บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 น้ำเสีย (Wastewater)

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้น้ำดังกล่าวมีลักษณะสมบัติต่างไปจากเดิม เนื่องจากมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในการใช้น้ำ นอกจากนี้แล้วสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจะทำให้น้ำเสียแต่ละกิจกรรมมีลักษณะสมบัติแตกต่างกันออกไป

2.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย (Sources of wastewater)

น้ำเสียเกิดได้จากหลายกิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะมีปริมาณและคุณลักษณะน้ำเสียแตกต่างกัน และก่อให้เกิดผลกระทบที่ต่างกัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545) กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดน้ำเสียแบ่งเป็น 3 แหล่ง ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม ดังนี้

2.2.1 น้ำเสียชุมชน (Domestic wastewater)

น้ำเสียชุมชน ได้แก่ น้ำที่มาจากแหล่งชุมชน บ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า เป็นต้น โดยน้ำเสียดังกล่าวจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การอุปโภคบริโภค การชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย การซักล้าง ตลอดจนการประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำเสียเหล่านี้มักปนเปื้อนสิ่งสกปรกจำพวกสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะ ตลอดจนจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งอาจมีน้ำที่เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ทั่วไป

2.2.2 น้ำเสียเกษตรกรรม (Agricultural wastewater)

น้ำเสียเกษตรกรรมเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเกษตรไม่ว่าจะเป็นพื้นที่เพาะปลูกหรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์ สิ่งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่มาจากการเลี้ยงสัตว์ส่วนมากจะเป็นสารอินทรีย์ที่มาจากเศษอาหารของสัตว์ และจากการขับถ่ายของสัตว์ซึ่งน้ำเสียส่วนนี้มักจะมีสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง ส่วนน้ำเสียที่มาจากพื้นที่เพาะปลูกจะมีสารเคมี ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงที่ถูกใช้ในพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้น กล่าวได้ว่าน้ำเสียที่มาจาการเกษตรมักจะมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์จำนวนมากรวมทั้งสารเคมีด้วย

2.2.3 น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial wastewater)

น้ำเสียอุตสาหกรรมจะเป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม วัตถุดิบตลอดจนขบวนการผลิตที่ใช้ โดยสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนอาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ น้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เกิดจากขบวนการล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักรอุปกรณ์ การระบายความร้อน รวมทั้งกิจกรรมต่างๆของพนักงานภายในโรงงาน เป็นต้น จากการที่โรงงานอุตสาหกรรมมีหลายประเภท จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะมีลักษณะของน้ำเสียที่เหมือนกันทุกโรงงาน แม้กระทั่งโรงงานประเภทเดียวกัน ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานยังแตกต่างกัน ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมของโรงงานประเภทต่างๆ

ประเภทโรงงาน	บีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
กระดาษ	100-1,000	530	100-1,300	830
สบู่	200-3,000	1,180	100-1,300	560
ผงชูรส	200-2,000	890	-	-
สุรา - แอลกอฮอล์	5,000-60,000	29,000	1,000-10,000	7,800
น้ำอัดลม	150-2,400	740	50-400	190
นม	200-3,600	1,125	100-1,100	450
น้ำตาล	200-3,900	1,320	100-600	320
สิ่งทอ	60-900	230	0-500	160
ห้องเย็น	250-4,000	1,560	100-700	410
เครื่องกระป๋อง	500-12,700	3,560	100-3,000	760
วุ้นเส้น	600-4,500	1,840	-	-
เส้นหมี่	1,000-14,000	3,620	1,000-30,000	8,400
โม่แป้ง แบะแซ	1,000-11,000	5,235	500-5,000	1,700

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2542

2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการทางกายภาพ
2. กระบวนการทางเคมี
3. กระบวนการทางชีวภาพ

2.3.1 กระบวนการทางกายภาพ

ส่วนใหญ่มีหน้าที่กำจัดของแข็งแขวนลอยขนาดใหญ่ซึ่งสามารถตกตะกอนด้วยตัวเองได้ง่าย โดยมากจะเป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสีย สิ่งเจือปนที่สามารถบำบัดออกจากน้ำเสียได้ด้วยวิธีทางกายภาพ ได้แก่

ก. ของแข็งขนาดใหญ่ เช่น เศษผ้า กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร ฯลฯ

ข. กรวด ทราย

ค. ไขมัน น้ำมัน (ที่ไม่ละลายน้ำ)

อุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่

2.3.1.1 ตะแกรงหยาบ และตะแกรงละเอียด

ตะแกรงหยาบใช้สำหรับดักสิ่งของที่ลอยน้ำ เช่น เศษขยะ, เศษผ้า, ใบไม้ ฯลฯ ดังภาพที่ 2.1

ตะแกรงละเอียดมีขนาดตาเล็กกว่าตะแกรงหยาบและใช้ดักสิ่งของที่มีขนาดเล็กตะแกรงทั้งสองนี้ช่วยป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำอุดตัน ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.1 ตะแกรงหยาบ

ที่มา : www.phuketcity.go.th/pkm/index.php?option=com (20/02/52)

ภาพที่ 2.2 ตะแกรงละเอียด

ที่มา : www.phuketcity.go.th/pkm/index.php?option=com (20/02/52)

2.3.1.2 ถังดักกรวดและทราย

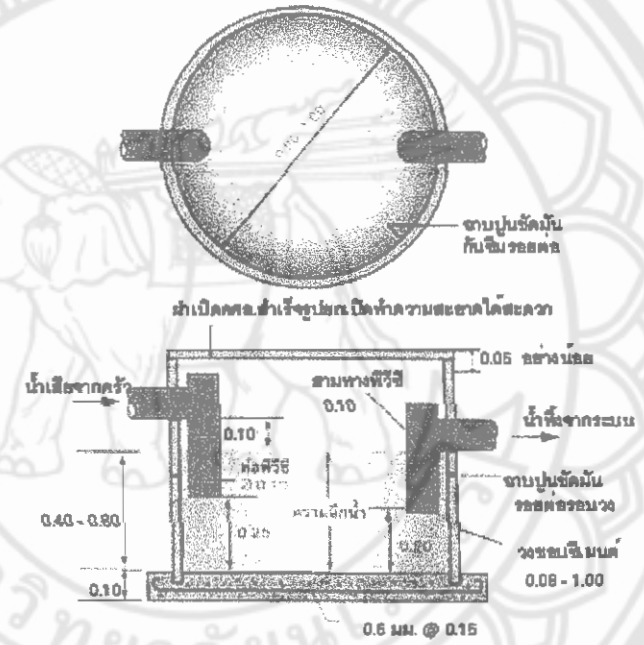
ถังดักกรวดทรายเป็นถังขนาดเล็กที่ออกแบบให้สามารถดักจับกรวดทรายในน้ำเสียที่ไหลผ่านถังดักกรวดทรายเป็นสิ่งจำเป็นทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำสึกกร่อน และเสียหายเนื่องจากถูกขัดสีจากกรวดทราย ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ถังดักกรวดและทราย

ที่มา : www.ch-engineering.com (20/02/52)

