู่กับพืชน้ำ ซึ่งตัวมันเองยึดติดอยู่กับชั้นดิน

ระบบที่ 1 ใช้ถังพลาสติกขนาดพื้นที่ผิว 0.20 m^2 วางแยกออกจากกัน โดยแต่ละถังบรรจุผักตบชวา ต้นจอก หญ้าน้ำ ตามลำดับ และมีระดับน้ำลึก 0.27 m มีระยะเวลาการบำบัด 7 วัน (อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.0077 m^3/day) ประสิทธิภาพดูจากค่า BOD โดยสามารถ ลดค่า BOD ได้ร้อยละ 90.11%, 82.72%, และ 83.14 % ตามลำดับ

ระบบที่ 2 ใช้ถังคอนกรีตทรงกระบอก 6 ถัง ทำงานเป็นหน่วยบำบัดเดียวกัน โดยใช้พืชในแต่ละถังคือผักตบชวา ธูปฤาษี พุทธรักษา ผักบุ้ง ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาการบำบัด 7 วัน (อัตราการไหลของน้ำเสียเท่ากับ 0.13 m^3/day) ความสามารถในการบำบัดพิจารณา จากค่า BOD, SS, TKN, TP ซึ่งพบว่า สามารถลดได้ 54.30%, 50.00%, 57.20%, 39.25% ตามลำดับ