2.3.1.3 ถังดักไขมัน

น้ำเสียหลายประเภทมีไขมันและน้ำมันปนอยู่ด้วยไขมันหรือน้ำมันเบากว่าน้ำจึงลอยตัวอยู่เหนือน้ำ ทำให้สามารถใช้ถังดักไขมันดังภาพที่ 2.4 ทางออกของถังดักไขมันจมอยู่ใต้น้ำ (ต่ำกว่าชั้นไขมันหรือน้ำมัน) สามารถดึงส่วนที่เป็นน้ำออกจากถังดักด้วยท่อภาพตัว T ไขมันจะสะสมตัวอยู่ในถังดักและสามารถตัดออกไปทิ้งได้ ภาพที่ 2.4 เป็นถังดักไขมันขนาดเล็กที่นิยมใช้กับน้ำเสียจากการปรุงอาหารซึ่งเป็นน้ำเสียที่ปริมาณต่ำ ในกรณีที่น้ำเสียปริมาณสูงควรใช้ถังแยกน้ำมันแบบที่เรียกว่า API Separator น้ำเสียที่มีไขมันละลายอยู่ไม่สามารถใช้ถังดักไขมันได้ เนื่องจากน้ำมันจับเป็นเนื้อเดียวกับน้ำเสีย วิธีแก้ไขคือต้องทำให้น้ำมันและน้ำเสียแยกออกจากกันโดยใช้สารเคมีช่วยก่อน จากนั้นจึงใช้ถังดักไขมัน บางครั้งการแยกไขมันอาจใช้วิธีทำให้ลอยตัวได้



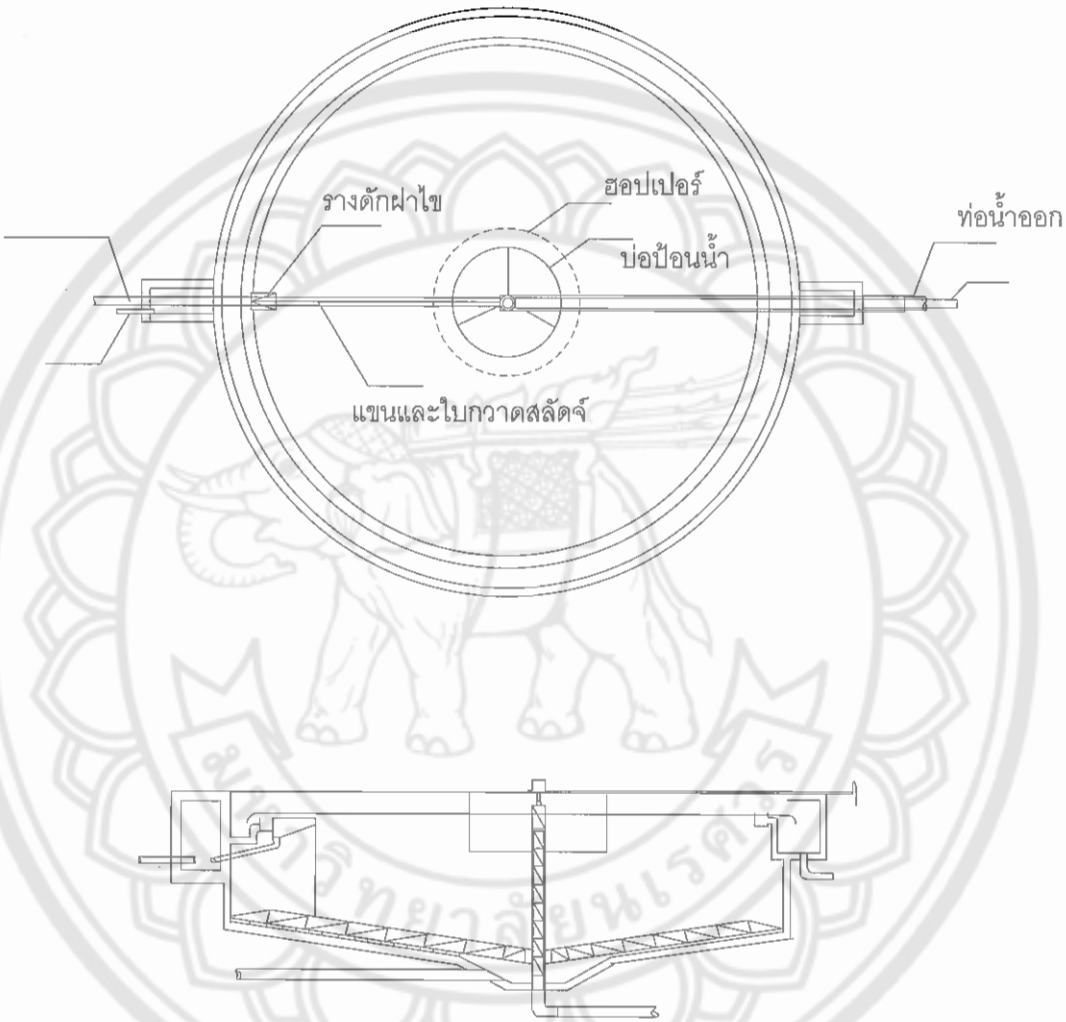
ภาพที่ 2.4 ถังดักไขมันและน้ำมันขนาดเล็ก

ที่มา : http://office.bangkok.go.th (19/02/52)

2.3.1.4 ถังตกตะกอน

ของแข็งหรือตะกอนแขวนลอยที่ลอยผ่านตะแกรงมาได้จะถูกบำบัดออกจากน้ำเสียด้วยถังตกตะกอนซึ่งเป็นถังขนาดใหญ่ที่เป็นที่พักน้ำเสีย เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถังตกตะกอนมันจะใช้เวลาอยู่ในถังนี้ประมาณ 2-4 ชั่วโมง อย่างสงบ ทำให้ตะกอนแขวนลอยมีเวลาตกตะกอนลงสู่ก้นถัง น้ำเสียที่ไหลออกไปออกจึงมีตะกอนแขวนลอยเหลือน้อย ถังตกตะกอนมี

บทบาทอยู่ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ เกือบทุกประเภท และถือเป็นหน่วยสำคัญในการกำจัดตะกอนแขวนลอยในน้ำ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ถังตกตะกอน

2.3.2 กระบวนการทางเคมี

มีหน้าที่กำจัดของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนด้วยตัวเองได้ช้า กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีเหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

ก. มีกรดหรือด่างสูงเกินไป (พีเอชต่ำหรือสูงเกินไป)

ข. มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก ฯลฯ

ค. มีสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ง่าย

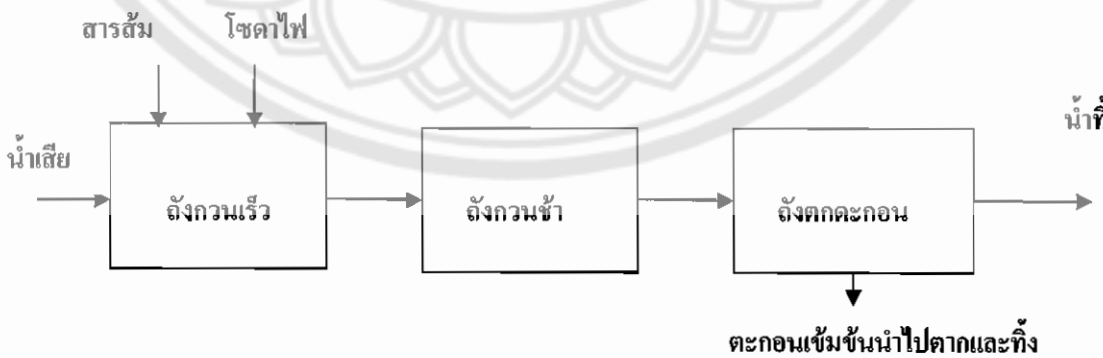
ง. มีสารประกอบอนินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟล์

จ. มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

กระบวนการทางเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสียมีหลายประเภทดังนี้

2.3.2.1 โคแอกกูเลชั่น (Coagulation)

ตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ช้ามากเรียกว่าคอลลอยด์ ซึ่งไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนตามธรรมชาติ เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป การเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม ทำให้คอลลอยด์หลายๆอนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่มเรียกว่า ฟล้อค (Floc) จนมีน้ำหนักมากและตกตะกอนได้รวดเร็ว สารเคมีทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาคมารวมกันเป็นฟล้อค กระบวนการประสานคอลลอยด์นี้ เรียกว่า โคแอกกูเลชัน ส่วนประกอบสำคัญของกระบวนการนี้มี 2 ส่วน คือ ถังกวนเร็ว และถังกวนช้า ดังภาพที่ 2.6 ถังกวนเร็วเป็นที่เติมสารเคมีและเป็นทางเข้าของน้ำเสีย สารเคมีและน้ำเสียจะผสมกันทันทีอย่างรวดเร็วในถังนี้ ถังกวนช้าเป็นที่สำหรับสร้างฟล้อคที่เกิดจากการรวมตัวของคอลลอยด์เพื่อส่งไปตกตะกอนในถังตกตะกอนซึ่งอยู่ตามหลัง ถังกวนช้า อนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่ถูกบำบัดโดยถังตกตะกอนจะถูกส่งต่อไปบำบัดในถังกรอง น้ำที่อยู่ในถังกรองจึงมีความใสสูงมาก



ภาพที่ 2.6 กระบวนการ โคแอกกูเลชันที่ใช้กำจัดตะกอนแขวนลอย

2.3.2.2 การกำจัดโลหะหนักด้วยวิธีการตกผลึก

โลหะหนักที่พบในน้ำเสียและเป็นปัญหามักอยู่ในภาพของสารละลายทำให้ไม่สามารถบำบัดออกจากน้ำได้ด้วยวิธีกรอง หรือตกตะกอนเพียงลำพัง การกำจัดโลหะหนักจำเป็นต้องทำให้เกิดการตกผลึกของแข็งก่อน จากนั้นจึงทำให้ของแข็งตกผลึก รวมกับวิธีโคแอก-กูเลชันและตามด้วยวิธีตกตะกอนและวิธีกรอง

โลหะหนักที่ละลายอยู่ในน้ำเสียมักทำให้ตกผลึกได้โดยการเพิ่มพีเอช ดังนั้นการเติมปูนขาวให้กับน้ำเสียจนมีพีเอชเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกผลึกได้ จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมตัวกันกลายเป็นฟล้อคด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้ว จึงแยกฟล้อคออกจากน้ำด้วยถังตกตะกอน

2.3.2.3 การปรับพีเอช

พีเอชเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำและน้ำเสียเกือบทุกชนิด น้ำเสียที่มีพีเอชต่ำสามารถทำให้เป็นกลางได้ด้วยการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟหรือโซดาแอช ส่วนน้ำที่มีพีเอชสูงสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.3.3 กระบวนการทางชีวภาพ

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายและเปลี่ยนสารอินทรีย์ต่างๆ ให้เป็นก๊าซลอยขึ้นสู่อากาศ การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ แบ่งเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process)

- การบำบัดแบบใช้ออกซิเจน อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนเปลี่ยนความสกปรก (สารอินทรีย์) ให้กลายเป็น CO_2 และน้ำ เช่น กระบวนการเอเอส ระบบฟิมส์ตรึงระบบ สระเติมอากาศ ระบบโปรยกรอง เป็นต้น

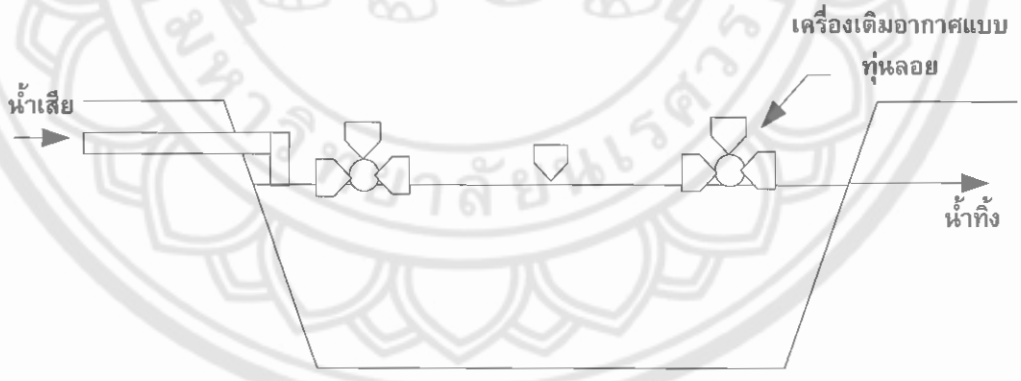
- การบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนเปลี่ยนความสกปรกให้กลายเป็น CO_2 CH_4 และ H_2S เช่น ในกระบวนการย่อยไร้ออกซิเจน ถังกรองไร้อากาศ ระบบยูเอเอสบี เป็นต้น

2.4 สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

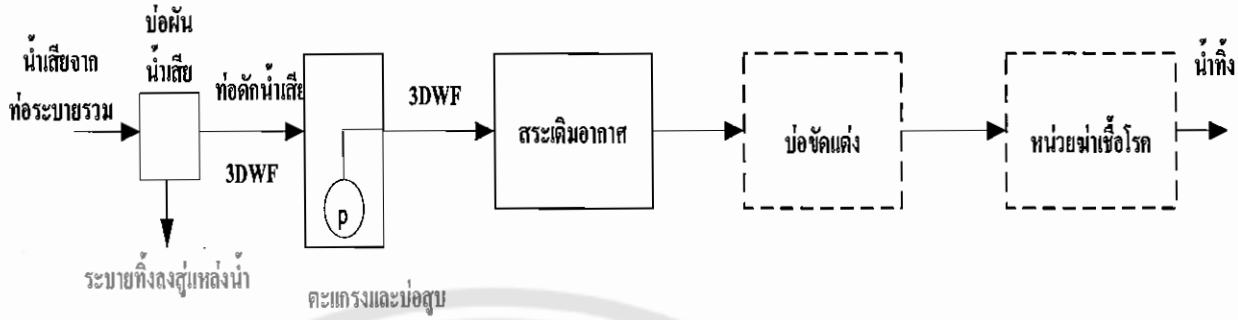
สระเติมอากาศ อาจถือเป็นกระบวนการเอเอสแบบไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์ มักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ลักษณะเป็นสระดินเหมือนกับบ่อผึ่งโดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-4 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำภายในสระเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน มีการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศแบบลอยน้ำแต่ไม่มีถังตกตะกอน ดังภาพที่ 2.7 ในการติดตั้งเครื่องเติมอากาศนี้ติดตั้งเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียอย่างทั่วถึงแทนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายหรือพืชน้ำอื่นๆ

ด้วยเหตุนี้น้ำทิ้งจึงมีจุลินทรีย์หลุดออกไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำกว่ากระบวนการเอเอสแบบอื่นๆ และเนื่องจากระบบไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์ ความเข้มข้นของ MLSS ในบ่อเติมอากาศจึงมีระบบต่ำกว่าระบบอื่นๆ คือ น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

การสร้างระบบสระเติมอากาศจะต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงเหมาะสมกับชุมชนที่มีราคาที่ดินไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถรับน้ำเสียหรือสารมลพิษที่ไหลเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหันได้ รวมทั้งสามารถควบคุมปัญหาเรื่องกากตะกอนหรือปัญหาเรื่องกลิ่นได้ดี สระเติมอากาศจึงเหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ และโรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น สระเติมอากาศสามารถลดน้ำเสียได้ร้อยละ 80 - 90



ภาพที่ 2.7 สระเติมอากาศ



ก. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม
(อัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของ DWF)

ข. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก

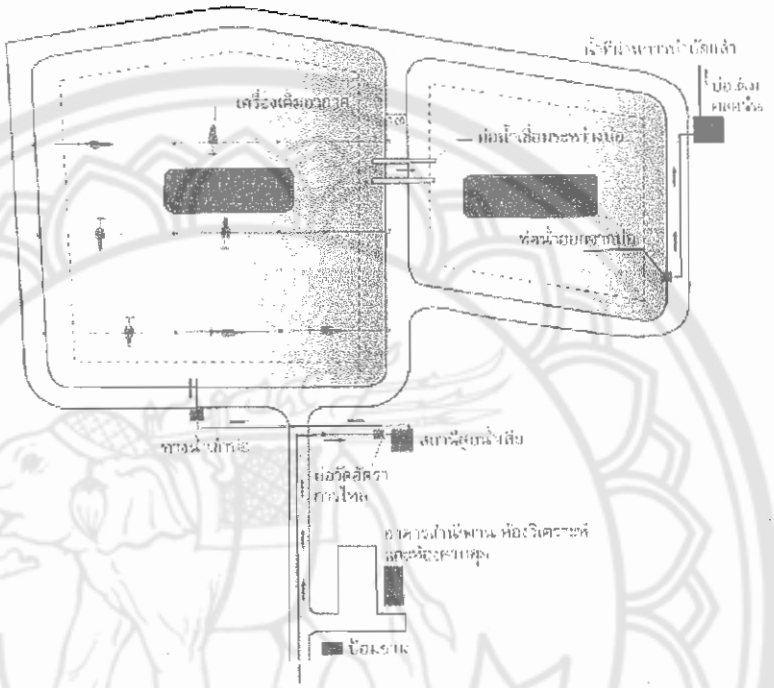
ภาพที่ 2.8 แผนภาพการไหลของระบบสระเติมอากาศ
(หมายเหตุ: หน่วยกระบวนการที่เป็นเส้นประอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม)

2.4.1 ลักษณะโดยทั่วไปของสระเติมอากาศ

ลักษณะโดยทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 2.8 และ 2.9 ซึ่งมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

- โครงสร้างของบ่อโดยทั่วไปจะทำจากวัสดุป้องกันการกัดเซาะของน้ำในบ่อ เช่น คอนกรีต หรือแผ่นพลาสติก เพื่อป้องกันความปั่นป่วนของคลื่นที่เกิดจากเครื่องเติมอากาศ
- การบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณความเน่าเสียของน้ำสูงบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้บ่อเติมอากาศมากกว่า 1 บ่อ

- น้ำออกจากบ่อเติมอากาศมักจะมี แบคทีเรียแขวนลอยปนออกไป จึงจำเป็นต้องใช้บ่อที่มีน้ำนิ่งเรียกว่า บ่อขัดแต่ง (Polishing Pond) เพื่อตกตะกอนเอาแบคทีเรียและสารแขวนลอยออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว



ภาพที่ 2.9 ลักษณะโดยทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

ที่มา : http://www.pcd.go.th/ (20/02/52)

2.4.2 ประเภทของสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศ โดยทั่วไปมักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของความสม่ำเสมอในการกวนน้ำได้แก่

ก. สระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ (Complete-mix aerated lagoons)

สระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ เป็นสระเติมอากาศที่มีการกวนผสมน้ำในสระแบบสม่ำเสมอทั่วทั้งบ่อ เพื่อให้แบคทีเรียแขวนลอยสัมผัสกับน้ำเสียได้อย่างทั่วถึงจึงจำเป็นต้องใช้พลังงานในการกวนน้ำสูง ประมาณ 15-25 แรงม้า ต่อ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ของปริมาตรน้ำในบ่อเติมอากาศ ข้อดีของการกวนน้ำสม่ำเสมอคือทำให้ตะกอนแบคทีเรียสัมผัสกับน้ำเสียอย่างทั่วถึง

และทำให้อากาศกระจายทั่วทั้งบ่อไม่เกิดการตกตะกอนในบ่อจึงส่งผลให้การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสระเติมอากาศที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาจะทำให้น้ำในบ่ออยู่ในสภาพที่มีอากาศ จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวน

ข. สระเติมอากาศแบบกวนไม่สม่ำเสมอ (Facultative aerated lagoons)

สระเติมอากาศแบบกวนไม่สม่ำเสมอ เป็นสระเติมอากาศที่มีการกวนผสมน้ำในสระแบบไม่สม่ำเสมอจึงทำให้บางส่วนของบ่อเป็นจุดอับ (Dead End) สระเติมอากาศแบบกวนไม่สม่ำเสมอใช้พลังงานในการกวนน้ำต่ำ ประมาณ 2-10 แรงม้า ต่อ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ของปริมาตรน้ำในบ่อเติมอากาศ พลังงานที่ใช้แค่เพียงพอสำหรับแบคทีเรียนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ตะกอนแบคทีเรียบางส่วนตกตะกอนจมอยู่ที่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ ข้อดีของระบบนี้คือใช้พลังงานต่ำและมีตะกอนแบคทีเรียหลุดออกไปกับน้ำทิ้งต่ำกว่าแบบกวนสมบูรณ์ ทำให้น้ำออกใสและมีตะกอนแขวนลอยน้อยกว่าสระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์

2.4.3 เครื่องเติมอากาศ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ ๆ คือ เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ และเครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด

ก. เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator)

จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็กๆขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมวลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ ดังภาพที่ 2.10

ภาพที่ 2.10 เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า

ที่มา : http://www.cheevaintertrade.com (20/02/52)

ข. เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator)

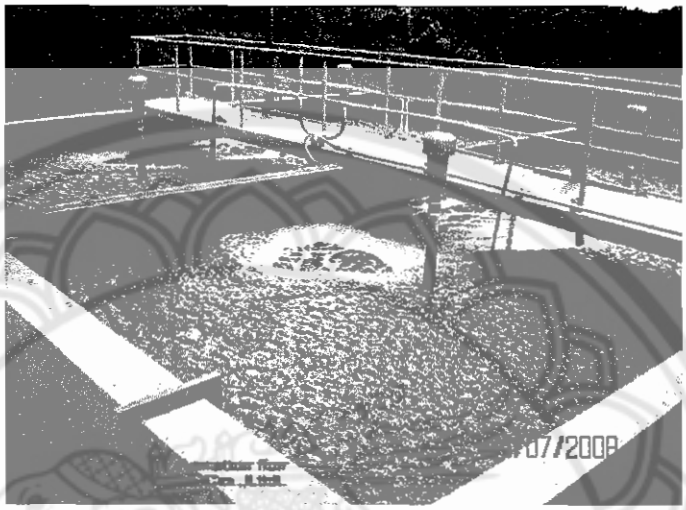
มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศและระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคืออากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ ดังภาพที่ 2.11 เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูงแต่มีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

ภาพที่ 2.11 เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator)

ที่มา : www.deu.edu.tr (20/02/52)

ค. เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator)

มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ เครื่องดูดอากาศ และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำอยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ ดังภาพที่ 2.12

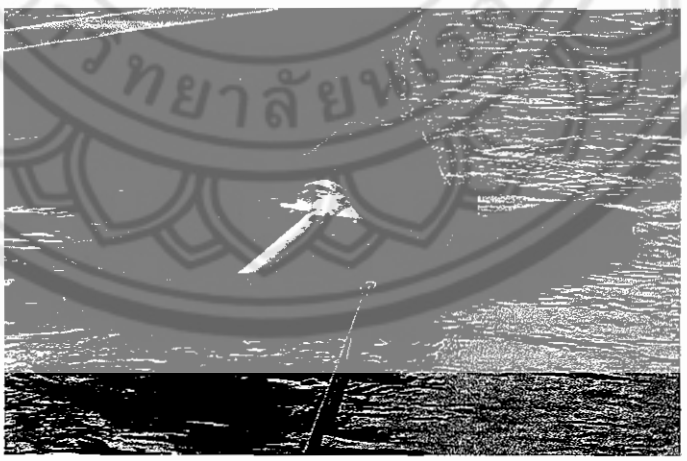


ภาพที่ 2.12 เครื่องเติมอากาศใต้ (Submersible Aerator)

ที่มา : www.grandenpro.com/.../project/Submersible.jpg (20/02/52)

ง. เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator)

มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ Venturi Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator)

ที่มา: www.tarad.com (20/02/52)

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลกับการทำงานของระบบสระเติมอากาศ

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงแบคทีเรียเพื่อการบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ ดังนั้นการควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญ เนื่องจากองค์ประกอบแต่ละตัวจะมีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบดังนี้

ก. พีเอช (pH)

โดยปกติพีเอชที่เหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ **มี**ค่าประมาณ 7.0 - 8.0 เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียแบบใช้อากาศจะได้ผลผลิตเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งละลายน้ำ ทำให้พีเอชของระบบมีแนวโน้มลดต่ำลงหากปล่อยให้พีเอชมีค่าต่ำเป็นเวลานานจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำลง

ข. อุณหภูมิ (Temperature)

โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้งานปกติของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศจะอยู่ในช่วงที่เป็นเมโซฟิลิกค์ (Mesofillic) ซึ่งอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ในสระเติมอากาศนอกจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดต่ำลง ทั้งนี้อุณหภูมิที่สูงยังมีผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำด้วย คืออออกซิเจนจากอากาศที่เติมลงไปจะละลายน้ำได้น้อยลง ส่งผลให้แบคทีเรียอยู่ในสภาพขาดอากาศหรือต้องใช้เครื่องเติมอากาศที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและใช้พลังงานมากขึ้น

ค. เวลาที่ใช้บำบัดน้ำเสีย (Detention Time)

การที่แบคทีเรียที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียจะไหลออกไปกับน้ำจากบ่อเติมอากาศไปยังบ่อโพลิชชิ่ง ปริมาณและอายุของตะกอนในบ่อเติมอากาศจึงขึ้นอยู่กับเวลากักน้ำ ดังนั้นบ่อเติมอากาศที่มีเวลากักน้ำนานกว่าจะมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าและมีอายุของตะกอนแบคทีเรียมากกว่าจะสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่าบ่อเติมอากาศที่มีเวลากักน้ำสั้นๆ

ง. สารอาหาร (Nutrients)

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงแบคทีเรียเพื่อการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีสารอาหารให้กับแบคทีเรียเพื่อนำไปใช้เป็นองค์ประกอบในการสร้างเซลล์ สารอาหารหลักที่แบคทีเรียต้องการได้แก่ธาตุ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำเสียจากชุมชนทั่วๆไปมักไม่มีปัญหาการขาดสารอาหาร แต่ในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางชนิด เช่นน้ำเสียจากโรงงานผลิตลูกกวาด

อาจจะมีปริมาณสารอาหารอยู่น้อยจึงอาจจำเป็นต้องเติมเป็นอาหารที่เสริมให้กับแบคทีเรียในน้ำเสีย โดยทั่วไปความต้องการสารอาหารสำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศมีค่าตามอัตราส่วน คือ BOD : N : P = 100 : 5 : 1 โดยน้ำหนัก และเรามักเติมธาตุไนโตรเจน(N) ในภาพของปุ๋ยยูเรีย (NH_2CONH_2) และเติมธาตุฟอสฟอรัส (P) ในภาพของปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (P_2O_5)

2.4.5 ข้อดีและข้อเสียของสระเติมอากาศ

ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของระบบสระเติมอากาศ

ข้อดี	ข้อเสีย
- มีประสิทธิภาพสูง - ควบคุมระบบง่ายและไม่ต้องการผู้ควบคุมระบบที่มีความเชี่ยวชาญ - ต้องการสารเคมีน้อย - ไม่ต้องมีกระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ - ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น	- ใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้างมาก (น้อยกว่าบ่อปรับเสถียร) เหมาะกับชุมชนที่มีราคาที่ดินปานกลาง - ใช้พลังงานมาก (การเติมอากาศ) - มีความยืดหยุ่นน้อย เพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างจำกัด (เมื่อเทียบกับระบบเอเอส)

2.4.6 ค่าคำนวณการออกแบบ

โดยส่วนใหญ่สระเติมอากาศแบบสมบูรณ์และกวนผสมบางส่วนมักออกแบบด้วยสมการไคเนติกส์ ซึ่งทั้งสองแบบสามารถออกแบบได้ดังสมการ 2-1 แต่สระเติมอากาศทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าคงที่ระดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีแตกต่างกัน

สมการในการออกแบบสระเติมอากาศ

$$Se / Si = 1 / (1+k_a t) \qquad (2\text{-}1)$$

โดยที่ Se = ค่าบีโอดีของน้ำทิ้ง, มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีของน้ำเข้า, มิลลิกรัมต่อลิตร

k_a = ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศ, วัน$^{-1}$

t = เวลากักน้ำ, วัน

2.4.7 ค่าคงที่ของการกำจัดบีโอดี

ถ้าเป็นไปได้ค่าคงที่ระดับหนึ่งของอัตราการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศควรศึกษาจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการหรือระดับโรงงานนำร่อง แต่จากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

2.4.7.1 สระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-2 ถึง 2-4

WEF (1990)

$$k_{ac(T)} = 2.5\ (1.085)^{T-20} \qquad (2\text{-}2)$$

Mara,D.D (1976)

$$k_{ac(T)} = 5.0\ (1.035)^{T-20} \qquad (2\text{-}3)$$

Metcalf & Eddy, 1991

$$k_{ac} = 0.25 - 1.0 \text{ วัน}^{-1} \qquad (2\text{-}4)$$

โดยที่ T = อุณหภูมิน้ำหรือองศาเซลเซียส

2.4.7.2 สระเติมอากาศแบบกวนไม่สม่ำเสมอ

จากการรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆพบว่า ค่าคงที่ลำดับหนึ่งของการกำจัดบีโอดีของสระเติมอากาศแบบกวนไม่สม่ำเสมอ มีความแตกต่างกันตามแต่ละแหล่งข้อมูล ดังสมการที่ 2-5 ถึง 2-6

Recommended Standard for Sewage Work (1978)

$$k_{ap(T)} = 0.276\ (1.036)^{T-20} \qquad (2\text{-}5)$$

Boulier, G.A. & Atchinson, T.J.,(1975) อ้างโดย WEF (1990)

$$k_{ap(T)} = k_{ap(20)} (1.036)^{T-20} \qquad (2\text{-}6)$$

โดยที่ $k_{ap(20)} = 0.2 - 0.3$ วัน$^{-1}$ (ที่อุณหภูมิน้ำ 20 องศาเซลเซียส)

T = อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

2.4.8. ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย

จากการประมวลข้อมูลข้างต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ (ของโครงการจัดทำคู่มือการออกแบบระบบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ) มีความเห็นว่าสระเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ ซึ่งได้แนะนำค่ากำหนดการออกแบบของสระเติมอากาศสำหรับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย

รายการ	ค่าแนะนำ
สระเติมอากาศ	
เวลากักน้ำ, วัน	1-2
ความลึกน้ำ,เมตร	2.0-4.0 (3.0)
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี, ร้อยละ	80
ความต้องการออกซิเจน	
- ก. ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด	0.7-.1.0
- กิโลวัตต์/1000 ลบ.ม.	1.5-3.0
บ่อขัดแต่ง	
เวลากักน้ำ, วัน	1-2
ความลึกน้ำ, เมตร	1.5-2.0

หมายเหตุ ( ) คือค่าที่แนะนำ

เนื่องจากน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยมีความเข้มข้นต่ำ จึงทำให้ของแข็งแขวนลอยเนื่องจากอนุภาคจุลินทรีย์ในสระเติมอากาศน่าจะมีปริมาณต่ำ อีกทั้งเมื่อสระเติมอากาศเป็นแบบกวนไม่สม่ำเสมอจะทำให้จุลินทรีย์บางส่วนจมอยู่ก้นสระได้ ซึ่งในบางกรณีทำให้น้ำทิ้งมีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยต่ำจึงไม่จำเป็นต้องมีบ่อขัดแต่งก็ได้

2.4.9. ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- Mara, D.D. (1976) พบว่า สระเติมอากาศหลายบ่อต่อกันแบบอนุกรมมีผลทำให้ความต้องการปริมาตรรวมของสระลดลงเมื่อเทียบกับใช้สระใหญ่สระเดียว

- ความต้องการออกซิเจนของสระเติมอากาศเท่ากับ 1-1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด (WEF & ASCE, 1998b) หรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด (Mara, D.D., 1976)

- สระเติมอากาศมีเวลากักน้ำเท่ากับ 3-10 วัน ความลึกน้ำ 2-4 เมตร (Metcalf & Eddy, 1991)

- บ่อขัดแต่งควรมีเวลากักน้ำเท่ากับ 0.5 – 1.0 วัน (WEF & ASCE, 1998b) ถ้าเวลากักน้ำมากกว่านี้อาจทำให้มีปริมาณสาหร่ายสูง แต่ Metcelf & Eddy, 1991 กล่าวว่าบ่อขัดแต่งควรมีเวลากักน้ำอย่างมากไม่เกิน 2 วัน

- ถ้าก้นสระเป็นดินทรายหรือมีการรั่วซึมควรหามาตรการป้องกันปัญหาดังกล่าว คือ บ่ออัดดินเหนียวหรือปูด้วยวัสดุต่างๆ เช่น เบนโทไนท์ ดินเหนียวสังเคราะห์ เมมเบรน ฯลฯ

- บริเวณขอบบ่อควรคาดด้วยหินหรือคอนกรีต โดยให้ปกคลุมให้ต่ำกว่าและสูงกว่าระดับน้ำในบ่อด้านละ 0.5 เมตร เพื่อป้องกันคลื่นกัดเซาะตลิ่งหรือขอบบ่อ

- เครื่องเติมอากาศเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหรือแบบฟู่ก็ได้ แต่ถ้าเป็นแบบเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำต้องมีแผ่นคอนกรีตรองก้นสระบริเวณใต้เครื่องเติมอากาศ เพื่อป้องกันการกัดเซาะดิน

- ขอบบ่อควรมีความลาดประมาณ 1:1.5 ถึง 1:2 (แนวดิ่ง: แนวราบ)

2.5 การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

การเริ่มต้นเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ ต้องการเวลาเริ่มต้นที่ทำให้จุลินทรีย์มีความคุ้นเคยกับน้ำเสีย การเลี้ยงจุลินทรีย์ให้มีปริมาณพอเพียงและมีความพร้อมในการย่อยสลายน้ำเสียมีความจำเป็นที่ต้องทำให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการบำบัดน้ำเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อควรเป็นเชื้อที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทเดียวกัน แต่ถ้าไม่สามารถหาได้ก็อาจใช้มูลสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น สัตว์ปีก โค ควาย หมู เป็นต้น ในทางปฏิบัติไม่ควรใช้สลัดจ์จากบ่อเกรอะหรืออุจจาระของคน เนื่องจากสกปรกและมีกลิ่นน่ารังเกรียจมากกว่ามูลสัตว์ในปัจจุบันมีผู้ผลิตแบคทีเรียแห้งจำหน่ายและอ้างว่าสามารถใช้เป็นหัวเชื้อ ได้อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีงานทดสอบแบคทีเรียแห้งต่างๆในระบบบำบัดน้ำเสียจริงๆอย่างเป็นทางการและถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงยังไม่แนะนำให้ใช้แบคทีเรียแห้งต่างๆ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.5.1 ขั้นตอนในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไป

การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทุกประเภทจะมีระยะทำงานอยู่ 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สภาวะก่อนคงตัวเป็นช่วงเวลาที่มีการเลี้ยงแบคทีเรียให้มีปริมาณพอเพียงและเคยชินกับน้ำที่ต้องการบำบัด ระยะนี้แบคทีเรียสามารถผลิตเอมไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์แต่ระบบยังไม่ได้รับน้ำเสียอย่างเต็มที่

ระยะที่ 2 สภาวะคงตัวเป็นช่วงเวลาที่ระบบมีเสถียรภาพดี มีแบคทีเรียแข็งแรงสมบูรณ์ในปริมาณที่สามารถบำบัดน้ำเสียทั้งหมดที่มีอยู่ น้ำเสียจะถูกบำบัดได้อย่างเต็มที่ทำให้น้ำทิ้งสุดท้ายมีคุณภาพดีไม่แปรปรวน

2.5.2 ขั้นตอนในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

ก. เติมน้ำเปล่า (น้ำผิวดินหรือน้ำใกล้เคียงที่ไม่ใช่น้ำสกปรก) ให้เต็มบ่อเติมอากาศและทำการเดินระบบเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องเติมอากาศ (ยังไม่เติมน้ำเสีย) และเสถียรภาพของคันดิน

ข. ระบายน้ำออกให้เหลือครึ่งหนึ่ง

ค. เติมหัวเชื้อในปริมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ ของบ่อเติมอากาศและปริมาณมูลสัตว์ 1-5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) หรือเติมมูลสัตว์ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

ง. เติมน้ำเสียให้กับบ่อเติมอากาศตามกำหนดเวลา

จ. ในระหว่างการเติมน้ำเสียต้องมีการจดบันทึก สังเกต และวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในการทดสอบ

การใช้หัวเชื้อในปริมาณสูงในระยะเริ่มต้นของระบบสระเติมอากาศเป็นการทำให้ระบบสามารถบำบัดน้ำเสียได้เท่านั้น แบคทีเรียจะหลุดหนีออกไปพร้อมๆกับน้ำออกตลอดเวลาการควบคุมระบบให้เป็นแบบแบทช์ในระยะเริ่มต้น จะช่วยให้แบคทีเรียมีเวลามากขึ้นในการปรับตัวสร้างเอมไซม์ ได้เหมาะสมและในระหว่างการเริ่มเดินระบบต้องเปิดเครื่องเติมอากาศทุกตัว และให้เดินไว้ 24 ชั่วโมง

2.6 ปัญหาในการเดินระบบสระเติมอากาศ

ปัญหาในการเดินระบบสระเติมอากาศที่พบส่วนใหญ่เป็นปัญหาเกิดจากการบริหารจัดการ ผู้ควบคุมดูแลจะต้องเอาใจใส่หมั่นสังเกต และกำหนดวิธีการบริหารจัดการที่เหมาะสมในการเดินระบบสระเติมอากาศมักจะเป็นบ่อใหญ่ใช้พื้นที่มากใช้เครื่องเติมอากาศ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2545)

2.6.1 ปัญหาจุลินทรีย์ออกมากับน้ำทิ้งมาก

น้ำทิ้งขุ่นแต่ไม่มาก ซึ่งเป็นเพราะจุลินทรีย์ออกไปกับน้ำทิ้ง

สาเหตุ

ก. ปริมาณจุลินทรีย์สะสมอยู่ในสระเติมอากาศมากเกินไป

ข. สระเติมอากาศมีขนาดเล็กเกินไป

การแก้ไข

ก. ทำการขุดลอกเพื่อควบคุมปริมาณความเข้มข้นของตะกอนในสระเติมอากาศให้เหมาะสม

ข. ขยายสระเติมอากาศให้พอเพียงในกรณีที่ระบบสระเติมอากาศเป็นระบบบ่อเดียวที่ทำหน้าที่เป็นบ่อเติมอากาศ และเป็นบ่อตกตะกอนในตัวเอง แต่ถ้าเป็นกรณีมีระบบบ่อผึ่งต่อเนื่องจากสระเติมอากาศก็จะลดจุลินทรีย์ออกมาจากน้ำทิ้ง

2.6.2 ปัญหาจากดีไนตริฟิเคชั่น

เกิดสลัดจ์ลอยขึ้นเป็นก้อนใหญ่ เมื่อขึ้นถึงผิวน้ำจะเกิดการแตกกระจายออกมาเป็นฝ้าเป็นแผ่น

สาเหตุ

ก. ปริมาณออกซิเจนที่เติมในสระเติมอากาศน้อยเกินไป หรือไม่ทั่วถึง

ข. ปล่อยให้สะสมสลัดจ์มากเกินไป

การแก้ไข

ก. เพิ่มเครื่องเติมอากาศให้เหมาะสม โดยเฉพาะตำแหน่งที่เป็นจุดอับ

ข. ขุดลอกเพื่อควบคุมปริมาณความเข้มข้นของตะกอน ในสระเติมอากาศให้เหมาะสม

2.7 สาระสำคัญเกี่ยวกับโค

โค (Cow) จัดอยู่ในไฟลัมสัตว์มีแกนสันหลัง ชั้นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จัดอยู่ในพวกสัตว์บกประเภทเป็นสัตว์เลี้ยง ตัวขนาดเท่าควายแต่เขาสั้น เลี้ยงวัวเพื่อกินเนื้อและนม บางทีก็ใช้เทียมเกวียน โคมีหลายประเภทสามารถแบ่งตามประเภทของลักษณะของประโยชน์ได้ดังนี้

2.7.1. โคเนื้อ

กว่า 30 ปีมาแล้วที่ประเทศไทยมีการพัฒนาพันธุ์โคเนื้อ ด้วยการนำเข้าโคเนื้อพันธุ์บรามันจากสหรัฐอเมริกาเข้าใช้ แต่โคเนื้อลูกผสมที่เกิดขึ้นมานั้นยังพบว่ามีปัญหาอยู่บ้างในด้านความสมบูรณ์พันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะแวดล้อมร้อนชื้นของประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงได้ตัดสินใจนำโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เข้ามาร่วมในแผนการสร้างพันธุ์ จึงได้โคเนื้อที่มีเลือดของโคพื้นเมืองไทย 25 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์บรามัน 25 เปอร์เซ็นต์และพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ 50 เปอร์เซ็นต์และตั้งชื่อว่า โคพันธุ์กำแพงแสน การสร้างโคพันธุ์กำแพงแสนก็เพื่อรักษาไว้ซึ่งลักษณะเด่นของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย ซึ่งได้แก่ ความสมบูรณ์พันธุ์ที่ดีเยี่ยมและมีความสามารถอยู่ได้ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ร้อนชื้นของเมืองไทยได้ดี นอกจากนี้ยังรวมเข้ากับลักษณะด้านขนาดตัวที่สูงใหญ่และความคงทนต่อเห็บของพันธุ์บรามัน ในขณะที่โคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์มีชื่อทางด้านการเจริญเติบโตและความสามารถในการสร้างกล้ามเนื้อได้สูงและมีคุณภาพ การนำเอาลักษณะดีของโคทั้ง 3 พันธุ์มาผสมผสานกัน จึงทำให้ได้โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมและความต้องการสร้างอาหารโปรตีนจากเนื้อโคที่มีคุณภาพของไทยได้อย่างเหมาะสม โคเนื้อที่สำคัญมีดังนี้

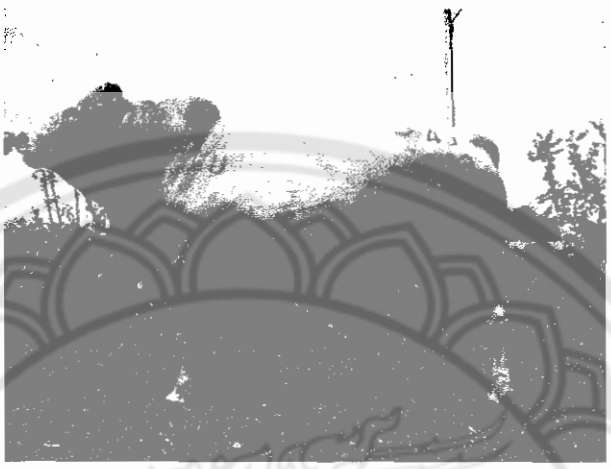
ก. โคไทยพันธุ์กำแพงแสน

โคพันธุ์นี้เป็นการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อโคพื้นเมืองของไทย ที่มีคุณสมบัติที่ดีเลิศในเรื่องความสมบูรณ์ คือ เป็นสัดเร็ว ผสมติดง่าย ได้ลูกทุกปี ทั้งๆที่ได้รับอาหารไม่ค่อยสมบูรณ์นัก แต่เนื่องจากโคพื้นเมืองของไทยไม่สามารถนำมาเลี้ยงเป็นโคขุนในระบบธุรกิจได้ เพราะมีขนาดลำตัวเล็กและโตช้า จึงได้มีการปรับปรุงโคพื้นเมือง โดยนำโคบรามันเข้ามาผสมเพื่อให้ได้ลูกโคที่มีขนาดใหญ่และโตเร็วขึ้น แต่มีการทราบกันดีอยู่แล้วว่าโคบรามัน มีข้อด้อยเรื่องความสมบูรณ์พันธุ์ การยกระดับโคบรามันให้สูงขึ้นจะมีปัญหาการผสมติดอยากมากขึ้น ยิ่งถ้าหากได้รับอาหารไม่สมบูรณ์โคจะไม่ยอมเป็นสัด นอกจากนี้คุณภาพของโคบรามันก็ด้อยกว่าโคเมืองหนาว การผสมโคกำแพงแสนจึงมีเลือดโคพื้นเมืองไว้ 25 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ได้โครงสร้างใหญ่ขึ้นแล้ว จึงมีการคิด

TD
746.5
ก499
2551

สำนักหอสมุด
15 มิ.ย. 2552
1. 451 45671

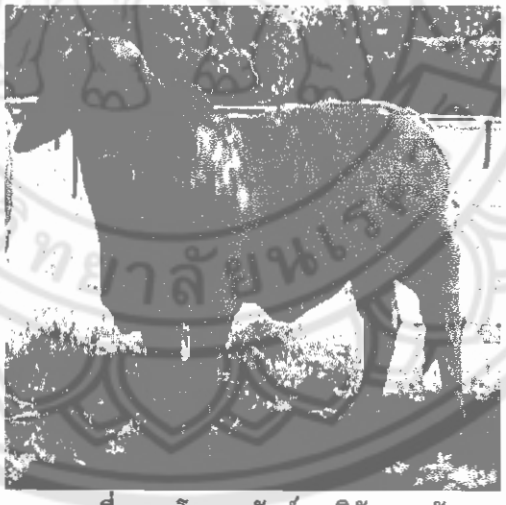
นำเอาโคชาโรเลส์เข้ามาช่วยในเรื่องการให้เนื้อและการเจริญเติบโต โดยกำจัดเลือดของพันธุ์ชาโรเลส์ไว้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน

ที่มา : www.rakbankerd.com/agriculture/open. (06/02/52)

ข. โคเทศพันธุ์อเมริกันบรามัน ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 โคเทศพันธุ์อเมริกันบรามัน

ที่มา : www.rakbankerd.com/agriculture/open. (06/02/52)

ข. โคนม

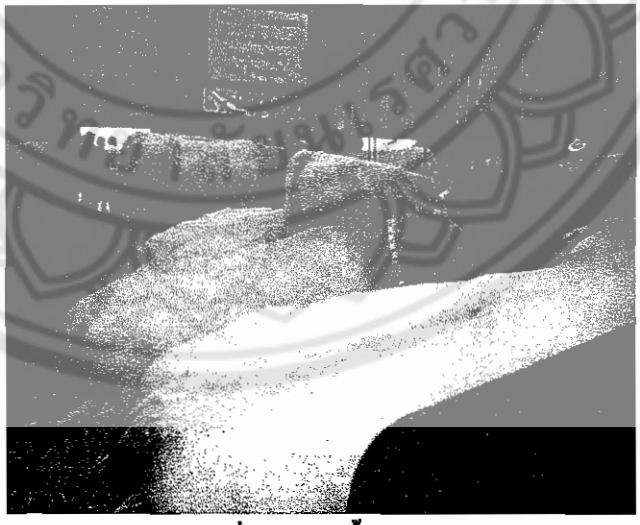
จะนิยมบริโภคเฉพาะนมเท่านั้นไม่นิยมนำเนื้อของโคชนิดนี้มาบริโภคลักษณะของโคนมเป็นดังภาพที่ 2.16

ภาพที่ 2.16 โคนม

ที่มา : www. forum.khonkaenlink.info (20/02/52)

ค. โคเนื้อและนม

โคชนิดนี้จะสามารถนำมาบริโภคได้ทั้งเนื้อและนม ลักษณะโคเนื้อและนมเป็นดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 โคเนื้อและนม

ที่มา : http://www.thaicattle.com/board/index. (20/02/5)

2.7.1 คุณค่าทางอาหารของมูลโค

สำหรับคุณค่าทางอาหารพืชของปุ๋ยคอก (มูลสัตว์) นั้นจะแตกต่างกันไปตามแหล่งวิธีการเลี้ยงและการเก็บรักษา ถ้ามองในแง่ของธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแล้วจะมีค่อนข้างน้อย ยกเว้นมูลสุกร มูลไก่ และมูลค้างคาวซึ่งค่อนข้างจะมีธาตุอาหารหลักอยู่สูงแต่ข้อดีของมูลสัตว์คือจะให้ธาตุอาหารรองคือ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และธาตุอาหารเสริม เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน นอกเหนือจากนั้นยังให้ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับพืชอีกมากมายอีกด้วย

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณธาตุอาหารในมูลโค

พารามิเตอร์	หน่วย	มูลโคเก่า	มูลโคใหม่
ความเป็นกรด – ด่าง	-	8.7	10.4
ไนโตรเจน	%	1.73	1.95
ฟอสฟอรัส	%	0.49	1.76
โพแทสเซียม	%	0.30	0.43
แคลเซียม	%	0.052	1.817
แมกนีเซียม	%	0.223	0.556
กำมะถัน	%	0.05	0.07
โซเดียม	%	0.537	3.120
เหล็ก	ppm	4,630	4,630
สังกะสี	ppm	87	190
ทองแดง	ppm	29	32
โมลิบดีนัม	ppm	0	0
โบรอน	ppm	26	54
คลอริน	ppm	1,600	9,740
แมงกานีส	ppm	840	670

2.8 สาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง

สมเจตน์ จันทวัฒน์ และคณะ (2542) ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก 5 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรี สุราษฎร์ธานี อินโดนีเซีย ศรีลังกา และบราซิล ซึ่งปลูกในกระถางดินเผาและรดด้วยน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 50 75 และ 100 และโรงงานอุตสาหกรรมนมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 พบว่าชุดที่รดด้วยน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ชนิดของแหล่งพันธุ์มีผลทำให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ราชบุรีมีน้ำหนักต้นสูงสุด แหล่งพันธุ์บราซิลมีน้ำหนักรากสูงสุด นอกจากนี้ส่วนต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลยังมีปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงสุด ในขณะที่ต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์อินโดนีเซียมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนรากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมสะสมสูงสุด สำหรับในชุดที่รดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนม พบว่าทั้งชนิดของแหล่งพันธุ์หญ้าแฝกและระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งมีผลต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีน้ำหนักต้นสูงสุด หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีน้ำหนักรากสูงสุด ส่วนต้นหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลมีปริมาณธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงสุด แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงสุด ส่วนรากหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์บราซิลมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมสะสมสูงสุด และระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งร้อยละ 100 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด จากการทดลองนี้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้ง

ดารินทร์ แซ่ตั้ง และคณะ (2551) ใช้หญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) 3 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ศรีลังกา แหล่งพันธุ์สงขลา 3 และแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูกแฝกลักษณะแพลอยน้ำ ผลจากการทดลองพบว่า หญ้าแฝกทั้ง 3 แหล่งพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 ของการปลูก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด บีโอดี และ ออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญทำให้น้ำทิ้งจากโรงนมเสีย พบว่าหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกามีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดค่าบีโอดี ได้ถึง 88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี มี ประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำ 91 เปอร์เซ็นต์ ลดค่าไนโตรเจนทั้งหมด 93 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสทั้งหมด 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกายังสามารถลดค่าไนไทรต์ ไนเทรต ความนำไฟฟ้า และของแข็งละลายน้ำในระดับที่น่า

พอใจ ส่วนหญ้าแฝกแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยและเหล็กได้ดีอีกด้วย ดังนั้นจึงควรเลือกใช้หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์ศรีลังกา และ แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานีร่วมกันในการบำบัดน้ำเสียจากโรงนมเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดีที่สุด

อรุณวรรณ หวังกอบเกียรติ (2542) ใช้แบคทีเรียแลคติกบำบัดน้ำเสียโรงนมขั้นตอนแรกด้วยการตกตะกอน ซึ่งน้ำเสียจากโรงนมมี ซีโอดีต่อบีโอดี สูง มีโปรตีนในสภาพคอลลอยด์ตกตะกอนยาก ต้องใช้สารเคมีช่วยสร้างตะกอนพบว่ากรดเคมีแลคติกเป็นสารสร้างตะกอนที่ดี จึงมีแนวคิดใช้แบคทีเรียแลคติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) ซึ่งสามารถผลิตกรดแลคติกใช้เป็นผู้ผลิตสารสร้างตะกอนแทนการใช้สารเคมีเพื่อตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสียโรงนม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนแรก (Primary treatment) ทำให้ลดภาระในการบำบัดขั้นที่สอง (Secondary treatment) และประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

สาวิตรี ลิ่มทอง (2542) ทำการศึกษาเปรียบเทียบในขั้นต้นเพื่อคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการทำให้โปรตีนในน้ำทิ้งโรงนมจับกันเป็นก้อน และตกตะกอนเพื่อนำจุลินทรีย์นั้นมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียขั้นแรก โดยสังเกตจากการจับกันเป็นก้อนของโปรตีน การตกตะกอน ความขุ่นของน้ำทิ้งภายหลังตกตะกอนและกลิ่นที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาชีวเคมีในหลอดอาหารลิตมัสมิลค์พบว่า แบคทีเรียแลคติกคือ Lactobacillus sp. และ Streptococcus lactis ทำได้ดี และรวดเร็วกว่าแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ไม่ผลิตกลิ่นเหม็น ได้พิสูจน์ว่าการจับกันเป็นก้อนและการตกตะกอนโปรตีนในน้ำทิ้งเกิดขึ้นเนื่องจากกรดที่แบคทีเรียแลคติกผลิตขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งโรงนมภายหลังการเติมเซลล์แบคทีเรียแลคติกในปริมาณความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าความเข้มข้นกรดที่เพิ่มขึ้น หรือพีเอชที่ลดลง แปรตามปริมาณเซลล์แบคทีเรียแลคติกที่เติมลงไปในน้ำทิ้ง ซึ่งมีผลต่อการบำบัด